

**FLUMINENSE FEDERAL UNIVERSITY  
SCHOOL OF ENGINEERING  
DOCTORAL PROGRAM SUSTAINABLE MANAGEMENT SYSTEMS (PPSIG)**

PEDRO DE MORAIS BETTENCOURT DA CÂMARA CORREIA COUTINHO

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

Niterói, RJ

2021

PEDRO BETTENCOURT

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

Thesis presented to the Post Graduation program in Sustainable Management Systems of Federal Fluminense University as partial fulfillment of the requirements for the Doctoral degree (Ph.D.) in Sustainable Management Systems in Technologies Applied to Sustainable Organizations.

Advisor:

Prof. Julio Cesar de Faria Alvim Wasserman, D.Sc.

Niterói, RJ

2021

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

C871s Coutinho, Pedro de Morais Bettencourt da Câmara Correia  
Strategic Sustainability Assessment Applied to Integrated  
Water Management of the São Francisco River Basin / Pedro de  
Morais Bettencourt da Câmara Correia Coutinho ; Julio Cesar  
de Faria Alvim Wasserman, orientador ; Sergio Ricardo da  
Silveira Barros, coorientador. Niterói, 2021.  
644 p. : il.

Tese (doutorado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói,  
2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PPSIG.2021.d.70625426100>

1. Bacia Hidrográfica. 2. Governança Hídrica. 3.  
Mudanças Climáticas. 4. Avaliação Ambiental Estratégica.  
5. Produção intelectual. I. Wasserman, Julio Cesar de Faria  
Alvim, orientador. II. Barros, Sergio Ricardo da Silveira,  
coorientador. III. Universidade Federal Fluminense. Escola de  
Engenharia. IV. Título.

CDD -


**Pedro de Morais Bettencourt da Câmara Correia Coutinho**

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

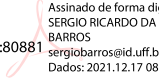
Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Sistemas de Gestão Sustentáveis. Área de Concentração: Sistemas de Gestão da Sustentabilidade. Linha de Pesquisa: Tecnologias Aplicadas para Organizações Sustentáveis

Aprovada em 16 de dezembro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA:**

  
Assinado de forma digital por JULIO  
CESAR DE FARIA ALVIM  
WASSERMAN  
Julio.wasserman@gmail.com:80528  
821768  
Dados: 2021.12.16 18:49:45 -03'00'

Prof. Júlio Cesar de Faria Alvim Wasserman, D.Sc. - Orientador  
Universidade Federal Fluminense - UFF

  
Assinado de forma digital por  
SERGIO RICARDO DA SILVEIRA  
BARROS  
sergiobarros@id.uff.br:80881  
769720 sergiobarros@id.uff.br:80881769720  
Dados: 2021.12.17 08:56:33 -03'00'

Prof. Sergio Ricardo da Silveira Barros, D.Sc. - Co-orientador  
Universidade Federal Fluminense - UFF



Prof<sup>o</sup> Jacob Binsztok D.Sc.  
Universidade Federal Fluminense – UFF



Prof. Edison Dausacker Bidone, D. Sc.  
Universidade Federal Fluminense - UFF

Prof. Rodrigo Proença Oliveira, D. Sc.  
Universidade de Lisboa - Ulisboa/Portugal

Assinado por : **Rodrigo de Almada Cardoso  
Proença de Oliveira**

Num. de Identificação: B106235186

Data: 2022.01.27 13:43:29 GMT Standard Time



**José Paulo**  
**Patrício**  
**Geraldes**  
**Monteiro**

Digitally signed  
by José Paulo  
Patrício Geraldes  
Monteiro  
Date: 2022.01.28  
21:11:40 Z

---

Prof. José Paulo P G Monteiro, D.Sc.  
Universidade do Algarve- UALG/Portugal



---

Prof. Christovam Barcellos, D.Sc.  
Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

This thesis is dedicated to my wife Suzana.

Quoting Carl Sagan, "in the vastness of space and the immensity of time, it is my joy to share a planet and an epoch with Suzana"

## ACKNOWLEDGEMENT

This thesis on the São Francisco River Basin brings together elements of work that were developed from 2015 to 2021 having involved the collaboration of many people to whom the author expresses his enormous gratitude. I would like to thank first of all Alberto Schawartzman and Anivaldo Pinto de Miranda, respectively Technical Director of the Basin Agency (until 2018) and President of the São Francisco River Basin Committee (until 2021), who introduced me to the Watershed and who have always supported the consultancy and the research that I have developed there, first with the Nemus team of consultants and then with the present elements of research team in the Faculty of Engineering at UFF. I also want to thank my colleagues Pedro Afonso Fernandes, Ângela Canas, Cláudia Fulgêncio, and Rodrigo Oliveira for their commitment with which they supported this extensive work, in both phases of data collection and procession and later in text analyses that contributed to the scientific articles of which they are co-authors.

I would particularly like to thank Professor Julio Wasserman who challenged me to begin the research that led to the thesis, and that was inexcusable in the scientific guidance, motivation, and support without which this work would not have been possible. My appreciation also goes to Professor Sérgio Ramos, co-supervisor, and to the Professors Edison Bidone, Jacob Binsztok, Rodrigo Oliveira, José Paulo Monteiro, and Christovam Barcellos, who contributed decisively to the improvement of this work through their analyses, pertinent comments and suggestions. I also thank Professors Osvaldo Quelhas and Gilson Lima for welcoming me at the Technology and Business Management Laboratory of the Engineering School at UFF and for encouraging me to participate in the DSG. I should also like to thank Liliam de Andrade Espinosa, from LATEC's secretariat, who helped me a lot in the administrative procedures.

I would like to express my gratitude to my colleagues from Nemus and TÉMIS, in particular Ana Dias, Marcel Scarton, Fabiano Melo, Gonçalo Dumas and Maria Grade, that supported my work, both in Brazil and Portugal, and to whom I owe a lot of practical advices and pertinent observations and criticisms. I would also like to thank my colleagues Beatriz Soeiro, Luiza Petroni and Manuel Soares who did an internship at Nemus and helped me collecting data to update the results of the Watershed Plan and the Action Plan 2015 to 2021. I appreciate the hard work of transcribing the interviews with the key actors of São Francisco.

To Carolina Carvalhana and Geisa Meirelles who I would also like to thank for their help in the process of formatting and preparing the final documents of the thesis, which they performed with great proficiency.

Finally, I want to thank my family, my wife Suzana and my sons Simão, Pedro and Gonçalo for their constant support and encouragement throughout these years of intense work, so often far from home and family. I also thank the support and encouragement of my siblings, Luís Miguel, Madalena, Marina, Alexandre, Ana, André, Rodrigo, Gonçalo, Sarah, Diana, and Daniela, who I have always felt very close and present despite my long absences.

A final thanks to Luísa and Miguel to whom I owe a lot.

## AGRADECIMENTOS

Esta tese sobre a Bacia Hidrográfica do São Francisco reúne elementos de trabalho que foram desenvolvidos de 2015 a 2021 tendo envolvido a colaboração de muitas pessoas a quem o autor expressa a sua enorme gratidão. Gostaria de agradecer em primeiro lugar, ao Alberto Schawartzman e Anivaldo Pinto de Miranda, respectivamente Diretor Técnico da Agência de Bacia (até 2018) e Presidente do Comité de Bacia do Rio São Francisco (até 2021), que me deram a conhecer a Bacia Hidrográfica e que sempre apoiaram a consultoria e a pesquisa que aí pude desenvolver, primeiro com a equipa de Consultores da Nemus e depois na presente linha de pesquisa da Faculdade de Engenharia da UFF. Quero também agradecer aos colegas Pedro Afonso Fernandes, Ângela Canas, Cláudia Fulgêncio e Rodrigo Oliveira o empenho com que apoiaram este longo trabalho, quer nas fases de recolha e tratamento de dados quer depois em análises e textos que contribuíram para os artigos científicos de que são coautores.

Um agradecimento muito muito especial para o professor Julio Wasserman que me desafiou a iniciar a pesquisa que conduziu à tese, e que foi inexcedível na orientação científica, na motivação, e no apoio sem o qual este trabalho não teria sido possível. O meu agradecimento é extensível ao Professor Sérgio Ramos, coorientador, e aos Professores Edison Bidone, Jacob Binsztok, Rodrigo Oliveira, José Paulo Monteiro e Christovam Barcellos que contribuíram decisivamente para um aprimoramento deste trabalho através de suas análises e seus pertinentes comentários e sugestões. Agradeço também aos Professores Osvaldo Quelhas e Gilson Lima por me acolherem no Laboratório de Tecnologia e Gestão de Negócios da Faculdade de Engenharia da UFF e que me incentivaram a participar no DSG. O meu agradecimento vai também para Liliam de Andrade Espinosa, do secretariado do LATEC que muito ajudou na condução dos procedimentos administrativos.

Quero também expressar os meus agradecimentos aos colegas da Nemus e da Témis e em particular à Ana Dias, Marcel Scarton, Fabiano Melo, Gonçalo Dumas e Maria Grade, que muito apoiaram o trabalho desenvolvido, quer no Brasil quer em Portugal, e a quem devo muitos conselhos práticos e muitas observações e críticas pertinentes. Agradecimento extensível aos colegas Beatriz Soeiro, Luiza Petroni e Manuel Soares que estagiaram na Nemus e que foram uma grande ajuda na recolha de dados para atualização dos resultados do Plano de Bacia Hidrográfica e do Plano de Ação de 2015 a 2021. Agradeço também o aturado trabalho de transcrição das entrevistas aos atores chave do São Francisco.

À Carolina Carvalhana e à Geisa Meirelles devo uma grande ajuda na formatação e na preparação dos documentos finais da tese, trabalho que realizaram com grande competência.

Finalmente quero agradecer à minha família, à minha mulher Suzana e aos meus filhos Simão, Pedro e Gonçalo pelo seu constante apoio e incentivo ao longo destes anos de intenso trabalho tantas vezes longe de casa e da família. Agradeço também o apoio e encorajamento dos meus irmãos, Luís Miguel, Madalena, Marina, Alexandre, Ana, André, Rodrigo, Gonçalo, Sarah, Diana e Daniela, que sempre senti muito próximos e presentes apesar das minhas longas ausências.

Um último agradecimento à Luísa e ao Miguel a quem muito devo.



## ABSTRACT

The aim of this Thesis is to analyse planning strategies for water sustainability in developing countries' large tropical drainage basins, while contributing to the sustainable integrated water resources management by undergoing a strategic environmental assessment process. Best practices of water management incorporate concepts of integrated water resources management and planning and management at the river basin level. Strategic environmental assessment is recognised as an important tool for integrated water resources management, but its application to river basins is still shy in developing countries in Africa, Asia and Latin America and Caribbean, where frequently lacks legal framework. In this context, it is asked how to define, characterize, and assess, in a context defined by climate change and rapid population and economic growth, the main challenges concerning water management in large tropical drainage basins, and how to assess, in a simple and prompt way, the adequacy of the water management objectives relative to the sustainability challenges. Using as case study the São Francisco River Basin, a large Brazilian drainage basin, the strategic environmental assessment focuses on the analysis of 2016-2025 Management Plan and the implementation of the proposed Action Plan. Based on plans that interfere with the São Francisco Basin and on prospective water demand scenarios developed for the Basin, the main sustainability challenges include overexploitation of the surface water, the strategic role of groundwater, the management of the Northeast Brazil's semiarid region and the Basin's climate change resilience. The assessment considers as critical decision factors river basin planning and water governance, water quality and sanitation, water availability and sustainability, climate resilience in the semiarid region, biodiversity and conservation, land use and dam safety. The decision factors are scored considering information sourced from the diagnostic of River Basin Management Plan, an actualization by 2021 of the implementation of the 2016-2025 Action Plan, updated news on the São Francisco River Basin and opinions and comments of Basin's key stakeholders. The assessment shows that water availability, considering present and future demands, is critical in the Basin (particularly in the downstream half of the basin. In this context, it is found that São Francisco River Basin Management Plan considers all the relevant issues for the Basin's sustainability and the respective action Plan adequately frames the action required to deal with those issues, but also that its implementation has been very slow, with the global perceived effect of the Action Plan being assessed as fairly good. This result, characterized as environmental acupuncture, concurred from stagnation of the Brazilian economy's growth in the period (2016-2021) but also from the lack of accomplishment of significant governance commitment through a Water Pact, hampered by poor coordination of the different levels of governance in the Brazilian federative system, together with conflicts among different water users. Important paths to sustainability in the Basin include the stronger account of ecosystems water needs in the regulatory framework and the sustainability-oriented education of institutional and water users stakeholders. The significance of this study is that it allows the identification of seven main critical issues for river basin planning and management to ensure sustainability, typically applicable in large river basins in developing countries which are governance, groundwater resources, sanitation, education and public participation, empowerment and inclusion, ecological / environmental flows and adequate funding.

**Keywords:** river basin; water management; water governance; climate change; strategic environmental assessment.

## RESUMO

O objetivo desta Tese é avaliar estratégias de planejamento para a sustentabilidade da água em grandes bacias de drenagem tropical de países em desenvolvimento, ao mesmo tempo que contribui para a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos por meio de um processo de avaliação ambiental estratégica. As melhores práticas de gestão de recursos hídricos incorporam conceitos de gestão integrada de recursos hídricos e planejamento e gestão em nível de bacia hidrográfica. A avaliação ambiental estratégica é reconhecida como uma ferramenta importante para a gestão integrada dos recursos hídricos, mas sua aplicação em bacias hidrográficas ainda é tímida em países em desenvolvimento da África, Ásia e América Latina e Caribe, onde frequentemente carece de arcabouço legal. Neste contexto, questiona-se como definir, caracterizar e avaliar, num contexto definido pelas alterações climáticas e pelo rápido crescimento populacional e econômico, os principais desafios relativos à gestão da água em grandes bacias de drenagem tropical, e como avaliar, de forma simples e de forma rápida, a adequação dos objetivos de gestão da água em relação aos desafios de sustentabilidade. Usando como estudo de caso a Bacia do Rio São Francisco, uma grande bacia hidrográfica brasileira, a avaliação ambiental estratégica concentra-se na análise do Plano de Manejo 2016-2025 e na implementação do Plano de Ação proposto. Com base em planos que interferem na Bacia do São Francisco e em cenários prospectivos de demanda de água desenvolvidos para a Bacia, os principais desafios da sustentabilidade incluem a superexploração das águas superficiais, o papel estratégico das águas subterrâneas, a gestão do semiárido do Nordeste brasileiro e o clima da Bacia mudar a resiliência. A avaliação considera como fatores de decisão críticos o planejamento de bacias hidrográficas e governança da água, qualidade da água e saneamento, disponibilidade e sustentabilidade da água, resiliência climática na região semiárida, biodiversidade e conservação, uso do solo e segurança de barragens. Os fatores de decisão são pontuados considerando as informações provenientes do diagnóstico do Plano de Gestão da Bacia Hidrográfica, uma atualização até 2021 da implementação do Plano de Ação 2016-2025, notícias atualizadas sobre a Bacia do Rio São Francisco e opiniões e comentários de partes interessadas da Bacia. A avaliação mostra que a disponibilidade hídrica, considerando as demandas presentes e futuras, é crítica na Bacia (principalmente na metade a jusante da bacia). Nesse contexto, verifica-se que o Plano de Gestão da Bacia do Rio São Francisco considera todos os temas relevantes para a sustentabilidade da Bacia e o respectivo Plano de ação enquadra adequadamente as ações necessárias para lidar com esses temas, mas também que a sua implementação tem sido muito lenta, sendo o efeito global percebido do Plano de Ação avaliado como razoavelmente bom. Este resultado, caracterizado como acupuntura ambiental, coincidiu com a estagnação do crescimento da economia brasileira no período (2016-2021), mas também com o não cumprimento de compromissos significativos de governança por meio de um Pacto pela Água, dificultado pela má coordenação dos diferentes níveis de governança do sistema federativo brasileiro, juntamente com conflitos entre diferentes usuários de água. Caminhos importantes para a sustentabilidade na Bacia incluem uma maior consideração das necessidades hídricas dos ecossistemas na estrutura regulatória e a educação voltada para a sustentabilidade das partes interessadas institucionais e dos usuários de água. A importância deste estudo é que ele permite a identificação de sete questões críticas principais para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas para garantir a sustentabilidade, normalmente aplicáveis em grandes bacias hidrográficas em países em desenvolvimento, que são governança, recursos hídricos subterrâneos, saneamento, educação e participação pública, capacitação e inclusão, fluxos ecológicos / ambientais e financiamento adequado.

**Palavra-chave:** bacia hidrográfica; gestão hídrica; governança hídrica; mudanças climáticas; avaliação ambiental estratégica.

## LIST OF TABLES

Table 1 - Main aspects of Brazilian EIA process .....	22
Table 2 - Initiatives for the implementation of SEA in Brazil .....	23
Table 3 – Examples of CDF used in SEA in water sector plans .....	26
Table 4 – Evaluation criteria: Example of the SEA of Tagus River Basin Management Plan (Portugal) .....	27
Table 5 – Evaluation criteria: Example of SEA of Cubango-Okavango River Basin (Angola, Namibia, Botswana, Zimbabwe) .....	28
Table 6 – Scenario development in the Nile River Basin Management.....	32
Table 7 - Guidelines for public consultation for SEA in Columbia.....	35
Table 8 - Considerations and monitoring factors for MCA in the SEA of Korea’s Long-term Plan for Dam Construction (LPDC) .....	40
Table 9 - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 1 .....	61
Table 10 - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 2 .....	62
Table 11 - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 3 .....	63
Table 12 - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 4/5/6 .....	64
Table 13 - Critical Decision Factors MCA weights.....	66
Table 14 - Likert scale 7-point scoring system for CDF’s evaluation criteria: global perceived effect .....	68
Table 15 - SEA Critical Decision Factors and Evaluation Criteria .....	100
Table 16 - CDF1 - River Basin Planning and Water Governance: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	101
Table 17 – Assessment of CDF1 - River Basin Planning and Water Governance ..	105
Table 18 – CDF2 - Water Quality and Sanitation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	106
Table 19 – Assessment of CDF2 - Water Quality and Sanitation.....	110

Table 20 - CDF3 - Water Availability and Sustainability: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	111
Table 21 – Assessment of CDF3 - Water Availability and Sustainability .....	115
Table 22 – CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	116
Table 23 – Assessment of CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region.....	118
Table 24 – CDF5 - Biodiversity and Conservation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	119
Table 25 – Assessment of CDF5 - Biodiversity and Conservation .....	121
Table 26 – CDF6 - Land Use and Dam Safety: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025 .....	122
Table 27 – Assessment of CDF6 - Land Use and Dam Safety.....	125
Table 28 – Main aspects of differentiating CDF assessment per physiographic regions of the Basin.....	132
Table 29- Summary of the data collected on the information on water resources of the São Francisco River Basin generated in the States and DF.....	448
Table 30-Information sent to Ana .....	448
Table 31-Percentage (%) of household with access to basic sanitation per state per year .....	566
Table 32 – Evolution of the IFDM (global and health) in the basin .....	602
Table 33 – ICD-10: Tab list for morbidity (diarrheal diseases).....	603
Table 34 – ICD-10: Tab list for morbidity (dengue).....	603
Table 35 – Indicators of sanitation and waterborne diseases in the Federation Units covered by SF river basin.....	604
Table 36 – Number of records for SF river basin.....	607
Table 37 – Indicators of sanitation and waterborne diseases for SF river basin.....	608

## LIST OF FIGURES

Figure 1 - Overview of basic participation tools .....	36
Figure 2 – Criteria and sub-criteria for MCA in the Hydropower Strategic and Environmental Assessment of the Okavango Basin – Energy Feasibility Study for Cuando-Cubango Province .....	40
Figure 3 - Stages of SEA development in Kenya .....	42
Figure 4 - Critical Decision Factors (CDF) context framework.....	59
Figure 5 - São Francisco River Basin in the context of the Brazilian Federation .....	71
Figure 6 - São Francisco River Basin Physiographic Regions and sub-basins .....	72
Figure 7 - Average rainfall in the São Francisco River Basin .....	73
Figure 8 - Average flow (1931-2013) in the São Francisco River Basin .....	74
Figure 9 - São Francisco River Basin aquifer units .....	75
Figure 10 – São Francisco River Basin groundwater availability.....	76
Figure 11 – Population density in municipalities in São Francisco River Basin .....	78
Figure 12 – São Francisco River Basin MHDl.....	79
Figure 13 – Land-use in São Francisco River Basin .....	80
Figure 14 – Total water demand in São Francisco River Basin.....	81
Figure 15 – Management Plan – Ecological Economic Macrozones for São Francisco River Basin .....	89
Figure 16 – Management Plan – Ecological Economic Zones for São Francisco River Basin .....	90
Figure 17- Sanitation and waterborne diseases indicators by Federation Unit: a) Sanitation indicators; b) Hospitalizations for waterborne diseases; c) Incidence rate per 10.000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations; d) Deaths per 10.000 inhabitants due to waterborne diseases .....	605
Figure 18 - Sanitation and waterborne diseases indicators for São Francisco River Basin Municipalities, by Federation Union: a) Sanitation indicators; b) General hospitalizations for waterborne diseases;.....	609
Figure 19 - Sanitation and waterborne diseases indicators for São Francisco River Basin Municipalities, by Federation Union: c) Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations; d) Deaths per 10,000 inhabitants due to waterborne diseases .....	610

## ACRONYMS

APP	Áreas de Preservação Permanente ( <i>Permanent Preservation Areas</i> )
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco ( <i>São Francisco River Basin Committee</i> )
CAR	Cadastro Ambiental Rural ( <i>Rural Environmental Register</i> )
CDF	Critical Decision Factors
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais (Energy Company of Minas Gerais)
CHESF	Companhia Hidroeletrica do São Francisco ( <i>São Francisco Hydroelectric Company</i> )
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos ( <i>National Water Resources Council</i> )
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico ( <i>National Council for Scientific and Technological Development</i> )
CORB	Cubango-Okavango River Basin
CT3P	Câmara Técnica de Planos, Programas e Projetos ( <i>Technical Chamber of Plans, Programs and Projects</i> )
DNOCS	Departamento Nacional de obras contra as secas (National Department of works against droughts)
EC	Evaluation criteria
EEZ	Ecological and Economic Zoning
EIA	Environmental Impact Assessment
ENEL	Ente Nazionale per L'energia Elettrica ( <i>National Authority for Electricity</i> )
FUNAI	Fundação Nacional do Índio ( <i>Indigenous National Foundation</i> )
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais ( <i>Brazilian Institute of the Environment and Natural Resources</i> )
ICM BIO	Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade ( <i>Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation</i> )
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos ( <i>Institute of the Environment and Water Resources</i> )
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IWRM	Integrated Water Resources Management
LVP	Tana Delta Land Use Plan

MCA	Multi-criteria Analysis
MRC	Mekong River Commission
NGO	Non-Government Organisations
OAS	Organization of American States
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OKACOM	Permanent Okavango River Basin Water Commission
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico ( <i>National Electric System Operator</i> )
PSDB	Partido da Social Democracia Brasileira ( <i>Brazilian Social Democracy Party</i> )
PT	Partido dos Trabalhadores ( <i>Labour Party</i> )
RBC	River Basin Committee
RBP	River Basin Plan
RBMP	River Basin Management Plan
RNQA	Rede Nacional de Qualidade de Água ( <i>Brazilian National Water Quality Network</i> )
SADC	Southern African Development Community
SEA	Strategic Environmental Assessment
SF	São Francisco
SF RBP	São Francisco River Basin Plan
SR BMP	Shire River Basin Management Programme
SWAT	Soil and Water Assessment Tool
SWOT	Strength Weaknesses Opportunities and Threats
URFN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte ( <i>Federal University of Rio Grande do Norte</i> )
WFD	European Union Water Framework Directive

## TABLE OF CONTENTS

SECTION I- Strategic Sustainability Assessment	
1 INTRODUCTION: SCOPE AND OBJECTIVES	3
1.1 Scope	3
1.2 Objectives	5
1.3 Organisation	6
2 THEORETICAL BASELINE	8
2.1 RIVER BASIN PLANNING AND MANAGEMENT	8
2.2 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT	9
2.3 SEA LEGAL AND POLICY FRAMEWORK	10
2.3.1 General	10
2.3.2 River Basin	16
2.3.3 Water sector transboundary	18
2.3.4 Brazil	20
2.4 SEA METHODOLOGIES	24
2.4.1 Critical decision factors (CDF)	24
2.4.2 Evaluation criteria and indicators	26
2.4.3 Development of scenarios	29
2.4.4 Stakeholders' consultation	33
2.4.5 Multi-criteria analysis (MCA)	36
2.5 SEA CASE STUDIES IN WATER MANAGEMENT	41
2.5.1 River Basins	41
2.5.2 Water sector transboundary	47
2.5.3 Brazil	50
2.6 DISCUSSION OF REGIONAL APPROACHES	53
3 MATERIALS AND METHODS	55
3.1 INTRODUCTION	55
3.2 ANALYSIS OF PLANS, POLICIES AND PROGRAMS IN THE SÃO FRANCISCO BASIN	55
3.3 OVERALL SF RBP 2016-2025 SEA METHODOLOGY	56
3.4 CDF DEFINITION	58
3.5 EVALUATION CRITERIA AND INDICATORS	61
3.6 KEY STAKEHOLDERS AND STAKEHOLDERS' ENGAGEMENT	66
3.7 SEA SCORES	67



4 SÃO FRANCISCO RIVER BASIN	69
4.1 INTRODUCTION	69
4.2 RIVER BASIN BASELINE	70
4.2.1 Introduction	70
4.2.2 Climate	72
4.2.3 Water resources	74
4.2.4 Vegetation cover	76
4.2.5 Population and land-use	77
4.2.6 Water demand	80
4.3 SF RBP OVERVIEW	82
4.3.1 Introduction	82
4.3.2 Diagnostic	83
4.3.3 Prognostic	84
4.3.4 Directives and Recommendations for the Water Resource Management Instruments	85
4.3.5 River Basin Action Plan; Interventions and Investments for 2016-2025	85
4.3.6 Public Participation	87
4.4 SF MACRO ECOLOGICAL ECONOMIC ZONING	87
4.4.1 Introduction	87
4.4.2 Management Proposal for the São Francisco River Basin	88
4.4.3 Action Plan for the Macro Ecological Economic Zoning	92
4.5 OTHER RELEVANT PLANS, PROGRAMS AND POLICIES	92
5 A COMPARISON BETWEEN THE EUROPEAN AND THE BRAZILIAN MODELS FOR MANAGEMENT AND DIAGNOSIS OF RIVER BASINS	93
6 WATER MANAGEMENT IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN; SUSTAINABLY CHALLENGES	94
7 WATER AVAILABILITY IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN: CURRENT AND PROSPECTIVE SCENARIOS (2015 – 2035)	97
8 SEA of SF RBP	99
8.1 INTRODUCTION	99
8.2 SF RBP SEA	100
8.2.1 CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance	100
8.2.2 CDF 2 – Water Quality and Sanitation	105
8.2.3 CDF 3 – Water Availability and Sustainability	110
8.2.4 CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	115
8.2.5 CDF 5 – Biodiversity and Conservation	118
8.2.6 CDF 6 – Land Use and Dam Safety	121

8.4 DISCUSSION; WATER SUSTAINABILITY CHALLENGES	127
8.5 LESSONS LEARNED FROM SF RBP SEA	138
8.6. SEA FOLLOW-UP INDICATORS	139
8.7 APPLICABILITY OF SEA METHODOLOGIES FOR SUSTAINABILITY ASSESSMENTS IN TROPICAL AND SUB-TROPICAL LARGE RIVER BASINS	141
9 CONCLUDING REMARKS	145
REFERENCES	148
APPENDIXES	159
APPENDIX 1	160
APPENDIX 2	181
APPENDIX 3	228
SECTION II – STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT	281
- ANNEXES -	281
ANNEX I – São Francisco Key Stakeholders SEA Interviews	282
1. Introduction	284
2. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Alberto Schvartzman (with Julio Cesar Wasserman)	286
3. Interview: Pedro Bettencourt – Célia Froes	296
4. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Salomar Mafaldo	304
5. Interview: Pedro Bettencourt – Felipe Barbosa	312
6. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Sérgio Barros	324
7. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Aguiar Dias	335
8. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Yvonilde Medeiros	353
9. Interview: Pedro Bettencourt – Presidente Anivaldo Miranda	366
10. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Irani Braga Ramos	382
11. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Athadeu Ferreira da Silva	395
12. Written Interview: Pedro Bettencourt – PhD Marília Melo	399

ANNEX II – A Summary of SF RBP 2016-2025 Action Plan Mid Term Update	404
1. Introduction	406
2. CDF 1 – RIVER BASIN PLANNING AND WATER GOVERNANCE	407
3. CDF 2 – WATER QUALITY AND SANITATION	426
4. CDF 3 – WATER AVAILABILITY AND SUSTAINABILITY	454
5. CDF 4 – CLIMATE RESILIENCE IN THE SEMIARID REGION	470
6. CDF 5 – BIODIVERSITY AND CONSERVATION	486
7. CDF 6 – LAND USE AND DAM SAFETY	504
ANNEX III – São Francisco River Basin Media Update	520
1. Introduction	522
2. CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance	523
3. CDF 2 - Water Quality and Sanitation	524
4. CDF 3 - Water Availability and Sustainability	529
5. CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	537
6. CDF 5 - Biodiversity and Conservation	544
7. CDF 6 – Land Use and Dam Safety	549
ANNEX IV – SÃO FRANCISCO RIVER BASIN WATER MANAGEMENT BACKGROUND; A SUMMARY BASED ON SF RBP 2016-2025	556
1. Introduction	558
2. CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance	560
3. CDF 2 - Water Quality and Sanitation	564
4. CDF 3 - Water Availability and Sustainability	571
5. CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	577
6. CDF 5 - Biodiversity and Conservation	582
7. CDF 6 – Land Use and Dam Safety	590
References	597

ANNEX V – SÃO FRANCISCO BASIN WATERBORNE HEALTH PROBLEMS601

REFERENCES

611

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**SECTION I – STRATEGIC SUSTAINABILITY  
ASSESSMENT**

“A superfície da água móvel  
agita as nuvens  
a claridade é urgente  
para a linha única a marca  
branca

O que germina na espessura  
oscila em mil percursos  
Os juncos seguem os meandros da água subterrânea  
o ar move-se dança sobre a areia  
As palavras dizem o que diz o ar”

*António Ramos Rosa*  
*in O Incerto Exacto (1982)*

## **1 INTRODUCTION: SCOPE AND OBJECTIVES**

### **1.1 Scope**

The sustainable management of water resources is one of the main challenges of the XXI century. The United Nations Department of Economic and Social Affairs presents in *World Population Prospects 2019: Highlights* (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019) that world's population amounted to 7,7 billion in mid-2019, representing a one billion increase since 2007, with an increase of about 1,1 per cent per year in the period since 2015. The prospects are for the global population to stand, with a certainty of 95%, between 8,5 and 8,6 billion in 2030 and between 9,4 and 10,1 billion in 2050.

Most of the expected growth is to be verified in countries of sub-Saharan Africa, with a 1,05 billion increase (52% of total world's increase) between 2019 and 2050, and in the group of least developed countries worldwide (0,84 billion increase), which as a group has been growing 2,5 times faster than the total population of the rest of the world. In the Latin America and the Caribbean, where population more than tripled its size between 1950 and 2019, it is expected a peak of 768 million people around 2058 (UNITED NATIONS, 2019).

Moreover, in most of the sub-Saharan Africa, as well in Oceania (excluding Australia and New Zealand) and in part of Asia and Latin America and the Caribbean, the working age population is verifying a higher growth than other age groups, an opportunity for accelerated economic growth (UNITED NATIONS, 2019).

Economic activities show also a significant and sustained growth, despite an attenuation of growth caused by the COVID19 pandemic (WORLD BANK, 2021) resulting in water resources exploration being close to its maximum limit. Freshwater availability has been depleted worldwide to the point it is expected by 2025 that 1,8 billion people, almost a quarter of present world population, will experience absolute water scarcity and about two thirds of the world's population will be living in water stressed conditions (INDEPENDENT GROUP OF SCIENTIST APPOINTED BY THE SECRETARY-GENERAL, 2019).

Drought and water scarcity are considered the natural hazards to have the most profound effect on sustainability, as they originate short and long-term economics, health and ecological losses (INDEPENDENT GROUP OF SCIENTIST APPOINTED BY THE SECRETARY-GENERAL, 2019). In this scope, climate change increases the difficulty in water management, as climatic effects on precipitation and on water

availability in the local and regional level have some quantitative uncertainty associated, causing the hydrological forecasts to evolve in an uncertainty context (IPCC, 2014).

In this context, the United Nations Member States adopted in 2015 the 2030 Agenda for Sustainable Development, consisting of an urgent call for action by all countries, organized in the 17 Sustainable Development Goals (UNITED NATIONS, 2021):

1. No poverty: end poverty in all its forms everywhere;
2. Zero hunger: end hunger, achieve food security and improve nutrition and promote sustainable agriculture;
3. Good health and well-being: ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages.
4. Quality education: ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all;
5. Gender equality: achieve gender equality and empower all women and girls;
6. Clean water and sanitation: ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all;
7. Affordable and clean energy: ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all;
8. Decent work and economic growth: promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all;
9. Industry, innovation and infrastructure: build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation;
10. Reduced inequalities: reduce inequality within and among countries;
11. Sustainable cities and communities: make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable;
12. Responsible consumption and production: ensure sustainable consumption and production patterns;
13. Climate action: take urgent action to combat climate change and its impacts;
14. Life below water: conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development;
15. Life on land: protect, restore and promote sustainable use of terrestrial ecosystems, sustainably manage forests, combat desertification, and halt and reverse land degradation and halt biodiversity loss



16. Peace, justice and strong institutions: promote peaceful and inclusive societies for sustainable development, provide access to justice for all and build effective, accountable and inclusive institutions at all levels;

17. Partnerships for the goals: strengthen the means of implementation and revitalize the global partnership for sustainable development.

From sustainable development goal 6 derives it is essential to assure a sustainable planning and management of water resources. Clean water availability is also essential for sustainable development goals 1, 2, 3, 8, 10, 11, 13 and 15. Currently, the best practices of water management are those incorporating the concepts of integrated water resources management (with the joint and integrated planning and management of surface waters, groundwaters, estuarine and transition waters and coastal waters) and water resources planning and management at the level of the river basin.

## 1.2 Objectives

The main objective of this Thesis is to analyse the challenges of midterm water sustainability, based on the application of a Strategic Environmental Assessment on a developing country, large tropical drainage basin (São Francisco River drainage basin). Constituting a large Brazilian drainage basin, the management plan of the São Francisco River basin allows to benchmark a number of issues that are common in developing countries.

To reach this objective the following specific objectives are defined:

1. A general picture of the Brazilian water planning regulations was discussed in the light of what has been done elsewhere. In this Thesis it is applied the European Union Water Framework as a main reference;

2. A general diagnosis of the drainage basin was constructed and was focused on the planning and management of the region, as far as sustainability of water is concerned;

3. Finally, future scenarios were constructed to give an idea of the Basin expected developments in the next 5 to 15 years.

Considering these objectives, the analysis is developed considering the following hypothesis:

- H-1: The establishment of management procedures, consistent with the actual characteristics of the basin may lead to the sustainability of the water resources.

- H-0: Management procedures based on the environmental characteristics of the basin should not help the sustainability of the system, and only reducing development may help to warrant sustainability of water in the future.

Therefore, the present Thesis aims to answer two main questions:

1. How to define, characterize and assess, in a context defined by climate change and rapid population and economic growth, the main challenges concerning water management?

2. How to assess, in a simple and prompt way, the adequacy of the water management objectives relative to the sustainability challenges?

### 1.3 Organisation

The Thesis is organised in two Sections: Section I is the PhD Thesis and Section II the Annexes, as described bellow.

#### Section I includes nine chapters and three appendixes:

- Chapter 1 - Introduction, corresponding to the scope and objectives
- Chapter 2 – Theoretical Baseline, including the context where the Thesis is inserted
- Chapter 3 - Materials and Methods, presenting the methodologies used in the work
- Chapter 4 - São Francisco River Basin, containing the base setting of the case study consisting the Strategic Environmental Assessment of the São Francisco River Basin Plan *PRH SF – Plano de Recursos Hídricos de São Francisco*
- Chapter 5 - A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of river basins, presenting the first paper produced within the Thesis (published in *Water Policy*)
- Chapter 6 - Water Management in the São Francisco River Basin; sustainably challenges, presenting the second paper produced within the Thesis (submitted to *Water Policy*)
- Chapter 7 - Water Availability in the São Francisco River Basin: Current and prospective scenarios (2015 – 2035), presenting the third paper produced within the Thesis (submitted to *Journal of Hydrology*)
- Chapter 8 - SEA of the SF RBP, including SEA of the SF RBP action plan

- Chapter 9 - Concluding remarks.
- Appendix 1- A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of river basins (published by the Official Journal of the World Water Council Water Policy).
- Appendix 2- Water Policy- Water Sustainability in the São Francisco River. Management with prospective scenarios
- Appendix 3- Prospective water balance scenarios (2015 - 2035) for the management of São Francisco River Basin

**Section II** includes five annexes:

- Annex I – São Francisco Key Stakeholders SEA Interviews
- Annex II – A Summary of SF RBP 2016-2025 Action Plan Midterm Update
- Annex III – São Francisco River Basin Mediativ outline Update
- Annex IV – São Francisco River Basin Water Management Background; a Summary Based on SF RBP 2016-2025
- Annex V- São Francisco Basin Waterborne Health Problems

## 2 THEORETICAL BASELINE

### 2.1 RIVER BASIN PLANNING AND MANAGEMENT

Water management is becoming more important by the concurrence of demographic growth and economic pressure, issues on water resources use, climate variability and ecological stress, which strain freshwater resources quality and quantity and biodiversity in many developed and developing countries (WORLD BANK GROUP, 2016). In line with this, many countries have revised their water resource management policies and legislation, introducing new institutional frameworks and management instruments. One of those instruments is the River Basin Management Plan, or River Basin Integrated Water Resources Management Plan (in Portuguese *Plano de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica*).

In Europe the Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD) introduced a new model for water management in which environmental objectives are sought for water resources through the implementation of programmes organized through a river basin-targeted planning process, organized in River Basin Management Plans (RBMP) (EEA, 2018). In the multi-country context of the European Union, the RBMP promotes close cooperation among public institutions, private enterprises, and civil society, based on scientific knowledge and information, public consultation and active civic participation (SCHMIDT; FERREIRA, 2014).

In developing countries, the river basin framework has also been proposed. In Brazil the National Water Resources Policy established by the Federal Law # 9433/1997 is based on the idea that water governance should be decentralized, participatory and integrated (SENRA; NASCIMENTO, 2017), and has as one of its structural aspects the river basin as a planning and management unit, together with the National Water Resources Management System, the multiple uses of water and the participative character of management (BRASIL, 2015). At the national, state or drainage levels, the River Basin Integrated Water Resources Management Plans (RBP) are established as one of the five management instruments, defining water quality objectives, guidelines and criteria, management actions, programmes, projects, and investments that are prioritized for each basin. Due to extensive Brazilian drainage basins (such as in the case of the Amazon or São Francisco rivers) water planning is carried out at three hierarchically defined levels of basins, with RBP being the last level, behind the National and the State-Level Water Resources Plans.

The Resolution of the Brazilian Council of Water Resources 145//2012 establishes that RBP should be based on diagnostic, prognostic and action plans, with short, medium and long-term goals, together with actions to reach those goals. Diagnose of water resources should include the quantitative and qualitative assessment of surface and groundwater, together with the balance between availability and water demand.

## 2.2 INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT

The Global Water Partnership, an international organization with the mission of helping countries for the sustainable management of water sources, defined Integrated Water Resources Management (IWRM) as *a process which promotes the co-ordinated development and management of water, land and related resources* (Global Water Partnership, 2019), *in order to maximize the resulting economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems* (UNEP-DHI, 2009).

IWRM has been accepted by the United Nations and recognized in at least 60 countries as the approach for efficient, equitable and sustainable development and management of the limited water resources and for dealing with conflicting demands.

An IWRM approach proves especially relevant in countries where water resources are managed from the perspective of their economic use, without specific reference to environmental care issues, such as the maintenance of environmental or ecological flows, which is the case of Brazil. In those situations, IWRM can be used to ensure ecosystems sustainability.

A strategic activity for IWRM is the integrated assessment of water availability and water demand for several uses, both human and ecologically related, which translates in the water balance. The sustainability can be accounted in this exercise by constructing future scenarios incorporating availability and future demands uncertainties, related to climate change and other drivers (TUNDISI, 2008). Modelling tools are useful to account for complex interactions in the scenario drawing exercise (see, for instance (VICTORIA et al., 2005).

## 2.3 SEA LEGAL AND POLICY FRAMEWORK

### 2.3.1 General

Strategic Environmental Assessment (SEA) is defined by OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) as an *analytical and participatory approach to strategic decision-making aiming at the integration of environmental considerations into policies, plans and programmes, and the evaluation of the inter linkages with economic and social considerations* (OECD, 2006).

Environmental impact assessment (EIA) was first set through a regulatory instrument in the United States' National Environmental Protection Act (NEPA) of 1969. According to the NEPA, federal agencies must integrate environmental values into the decision-making processes of major proposed actions, which include new/continuing activities and also new/revised rules, regulations, plans, policies and procedures (CLARK; CANTER, 1997).

Thus, for any policy, plan or program related with water resources management also follows the requirements of NEPA, namely, the development of an environmental evaluation which, depending on the impact significance, includes either a "categorical exclusion", an "environmental assessment" or an "environmental impact assessment" (EDMS, 2007).

In Europe, the Directive 2001/42/EC on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment, known as the SEA Directive, is in force since 2001. The SEA Directive states that the development of a SEA is mandatory for those plans/programmes that involve agriculture, forestry, fisheries, energy, industry, transport, waste/ water management, telecommunications, tourism, town & country planning. The SEA is also necessary to set the framework for consents of future developments listed in the EIA Directive or under the Habitats Directive (THEOPHILOU; BOND; CASHMORE, 2010).

On the other hand, to comply with the EU Water Framework Directive, the European Union Member-States need to establish a River Basin Management Plan (RBMP) for each river basin district (include those with transverse national frontiers) which is to be updated every six years (BETTENCOURT et al. 2020). Thus, considering that for each RBMP a SEA must be developed at an early stage of the

process, SEA in river basin planning and management has become widely applied in Europe (e.g. ASCHEMANN, 2004).

A wide variety of definitions of SEA has been used in the literature and in the practical implementation of the process. The phrase “one concept, multiple forms” stated by Verheem and Tonk (2000) to characterised SEA become famous. Nevertheless, there is a reasonable degree of convergence between a significant part of the definitions adopted, namely with the use of the terms “policies, plans and programmes”, “environmental”, “decision” and “assessment” as the most frequent (SILVA et al., 2014).

SEA in the Latin America and in the Caribbean (LAC) has been historically supported by the United States, since the 1970's (LOAYZA, 2012), namely in the planning processes related with river basins, such as it was the case of the Pilcomayo River between Argentina, Bolivia and Paraguay (Organization of American States (OAS)). Other countries were highly influenced by the European Directive, such as Colombia, which has developed a comprehensive SEA policy based on this Directive and the effort carried out by Spain in its transposition to the Spanish context (Herrera, Madriñán, & Arenas, 2008). Despite being widely applied in major developments for a long time, SEA is not legally framed in every country of the LAC region, as is the case of Brazil (MARGATO; SÁNCHEZ, 2014). Countries with SEA legislation include Chile, Dominican Republic, Panama, Guatemala, Colombia and Peru. Nevertheless, as the environmental governance context in this region is improving, greater potential for legal reform in which SEA is included can be observed (WORLD BANK GROUP, 2012).

In Sub-Saharan Africa the deployment of SEA appears to occur at a slower pace (ENOGUANBHOR et al., 2021). The development of SEAs started in the late 90's and the number of SEAs conducted is smaller, while also most countries either have a recent or no legal framework in place for SEA. However, it is worth noting that, considering the level of development of this region, the benefice to carry out SEA may be larger when compared with other regions of the world that faced or are facing rapid economic development, because of the challenging land use projects being implemented (ENOGUANBHOR et al., 2021). Moreover, according to Hirji et al. (2007) most of the SEAs carried out in Africa were not designed to influence decision-making or effectively guide the planning process. The exception are the SEAs for basin management projects which have been “acknowledged as a valuable decision-making

tool and integrated into strategic basin planning efforts” (WORLD BANK GROUP, 2012).

Basic SEA legal and policy framework is briefly presented in the sequence for several countries / political settings in Europe, North America, Latin America and Africa relevant for the work developed in the Thesis Case Study.

## Europe

- European Union Member-States

Directive 2001/42/ EC (SEA Directive): Specifies that are subject to a systematic environmental assessment *all plans and programmes*, which are subject to preparation and/or adoption by an authority at national, regional or local level (or which are prepared by an authority for adoption through a legislative procedure by Parliament or Government) as well as those which are required by legislative, regulatory or administrative provisions, which fall *in one of the cases*:

- Prepared for *agriculture, forestry, fisheries, energy, industry, transport, waste management, water management, telecommunications, tourism, town and country planning or land use and which set the framework for future development consent of projects listed as requiring environmental impact assessment (EIA)* according to Directive 85/337/EEC (EIA Directive); projects requiring EIA are specified in Annex I (mandatory EIA cases, concerning specific energy, waste management, industrial and infra-structure projects) and Annex II (EIA requirement is dependent of the authority decision considering the specific project characteristics, concerning projects in agriculture, extractive industry, energy industry, processing of metals, manufacture of glass, chemical industry, food industry, textile / wood industries, rubber industry, infrastructure and other, and modifications / temporary projects specified in Annex I) of Directive 85/337/EEC;

- In view of the *likely effect in sites of importance* (for maintenance or restoration of favourable conservation status for natural habitat or fauna and flora species), have been determined to require an assessment to satisfy Directive 92/43/EEC *on the conservation of natural habitat and wild fauna and flora*; in these cases the authorities shall agree with the plan after assessment that the integrity of sites will not be adversely affected or, if plan is of overriding public interest, if necessary compensatory measures are taken.



The SEA Directive specifies that the environmental assessment must be carried out during the preparation of the plan or programme and before its adoption or submission to the legislative procedure. The environmental report and public and transboundary consultations must be taken into account in the preparation of the plan or programme before its adoption/submission to the legislative procedure.

### **North America**

- United States of America

National Environmental Policy Act (NEPA) 1970, last amended in 1982:

Imposes the preparation of an Environmental Impact Statement with the main objective of ensuring that *agencies* take into account the environmental impacts of new developments in licensing decision making. States or Federal Agencies shall define the project, subject of an environmental impact assessment based on the references defined by statutory authorities. Agencies shall use the criteria for scope (§1501.9(e)) to determine which project(s) shall be the subject of a particular type of assessment. Agencies shall evaluate in a single environmental impact statement projects or parts of projects that are related to each other closely enough to be, in effect, a single course of action. It also discloses guidelines to conduct the environmental assessment. These figures are applied to States where policies, regulations, and public laws are in accordance with the NEPA.

### **Latin America**

- Chile

Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental D.S. No. 95 of 2001: Establishes the regulations of the Environmental Impact Assessment system, including for the community participation. Does not refer to any Strategic Environmental Assessment.

- Peru

Ley 27446, ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental:

Defines the “National system of environmental impact assessment” as mechanism of environmental management through the application of environmental management instruments such as the environmental impact assessment and the strategic environmental assessment. According to this law each economic activity sector (agriculture, tourism, defence, energy and mining, fishing, industry, transport and

communications, health services, housing, construction and sanitation) should carry out a Strategic Environmental Assessment to the Policies, Plans and Programmes of sectorial, regional or local development that have the potential of cause significant environmental impact. It defines the guidelines for the SEA process.

- Brazil

Regulation 001/1986 of the Brazilian Council of the Environment (Conama):

Establishes the definitions, responsibilities and core criteria and general guidelines for the development and assessment of environmental impact assessment (EIA). A complementation of this law was approved in 1997 (CONAMA 237/1997), depicting the typology of enterprises that are subject to EIAs. There is no specific regulatory instrument for Strategic Environmental Assessment (SEA), although a regulation project has been proposed and is under discussion since 2004.

National Water Resources Policy (PNRH) Federal Law N<sup>o</sup>. 9433/ 97: defines management instruments, among them Water Resources Plans, which are long-term guiding plans that support the implementation and management of the National Water Resources Policy. The elaboration of the Water Resources Plans might be done at the national, state or basin levels. At the basin level, the Basin Water Resources Management Plan should include the identification of the environmental aspects, its vulnerabilities and potentialities. It should also define alternatives towards the plan goals, taking into consideration the potential environmental impacts and its compliance within national, regional and local Policies, Plans and Programs. In this context, there is a growing use of Strategic Environmental Assessment (considering its objective of assessing Policies, Plans and Programs) in the elaboration of Basin Water Resources Management Plans (ÁVILA et al., 2018; (MACHADO et al., 2015; ROMANELLI et al., 2018).

AAE Draft-Law n<sup>o</sup>168/2018: Defines the regulations for the process of Environmental Licensing and establishes the Strategic Environmental Assessment (SEA). The provisions reflected in the Draft Law are applied to the SEA carried out by the institutions and entities of the Union, the States, the Federal District (Brasília) and municipalities in charge for developing governmental policies, plans or programs. Defines the concept of SEA and the entity responsible to carry out the assessment. As defined in Regulation n.º001/1986 it establishes that the process of EIA must be subject to public consultation, but it does not mention whether SEA is subject to the same conditions.

## Africa

- Kenya

The Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations, 2003 Legal Notice No.101: Regulations applied to all policies, plans, programmes, projects and activities that were specified in Part IV and the Second Schedule of the Act. The regulation defines that Leading Agencies shall, in consultation with the Authority, submit all proposals to public policies, plans and programmes for environmental implementation to a strategic environmental assessment to determine which are the most environmentally friendly and cost effective when implemented individually or combined with others.

National Guidelines for Strategic Environmental Assessment in Kenya (2011): Provides a practical framework for the implementation of SEA in Kenya under the existing Regulations. It also defines the SEA basic principles and main components, including desired success factors. The regulation also establishes four stages and respective steps for undertaking SEA at the Policy, Plan and Programme level.

- Zambia

The Environmental Management Act, 2011: Among other, this regulatory instrument establishes *Strategic Environmental Assessments responding to policies, plans and programmes that likely to have an impact on the environmental management. Any proponent of a plan, programme or policy shall conduct a SEA. If the proponent considers that a policy, programme or plan does not require a SEA, he/she shall submit a draft of the relevant document to the Agency which determines whether an assessment is required.*

- Uganda

National Environment Act, 2019: States that a Lead Agency shall carry out strategic environmental assessments *for government policies, plans and programmes being initiated overviewed, which are likely to have a significant impact on human health or the environment. SEA should also be applied in areas where there are likely to be large investments or cumulative impacts with significant impact effects on human health or the environment.*

Guidelines for Strategic Environmental Assessment in Uganda (2020): Developed by the National Environment Management Authority (NEMA), this document intends to support the operationalization of the SEA in accordance with the National Environment Act (2019) and the National Environment Regulations (2020).

The guidelines set up a general methodology and practical procedures for undertaking SEA, enabling the governmental entities to incorporate the SEA results into their planning and decision-making, support the identification of possible risks and opportunities that may be identified in the SEA, ensure the considerations of alternatives and the implementation of measures to prevent and mitigate the adverse impacts.

- Botswana

Environmental Management Act, 2011: States that any programme, policy or plan regarding land use and structural projects, settlements, legislations and development strategies require an environmental impact statement. The Act describes the core content to be ensured in the environmental statement.

- Malawi

Environment Management Act, 2017: According to which *a public institution which intends to develop policies, legislation, programmes, plans that are likely to have an adverse effect on the management, conservation and enhancement of the environment or sustainable management of natural resources shall conduct a strategic environmental assessment and submit the findings to the Authority for approval.*

- Republic of South Africa

National Environmental Management Act 25 of 2014: Lays down the *procedure to be followed for the preparation, evaluation, adoption and review of prescribed environmental management instruments*, including the strategic environmental assessment. Every applicant must comply with the requirements under the Act which encompass steps to be taken before submitting the application, any procedure relating to public consultation and information gathering, any environmental management programme, among others. Includes the definitions of the procedures for the investigation, assessment and communication of the potential [impact] consequences or impacts of activities on the environment.

### **2.3.2 River Basin**

In the water sector, strategic planning of river basins has been recognized as of extreme relevance for adequate water resources management. In this regard, SEA can improve river basin planning, contributing for the development of river basin plans from

an early stage (INTRALAWAN et al., 2019; ROJAS et al., 2019). The Netherlands Commission for Environmental Assessment adds that SEA enhances the quality of river planning by “building upon and reinforcing Integrated Water Resources Management (IWRM)” (NCEA, 2018).

The development of SEA in the river basin context is mostly common in Europe as with the EU Water Framework Directive, the EU Member-States must accomplish River Basin Management Plans, which are updated every 6 years. The SEA Directive imposes one assessment to every water management plan that integrate the framework for future consent of the River Basin action plan (including future projects and programmes).

Nevertheless, the River Basin Management Plan SEA is an increasingly applied practice in other parts of the world, including in the United States, Central and South Asia, Latin America and Caribbean (INTRALAWAN et al., 2019; KABIR; MOMTAZ; MORGAN, 2020; MIDDLETON; DORE, 2015; RODRIGO-ILARRI et al., 2020).

Also, in Africa the Guidelines for Strengthening River Basin Organisations – Environmental Management, published by SADC (SADC, 2010), states that River Basin Organisations should implement good practices of environmental management that would rely on three strategic areas, comprising the development of an environmental policy, an environmental information management system and a strategic plan/program considering possible future interventions. In this context, SADC suggests that a SEA must be carried out. This SEA should, among other aspects, include the characterization of the river basin current status to serve as framework against which the assessment must be conducted.

The use of SEA has been recognised as a complementary important tool for integrated water resources management (IWRM). SEA and IWRM share many concepts and characteristics, and thus SEA results allow for the integration of environmental considerations in the development of water policies, plans and programs, thus supporting IWRM (SHOMAR; DARWISH; ROWELL, 2014; VAN DER BERGHE; DE SUTTER, 2014). The opportunities to integrate environmental issues in water resources management by promoting the use of SEA exist at different levels from developing national and sectorial policy to developing river basin plans (HIRJI; DAVIS, 2009).

SEA is advantageous in the context of Integrated Management of River Basins, namely because:

- It has a multisectoral approach, allowing the integration of the River Basin Plan with other sectors' Plans;
- The analysis is integrated from a vision developed for the River Basin;
- Stakeholders' engagement requiring simple analysis to elucidate the stakeholders about the assessed plan.

### **2.3.3 Water sector transboundary**

Although transboundary issues are more specifically applied to European and African countries, transboundary SEA principles and practices are also important in Brazil, and particularly in São Francisco River Basin, that crosses six Brazilian states and the DF – Distrito Federal ( Brasília Federal District). The fact is that different São Francisco states have different water management goals and practices, sometimes conflicting, that often require careful planning and problem solving; therefore transboundary assessment at the strategic and planning levels is highly recommended.

Transboundary environmental assessment has been widely recognised as a valuable tool for cooperation on transboundary environmental protection. The *Espoo Convention*, the United Nations Protocol, also known as Convention on Environmental Impact Assessment in Transboundary Context, in force since 1997, materializes this acknowledgement. The Parties of the Protocol are obliged to “assess the environmental impact of certain activities at an early stage of planning” and “to notify and consult each other on all major projects under consideration that are likely to have a significant adverse environmental impact across boundaries”.

After one of the meetings of the Parties to the Espoo Convention, a *SEA Protocol* was also established to ensure that the Parties integrate environmental assessment into their plans and programmes at an early stage. Also known as the Kiev Protocol, the SEA Protocol promotes the integration of extensive public participation in the governmental decision-making process (MARSDEN, 2011).

The SEA Protocol intends to ensure that the Parties integrate environmental assessment into their plans and programmes at the earliest stages, thus contributing for the basis of sustainable development (UNECE, n.d.). It also has as objectives:

- To provide for a high level of protection of the environment, including human health, by ensuring that they are thoroughly taken into account in the development of plans and programmes;
- Contributing to the inclusion of environmental concerns in the preparation of policies and legislation;
- Establishing clear, transparent and effective procedures for strategic environmental assessment; it is underlined that public participation should be included in the strategic environmental assessment;
- Integrating environmental aspects into measures and instruments designed to further sustainable development.

As the Protocol on SEA is a result of the Espoo Convention, the Protocol reflects the need to enhance international cooperation in transboundary strategic assessment of proposed plans, programmes and applicable policies and legislation. Within this context, the SEA Protocol is of extreme importance for supporting transboundary river basin management as the development of the plans and programmes concerning major river basins which, often, cross different countries' boundaries (MARSDEN, 2011).

The Protocol, which entered into force on 11 July 2010, was initially signed by European countries (KYIV, 2003). In the context of the European Union, the SEA Protocol states that SEA means the evaluation of the likely environmental effects, including human health, which comprises *the determination of the scope of an environmental report and its preparation, the carrying-out of public participation and consultation, and taking into account of the environmental report and the results of the public participation and consultation in a plan or programme.*

In Africa, efforts have been made to establish specific frameworks for transboundary environmental impact assessment (EIA). In 2005, three countries of the East African Community, Uganda, Tanzania and Kenya, gathered forces to develop Guidelines for Transboundary Impact Assessment. Later in 2010, the East African Community Transboundary Ecosystems Management Bill was published, defining, among other statements, the activities of significant impact on transboundary ecosystems, EIA procedures, adoption of common standards and procedures.

The SADC also has showed the authorities willingness to strengthen transboundary cooperation in environmental assessment and in particular concerning water management. SADC's regional water policy, which provides a framework for

“sustainable, integrated and coordinated development, utilization, protection and control of national and transboundary water resources in the SADC region” defined that “EIA should be a mandatory requirement for development initiatives in the watercourses and Member States are encouraged to undertake Strategic Environmental Assessments where feasible”.

As a recent example of transboundary management environmental studies is referred the Transboundary SEA of the Cubango – Okavango River Basin, encompassing territories of Angola, Namibia, Botswana and Zimbabwe, together with the ongoing proposal for Transboundary River Basin Impact Assessment Framework (OKACOM, 2021).

The creation of legal frameworks for Transboundary EIA and SEA in specific locations with the intention of supporting environmental management of water resources is common in other regions. For instance, the Mekong River Commission (MRC) developed a Transboundary Environmental Impact Assessment procedure for assessing activities with potential adverse impact in the Lower Mekong Basin, in which is included the establishment of a Framework Agreement, Guidelines for implementing the agreements and an Institutional Support Mechanism (INTRALAWAN et al., 2019).

#### **2.3.4 Brazil**

National water resources management and planning in Brazil is well established in the Law nº9.433/97, designated Law of Water, which also introduces different water management instruments. The framework established by this law is based on the definition of Hydrographic Regions as water management units defined upon one large river basin or a set of smaller adjacent river basins. One of the management instruments created by the Law of Water is the development of Integrated Water Resources Management Plans, including plans at the basin level. Among other considerations, the Basin/Hydrographic Regions Plans must update information necessary for decision-making at the basin level, and also define water allocation for the main users. At the policy level, the country is guided by the National Policy of Water Resources which established a new paradigm by introducing integrated and decentralized water management, with the engagement of all levels of water users (VASCONCELOS, 2013).



The compliance with the objectives and requirements established by the Law of Water is ensured by the National Water and Sanitation Agency created by law for such purpose. This entity is also responsible for the coordination of the National Water Resources Policy implementation, which includes supporting the state management institutions and the creation of River Basin Committees and Water Agencies, who guide water management at the basin level. Moreover, the National Water and Sanitation Agency develops or participates in the development of strategic planning, namely in the development of the River Basin Management Plans, along with the other public institutions of the sector (ANA, 2021).

Strategic Environmental Assessment (SEA) in river basin planning and management is not a common practice Brazil, not either in the other sectors, in great part because a legal regulatory basis is missing. Indeed, part of the existing studies carried out in Brazil were developed on a voluntary basis or as mandatory requirement for the assignment of funds from multi-lateral development institutions, such as the World Bank. Nevertheless, the contribution of SEA for land-use planning in Brazil has been a recurrent topic since the beginning of the century, with some back-and-forth progress, while the recognition of the relevance of SEA particular for managing Brazilian water resources is recently increasing.

On the other hand, Environmental Impact Assessment (EIA) is clearly established in national regulation – *Resolução CONAMA 001/1986* - as an instrument of the National Environmental Policy. The EIA consists on a technical analysis necessary to provide the Environmental Licensing to a certain activity/project. The licensing is an administrative process that formalises the conditions and measures that need to be ensured for the project to be developed. Every State must comply with the *Resolução CONAMA 001/86*, and thus ensure that any project with the potential to result in adverse impacts on the environment can be implemented if an EIA is approved. At the federal level, the execution of the Environmental Licensing is done by the Brazilian Institute of Environmental and Natural Resources (*Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis*). Unlike other federal countries, such as the US, Canada and Australia, in which state environmental licensing legislations differ from federal laws, in Brazil, the federal licensing process is applied to all states (IBAMA, 2016; BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, 2021).

**Table 1 - Main aspects of Brazilian EIA process**

<b>EIA process in Brazil; main aspects</b>	
Institutional level	Decision regarding the EIA is taken by the (state or federal) Environmental Authority responsibility; Environmental licensing is monitored by the same entity with the competences to decide upon the licensing process; The EIA might assume different levels of detail (e.g. simplified study)
Screening phase	A list of types of projects defined the need to carry out an EIA; Location might define the need to carry out an EIA; No public participation in the screening decision;
Scoping phase	EIA preparation is guided by ToR; There are standard ToR by type of project; No public consultation for deciding the ToR; Social impact are usually considered in the scope; It's mandatory to consider alternatives in the EIA.
Public participation	Not mandatory or recommended to have public consultation during the EIA preparation phase; Public consultation is mandatory for EIA draft report; The proponent is not obliged to provide a written answer to the public questions.
Technical Analysis	A conclusive opinion regarding the technical analysis is provided within a defined schedule; The final opinion of the environmental authority is not subject to public consultation;
Environmental compensation	Art. 36 of the Law nº 9.985/ 2000 foresees the obligation to support and compensate the implementation and maintenance of conservation units, taking into consideration the impacts identified in the EIA; Other forms of environmental compensation outside this law, are also foreseen.
Participation of other entities	Other interested governmental entities are consulted; Entities responsible for heritage culture, indigenous communities, nuclear energy regulation, biodiversity and water resources participate in the process.

Source: Adapted from IBAMA (2016)

Some federal states have incorporated SEA implementation and procedures in their legal regulations. As a result, some SEA were developed in this context for instance in the road transportation and the harbour sectors. However, governance priorities and policies often change the political sphere of interest and SEA promotion has been neglected. In the state of São Paulo, the interest of institutionalizing SEA that emerged in 1994, was only materialized in 2010 in the State Decree nº55.947/2010

which established the guidelines and deadlines for the implementation of SEA and assigned responsibilities (OPPERMANN; MALVESTIO; MONTAÑO, 2013).

**Table 2** - Initiatives for the implementation of SEA in Brazil

Year	Level	Promotor	Initiative
1994	State (São Paulo)	State Council of the Environment of São Paulo State	Attempt to institutionalise SEA
2002	Federal	Ministry of the Environment	Promotion of a study about SEA suggesting its adoption in though legal instruments
2003	Federal	Deputy Chamber	Draft Law 2.072 – Intend to introduce the obligation to develop SEA for PPPs
2003	State (Minas Gerais)	State Government	Law Decree nº43.372/ 2003 – Creates the Environmental Management Department in the State Secretariat to be in charge of developing SEA for PPPs.
2004	Federal	The Union Audit Office (Tribunal de Contas da União)	Decision 464 – Adoption of SEA for the development of the Multi-annual Plan and in the sectorial PPPs planning.
2008	State (Bahia)	State Government	Law-Decree nº11.235/ 2008 – Foresees the use of SEA in the assessment of socioeconomic impacts of public sectorial plans, programmes, projects and policies concerning environmental and biodiversity protection policy of the Bahia State.
2010	Federal	Ministry of the Environment	Public consultation – aim the establishment of the core principles, conditions and criteria for the implementation of the SEA as an environmental policy instrument for the elaboration of strategic actions at the Federal Government different levels of decision-making.
2010	Federal	Strategic Issues Secretariat	Public bid to hire a consultancy for developing SEA guidelines
2010	State (São Paulo)	State Government	Law-Decree nº55.947/2010 – Foresees the use of SEA to analyse the environmental impacts of public PPPs in the context of climate change.
2011	State (Rio de Janeiro)	Legislative Assembly	Draft Law nº280/2011 <sup>1</sup> – Foresees the establishment of an environmental conduct for Rio de Janeiro, foreseeing the use of SEA in the PPPs developed by public institutions of the State.
2018	Federal	Federal Senate	Draft Law nº 168/2018 (in procedure) – Regulates environmental licensing as foreseen in the Constitutions and establishes SEA.

Note: <sup>1</sup>Not yet approved.

Source: Oppermann, Malvestio and Montañó (2013)

## 2.4 SEA METHODOLOGIES

Basin concepts for SEA include the concept of critical decision factors, evaluation criteria and SEA indicators. SEA methodologies also include the consideration of development scenarios, stakeholder consultations and multicriteria analysis.

### 2.4.1 Critical decision factors (CDF)

Critical success factors were defined by Rockart (1979) as an approach in which its results, if satisfactory, ensure successful competitive performance for the organisation. Meanwhile Saraph et al. (1989) evolved this concept as a managerial planning and action that must be practiced in order to achieve effectiveness (ZHANG; CHRISTENSEN; KORNOV, 2013).

In the Strategic Environmental Assessment (SEA), Critical Decision Factors (CDF) are defined as decisional issues instead of broad environmental topics, being advocated worldwide (IAIA, 2011). This definition intends to integrate the environmental and sustainable issues in the decision-making processes while the CDF themselves need to be integrated with key problems and challenges to be considered in the SEA. CDF should be few, between three to five (never more than seven), but holistic, integrating the core aspects. Ultimately, they must be easy to understand, using key words capable of reflecting their comprehensive meaning (PARTIDÁRIO, 2012).

With CDF defined as “key topics” they establish the focus, the evaluation structure and the technical assessment to be conducted in the development scenarios. The selection of the CDF is done following the definition of priorities, considering the problem framework (main challenges, potentialities and change drivers), governance framework (who’s involved in plans/ programs/ policies implementation) as well as strategic reference framework (set of major politics that will establish against which the assessment will be based on) (PARTIDÁRIO; GOMES, 2013).

CDF are useful for different spectrums of the SEA process. In defining the scope of the SEA, CDF allow to easily identify the main purpose of the assessment, which might be complex when if viewed from different perspectives by the different groups involved, while also being flexible, that is, CDF are often adapted throughout the SEA

process as a result of the negotiation and compromise inherent to the process. In this matter, CDF help telling the story (PARTIDÁRIO, 2012). Other benefit is that CDF can help in the analysis of the SEA effectiveness. Moreover, they allow to identify weak or missing links in the implementation process (LACERDA, 1983; ZHANG; CHRISTENSEN; KORNOV, 2013).

The “Strategic Environmental Assessment Practice Guide: Methodological Guidance for Strategic Thinking in SEA” (PARTIDÁRIO, 2012) in which the CDF model is presented and detailed is referenced by the International Association of Impact Assessment as one of the main guidance documents for SEA. The topic is also covered in guidelines from other entities, such as in the “Guide to Strategic Environmental Assessment from Georgian Perspective” (2006) or in the OECD Guidelines which setting the decision criteria is one of the preparatory tasks in SEA. However, the OECD guidelines provide a slightly different approach, recommending the definition of appropriate decision criteria based on the objectives of country/ region/ sector authorities and from the broader development agenda of the parties. Currently, CDF are mostly used in the elaboration of SEA in Europe, although literature review shows they are being applied worldwide (ZHANG; CHRISTENSEN; KORNOV, 2013).

In Europe, the Water Framework Directive and the SEA Directive determine the elaboration of RBMP and SEA for each RBMP respectively, allowing to assess the implications SEA might have in river basin management and planning. The assessment carried out through Europe demonstrate that CDFs are commonly used by the Member-States.

Outside Europe, SEA is less common in the development of river basin management plans, but is frequently used in the context of water planning, namely in the elaboration of policies and major infrastructure development, such as hydropower projects. Table 3 – Examples of CDF used in SEA in water sector plans presents CDF commonly used in the elaboration of SEA for water sector planning.

**Table 3** – Examples of CDF used in SEA in water sector plans

CDF		SEA of Ceará Sanitation Policy (Brazil) <sup>a</sup>	SEA of the Thames River Basin District (United Kingdom) <sup>b</sup>	SEA of the Tagus River Basin District Management Plan (Portugal) <sup>c</sup>	SEA of Cubango-Okavango River Basin (Angola, Namibia, Botswana, Zimbabwe) <sup>d</sup>
Water	Water availability	X	X	X	X
	Water demand	X			X
	Sewage treatment	X			
	Water quality	X	X	X	X
	Flood risk			X	
Waste management		X			
Biodiversity, Flora and Fauna			X	X	X
Soil			X	X	
Climate change				X	
Spatial planning (land use, environment)		X		X	X
Governance/ Institutional articulation		X		X	X
Population			X		X
Health		X	X		
Cultural heritage			X	X	

Source: <sup>a</sup> ARCADIS (2017), <sup>b</sup> Environment Agency (2013), <sup>c</sup> APA (2016), <sup>d</sup> OKACOM (2021).

The CDF evaluation framework includes the CDF, the evaluation criteria and the indicators. The evaluation criteria detail de spectrum of the CDF (their meaning, scope, etc.). The indicators are metrics of evaluation (quantitative or qualitative).

#### 2.4.2 Evaluation criteria and indicators

In determining the Critical Decision Factors (CDF), Partidário (2012) states that evaluation criteria should be set considering their meaning and identifying their main subjects. She proposes no more than two evaluation criteria per CDF, although it depends on the case, but still, the author considers that a limited number of criteria is

important. Table 4 – Evaluation criteria: Example of the SEA of Tagus River Basin Management Plan (Portugal) provides examples of the type of evaluation criteria applied for the different CDF.

**Table 4** – Evaluation criteria: Example of the SEA of Tagus River Basin Management Plan (Portugal)

CDF	Evaluation criteria
Natural and Cultural Resources	<p>Ecological <b>communities'</b> equilibrium</p> <p>Threatened species and habitats conservation in classified areas</p> <p>Maintenance and improvement promotion of ecological relevant areas (ecological corridors, nursing areas, among others)</p> <p>Maintenance of ecosystems' services (retention of water and soil, extreme events prevention, nutrient cycle regulation)</p> <p>Prevention and reduction of soil degradation due to hydric erosion, desertification, and environmental liabilities</p> <p>Protection of aquifer recharge areas</p> <p>Protection of cultural heritage</p>
Water Resources	<p>Water availability to supply the different uses</p> <p>Efficient use of water by the different users</p> <p>Gradual reduction or cessation of priority substances and priority hazardous substances' discharges, emissions, and releases for the water bodies</p> <p>Prevention of degradation and promotion of protection and improvement of surface water and groundwater bodies status</p> <p>Implementation of surveillance and alert systems for the reduction of public health risks</p> <p>Transboundary flow regime and water quality effect on Portuguese water bodies good status</p>
Spatial Development and Economic Sustainability	<p>Articulation between water resources protection and management's options and soil classifications and qualifications</p> <p>Impact of urbanization dynamics and prevention and protection against flooding</p> <p>Activity sectors as generators of wealth, water users and drivers of pressures on water resources</p> <p>Water prices policy versus regional development</p> <p>Articulation between the region's socioeconomic characteristics and the water use patterns</p>
Risks and Vulnerabilities	<p>Prevention and protection against flooding risks</p> <p>Prevention and mitigation of coastal erosion impacts</p> <p>Mitigation of drought impacts</p> <p>Prevention and protection against severe pollution hazards risks</p> <p>Prevention and protection against hydraulic structures rupture risks</p> <p>Adaptation for minimization of extreme meteorological phenomena effects in the framework of climate change</p> <p>Adaptation to minimization of the sea level rise effects considering climate change</p>

CDF	Evaluation criteria
Governance	Institution of a Good Governance Policy (openness, participation, responsibility, efficiency, coherence) Articulation of competences and stakes between public and private entities

Source: APA (2016).

**Table 5** – Evaluation criteria: Example of SEA of Cubango-Okavango River Basin (Angola, Namibia, Botswana, Zimbabwe)

CDF	Evaluation criteria
Socio-economic development	Population Poverty Qualifications of the labour force Employment Access to basic services and infrastructure
Biodiversity and conservation	Ecosystems and Biodiversity conservation Protection of ecosystem services
Land management and use	Uses and interactions in land uses Conflicts over land use
Sustainable use of water resources	Water availability to meet ecosystem needs (surface and groundwater) Conflicts over water use and appropriation of water resources
Basin Knowledge and resources management	Transboundary management and coordinated response Knowledge on the basin's resources / Capacity building for basin management

Source: OKACOM (2021)

Establishing criteria/ indicators targeting baseline information allows to assess how the situation can evolve, providing information on the difference between the current scenario and the future data with and without the strategy being applied.

SEA Protocol details in its article 7 the essential information that must be used in SEA assessments: objectives of the plan or programme; relevant aspects of the current state of the environment in areas likely to be significantly affected, environmental problems relevant to the plan or programme being assessed, environmental objectives at international, national or other levels which are relevant and ways these objectives are taken into consideration.

Objectives considered in the SEA assessment may be supplemented by targets, which in turn may be supported by quantitative indicators or more qualitative guiding questions. While objectives should cover all relevant environmental concerns, the indicators can then be used to guide the collection of baseline information and assess the effectiveness of the plan and to identify unforeseen effects. Indicators should be



carefully selected to maximize their usefulness on measuring the effectiveness of meeting objectives while minimizing the cost of the SEA process (UNECE, 2012).

The report Strategic Environmental Assessment in Policy and Sector Reform (WORLD BANK, 2011) advocates the use of pressure-state-impact-response (PSIR) indicator framework for the SEA assessment, which could be based on existent frameworks as part of state-of-the-environment reporting, as the development from raw of such framework could be time-consuming and expensive, or developed through public consultation.

Other important areas to be covered up by this framework are: economic profile, indicating the nature and extent of current and proposed stresses on the natural resources; social study, indicating about structure, geographical distribution, income and land tenure; policy, legislative and institutional framework; historical and cultural issues. All these elements will help understand path dependency factors affecting policy formulation and implementation (WORLD BANK, 2011).

The indicators used in statistics for development evaluation, carried out by recognized institutions in their field of expertise, might be useful. However, defining very specific indicators for each case might be useful as well, namely if this could be used further on the plan/program/policy evaluation, even if applied to overcome unavailable data (in that case proxies can be applied). Two evaluation criteria per CDF and two to three indicator per evaluation criteria are recommended (PARTIDÁRIO, 2012).

The OECD Development Assistance Committee (DAC) Network on Development Evaluation has raised awareness on the importance of evaluation criteria (EC) for their programmes. According to OECD, evaluation criteria determine the “merit, worth or significance” of the intervention under study. Together the criteria “describe the desired attributes of interventions: all interventions should be relevant to the context, coherent with other interventions, achieve their objectives, deliver results in an efficient way, and have positive impacts that last”. Moreover, the criteria can and shall be used after the evaluation is concluded for monitoring.

### **2.4.3 Development of scenarios**

A scenario is described as a desirable plausible future, defined as complex interactions of environmental elements (BORRI; CAMARDA; GRASSINI, 2006). The

development of scenarios allows to consider future conditions thus being very helpful in strategic assessment. It is mainly done by mapping past and current trends and probable uncertain events, though different techniques can be used for scenario building (SHEARER, 2005). The scenarios considered usually set the framework for the identification of strategic options, but they can also be useful in the assessment of opportunities and risks (PARTIDÁRIO, 2012).

Scenario analysis/sensitivity analysis can be used to describe future conditions by forecasting the impact of an action and compare it for different option – sensitivity analysis (GAO et al., 2016). This sensitivity analysis measures the effect on predictions of changing one or more key input values about which there is uncertainty. Different tools for scenarios development have been created, included by the private sector, for a variety of reasons (FANCOURT, 2016). One option is the Polestar Manual for scenarios developed by The Stockholm Environment Institute (OECD, 2006).

Scenario planning is done through a systematic process that considers the type/nature and impact of uncertain future condition, and drivers on changes in technology, society, environment, economics, politics, commerce, culture, etc. OECD (2006) Guidelines and Reference Series for “Applying Strategic Environmental Assessment” defines the following key stages in construction of scenarios:

1. Agreement in range of issues to be assessed;
2. Identify participants;
3. Conduct workshops/ interviews of “brainstorm” nature;
4. Identify the uncertainties and drivers of change;
5. Develop matrices to consider the combination of different uncertainties;
6. Elaborate scenarios for each of the identified combination (through group discussion);
7. Describe requirements to move towards a preferred vision and overcome the constraints to achieve such vision.

Modelling can be applied to assess future trends, based on the current knowledge (CUNHA; CORRÊA; ROSMAN, 2018). However, the development of scenarios should not be mistaken by predictions, as in strategic assessment, variability and uncertainty are very present. Within this context, monitoring and follow-up become essential continuous activities in SEA (PARTIDÁRIO, 2012).

Future “scenario building” and “back-casting methodologies” may assist the identification and evaluation of suitable options in analysing potential effects of the

proposals and any alternatives (PARTIDÁRIO, 2012). Indeed, scenario building is one of the plan-evaluation methods often used in SEA. It is one key tool used for developing alternative options as it allows to outline future options that reflect the most uncertain and important driving forces that might affect future development (UNECE, 2012).

UNECE (2012) describes scenario building as a process of designing hypothetical situations incorporating the main driving forces affecting future development, including the inherent uncertainties, in which four questions are addressed:

1. What are the driving forces?
2. What are the uncertainties?
3. What is inevitable?
4. How about this or that scenario?

Within the many scenario building methods that have been developed, the UNECE Resource Manual to support the UNECE Protocol on Strategic Environmental Assessment suggests the approach defined in *The Art of the Long View* (SCHWARTZ, 1997) as one possible option. This method includes the following eight steps:

1. Identify focal issue or decision.
2. Identify the key forces in the local environment.
3. Identify driving forces.
4. Rank the key and driving forces by degree of importance and uncertainty.
5. Select scenario logics, following the ranking.
6. Flesh out the skeletal scenarios by looking at key factors and driving forces developed in steps 2 and 3. Each key factor and driving force should be given some role in the scenario.
7. Define implications. What would happen in the different scenarios?
8. Select the leading indicators and signposts. Relate the scenarios to real situations/ trends to identify further indicators.

Besides enabling the identification of issues and impacts, and contributing for the development of alternatives, it allows for public transparency and to cope with uncertainties. Moreover, scenarios provide a simplified version and shared understanding of complex systems and allow to test ideas. However, scenario building usually requires a higher demand for data, time and cost, as well as knowledge (UNECE, 2012).

As river basin management is complex, affecting numerous factors and affected by uncertainty, special linked to climate change, the development of scenarios is acknowledged as a useful, reliable tool. A participatory scenario building exercise carried out for the Nile Basin (OECD, 2006), involving representants from 10 of its riparian states demonstrates how scenario development can be implemented successfully in basin strategic planning, and thus incorporated into Strategic Environmental Assessment. The case of the Nile Basin Scenario Construction is summarised in Table 6 – Scenario development in the Nile River Basin Management.

**Table 6 – Scenario development in the Nile River Basin Management**

<b>Nile Basin Scenario Construction</b>
<p>The Nile Basin comprises the longest river in the world, involving high levels of hydro-dependencies crossing different political boundaries (11 riparian states). It faces an increasingly pressure, with rapid urbanization, overexploitation and infrastructure construction (dams). To assess how the water regime and the quality of the ecosystems services is to be affected, a participatory scenario building exercise was held in Uganda in 2014 with representants from 10 riparian states. The scenario development process included the following steps:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determining the core questions: The main question identified was: “What are the benefits and risks of plausible future changes in the Nile Basin by 2050?”</li> <li>2. Determining the contextual factors: Through focus group discussion the participants brainstorm of factors impacting the systems.</li> <li>3. Clustering the Contextual Factors into Driving Forces: Participants discussed what were the driving forces behind the changes in the factors identified. Six driving forces were agreed: Governance; Population Growth; Information/capacity/knowledge; Socio-economic development needs; Climate variability and change; Energy.</li> <li>4. Ranking the driving forces: According to their importance/ relative impact in the Nile system.</li> <li>5. Designing the scenario logic: Based on the driving forces “Governance”, “information sharing and knowledge” and “climate change” (climate change being selected due to its level of uncertainty), a scenario logic was design.</li> <li>6. Detailing the scenarios: Creation of four scenarios representing potential opportunities, strengths, weaknesses and threats the Nile Basin may face.</li> <li>7. Evaluation and dissemination: Presentation of the outcomes were presented to regional and national media in Uganda and to the Nile Basin’s Water Ministries.</li> </ol> <p>The dissemination of the results set the scene for dialogue on possible and desirable futures of the Nile Basin. Political consensus affirmed that non-cooperation would be detrimental to the basin’s future with the scenarios showing that “cooperation is a prerequisite for sustainable Nile Basin management and development”.</p>

Source: OECD (2006).

#### 2.4.4 Stakeholders' consultation

SEA is described in its definition as a participatory process (OECD, 2006). The evolution of the concept is determining a transition on the SEA process from a strictly procedural and substantive thinking to a deliberative rationale where the SEA is focused on issues such as dialogue, negotiation, cooperation, institutions and governance (JILIBERTO, 2011 apud SILVA et al., 2014).

Engaging the stakeholders in the SEA process is critical. Any policy, programme or plan is more effective if it considers the perspective of those affected (positively or negatively) by the planning document and those with particularly relevant knowledge of the policy/ program/ plan under assessment. Moreover, the decision-making process is more trustful if public engagement is ensured and will more certainly avoid unfavourable results (OECD, 2006).

One of the SEA Protocol principles is precisely to provide for public participation. Moreover, public participation is the great opportunity to ensure a transparent process, which is other principle established by the SEA Protocol (DE MULDER, 2011). Article 3 of the Protocol provides general provision on the matter which are adapted from the Aarhus Convention. Indeed, the SEA Protocol integrates the Aarhus Convention's principles as well as further work developed under the Aarhus Convention on the issue of public participation in strategic decision-making. In fact, the Protocol's provision regarding public participation is broadly similar to that advocated in the Aarhus Convention.

Article 8 of the SEA Protocol defines the main aspects of public participation that need to be ensured. Last paragraph states that detailed arrangements for informing and consulting the public need to be determined and that the following elements should be considered:

1. The proposed plan or programme and its nature;
2. The authority responsible for its adoption;
3. The envisaged procedure, including what are the opportunities for the public to participate, time and venue of the envisaged public hearings;
4. The authority from which relevant information can be obtained and where it is available;
5. The authority to which comments or questions can be submitted;

6. If the plan/ programme is likely to be subjects to transboundary assessment.

While the SEA success benefits from the stakeholders' consultation, the SEA process also supports good governance by promoting stakeholders' participation and increasing transparency and accountability in decision-making, as well as by clarifying the institutional responsibilities among the different levels of governance (OECD, 2006).

Involving key stakeholders and encourage public participation is one of the SEA principles defined by OECD in its guidelines for developing SEA. Moreover, one of the differences between SEA and EIA, is that strategic assessment, strengthen institutional capacity, which involves a priori comprehensive institutional and governance assessment (OECD, 2006).

The "Guide to Strategic Environmental Assessment from Georgian Perspective" (2006) considers expert and public participation the "indivisible component" of the entire SEA process. It considers that a stronger involvement of expert opinion will avoid great levels subjectivism. Public participation should be carried out throughout all stages of the process but is even of more importance in the draft SEA report stage, with the assurance that appropriate time is provided for comment, rather than one large meeting where few people are able to talk (OECD, 2006).

Ensuring public participation is a common requirement in the countries' legal and policy framework regarding environmental assessment. In Latin America and the Caribbean, the majority of the countries require some form of participation during the EIA process, although at different levels. While some provide different opportunities to receive public participation throughout various stages of the process, some of these prior to the evaluation of the process, in other cases, the public is only informed of the decisions made (ACERBI et al., 2014). Columbia provides practical guidelines for the elaboration of SEA in which outlines the process of stakeholders' consultation throughout all stages of the process (HERRERA; MADRIÑÁN; ARENAS, 2008). Table 7 - Guidelines for public consultation for SEA in Columbia summarizes the tools recommended for the development of SEA in Columbia.

**Table 7 - Guidelines for public consultation for SEA in Columbia**

<b>Tools for public consultation in SEA; Guidelines for SEA in Columbia</b>
<p>The Guidelines for SEA in Columbia, promoted by the Ministry in charge for environmental affairs of the Government of Columbia, provide a range of tools for the integration of public consultation in SEA. It provides recommendations for each stage of the SEA process carried out in the country:</p> <p>Phase 1 - Definition of the strategic environmental framework: planning the public consultation process, including the communication scheme. The process should be effective, non-time consuming and include the identification of the interested parties.</p> <p>Phase 2 – Definition of the SEA scope: a draft scope document should be made available for public consultation.</p> <p>Phase 3 – Environmental assessment: the objective of the consultation is to establish the environmental targets of the SEA.</p> <p>Phase 4 – Environmental assessment of alternatives: inform the public and stakeholders of the alternatives identified, as well as the criteria used for the selection. The authorities responsible for the strategy under evaluation should be involved in the assessment itself.</p> <p>Phase 5 – Final SEA: the final report should be widely disseminated and comments from the public and stakeholder allowed, with the feedback being considered in the elaboration of the plan. The plan elaboration should not be concluded if the previous participation moments were not ensured.</p> <p>The Guidelines identified the consultation target to be the interested authorities and public affected by the SEA or interested in the matter that, in order to allow for an efficient process, might be represented by an entity able to express their views. Columbia distinguished different levels of participation:</p> <p>Informative – websites, sessions and dissemination in the media; reaches a wide spectrum of participants; used to inform about the SEA results, the strategy itself and the consultation plan.</p> <p>Consultation - surveys, meetings and workshops; opportunity to gather the participants' opinion; targeted to the public in general and entities affected by the strategy or with particular interest in the subject.</p> <p>Contribution - working directly with the public representatives and entities affected/ interested in the process; implemented in the core decision-making moments; target to group representatives and not suitable for individuals</p> <p>Collaboration and decision – involves always the authority promoting the SEA and the authority in charge for the approval, although other decision-makers might be involved.</p>

Source: Herrera, Madriñán and Arenas (2008).

The Resource Manual to Support Application of the UNECE Protocol on Strategic Environmental Assessment (UNECE, 2012) recommends a few public participation tools, as well as their main features, as displayed in Figure 1 - Overview of basic participation tools. As public participation is likely to attract different publics due to the complex nature of the assessment, the techniques selected must facilitate focused problem-solving debate. Ideally, to avoid confusing the public with too many participation opportunities, the Manual suggest the definition of one single public participation process.

Public participation tool	Enables...			Key features		
	Provision of information	Gathering of comments	Collaborative problem solving	Usual cost of application	Problem solving ability	Ease of commenting
Range of printed material inviting comments	✓	✓		\$		☹
Display and exhibits	✓	✓		\$		☹
Staffed displays and exhibits	✓	✓	✓	\$\$	•	😊
Information hotline	✓	✓		\$		😊
Internet/Web-based consultations	✓	✓	✓	\$	•	☹
Questionnaires and response sheets		✓		\$\$		😊
Surveys		✓		\$\$		😊
Public hearings	✓	✓		\$		☹
Workshops	✓	✓	✓	\$	••	😊
Advisory committee	✓	✓	✓	\$	••	😊

#### Key

Enables	✓	Yes
Usual cost of application	\$	Lower
	\$\$	Higher
Problem solving ability	•	Low
	••	High
Ease of commenting	☹	Moderate
	😊	High

Figure 1 - Overview of basic participation tools

Source: Adapted from UNECE (2012)

### 2.4.5 Multi-criteria analysis (MCA)

MCA is a decision-making tool which comprises techniques that assess several alternatives according to a variety of criteria that have different units. Besides allowing criteria with different units, these techniques also allow the joint analysis of both quantitative and qualitative evaluation criteria (e.g., yes/no, pluses and minuses), and



need not to be data intensive (OECD, 2006; CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999). MCA helps to evaluate the relative importance of the criteria and reflect their importance in the final decision-making process, making the process transparent to participants (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999).

MCA techniques are commonly constituted by (OECD 2006):

- A given set of alternatives;
- A set of criteria for comparing the alternatives;
- A method for ranking the alternatives based on how they meet the criteria.

A general method for an MCA process proposed by Center for International Forestry Research (1999) considers an expert group and the following steps:

1. Identification and selection of criteria and indicators under each criterion;
2. Scoring of criteria/indicators based on the selected set;
3. Assessment of the alternative in terms of its overall performance relative to criteria and indicators.

The identification and selection of relevant criteria and indicators (Step 1) can be achieved through ranking and rating of each criterion and indicator by each expert (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999):

- Ranking, either by:
  - Regular ranking: assigns each relevant element (criterion or indicator) a rank depending on its perceived importance, according with the 9-point scale: 1 – Weakly important; 3 – Less important; 5 – Moderately important 7 – More important; 9 – Extremely important;
  - Ordinal ranking: each expert is asked to put the list of criteria/indicators in order of importance, representing a hierarchy of importance;
- Rating: each expert is asked to give each criterion/indicator a rating, or percentage score, between 0 and 100; the scores of all criterion/indicator being compared must add up to 100.

The option between regular or ordinal ranking may be taken considering the specific advantages and disadvantages of each type of ranking (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999):

- Regular Ranking:

- Advantages: allows for ties; decision-maker can specify the grades (i.e. 1-9) of importance;
- Disadvantages: may not be discriminating enough;
- Ordinal Ranking:
- Advantages: simple and no ambiguity in terms of 'order' of importance; discriminating in terms of 'degree' of importance; may be suited to select from a high number of elements put initially to consideration;
- Disadvantages: no ties, the decision-maker might be forced to make an ordered judgement when they believe the group of decision elements is of 'about the same degree of importance'; no grades of importance (i.e. 1-9).

One advantage of rating is that it provides both an ordinal and cardinal measure of importance for each element, while ranking only provides a measure of ordinal importance. To be able to give each element an accurate measure of cardinal importance it is required that the expert team have access to large amounts of relevant information (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999).

After the ranking and rating of each decision element by each expert, the responses are analysed to calculate the relative weight, or importance, of each decision element (criterion/indicator) based on a synthesis of the different responses provided, through the following (CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH, 1999):

For ranking and rating, calculate the sum of the experts' votes for each criterion/indicator; this will show the total weight allocated to each criterion/indicator by the two techniques;

- Calculate the relative weight of each criterion / indicator for ranking and rating by dividing its actual weight by the total of actual weights for all criteria/indicators and multiplying by 100;
- Calculate the final combined weight for each criterion/indicator by averaging the relative weights from the ranking and rating techniques.

The assessment of the alternative in terms of its overall performance relative to criteria and indicators (Step 3) is done by Center for International Forestry Research (1999):

- Calculate the final score for each criterion by averaging the weighted scores given to all its indicators;

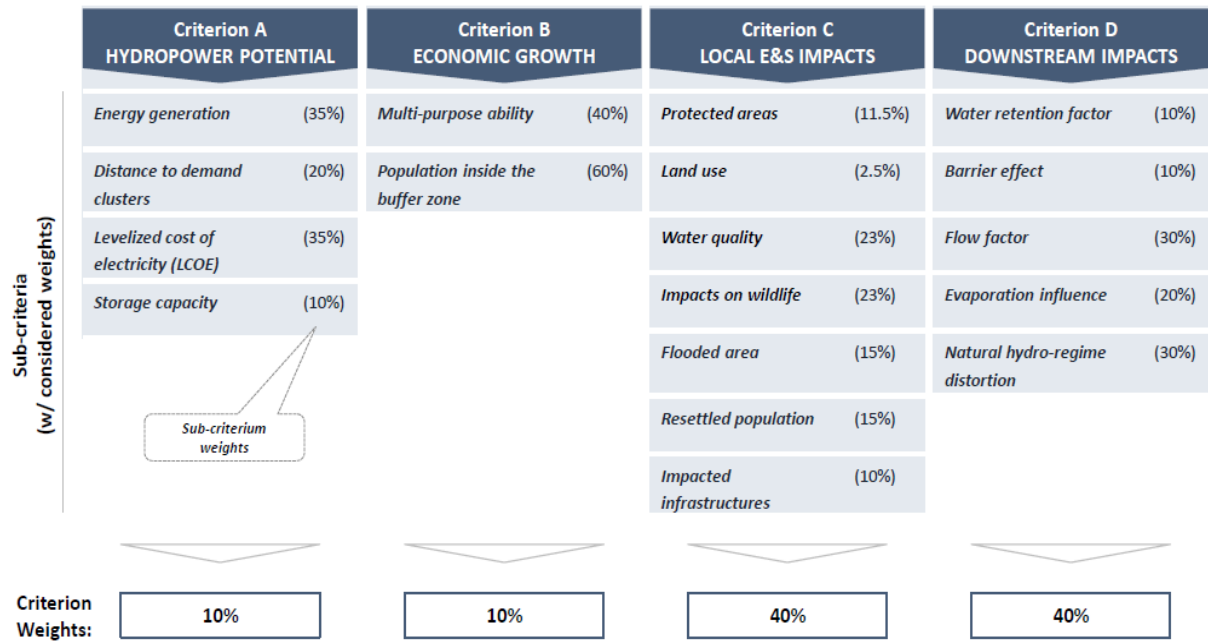
- Calculate the final score for the alternative by averaging the weighted scores given to criteria.

Recent examples of application of MCA in SEA in the water resources plans are:

- Hydropower Strategic and Environmental Assessment of the Okavango Basin – Energy Feasibility Study for Cuando-Cubango Province;
- SEA for Korea’s Long-term Plan for Dam Construction (LPDC).

In the Hydropower Strategic and Environmental Assessment of the Okavango Basin – Energy Feasibility Study for Cuando-Cubango Province (GESTO ENERGY CONSULTING; VIG WORLD BUSINESS DEVELOPMENT; THE NATURE CONSERVANCY, 2021) the objective was to assess proposed hydropower schemes in the Okavango System with special focus on the environmental impacts. The MCA used existing information compiled and analysed on a desktop basis and considered the criteria and sub-criteria presented Figure 2 – Criteria and sub-criteria for MCA in the Hydropower Strategic and Environmental Assessment of the Okavango Basin – Energy Feasibility Study for Cuando-Cubango Province for weighting each alternative proposed hydropower schemes. To each sub-criterion was attributed a score between 0 and 100.

In the case of the Korea’s Long-term Plan for Dam Construction (LPDC) (PARK et al., 2015) the SEA was conducted to ensure consistency in environmental considerations in the planning process and to support strategic decision making involving the selection of sites for dam construction in four rivers in South Korea. The MCA was performed with environmental data collected and categorized in a set of considerations and monitoring factors, as presented in Table 8 - Considerations and monitoring factors for MCA in the SEA of Korea’s Long-term Plan for Dam Construction (LPDC). To each consideration was attributed a score according to a 9-point scale.



**A Low Impact Scenario**

A scenario that prioritizes lower environmental impact projects at the expense of hydropower and economic potential

**Figure 2** – Criteria and sub-criteria for MCA in the Hydropower Strategic and Environmental Assessment of the Okavango Basin – Energy Feasibility Study for Cuando-Cubango Province

Source: Gesto Energy Consulting, VIG World Business Development and The Nature Conservancy (2021).

**Table 8** - Considerations and monitoring factors for MCA in the SEA of Korea’s Long-term Plan for Dam Construction (LPDC)

Considerations	Monitoring Factors
Landscape and geology (LG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Specific topology, geology, and landscape assessment</li> </ul>
Ecological worth (EW)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Land: land plants, birds, mammals, insects, amphibians, and reptiles</li> <li>Water: fish, benthic macro-invertebrates, phytoplankton, and zooplankton</li> </ul>
Water quality (WQ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH, temperature, BOD, COD, DO, SS, TN, TP, total coliforms, heavy metals (As, Cd, Pb, Cr<sup>+6</sup>, Cu) (14 items)</li> <li>Stream water quality assessment for investigation results</li> </ul>
Environmental toxicity (ET)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mines (including abandoned mines) and landfill in dam watersheds (assessment of potential soil pollution)</li> </ul>

Source: Park et al. (2015)

## 2.5 SEA CASE STUDIES IN WATER MANAGEMENT

### 2.5.1 River Basins

#### Kenya; Tana River Delta Strategic Environmental Assessment (SEA)

##### SEA framework

Kenya has consolidated the development of environmental assessment by having in place since 1999 the **Environmental Management and Coordination Act**. The Act established the institutional and legal framework for management and conservation of the environment. Last amended in 2015, in which Strategic Environmental Assessment (SEA) is defined as well as the obligation of all Policies, Plans and Programmes, as those defined in the Act, to be subject to the SEA.

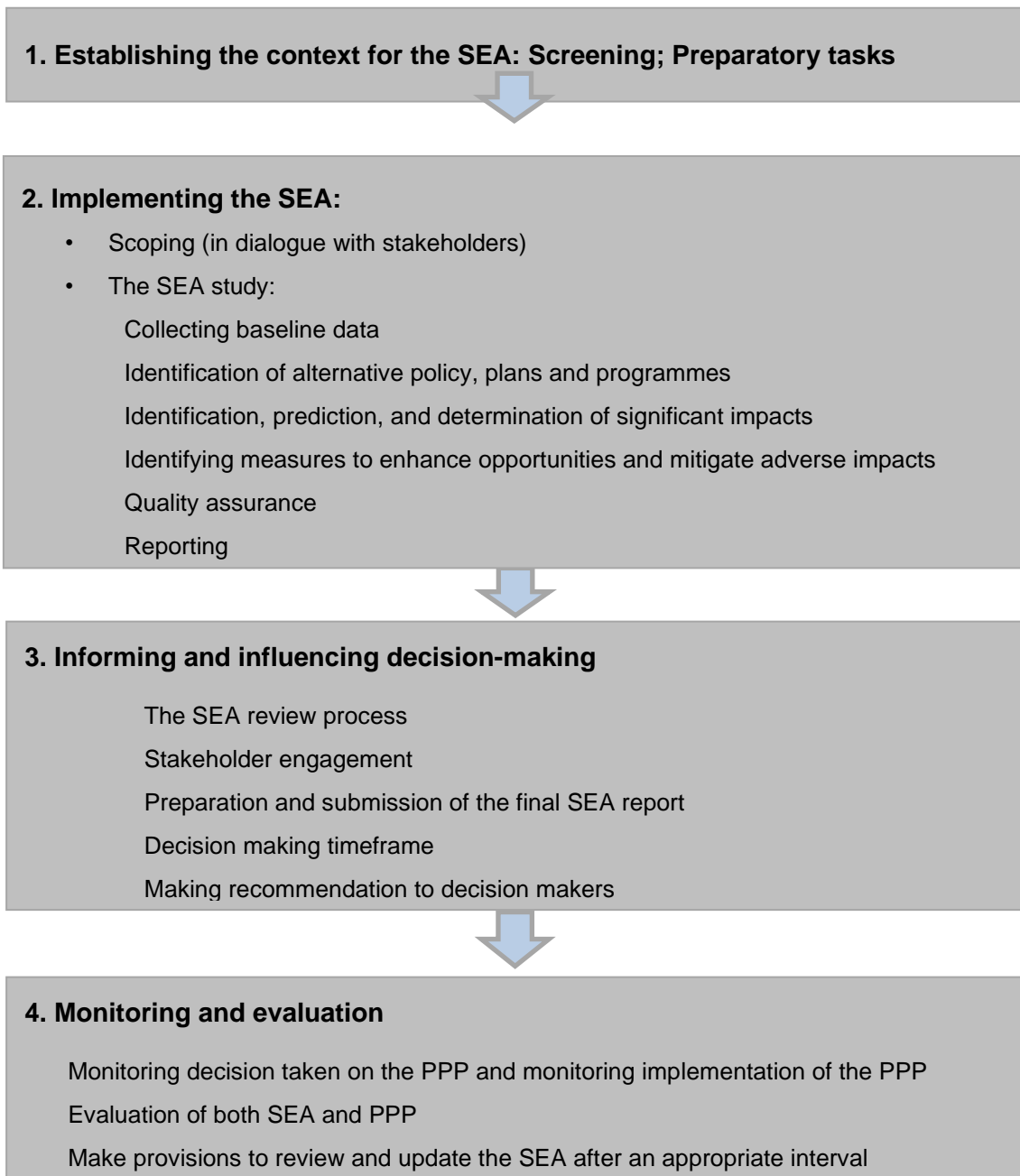
In accordance with the main law, the **Environmental Regulations (Impact Assessment and Audit)**, 2003, define the procedures for impact assessment, in which SEA is included. It defines the main aspects to be considered in this assessment, that the Government and Lead Agencies must incorporate the principles of SEA in the development of sector or national policy, the main structure of the strategic environmental impact report, and the main strategic aspects to be considered in the proposed policy, plan or program (such as alternatives and strategies, environmental analysis, baseline information covering potential affected areas, relevant legislative framework and policy documents, etc.).

In addition, the Environmental Management and Coordination Act states that the Authority shall, in consultation with lead agencies and relevant stakeholders, prescribe rules and guidelines in respect of Strategic Environmental Assessment. Accordingly, in 2011, the National Environment Management Authority published the *National Guidelines for Strategic Environmental Management in Kenya*, which provides a practical framework for the implementation of SEA in Kenya under the Regulations in place. Among others, it defines SEA basic principles, main components of the SEA process, including desired success factors. It establishes four stages and respective steps for undertaking SEA as demonstrated in (NEMA, 2011).

The Guidelines for SEA provide useful practical guidance on:

- i) Potential environmental linkages with policy reforms in different sectors;

- ii) SEA review evaluation criteria (checklist form);
- iii) Performance criteria by International Association of Impact Assessment (IAIA);
- iv) Criteria for determining the likely significance of effects referred in the article 3(5) of the Directive 2001/42/EC of the European Parliament and the Council of 27/6/2001.



**Figure 3 - Stages of SEA development in Kenya**

Source: NEMA (2011)

### Tana River Delta Strategic Environmental Assessment (SEA)

A SEA was carried out to support the preparation of the Tana River Delta Plan. This plan, developed from 2011 to 2014, aims to guide policy formulation and decision-

making on the future development of the Tana River Delta (ODHENGO et al., 2014). The SEA intends to integrate the socio-economic and ecologic aspects in the Tana Delta Land Use Plan (LUP) by:

- i) Describing the external and in-situ factors influencing land-use in the delta;
- ii) Ensuring the integration of stakeholders' perspectives into the proposed land-use plan (LUP);
- iii) Establishing the implications of the proposed LUP in the delta's sustainable management and development;
- iv) Identifying and mapping specific habitat and natural resources/ land use zones that should be preserved to ensure the survival of the Tana Delta ecosystems;
- v) Assessing alternative land-use options that can inform the proposed plan.

The SEA had the following structure:

1. Baseline
  - o Context and role of SEA
  - o Situation analysis (description of the delta, socio-economic conditions and land-use, environmental conditions, biodiversity, key issues),
  - o National and Regional development scenarios.
2. Assessment of the baseline and three scenarios
  - o Assessment of existing situation
  - o Assessment of scenario A, B and C (individually)
  - o Summary of findings from all scenarios
  - o Conclusions and recommendations. Extensive consultation of the community at community, county and national level.

The SEA provided a detailed assessment of key issues that drive change in the Tana Delta and offered options that could be integrated in the LUP. It concludes that future development of the delta must be done upon the combination of self-sufficiency, community-led enterprise and public/ private partnership. In this matter, several recommendations are made concerning the Tana River Delta namely with regard to the economic activities to be enhanced (technologies for cooking and power alternative to charcoal and firewood, factories for local produce as a modern slaughterhouse and a fruit juice processing plant, sustainable agriculture) or limited (grazing livestock, irrigated crop of sugarcane) and changing population settlements out of the floodplain (ODHENGO et al., 2014).

## **Malawi; Shire River Basin Management Programme (Phase I) Project Environmental and Social Assessment Report**

### SEA framework

Strategic Environmental Assessment (SEA) in Malawi is established in the *Environment Management Act of 2017*, according to which a public institution that intends to develop policies, legislation, programmes, plans with the potential of having adverse effect on the environment shall conduct a SEA on such proposal and submit the findings to the Authority for approval. The Government of Malawi, through the Department of Environmental Affairs has also published *Environmental Impact Assessment (EIA) Guidelines* in which are listed the activities that require or may require the development of an EIA.

The guidelines are referred to EIA for projects and their implementation, but despite not defining specifically the applicability of SEA, the guidelines recognize that projects are often proposed within policies, programmes and/or plans which themselves might not been assessed with regard to their environmental impacts and then do not allow for a project-level EIA to propose corrective measure in accordance. In the guidelines, it is stated that this “higher level of analysis is often called strategic environmental assessment (SEA)”.

In Malawi, Strategic Environmental Assessment (SEA) is also carried out to comply with the World Bank’s Operational Policy in the cases where the programme/ plan development or implementation is financed by the World Bank and related agencies. This was the case of the Shire River Basin Management Programme (SRBMP) to which the World Bank as provided assistance to the Government of Malawi with financing to the project, as part of a long-term Programme with the SRBMP being the first phase (WASTE, WATER & ENVIRONMENTAL CONSULTANTS, 2013).

### Shire River Basin Management Programme (Phase I) Project Environmental and Social Assessment Report

The Shire River Basin Management Programme intends to make significant progress in achieving socially, environmentally and economically sustainable development in the Shire River Basin through two main objectives: 1) prepare a strategic planning and development framework for the River Basin; 2) support targeted



investments, to improve land and water resources management and livelihoods in the basin.

The Environmental and Social Assessment (ESA), concluded in 2013, was developed to help mitigate the potential negative impacts of the programme and enhance its positive benefits. It covers all stages of the project cycle. The preparation of the ESA included: Identification of key projects activities, key potential positive and negative impacts, as well as mitigation measures for negative impacts. The main methods applied to so were: desk review, reconnaissance survey, detailed field investigation and public consultation. Key stakeholders were consulted such as central governmental officers, official from Water Boards, City, Town and District Councils, Traditional leaders and communities.

Overall, the strategy to execute the ESA followed seven steps:

- 1) Review of existing biophysical and socioeconomic conditions;
- 2) Review the implementation approach of the projects planned for the area;
- 3) Field investigations on water resources, forest management, agriculture production, biodiversity, economic activities and catchment management.
- 4) Consultations with stakeholders;
- 5) Identification and analysis of potential generic environmental and social impacts the project activities are likely to generate within and around the project area;
- 6) Identification of appropriate generic mitigation measures;
- 7) Compilation of a generic management and monitoring plan for addressing the impacts during the project's implementation.

The final report had the following structure:

1. Project description and objectives of the ESA;
2. Physical setting of the project area (topography, geology, climate, hydrology, water quality and management, flooding, regulation of lake levels and water flows, invasive aquatic weed);
3. Biodiversity;
4. Socio-economic profile;
5. Relevant Legislation and World Bank Policies;
6. Identification and Assessment of Environmental and Social Impacts;
7. Generic Environmental and Social Management and Monitoring Plans;
8. Institutional Arrangement for Implementation of SRBM Project;

9. Exit Strategy;
10. Conclusions and Recommendations

The identification and assessment of environmental and social impacts was based on both primary and secondary data from the Project Appraisal Document, detailed Project Description, Terms of Reference and from government documentation and statistics, as well as other relevant documents. Secondary data was complemented by field investigation and socioeconomic studies of the project site and surroundings, focused on environmental and socioeconomic components likely to be impacted (physical/ chemical, biological/ ecological, social/ cultural, and economic/ operational). *Simple and modified Leopold Matrices*, in combination with a consultative approach and professional judgement were used to identify and evaluate the potential impacts of the programme.

The impacts were evaluated using the attributes of significance and probability of occurrence. The evaluation and scoring method was adapted from the Malawi guidelines for Impact Assessment of 1997 (WASTE, WATER & ENVIRONMENTAL CONSULTANTS, 2013).

The SEA found mostly positive impacts originated by the catchment management and rehabilitation, namely on soil erosion, land resources and wetland management, protection from flooding, improved protection of wildlife habits, improved carbon storage through forestry interventions and increased economic development in the Basin. Potential negative impacts include removal of vegetation for construction, disturbance of fauna and communities, small scale loss of wildlife habitats and salinization within irrigated fields.

Several actions are recommended to deal with negative environmental impacts and to ensure the involvement and participation of local communities, but the project is overall assessed due to proceed as it will generate in the short and long term significant environmental and social benefits to the Shire River Basin (WASTE, WATER & ENVIRONMENTAL CONSULTANTS, 2012).

## 2.5.2 Water sector transboundary

### SEA of Hydropower on the Mekong Mainstream

The SEA of Hydropower on the Mekong Mainstream, completed in 2010, was prepared for the Mekong River Commission (MRC) and inter-governmental river basin organization, covering Cambodia, Lao, Thailand and Vietnam, that provides the institutional framework to implement the 1995 Mekong Agreement for regional cooperation in the Mekong Basin. Considering the rapid change and economic growth observed in the region, the MRC defined the development of hydropower on the Mekong mainstream as one of the most important strategic issues. Twelve hydropower schemes have been proposed.

Mekong river is one of the last large rivers on Earth not dammed for most of its length, and the only still flowing freely to the sea through five of six riparian countries – Myanmar, Lao PDR, Thailand, Cambodia, and Vietnam. The interest in hydropower has increased since 2006, with most of the Mekong River tributaries with cascades of dams in place or planned to be operational until 2030.

Generally, the SEA seeks to identify the potential opportunities and risks of the proposed projects to regional development, assessing development alternatives, focusing on economic development, social equity and environmental protection. The SEA also intends to support the Basin Development Planning process, with an in-depth analysis of the power sector. The SEA was focused on the projects planned for three distinct hydro-ecological zones and assess them in five different dam groups: i) all proposed Lower Mekong Basin (LMB) mainstream dams, ii) the cluster of 6 Upper Lao projects upstream of Vietnam, iii) the two Middle-Lao projects immediately up and downstream of Pakse, iv) the two smaller Lower Lao projects at Khone Falls and iv) the two Cambodian Projects upstream of Kratie.

Four phases comprised the SEA: 1) scoping phase to define key strategic issues of concern to the river basin development; 2) baseline assessment describing past trends and their projection without mainstream hydropower; 3) an impact assessment of the effects of mainstream hydropower on those trends and 4) a phase to identify ways of avoiding and mitigating the risks and ways of enhancing the benefits. Intensive stakeholder consultation was ensured, with more than 60 line agencies, 40 NGOs and civil society organizations, as well as 20 international development organizations engaged through meetings and workshops. Their input was considered in the

development of the SEA, although some of the issues raised were beyond the SEA's scope (ICEM, 2010):

The main SEA findings were presented according to the "big strategic issues" identified (ICEM, 2010):

- Power generation & security: projects have a significant potential contribution to power generation in the region (23% of technical hydropower potential in the four countries) while not critical to ensure the healthy growth of the regional power sector; however, projects are more critical to Cambodia, which has few alternatives to import expensive fossil fuels;
- Economic development & poverty alleviation: even with mitigation the program will likely contribute to growing inequality and short to medium term worsening of poverty;
- Ecosystem integrity and diversity: mainstream projects will originate massive reductions in sediment transport and disruption of hydro-ecological seasons; permanent losses in aquatic and terrestrial biodiversity of global importance (including the loss of 17% of Mekong's in-channel wetlands and extinction of a number of species) are expected;
- Fisheries & food security: risks and losses in terrestrial and aquatic ecosystems will increase food insecurity for millions of people, with a synergistic effect from climate change, further reducing fisheries and agricultural productivity;
- Social systems – livelihoods & living cultures: projects will degrade livelihoods of the poorest communities in Mekong riparian provinces;
- Regional cooperation and conflict: developments have the potential to create transboundary impacts and international tensions, but the project provide an opportunity to increase regional cooperation consistent with planning.

The main recommendation of the SEA is that decisions on dams should be deferred for a period of 10 years, a period in which several actions are to be made in order to reduce uncertainty and develop alternative designs, to be reviewed every three years (ICEM, 2010).

#### SEA of the Cubango-Okavango River Basin

The SEA of the Cubango-Okavango River Basin (CORB) was prepared for OKACOM, the Permanent Okavango River Basin Water Commission (OKACOM,

2021), aiming to assess existing and future development plans for the basin, against socio-economic and environmental benefits for the basin, and constitute an instrument for the responsible and informed management of the CORB resources.

CORB includes permanent surface water flows and wetlands, spanning for approximately 700 000 km<sup>2</sup> covering part of Angola's, Botswana's, and Namibia's national territories, together with a small area from Zimbabwe. The Basin is divided in 5 main hydro-ecological areas:

- 1) Headwaters in Angola (upper basin);
- 2) Intermediate section (lower Cuito and Cubango);
- 3) Panhandle;
- 4) Okavango Delta;
- 5) The lower basin (Botswana and Zimbabwe semi-arid).

A significant part of the Basin locates in a semi-arid area. Relevant concerning forest, savanna, and wetlands habitats, CORB includes important hotspots for biodiversity and conservation. The Basin provides water for key regional and national uses, including irrigation, hydropower generation, tourism, urban supply, and biodiversity support.

The CORB SEA intends to understand the development context of the three riparian countries Angola, Botswana and Namibia, to identify the problems and opportunities together with the main trends and evaluate the strategic options that will allow to achieve the strategic objectives. The SEA will contribute to coordination between OKACOM member states, facilitating the decision-making process relative to socio-economic and environmental development of the basin. Additionally, will contribute to the compliance of the World Heritage Committee Decision 42 COM 7B.89 considering the Outstanding Universal Value of the basin requiring assessment of impacts of any development at the strategic level and at the landscape scale.

The SEA is developed in four phases: 1) scoping, consisting in the analysis and selection of relevant policies, plans and programmes (PPP), establishment of the Strategic Reference Framework and of the focus of SEA; 2) draft SEA with evaluation of the PPP by CDF focusing on main trends related to the evolution of the current situation supported by assessment indicators; 3) final SEA including stakeholders feedback; 4) environmental action programme, comprising socio-economic and environmental indicators system, environmental and sustainability measures, good environmental and sustainability management practices, institutional framework for

implementation and monitoring matrix. Stakeholder consultation is ensured with meetings, workshops and website.

The main findings of the SEA include:

- Socio-economic development: mostly positive effects are expected concerning population (growth, attenuation asymmetries, expansion of urban centres and villages), attenuation of poverty, qualifications of the labour force, employment opportunities, access to basic services and infrastructure (water and sanitation, electricity);
- Biodiversity and conservation: opportunity to raise public awareness and enhance knowledge on physical and biological diversity of the CORB, but may arise pressure over conservation areas and threats on wetlands and riparian habitats from increasing urban development and degradation of water quality;
- Land management and use: continuation of land disputes, land use conflicts and change, degradation and loss of land uses, leaving women, the poor and indigenous groups particularly vulnerable to land loss;
- Sustainable use of water resources: water demands from economic activities are expected hard to meet, with the possibility of severe water stress in a high development scenario;
- Basin knowledge and resources management: insufficient measures in place to ensure a fair sharing in the CORB.

The main recommendation which can be highlighted concerns governance improvement through the development of a clear and legally based regulatory document bounding the Basin's states to sustainability management.

### **2.5.3 Brazil**

According to the literature, Strategic Environmental Assessment (SEA) is applied to the sectors that are subject to Policies, Plans and Programs with the potential of having significant environmental impact such as: energy, agriculture, industry, transports and water resources. In Brazil, besides being aligned with the principles defined by the Law of Water of Brazil, SEA is also compatible with the water resources management model instituted in which the development of Water Resources Management Plans should follow strategic planning principles (VASCONCELOS, 2013). However, currently there are few examples of environmental assessments in

the water sector. Some examples include the SEA of the Environmental Sanitation Policy and the Water Quality Program of Ceará and the SEA of the Hydropower Program for the State of Minas Gerais.

In the SEA of the Environmental Sanitation Policy and the Water Quality Program of Ceará (ARCADIS, 2017), the scope of the environmental assessment was the analysis of the state public policies with direct influence on the quality of the water resources of Ceará state. These include the State Policy of Water Resources, the State Policy of Water Supply and Sanitation, the State Policy for the Environment and the State Policy for Waste. The study covered the entire territory of Ceará with a particular focus for the hydrographic regions.

On the other hand, these policies are implemented within Brazil's core governance framework in which is included the Federal Constitution and some Federal Laws, Codes and Policies, such as the Urban Policy, the Law Against Environmental Crimes, the Forestry Code, the National Policy for Biodiversity, among others. Finally, an identification of the state of Ceará legal and policy framework that supports or interacts with the main policies under assessment in the SEA was carried out. Then the institutional set up covered by such legal and policy instruments was identified.

The SEA methodology adopted was based on the conceptual and methodological strategy prioritizing the Critical Decision Factors Model (PARTIDÁRIO, 2012). On the other hand, the methodology designed follows the institutional approach, based on the World Bank experience in the implementation of SEA as an instrument for supporting decision-making in sustainable projects (WORLD BANK GROUP, 2012). Considering this methodology, the SEA has the following structure:

1. Background
2. Objective of the SEA
3. Scope of the SEA
4. Political, legal and institutional set up
5. Critical decision factors
6. Population and GDP forecast
7. Scenarios
8. Strategic Decisions: Guidelines and recommendations
9. Indicators

The SEA resulted in recommendations organized within a set of strategic decisions defined for each CDF (ARCADIS, 2017):

- Institutional articulation: improve public policies management systems and integrate sectorial planning;
- Supply – surface water and groundwater: promote the expansion and security of water supply system pursuing new opportunities for diversion, desalination and reuse; establish an integrated system of State hydraulic infrastructure, able to efficiently meet the demand, mainly in drought periods;
- Water demand – water uses: establish an effective policy for water demand management
- Effluent treatment: reduce the difference between the sanitation service coverage index and population effectively connected to the sewage system; increase the coverage of the sanitation service in the Ceará municipalities; eliminate the discharge of industrial effluents not compliant with legal standards; integrate water supply for human consumption and sanitation data in a single database
- Water quality: promote the continuous improvement of the water quality in Ceará;
- Solid waste: priority of action to the implementation of the solid waste management at the municipal, regional and river basin levels; improve management of solid waste in municipalities and regions;
- Environmental protection and land-use planning: promote the rational and sustainable use of natural resources, the integrated management of land-use and biodiversity conservation;
- Health: strengthening the role of the State Health Secretariate (SESA) in the Ceará's water quality.

The interest in fostering SEA for river basin planning and management is observed in the technical literature and some political wings. One example is the study developed by Pizella & Sousa in 2013 which assesses the contributions the development of SEA might provide for the Water Resources Management Plan of the hydrographic basin of the river Pardo in São Paulo State, Brazil.

The potential of SEA for the development of the Water Resources Management Plan, was assessed based on the guidelines of the European Directive 2001/ 42/ EC. The study demonstrates how SEA could have been applied to the development of the River Pardo Water Resources Management Plan, and how would it contribute for the development of the plan.



The Rio Pardo River Basin locates in São Paulo State, in the divide with Minas Gerais State and is a relatively small basin with an area of 8.991 km<sup>2</sup> (PIZELLA; SOUSA, 2013). The main benefits provided by the SEA were: allowing to strengthen the links with sectorial level policies by integrating those into strategic action; identification of the aspects that might help the diagnosis of the river basin current situation; consideration of integrated future scenarios, instead of the scenario focused on the management plan, as it occurs; and guiding monitoring to the river basin.

Moreover, SEA contributes significantly to measure the impact of the different actions proposed by the plan, in which strategic and long-term planning is considered, thus helping decision-making to be more sustainable. On the other hand, the authors highlighted that the Brazilian water resources management institutional set, namely the existence of river basin committees, would ease stakeholder engagement, an essential aspect for an effective SEA (PIZELLA; SOUSA, 2013).

The study identified as the main obstacles for the implementation of SEA being the lack of a regulatory instrument in the country (only sparse objectives and methodologies with no connection between them have been published), as well as the lack of clear methodological guidelines for SEA elaboration, including the recommendation for them to be conducted alongside the development of the Policies/ Plans/ Programs in study. The lack of relevant detailed information, namely environmental data, also poses challenges for the development of SEAs (PIZELLA; SOUSA, 2013).

## 2.6 DISCUSSION OF REGIONAL APPROACHES

Based on the information collected from several countries and regions it is presented in this section a discussion of SEA framework referring to plans/policies/programmes interfering with river basins.

The SEA approach appears very variable within each country, being mostly determined by the entity that carries the assessment and not so much by legal binding. The situation in each region is contrasted according with:

- Governance type: type of entity that promotes the SEA process;
- Formality: either SEA mandatory by law (formal) and with a defined content for plans/policies/programmes interfering with river basins or not mandatory (informal);

- Socioeconomics assessment: inclusion of social and/or economic issues in the assessment and not only strict environmental issues;
- Transboundary specifications: existence of SEA specifications for transboundary assessment;
- Public Participation: level of public engagement in the SEA process (number of events and phase of the SEA when they occur) and importance of Public Participation for the final SEA verdict;
- Legal binding: degree of influence of the SEA in the assessed plan/policy/programme development and final approval.

### 3 MATERIALS AND METHODS

#### 3.1 INTRODUCTION

The objective of the São Francisco SEA is the assessment of the challenges of mid term water sustainability, and the contribute of the SF RBP 2016-2025 towards sustainable IWRM in the São Francisco Basin. Thus, the SEA is focused on the analysis of the 2016 Plan, and the implementation of the River Basin Action Plan that was proposed for the period 2016-2025.

The SF RBP SEA is conducted using the base methodologies for CDF, scenario development, stakeholders' consultation and MCA for the assessment of the results. The whole process to be accomplished in the following steps:

1. Analysis of selected Plans, Policies and Programs concerning the São Francisco Basin
2. CDF definition
3. Evaluation criteria definition and indicators
4. Key stakeholders and stakeholders engagement
5. Strategic environmental assessment and scores

Those steps are detailed in the following sections.

#### 3.2 ANALYSIS OF PLANS, POLICIES AND PROGRAMS IN THE SÃO FRANCISCO BASIN

A preliminary analysis focused on Plans, Policies and Programs which interfere with the São Francisco Basin in the timeline of the SF RBP. The aim in this step is to survey objectives and developments defined for the São Francisco Basin.

This analysis included the São Francisco River Basin's Macro Ecological Economic Zoning (in Portuguese *Macro Zoneamento Ecológico Econômico da Bacia Hidrográfica do São Francisco*) (NEMUS, 2018) plus other regional plans, policies and programs, relevant to water management (energy production, agriculture and others), social issues, sustainable development and climate change or ecosystems conservation. This included water management plans of São Francisco sub-basins, sanitation plans, renewable energy plans, among others.

### 3.3 OVERALL SF RBP 2016-2025 SEA METHODOLOGY

The Strategic Environmental Assessment (SEA) of São Francisco River Basin Management Plan (SF RBP 2016-2025) included also the assessment of the SF RBP Action Plan, that was scheduled for the period 2016-2025 (Brazilian River Basin Plans must be revised every 10 years).

The SEA (Chapter 8) is conducted according to selected Evaluation Criteria (EC) and Targets, that are defined for each Critical Decision Factor (CDF). A total of 19 EC were considered, based on the actions that were proposed in the SF RBP 2016-2025 Action Plan. Each EC was assessed according to a specific set of targets, that are closely related with the targets proposed in the SF RBP 2016-2025 Action Plan.

Tables 9-12 shows the CDF Evaluation Criteria and respective targets (see table 9 for CDF 1, River Basin Planning and Water Governance).

SEA also dwells on the lessons learned in the three scientific published papers included in this thesis, which reflect the research conducted by the authors, as well as on the information gathered from complementary sources organized in Annexes I-V (Section II).

Namely, the *paper “A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of river basins”* (Chapter 5 and Appendix I) contributed to enlarge the referential for water resources management framework, complementing and confronting the Brazilian water quantitative and qualitative approach with a broader ecological approach adopted in the European Union.

The *Paper “Water Management in the São Francisco River Basin; sustainably challenges”* (Chapter 6 and Appendix II) focused on São Francisco River Basin sustainability challenges, and considered several development scenarios where the water demand was assessed by contrasting with water availability. The paper’s results highlighted probable water scarcity in most sub basins, although the level of scarcity varies significantly depending on water management options.

*Paper “Water Availability in the São Francisco River Basin: Current and prospective scenarios (2015 – 2035)”* (Chapter 7 and Appendix III) deepens water quantitative analysis, including surface water balances modelled through a combined use of simulation and optimization techniques, to determine water allocation and priorities to meet demands according to several perspective scenarios. The research

also included prospective groundwater balances, considering consumptive uses and the exploitable flow (a function of average aquifer recharge).

Once again, the results showed scenarios in which available basin's water resources will not be sufficient to satisfy the demanded prospection, highlighting the importance of a sound governance framework of future water management options, namely the implementation of the SF RBP 2016- 2025 Action Plan.

Annexes I, II, III IV and V (Thesis section II) displays complementary data that was gathered to support the strategic environmental assessment. This data is organized considering each CDF, and is used as complementary input for the SEA. Exercise summarized in Section I (see Chapter 8).

The evaluation of each CDF considered a sequential approach using the information of Annex I, II, III, IV and V, that presents the following information:

- Opinions and comments of interviewed SEA key stakeholders (Annex I).
- Information relative to the implementation of the SF RBP 2016-2025 Action Plan (Annex II);
- Information concerning updated news on the São Francisco River Basin (Annex III);
- Information concerning the Diagnostic of SF RBP 2016-2025 (Annex IV);
- Information concerning São Francisco Basin waterborne health problems (Annex V).

**Annex I** includes the stakeholders' interviews transcriptions, and show their diverse perspectives and comments regarding São Francisco Basin sustainability challenges. Stakeholders' opinions are considered not only in the SEA but also in the discussion of overall results and updated progresses on the São Francisco River Basin governance and implementation of the Action Plan.

**Annex II** complements the thematic diagnoses that are presented in the Annexes III, IV, V and includes one update of the decadal SF RBP Action Plan's main activities that are related to each CDF. As the Action Plan was scheduled for the period 2016-2025, this update concluded in 2021 corresponds to a midterm evaluation of the Action Plan's implementation.

Thus, the midterm SF RBP 2016-2025 Action Plan evaluation contributes to the strategic environmental assessment in two ways: (i) it allows a detailed assessment of the Plan's proposed solutions according to the River Basin's main environmental

problems and management challenges and (ii) includes a list of the activities implemented so far, and their results. In this way Annex II summarizes the progress on the action plan implementation, highlighting the positive and negative trends, and main difficulties and updated challenges.

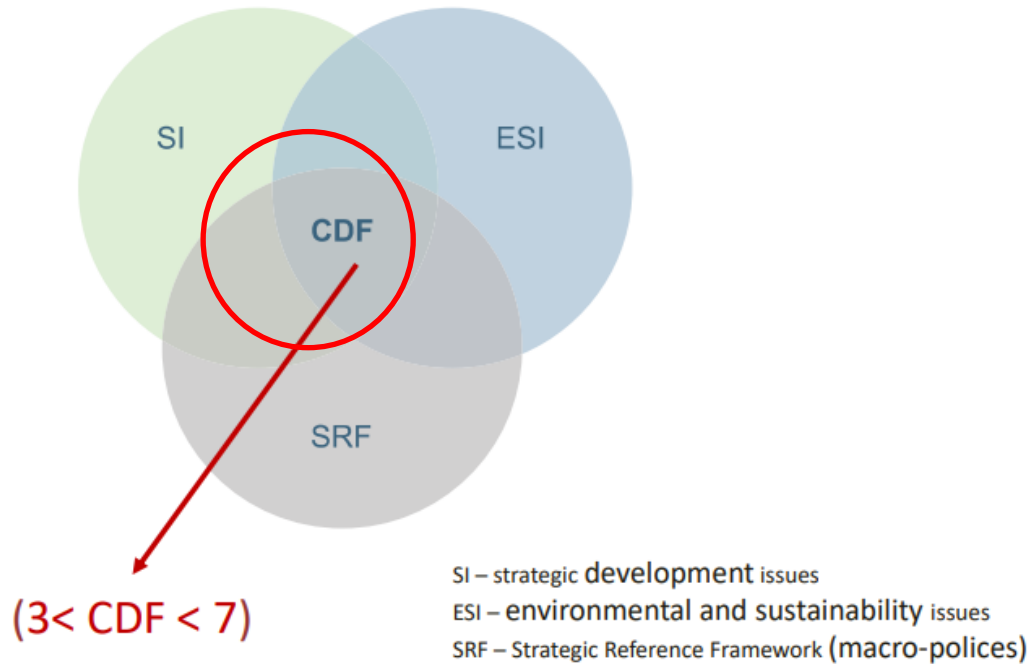
**Annex III** includes a mediatic analysis of the environmental, social, and economic and policy news related with the São Francisco River Basin. This information is presented for each CDF, and displays published news for the period 2016- 2021, thus complementing the SF RBP 2016-2025 own media analysis (the Plan's analysis covered the period 2004-2015). News contents contribute to the SEA once they reflect society's major concerns, expectations, and conflicts.

**Annex IV** comprises a synthetic environmental diagnostic of each CDF. This diagnostic is based on the SF RBP 2016-2025 contents, and the Annex presents a synthesis of the more significant issues, trends, challenges, and the Plan's proposed solutions. To ease the environmental assessment, Annex IV thematic diagnoses are presented sequentially from CDF 1 to CDF 6.

**Annex V** Includes one brief approach to São Francisco River Basin waterborne health problems in the SF States

### 3.4 CDF DEFINITION

Following the general approach proposed for SEA with the CDF methodology by Partidário (2012), the definition of the CDF for the SF RBP's SEA is found in the context provided by strategic development issues (SI), environmental and sustainability issues (ESI) and the strategic reference framework (macro-policies, SRF), as presented in Figure 4 - Critical Decision Factors (CDF) context framework.



**Figure 4** - Critical Decision Factors (CDF) context framework

Source: Partidário (2012)

For the São Francisco River Basin the following key contextual issues were considered:

- **Strategic Issues:**
  - Changing energy matrix;
  - River navigation and waterways development;
  - Reduction of poverty levels in the Sub-medium and Lower São Francisco regions;
- **Environmental Sustainability Issues:**
  - Biodiversity in the Upper, Medium, Sub-medium and Lower São Francisco regions;
  - Semiarid region sustainability;
  - Water quality in the Upper and Medium São Francisco regions;
  - Erosion and sedimentation;
- **Strategic Reference Framework:**
  - Climate change adaptation and resilience;
  - Water security;
  - Protection of reminiscent areas of biomes caatinga and cerrado;

- Agroindustry development and sustainability;
- São Francisco River revitalization and remediation;
- Inclusion of indigenous communities and other minorities;
- Creation of balanced development hubs;
- Transboundary water transfers;
- Balance between different States water management policies and Federal management policies.

Considering the context and the research developed, the CDFs that are to be considered in SEA are the following:

- Critical decision factor 1 (CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance) is focused in River Basin integrated water governance; this CDF assess the institutional strengths, stakeholder engagement policies and practices, as well as water planning and monitoring frameworks;
- Critical decision factor 2 (CDF 2 - Water Quality and Sanitation): refers to water quality, pollution, sewage and waste treatment;
- Critical decision factor 3 (CDF 3 - Water Availability and Sustainability) refers to water accountability and sustainability, and deals with water security in each of São Francisco major regions: Upper, Medium and Sub medium, and Lower São Francisco;
- Critical decision factor 4 (CDF 4 – Climate Resilience in the Semi-arid Region): this CDF deals with the semi-arid region environmental and socioeconomic challenges including climate change;
- Critical decision factor 5 (CDF 5 – Biodiversity and Conservation) is about biodiversity; this CDF deals with the trends in nature conservation in the River Basin, with a special focus on key habitats: forests, savanna shrub-lands, riparian vegetation, marginal wetlands, and coastal lagoons and wetlands;
- Critical Decision factor 6 (CDF 6 – Land Use and Dam Safety) is dedicated to the assessment of the relationships between land use, water and socio-economic development, including indigenous people communities sustainable development, and other key land and water dependent uses (e.g. navigation, hydroelectricity...).



### 3.5 EVALUATION CRITERIA AND INDICATORS

For each CDF several evaluation criteria are defined to assess how each CDF meets the sustainability objectives of the São Francisco River Basin. The assessment of each evaluation criteria (EC) is made considering defined targets for the period 2016-2025, as presented in Table 9 - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study.

**Table 9** - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 1

<b>CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Targets 2016-2025</b>
EC 1.1 – Water Management Framework	<p>Water users register completed in 2025</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of Basin’s main water bodies (surface and groundwater)</li> <li>• Operational Water Information System in 2025</li> <li>• Sub Basin Water Management Plans completed and updated (2025)</li> <li>• Active Partnership between the Basin Committee, National Water Agency, and Member States Water agencies (Water Pacts)</li> <li>• In 2025 at least 80% of key water planning activities concluded</li> <li>• Capacity building framework in place</li> </ul>
EC 1.2 – River Basin Environmental Awareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 10% of River Basin Habitants involved in environmental awareness activities</li> <li>• Significantly raise public awareness about water resources values (social, economic and environmental)</li> <li>• Empower water users' role in ensuring water resource sustainability</li> </ul>
EC 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 10% of the Basin’s key stakeholders participated in the River Basin capacity building programme</li> <li>• Significant environmental verifications by water management authorities</li> <li>• Consolidation of one environmental enforcement framework for the basin</li> </ul>

**Table 10** - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 2

<b>CDF 2 - Water Quality and Sanitation</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Target 2016-2025</b>
EC 2.1 – Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2020 monitor all major surface water bodies</li> <li>• Until 2025 complete the monitoring system for all groundwater bodies</li> </ul>
EC 2.2 – Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 implementation of one Investment Plan for prevention and control of pollution on surface and groundwater bodies</li> <li>• Implement remediation projects of more degraded mining areas</li> <li>• Implement a remediation programme for degraded agricultural and pasture areas</li> <li>• Implement a programme to prevent and control soil erosion</li> </ul>
EC 2.3 – Municipal Sanitation Plans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 all 505 municipalities have a municipal Sanitation Master Plan</li> </ul>
EC 2.4 – Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 93% of River Basin Dwellings covered by water supply infrastructures</li> <li>• Until 2025 significant improvement of the States critical water and environmental infrastructure</li> </ul>

**Table 11** - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 3

<b>CDF 3 – Water Availability and Sustainability</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Target 2016-2025</b>
EC 3.1 – Surface Water Availability and Accounting	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 consolidate the River Basin monitoring system (fluviometric and rain gauges)</li> <li>• By 2025 test and implement alternative strategies and projects to increase water availability in the sub basins</li> <li>• By 2025 increase significantly the number of municipalities with hydrological risk analyses and mapping</li> </ul>
EC 3.2 – Action Programme for Groundwater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 improve significantly groundwater knowledge</li> <li>• By 2025 implement revegetation projects in areas of maximum infiltration of Karst and Porous aquifer systems</li> </ul>
EC 3.3 – Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 define and implement new water storage systems (dams and water reservoirs, water wells, tanks and rainwater storage)</li> <li>• By 2025 implement water recycling programs</li> <li>• By 2025 reduce significantly the water losses in urban and distribution systems</li> <li>• Improve significantly the irrigation technologies</li> <li>• Increase the feasibility of the São Francisco Waterway</li> <li>• Increase fish stock, fisheries and aquaculture production</li> <li>• Test and implement strategies to deal with conflicting uses</li> </ul>
EC 3.4 – Ecological Flows	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 define and approve ecological flow regimes to the Upper, Medium, Sub medium and Lower São Francisco</li> </ul>

**Table 12** - Multicriteria Analysis (MCA) framework for the SF RBP Case Study; CDF 4/5/6

<b>CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Target 2016-2025</b>
EC 4.1 – Planning for Climate Change	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement climate change coping mechanisms in all the semiarid region:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Test and implement groundwater artificial recharge pilot projects</li> <li>○ Underground dams and reservoirs</li> <li>○ Fodder palm seedlings programme</li> <li>○ Community seed banks</li> <li>○ Grazing funds</li> <li>○ Irrigated forage production</li> </ul> </li> </ul>
EC 4.2 – Water Collection and Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 all dispersed rural settlements with 20.000 habitants or less are served by water cisterns</li> <li>• By 2025 improve regional desalination system network</li> </ul>
EC 4.3 – New Energy Matrix	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 implement several demonstrative projects for wood alternative energies</li> </ul>
<b>CDF 5 – Biodiversity and Conservation</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Target 2016-2025</b>
EC 5.1 – Protection of Important Natural Areas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 halve current deforestation rates in each state</li> <li>• By 2025 implement payment for environmental services in critical areas</li> </ul>
EC 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement and replicate pilot projects for remediation of natural degraded habitats, including riparian forests, river sources, marginal ponds and lagoons, and transitional and coastal wetlands</li> </ul>
EC 5.3 – Creation of a Green Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 outline a Green Network, including Conservation Areas and natural liaison spaces in between, improving a network of ecological corridors throughout the basin</li> </ul>
<b>CDF 6 - Land Use and Dam Safety</b>	
<b>Evaluation criteria</b>	<b>Target 2016-2025</b>
EC 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 significantly improve the coordination between water resources and land use policies and plans</li> </ul>
EC 6.2 – Dam Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement a comprehensive Dam Safety Policy covering all River Basin's dams and reservoirs</li> </ul>

These evaluation criteria and targets were defined for each CDF based on the following considerations:

1) Availability of detailed information in the SF RBP 2016-2025, as the SF RBP Action Plan establishes objectives for each of the priority axes (critical axes or critical factors) for IWRM, thus assigning key activities and targets for each CDF (Annex II);

2) Availability of detailed information about the recent evolution of CDF, including the basins diagnosis in 2004 (SF RBP 2004-2010), another in 2015-2016 (which is used as the baseline for our SEA exercise) and one update in 2021 (Annex IV and Annex II);

3) The critical axes of the SF RBP 2016-2025 were widely discussed with key stakeholders, and presented and validated in several public consultation events, done in all São Francisco regions. Thus, these critical axes are widely considered the main aspects or factors for IWRM in the Basin and accordingly a set of targets for each of key activities / factors was proposed and validated by the São Francisco River Basin Committee (validation took place at several plenary assemblies where all 64 RBC delegates were present). The final Plan was approved in September 2016 by 63 of the delegates and there was one abstention (from the AIBA – Bahia's Farmers and Irrigation Users Association representative).

For each of the evaluation criteria, indicators are considered for the quantification of the respective criteria. The indicators were selected considering the monitoring indicators defined for the SF RBP (CBHSF, 2016) and Macro Ecological Economic Zoning (NEMUS, 2018), as at least some of these are regularly assessed.

To the CDF and criteria are attributed weights to be accounted in the MCA considering the author knowledge about River Basin SEA processes, and personal experience on the São Francisco River Basin and in River Basin Management. The CDF considered weights are presented in Table 13 - Critical Decision Factors MCA weights.

**Table 13** - Critical Decision Factors MCA weights

<b>Critical Decision Factor</b>	<b>MCA weight</b>
CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance	20%
CDF 2 - Water Quality and Sanitation	20%
CDF 3 – Water Availability and Sustainability	20%
CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	10%
CDF 5 – Biodiversity and Conservation	20%
CDF 6 - Land Use and Dam Safety	10%

### 3.6 KEY STAKEHOLDERS AND STAKEHOLDERS' ENGAGEMENT

Being a vast and populous watershed São Francisco key stakeholders are varied and multiple, making stakeholders engagement a considerable challenge.

It results from the assessment methodology that SEA evaluated both São Francisco's Basin planning and management framework and the results of the RBP 2016- 2025 action plan implementation (mid term evaluation of outcomes in the period 2016-2021). This double objective influenced the design of the stakeholder engagement and dictated the interview of institutional and academic representatives with a high degree of knowledge on the SF water management challenges and practices.

Thus the interviews (see annex I) of several independent institutional representatives (non governmental): the President of the River Basin Committee Anivaldo Miranda and River Basin Agency directors, Célia Fróes and Alberto Schwartzman, and three Academia representatives: Yvonilde Medeiros, water expert and full professor at Bahia Federal University (UFBA). Ruy Aguiar Dias, sociologist full professor at UFBA; and Sérgio Barros economist, professor at Federal Fuminense University.

On the Federal Government side the interviews include two high ranking officers of the Ministry of Environment, Salomar Mafaldo de Carvalho and Felipe Barbosa (from the coordination unit of the SF Macro ZEE, the macro Economic/ Ecologic Zooning of the Basin), the Ministry of Regional Development infrastructure specialist Irani Braga Ramos, and from the State Government of Minas Gerais Marília Melo, Environment and Sustainable Development Secretary. Finally the interview of Athadeu Ferreira da Silva senior advisor of CODEVASF a Federal Governmental Agency for the São Francisco Basin, for a integrated economic/ environmental prespective.

### 3.7 SEA SCORES

This final step of SEA comprises the assessment scores of each EC according to the information on the CDF indicators and targets assessment matrices.

The EC considered for each CDF were evaluated according to SF RBP performance, supporting the sustainability assessment of the plan and the drawing of recommendations. Scores Assessment took the following steps are followed:

- Assessment of indicators facing SF RBP targets;
- Score of each individual EC;
- Score of each CDF is obtained considering the scores and weights of each EC (see table 9, 10, 11 and 12 for CDF evaluation criteria considered);
- Final strategic sustainability assessment is obtained combining the scores of the six CDFs (see table 13 for the critical decision factors MCA weights).

EC are scored from desktop study of available data for the São Francisco River Basin. Main data sources to be consulted are the SF RBP baseline (CBHSF, 2016) (see Annex IV), the Macro Ecological Economic Zoning (NEMUS, 2018), the 2021 update on the SF RBP Action Plan 2016-2025 corresponding to a mid-term evaluation of the critical axis/activities implemented (Annex II), São Francisco Basin updated 2021 media analysis (Annex III). Key stakeholders interviews performed in August-September 2021 (Annex I) provided valuable opinions and comments on the main sustainability challenges, environmental and social problems. These opinions and comments contributed to the scoring of critical decision factors.

The score of each EC is made through a Likert scale 7-point scoring system, as provided in Table 14 - Likert scale 7-point scoring system for CDF's evaluation criteria: global perceived effect.

**Table 14** - Likert scale 7-point scoring system for CDF's evaluation criteria: global perceived effect

<b>Score</b>	<b>Description</b>	<b>% Change</b>
7	Very good	≥20% improvement
6	Good	≥10% improvement
5	Fairly good	≥5% improvement
4	Same as before	0 improvement or deterioration
3	Fairly bad	≥5% deterioration
2	Bad	≥10% deterioration
1	Very bad	≥20% deterioration



## 4 SÃO FRANCISCO RIVER BASIN

### 4.1 INTRODUCTION

The São Francisco River Basin provides several interesting aspects to be considered as case study for SEA application in river basin sustainability assessment, in the context of developing countries, namely:

- Diversity of regional situations: wealth, water availability, climate;
- Large extension of land, 640 000 km<sup>2</sup> of a large sub-continental tropical and subtropical river basin dimension;
- With obsolete infrastructure concerning multiple water uses, including irrigation and hydropower generation;
- Example of transboundary conflicts and conflicts between users relating to water scarcity (increasing agro-industrial consumption, growing population, critical ecosystems needs); strategic issues are well represented, with the prominence of hydroelectric plants and irrigation project uses, versus human supply;
- Geographic discrepancy between the river basin and the political-administrative organization of the Brazilian Federation (6 states and the Federal District; 505 municipalities) creates conflicts and challenges water governance;
- Large exposure to Climate Change, due to change in precipitation patterns (increased intensity and variability), which may promote longer periods of droughts and intense flooding and affect groundwater recharge rate; the semiarid zone (54% of the Basin's area) is particularly sensitive to Climate Change;
- Increased pressure on water resources, caused by the growth of water demand and withdrawal; a trend scenario estimates that in 2025 it is expected an 72% increase of total water demand relative to 2015, and for 2035 is foreseen an increase of 117% relative to 2015;
- In a trend scenario, the surface water balance is expected to be critical or very critical in the most part of the Basin in 2025, and there are situations in which the available surface water resources will not be sufficient to satisfy the demand projections;
- Considerable data availability supporting the assessment.

The application of SEA is advantageous in the context of the SF RBP because it helps in the assessment if the river basin management plan (SF RBP) is on the way

to IWRM sustainability or not. The timing of this SEA is particularly interesting because corresponds to a mid-term assessment of the SF RBP 2016-2025.

In fact, the situation of having long planning cycles in Brazil, 10 to 20 years, may hinder the effective management of water resources due to the accumulation of uncertainties relating to climate, information gaps, urbanization rates, changes in land use, which leads to environmental degradation. SEA can strengthen the RBP against these uncertainties, even if the exercise is done after the RBP is completed, as it allows for a monitoring of the implementation and effectivity of the action plan, an aspect which the European experience shows to be a key for River Basin Planning and Management.

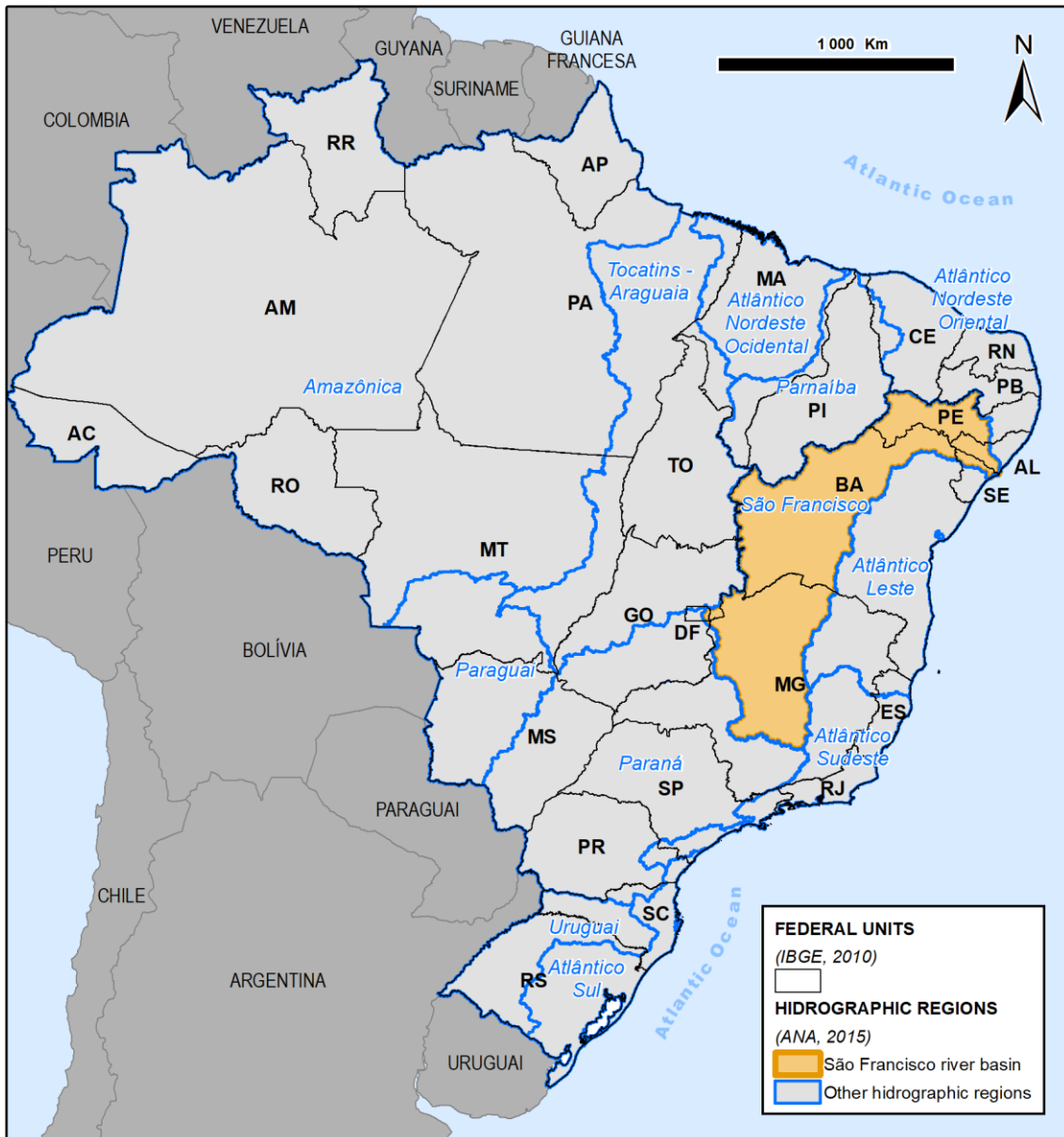
Also, SEA is an instrument for IWRM in a RBP which is carried out in the context of a utilitarian view of water resources, guided by water uses, as is the case of Brazilian water law, allowing the integration of other sector policies and ecological / biodiversity concerns into water management of the São Francisco Basin. In fact, the Brazilian experience shows a relatively weak integration between water resource plans and other sector policies, namely regarding sanitation, environment and water infrastructure (ANA, 2018). The disregard for ecological functional components of water bodies in RBP may speed up deterioration of ecosystems.

The present chapter presents a brief summary of the river basin Baseline and characterization. For one extended description on the Basin's characteristics, regional diversity and integrated water management challenges see also Annexes I, II, III and IV.

## 4.2 RIVER BASIN BASELINE

### 4.2.1 Introduction

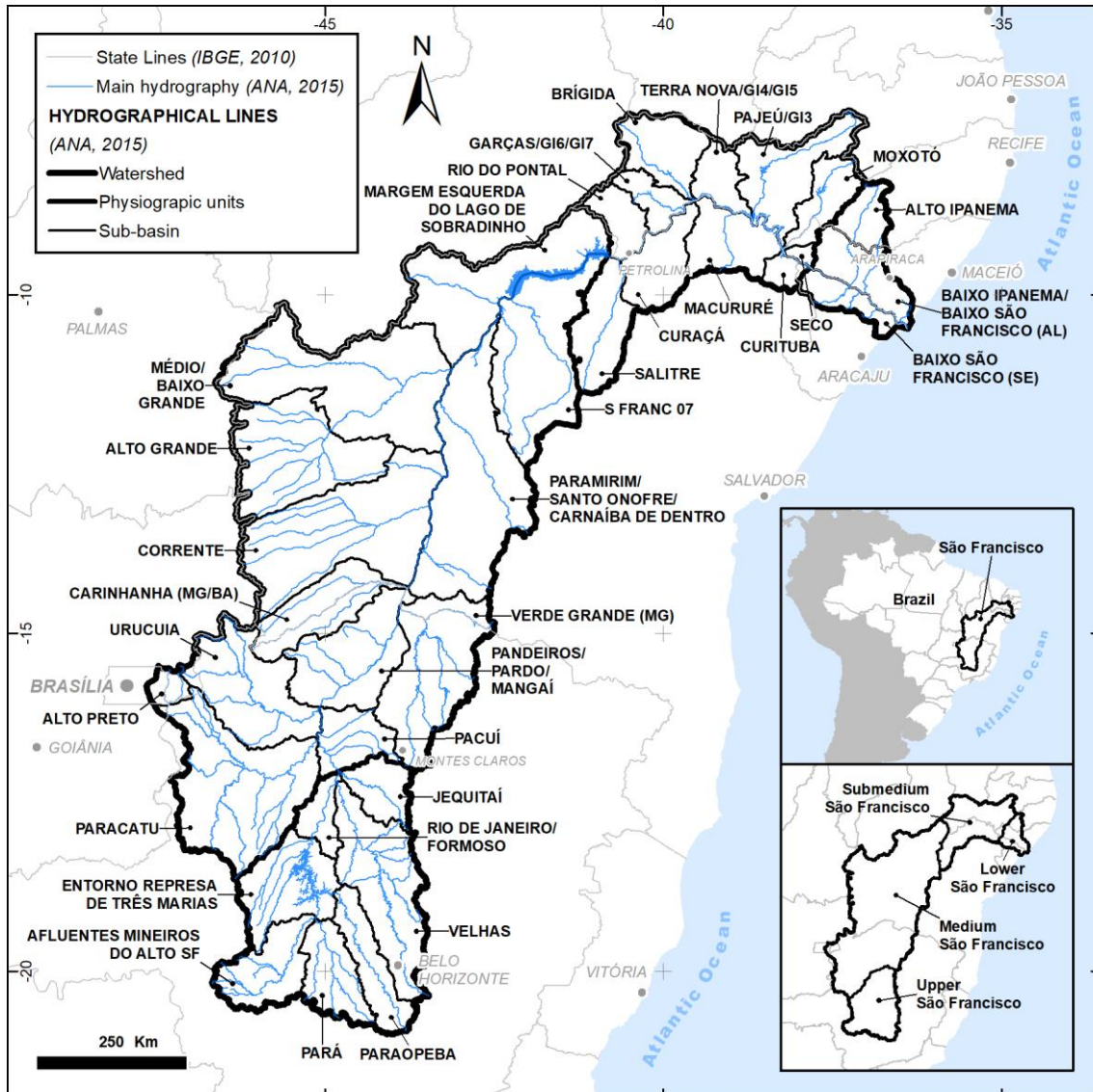
São Francisco River Basin is one of the largest basins in Brazil (Figure 5 - São Francisco River Basin in the context of the Brazilian Federation). São Francisco River is 2,863 km long from its source in Serra da Canastra (Minas Gerais) till the Atlantic Ocean, and has a drainage area of 639,219 km<sup>2</sup>, amounting to 7.5% of the country's area. The basin area spans over seven Federal units (see Figure 5 - São Francisco River Basin in the context of the Brazilian Federation), namely Bahia (48.2%), Minas Gerais (36.8%), Pernambuco (10.9%), Alagoas (2.2%), Sergipe (1.2%), Goiás (0.5%) and the Federal District (0.2%). The basin area comprises 505 municipalities.



**Figure 5** - São Francisco River Basin in the context of the Brazilian Federation

Source: Based on IBGE (2010)

For planning purposes, the Basin is divided in four physiographic regions (Figure 6 - São Francisco River Basin Physiographic Regions and sub-basins) Upper, Medium, Sub-medium and Lower São Francisco, corresponding to 16%, 63%, 17% and 4% of the basin area, and in 34 sub-basins.



**Figure 6** - São Francisco River Basin Physiographic Regions and sub-basins

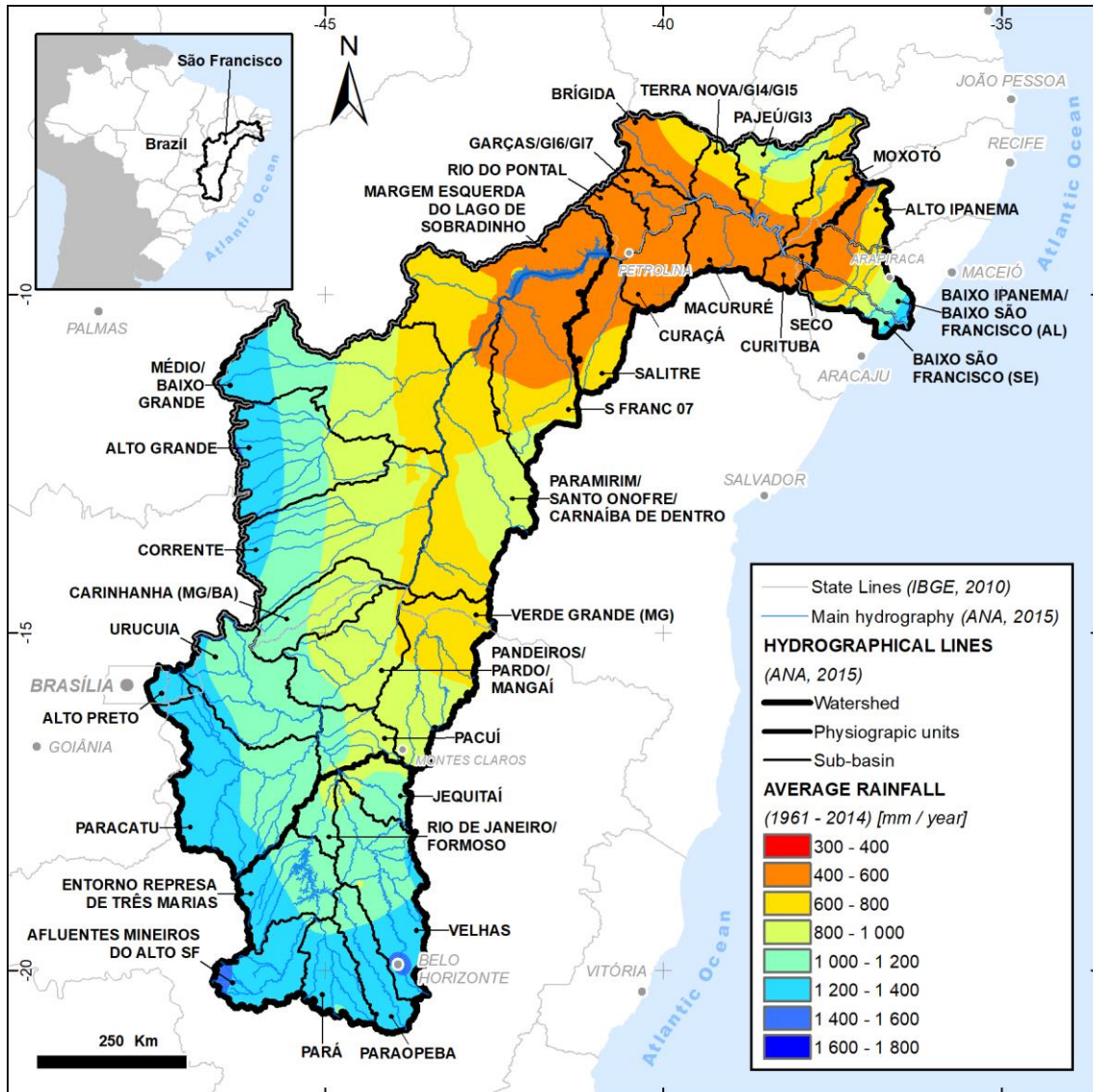
Source: Based on IBGE (2010), ANA (2015)

#### 4.2.2 Climate

Climate variability along the Basin is important, according to Köppen Climate Classification:

- Upper São Francisco: hot and moist climate with summer rains;
- Medium and Sub-medium São Francisco: semiarid climate;
- Lower São Francisco: hot and moist climate with winter rains with relatively low intensity.

Average annual rainfall presents higher value in the Upper and Medium São Francisco (nearly 1400 mm/year) and lowest value in the Sub-medium São Francisco (nearly 400 mm/year; Figure 7 - Average rainfall in the São Francisco River Basin).



**Figure 7 - Average rainfall in the São Francisco River Basin**

Source: Adapted from CBHSF (2016)

Approximately 54% of the river basin is located in the semi-arid region, corresponding to a hot steppe climate according to Köppen's Classification and being characterized by critical periods of drought.

### 4.2.3 Water resources

Surface water availability is determined by the rainfall distribution being maximum in the Upper and Medium São Francisco basins and minimum in the Lower and Sub-medium São Francisco basins (Figure 8 - Average flow (1931-2013) in the São Francisco River Basin).

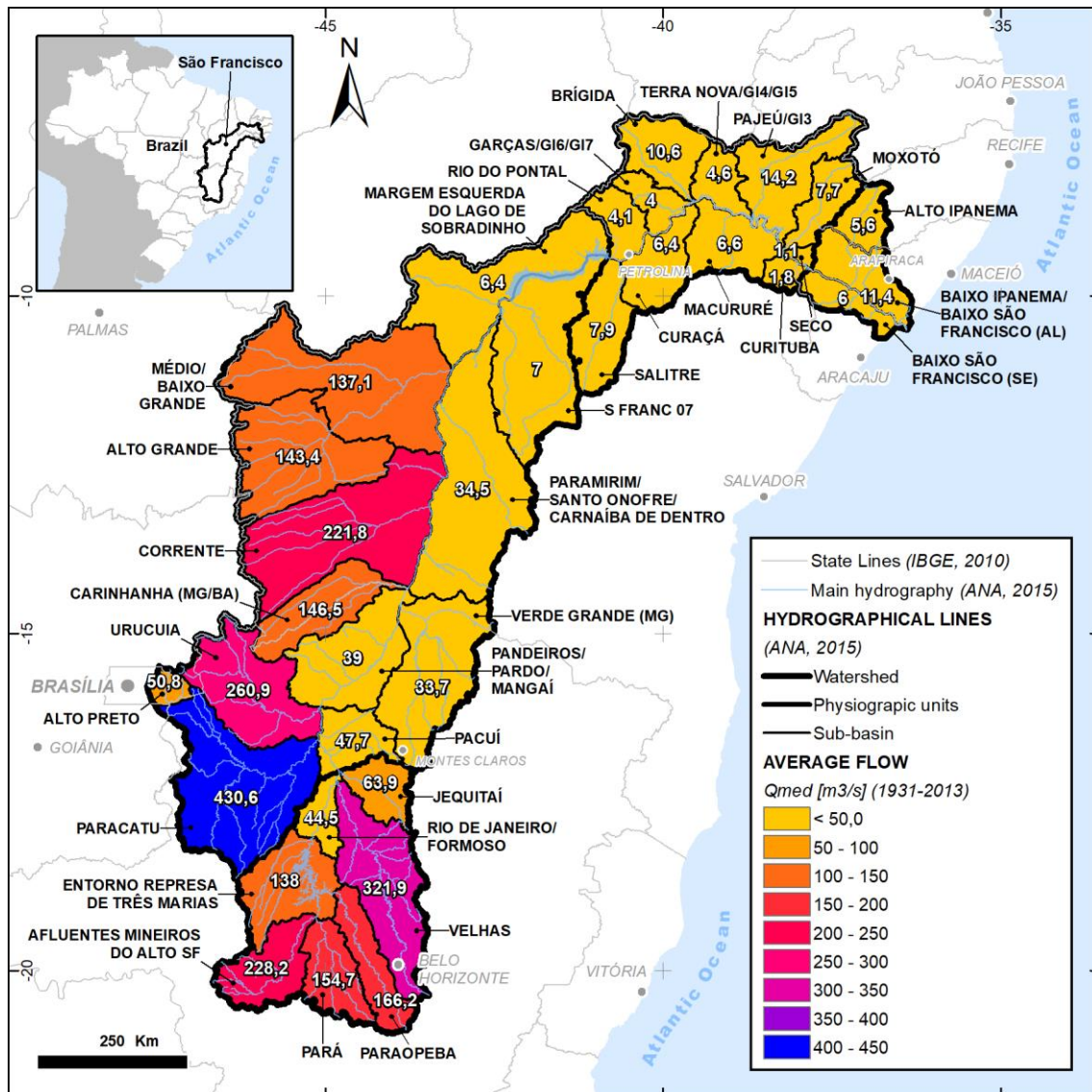


Figure 8 - Average flow (1931-2013) in the São Francisco River Basin

Source: Adapted from CBHSF (2016)

The São Francisco Basin groundwaters are dominated by the Fractured, Karst and Granular hydrogeological regions, being composed of 44 aquifer units, some of

which occur in more than one physiographic region (Figure 9 - São Francisco River Basin aquifer units).

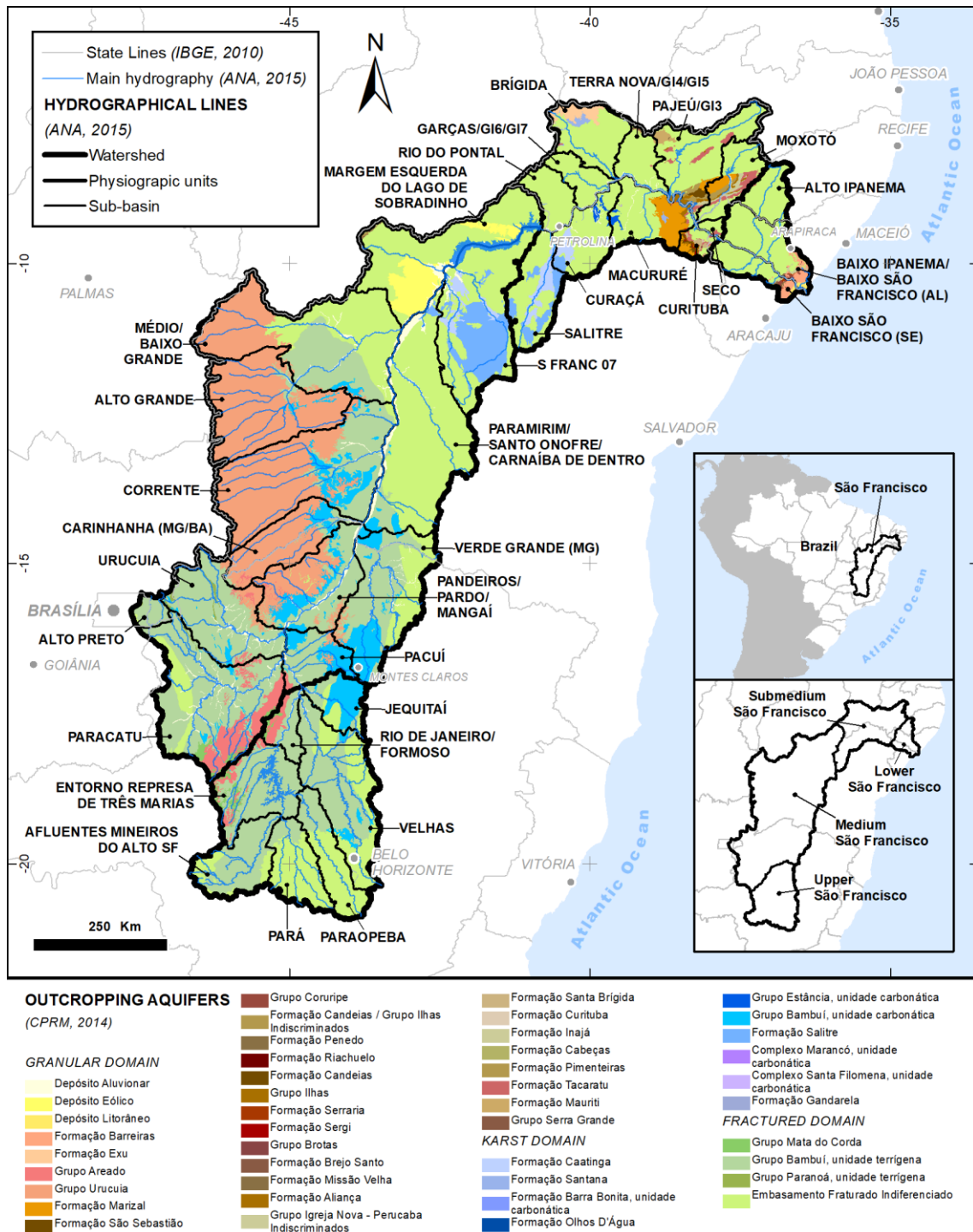


Figure 9 - São Francisco River Basin aquifer units

Source: Based on IBGE (2010), ANA (2015), CPRM (2014)

Groundwater availability is determined by rainfall and evapotranspiration, being estimated in 365.6 m<sup>3</sup>/s, with 76% of that amount being located in the Medium São Francisco (Figure 10 – São Francisco River Basin groundwater availability).

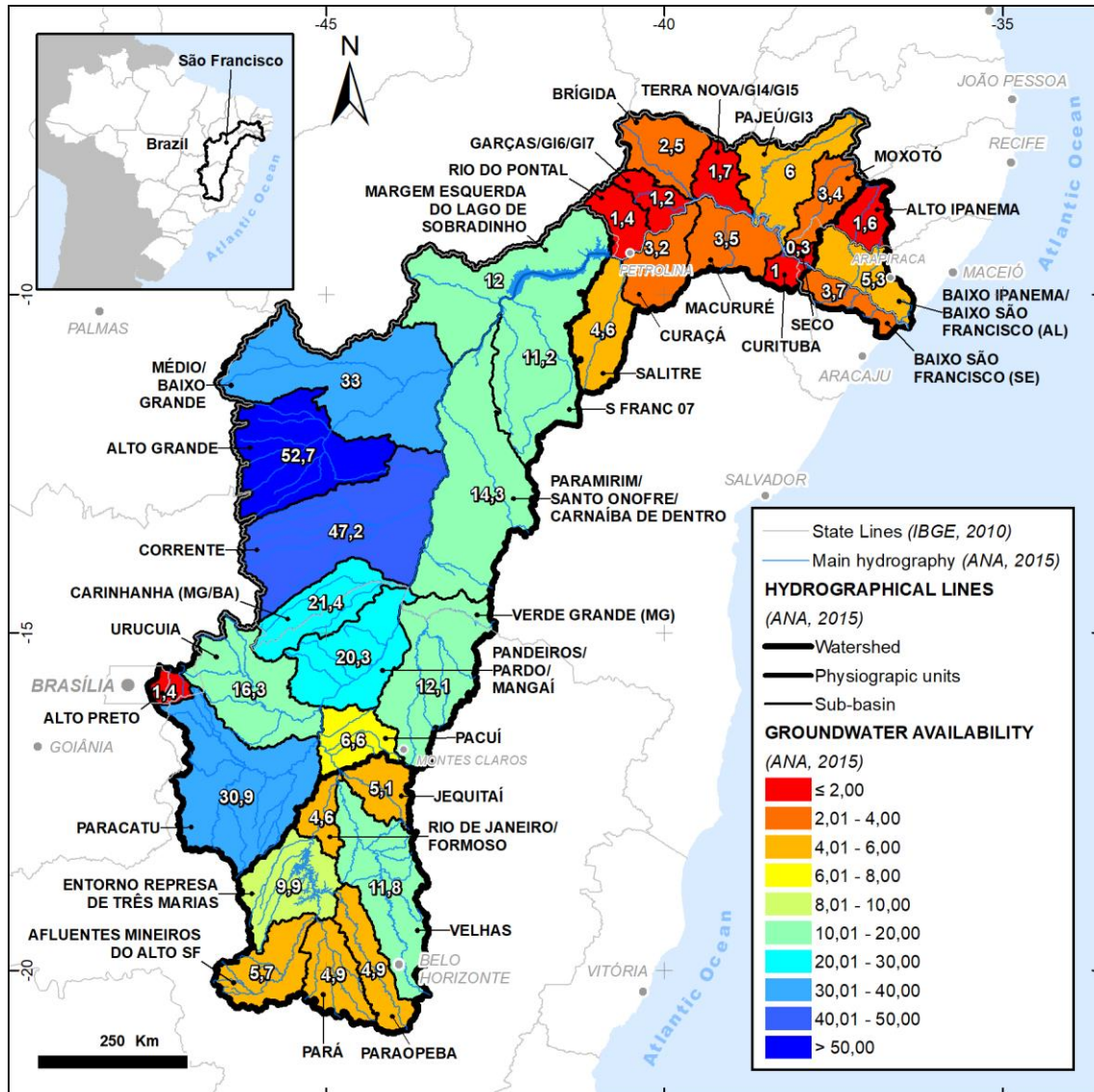


Figure 10 – São Francisco River Basin groundwater availability

Source: Adapted from CBHSF (2016)

#### 4.2.4 Vegetation cover

In the São Francisco Basin are present the Caatinga Brome, Cerrado biome and the Atlantic Forest, these last being classified as hotspots of Brazilian biodiversity, which occur in 40%, 57% and 3% of the Basin area, respectively. It is in the Cerrado biome that most of the rivers of the Basin have their springs, especially in the Upper



and Medium São Francisco. The Caatinga biome, which was recognized by UNESCO as Biosphere Reserve, is generally concurrent with the Semiarid region. The Atlantic Forest areas, occurring mainly in the Upper São Francisco, have large ecological and water resources importance, regulating water sources, controlling the climate and protecting mountain slopes and scarps.

#### **4.2.5 Population and land-use**

The São Francisco Basin was inhabited in 2010 by 14.3 million people, which increased to estimated (by CODEVASF and IBGE) 20.3 million in 2020 (CODEVASF, 2021), approximately half in the Upper São Francisco, where the Metropolitan Area of Belo Horizonte, the most urbanized area of the Basin, is located. The Lower São Francisco is the less inhabited region of the basin, with 1.4 million inhabitants in 2010. About 77% of the Basin's population lives in urban areas, and the whole Basin has a relatively low average population density of 22.5 people/km<sup>2</sup> (Figure 11 – Population density in municipalities in São Francisco River Basin).

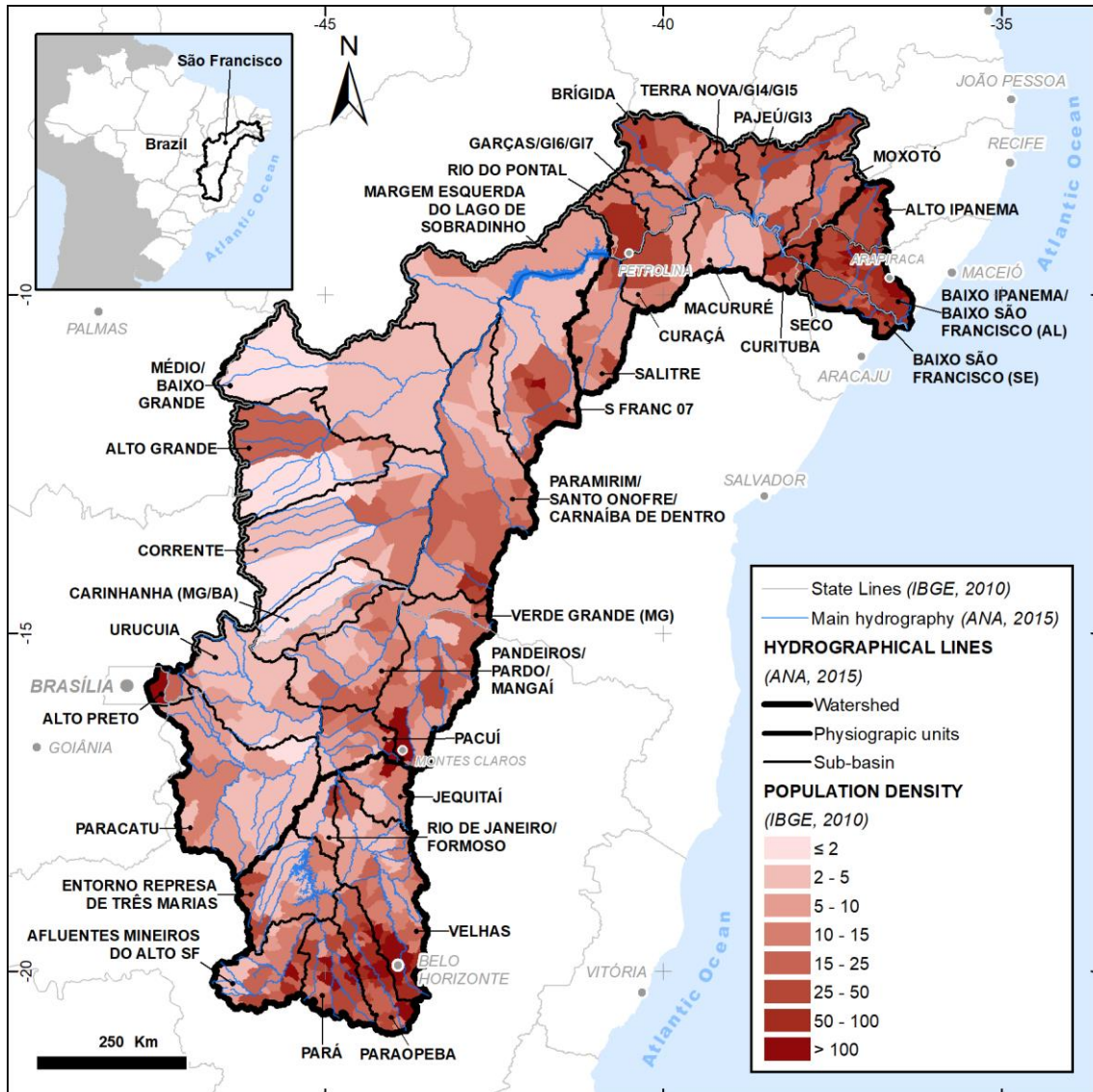
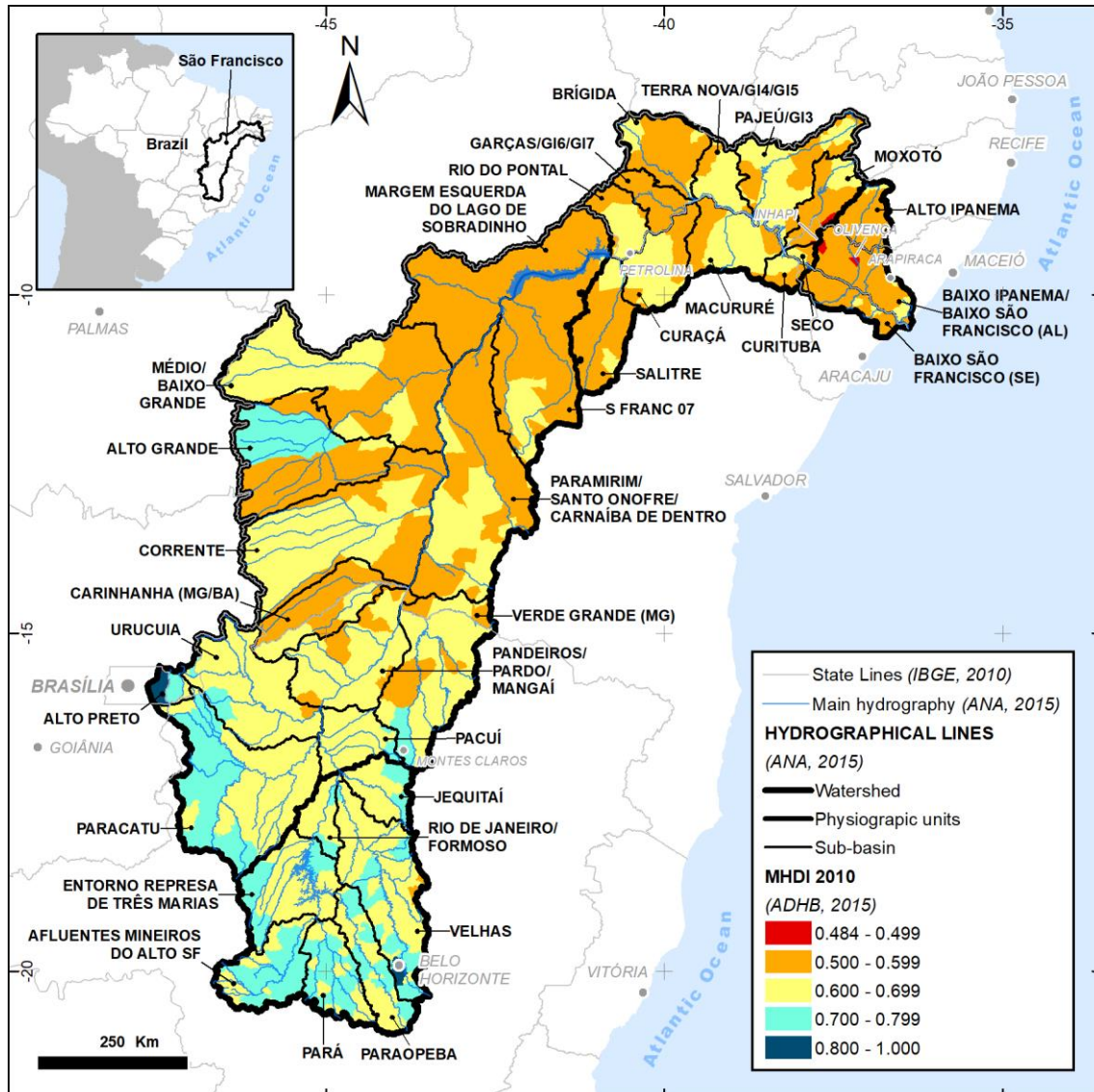


Figure 11 – Population density in municipalities in São Francisco River Basin

Source: Based on IBGE (2010), ANA (2015)

All physiographic regions register a growing population, with favourable dynamics in terms of vegetative growth, which are amplified in the Upper and Medium São Francisco by significant migration inflows. Population in the Basin is expected to reach 25 million in the next 15 years.

The Municipal Human Development Index (MHDI) shows big inequalities in the population development throughout the Basin, due to low levels of income and of education in the northern populations (Figure 12 – São Francisco River Basin MHDI).



**Figure 12 – São Francisco River Basin MHI**

Source: Based on IBGE (2010), ANA (2015), ADHB (2015)

The land-use in São Francisco Basin is dominated by farming, amounting for 57% of the total Basin area, except in the Lower São Francisco where the main land-use is pastures (amounting for 53% of the region area; Figure 13 – Land-use in São Francisco River Basin).

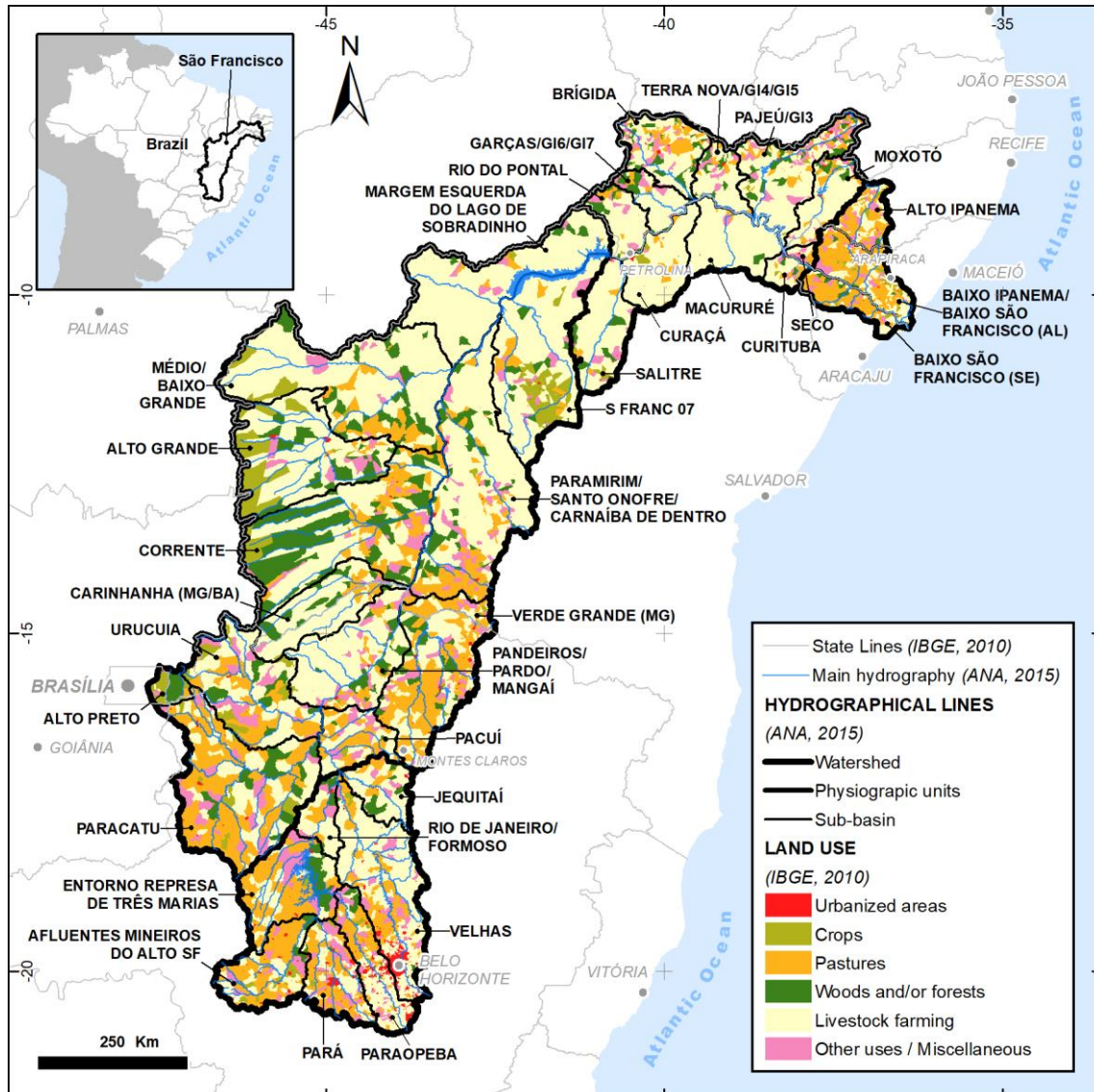


Figure 13 – Land-use in São Francisco River Basin

Source: Based on IBGE (2010), ANA (2015)

#### 4.2.6 Water demand

Water uses in the São Francisco River Basin are diverse and include consumptive uses as farming and irrigation, industry, human supply, non-consumption uses as energy generation, wastewater dilution, mining, fishing, tourism and recreation and navigation, environmental preservation (ecological use) and water diversion (for use outside the river basin).

In the São Francisco Basin are located seven main water reservoirs, namely Três Marias, Sobradinho, Luís Gonzaga (Itaparica), Moxotó, Paulo Afonso (I, II and III), Paulo Afonso IV and Xingó (Koch et al. 2018).

The total water demand in the São Francisco Basin has been estimated in 2015 to be 309.4 m<sup>3</sup>/s, representing an 87% increase relative to 2000, which has been connected to the expansion of the irrigation areas (Figure 14 – Total water demand in São Francisco River Basin).

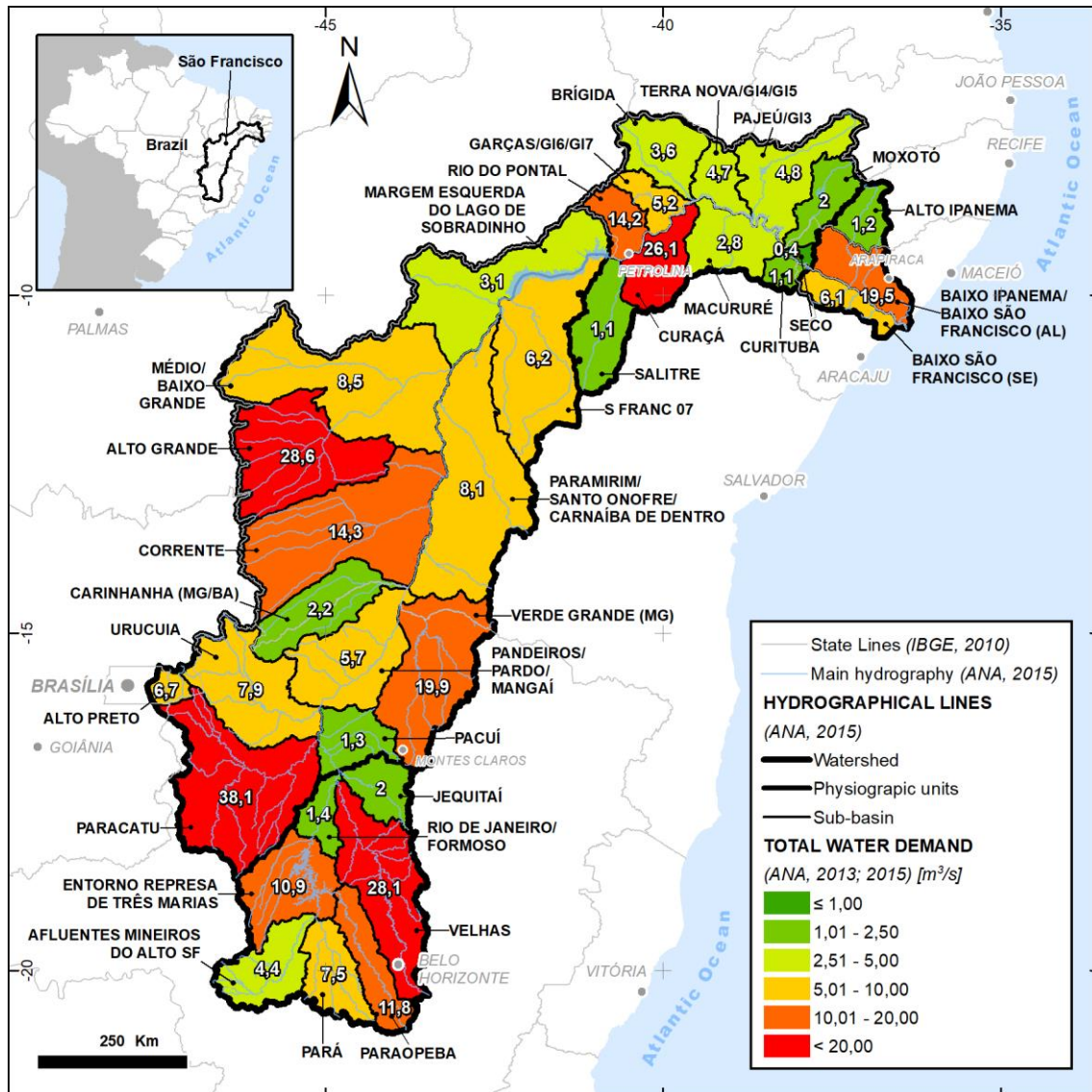


Figure 14 – Total water demand in São Francisco River Basin

Source: Adapted from CBHSF (2016)

The Basin's total water demand is composed by irrigation demands (79%), urban supply (10%), industrial supply (7%), animal husbandry (3%) and rural supply (1%).

The Basin is a strategic water resource for the Brazilian Northeast region, through two major water diversion projects, PISF (São Francisco Integration Project -

São Francisco Integration Project) and DESO (*Companhia de Saneamento de Sergipe* – Sergipe Sanitation Enterprise), supplying the city of Aracaju and other smaller cities of the State of Sergipe.

Excessive use of water resources in the Basin has been compromising ecosystem maintenance and gives rise to conflicts over water use rights. The foreseen expansion of human activities in the basin can increase conflicts and threaten sustainability in the Basin.

### 4.3 SF RBP OVERVIEW

#### 4.3.1 Introduction

The São Francisco River Basin Water Management Plan (*Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*, SF RBP) for the period 2016-2025 was developed in the scope of Law n.º 9433/1997, instituting the National Water Resources Policy and the National System for Water Resource Management, and the CNRH Resolution n.º 145/2014, establishing directives for River Basin Water Resources Plans.

SF RBP constitutes an actualization of the São Francisco River Basin Water Resources ten-year Plan (2004-2013, approved by the CBHSF Deliberation n.º 7/2004, in order to adjust it to the evolving framework concerning water demands, availability and quality, planning extreme and risk situations and water resources management.

The SF RBP is composed of the following elements:

- Diagnostic, referring to the technical and institutional dimension and the social participation dimension of the São Francisco River Basin;
- Development scenarios and prognostic for the São Francisco River Basin;
- Compatibilization of the water balance with the River Basin development scenarios;
- Institutional set-up for the water resources management and directives and criteria for the application of the water resources management instruments in the São Francisco River Basin;

- River Basin Action Plan, including key activities, targets, priority actions and investments for the São Francisco River Basin in the period 2016-2025, including funding sources and funding entities.

The proposed implementation of a River Basin Action Plan implies, mostly, a responsibility sharing, requiring for its execution partnerships at the federal, state and municipal level, articulating with the São Francisco River Basin Committee and the tributary rivers basin committees.

#### **4.3.2 Diagnostic**

This phase had as main objective the baseline assessment of the current situation in the basin including the basin's water resources and the identification of the main problems and opportunities referring to the present situation and future trends, together with the identification of the cause-effect relations between the issues raised in the diagnostics of the technical and institutional dimension and the social participation dimension.

The analysis included the following themes:

- Land-use;
- Social, economic and cultural dynamics;
- Physical characterization of the basin: physiographic, climate, geology, geomorphology, mineral resources and soils;
  - Vegetation coverage, fauna and flora of the natural habitats and protected areas;
  - Surface water and groundwater availability quantification;
  - Surface water and groundwater quality assessment;
  - Current water use and quantification of future water demand;
  - Water balance for surface water and groundwater;
  - Water reservoirs;
  - Characterization of extreme events (floods, droughts) and climate change scenarios.

The analysis concluded with the identification of strengths and weaknesses (SWOT matrix), referring to the following main challenges:

- Progressive socioeconomic dynamics of the basin and increase of pressure over water resources;
- Land-use changes, being deforestation the main threat for nature conservation and biodiversity;
- Water quality degradation and the influence of natural characteristics and human activities;
- Evolution trends in the water uses in the basin; increasing pressure on water abstraction for irrigation;
- Water balance and use conflicts, with situations of water resources overexploitation and main conflicts related with increasing demand for consumptive uses and demand for energy production;
- Monitoring and limited knowledge about biodiversity and nature conservation, insufficient monitoring of surface water availability and quality, limited knowledge of groundwater potential and current uses and inefficient account of water grants and demands;
- Poor governance, with several problems of institutional articulation, in the management of water grants and demands, and the lack of a common strategy for integrated water management and conservation.

#### **4.3.3 Prognostic**

The prognostic for the Basin was based on the comparison of three alternative scenarios of the evolution of future water demands for 2025 and 2035. The scenarios were drawn according to a set of socioeconomic indicators and variables, reflecting different trends of regional development. Water balance was calculated to anticipate water scarcity or pre-scarcity situations and conflicts between the uses, to be dealt with the water resources planning and management policy implemented in the Basin,



#### **4.3.4 Directives and Recommendations for the Water Resource Management Instruments**

Having into account the main issues concerning water management in the basin resulting from the diagnostic and prognostic phases and the results of the Social Participation, are presented directives and recommendations for the water resource management instruments, considered as in art. 5<sup>th</sup> of Law n.º 9.433 of 1997:

- Water Resource Plans;
- Grant of rights for water resources use;
- Billing for water resource use;
- Classification framework for water bodies, according with predominant uses;
- Water resources information system.

#### **4.3.5 River Basin Action Plan; Interventions and Investments for 2016-2025**

Considering the premisses and constraints encountered by the Plan and the scenario corresponding to the River Basin Committee (RBC) Vision, the main objectives guiding the strategy for the implementation of the SF RBP Action Plan are defined as the following:

- Significantly improve the governance and social participation in the Basin;
- Increase the presence and the visibility of the São Francisco RBC, assuring an increasing conscientiousness of the key issues for water resources management;
- Increase significantly the ecological quality of the river systems and the water quality;
  - Prevent aquifer contamination and overexploitation;
  - Assure the water resources availability and sustainability;
  - Improve the living quality in the semiarid region, strengthening climate change resilience;
- Assure a balanced and sustainable development in the territory of the Basin.

The proposed interventions for the Basin Action Plan are framed in six axes of action, expressing the dimensions in which the RBP operates:

- Axis I – Governance and social mobilization;
- Axis II – Water quality and sanitation;
- Axis III – Water quantity and multiple uses;
- Axis IV – Water sustainability of the semiarid region;
- Axis V – Biodiversity and environmental requalification;
- Axis VI – Land-use and dam safety.

For each axis are appointed targets, and activities to be carried out, monitoring indicators and an estimate of costs for the São Francisco River Basin Committee.

Investment needs between 2016 and 2025 are estimated through:

- Executive Budget: investments needed for the São Francisco River Basin activities to be carried out by the River Basin Committee;
- Strategic Budget: investments needed in the Basin but to be promoted and executed by entities external to the River Basin Committee, as is the case the States' water resources management entities, States' environment secretariats, sanitation companies, CODEVASF, National Water Agency (ANA), municipalities, among others.

The SF RBP Action Plan interventions are organized to be carried out along three sequential implementation phases:

- Initial phase: 2016-2018;
- Intermediary phase: 2019-2021;
- Final phase: 2022-2025.

The monitoring and the assessment of the implementation of the SF RBP are supported by a system of indicators, aiming to measure the performance of the Plan relative to the defined objectives. These indicators are incorporated in the water resources database and georeferenced information of the São Francisco River Basin. Accordingly, the River Basin Committee will:

- Assess, at least every two years, the execution stage of the foreseen actions/investments and assess the need to revise them;
- Calculate the Plan monitoring indicators every year and publish them at least every two years.

The record of this assessment is being published annually by CBHSF in the Report of Actions' Follow-up (In Portuguese *Relatório Anual de Acompanhamento das Ações*) (CBHSF, 2021).

The SF RBP concluded with the need to establish Water Pacts between the Federated States and the Union, establishing one understanding of the multiple uses needs and defining a framework system for water sharing (water allocation pact) and of the management and fulfilment of legal requirements concerning water resources (legal pact) and of the Basin revitalization (revitalization/remediation pact).

#### **4.3.6 Public Participation**

The development of the SF RBP involved the engagement of the civil society, water uses, research institutions and public authorities, aiming to a collective compromise of stakeholders in the water resources management in the São Francisco River Basin. The public thus directly engaged consisted of 4.625 registered participants in the workshops and public consultations developed by the River Basin Consultants. These events included:

- Diagnostic phase: 33 presential events with a total of registered 2.095 participants and 1.126 surveys; complemented by 100 presential interviews, meetings and institutional debates. The Diagnostic also included a comprehensive media analysis;
- Scenarios and Prognostic phase: four public consultation events, with 684 registered participants;
- River Basin Action Plan Targets, Priority Actions and Investment: events with 510 participants;
- Final Consolidated SF RBP dissemination: four public consultation events, with 776 registered participants.

### **4.4 SF MACRO ECOLOGICAL ECONOMIC ZONING**

#### **4.4.1 Introduction**

The Macro Ecological Economic Zoning for the São Francisco Basin (NEMUS, 2018) is a planning document complementary to SF RBP, as it covers all the São Francisco Basin area and has wider objectives of land management and

compatibilization of the social and economic development with the environmental issues.

Hence, the Macro Ecological Economic Zoning Plan searched to contrast and assess different development models for the hydrographic basin, establishing a medium term (2027) and long term (2040) timeline. The Plan was developed sequentially to the SF RBP 2016-2025, between 2016 and 2019, having used as reference to water resources management the SF RBP.

The prognostic and the Macro Ecological Economic Zoning was developed by the same consulting team which conducted the SF RBP 2016-2025, having both planning documents as general coordinator and project manager the author of the present Ph.D. thesis.

The Macro Ecological Economic Zoning for the São Francisco Basin was developed in the following phases:

- Construction of three prospective scenarios for the basin, for the 2027 and 2040 timelines, based on the territorial dynamics' drivers present in the basin and the diagnostic and the strategic analysis made for the basin;
- Definition of the spatial management proposal for the basin;
- Definition of the Action Plan for the implementation of the Macro Ecological Economic Zoning for the São Francisco River Basin.

#### **4.4.2 Management Proposal for the São Francisco River Basin**

The Macro ZEE management proposal is composed of:

- Spatial map and characterization of Ecological Economic Macrozones and Zones, consisting of relatively homogeneous areas;
- General and specific directives of action, for the elaboration and spatial rendering of plans, programs and policies, aiming the promotion of a responsible Basin territory occupation and land use.

The management map is defined by four Ecological Economic Macrozones, disaggregated in 24 Ecological Economic Zones (Figure 15 – Management Plan – Ecological Economic Macrozones for São Francisco River Basin).

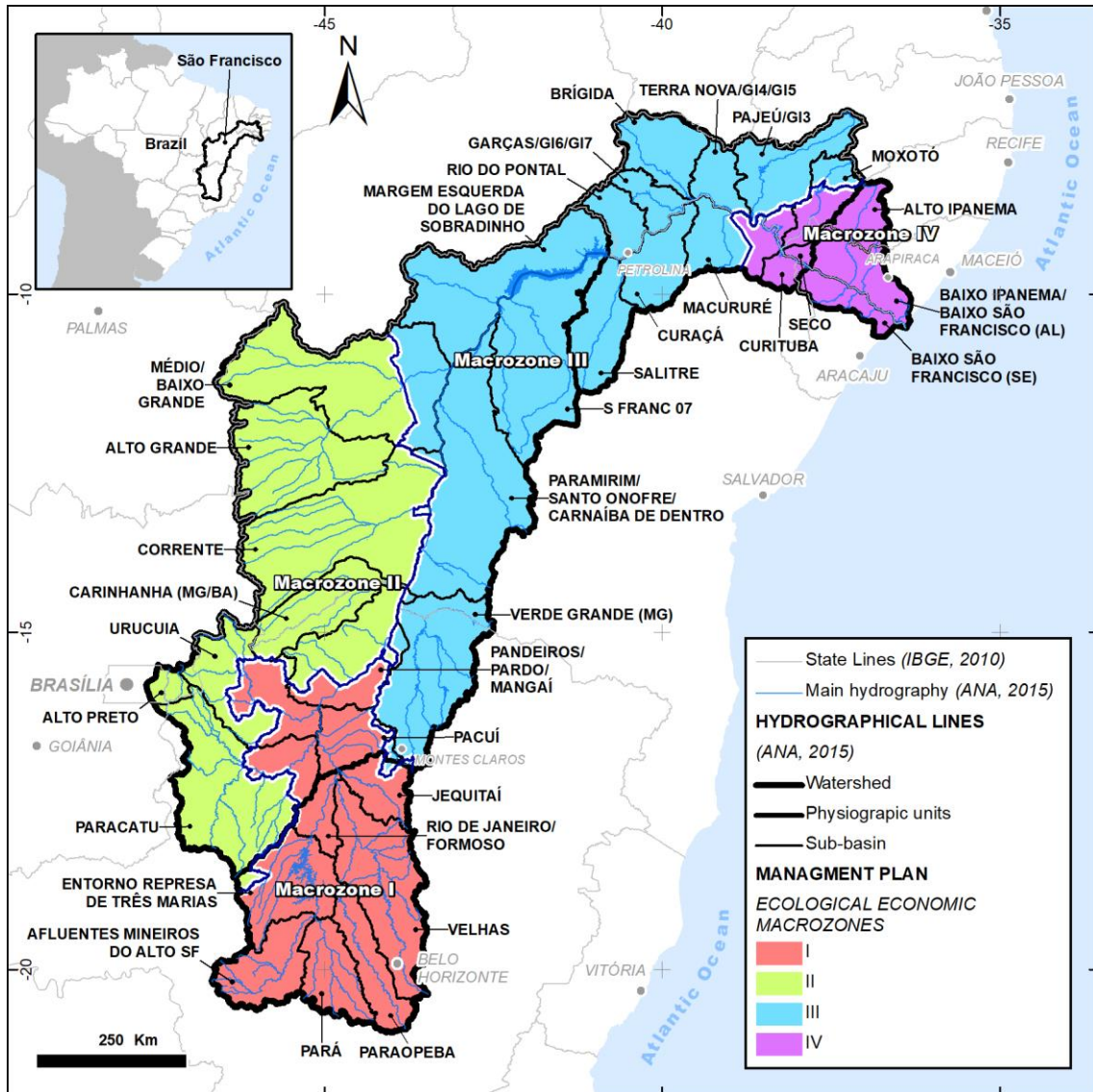
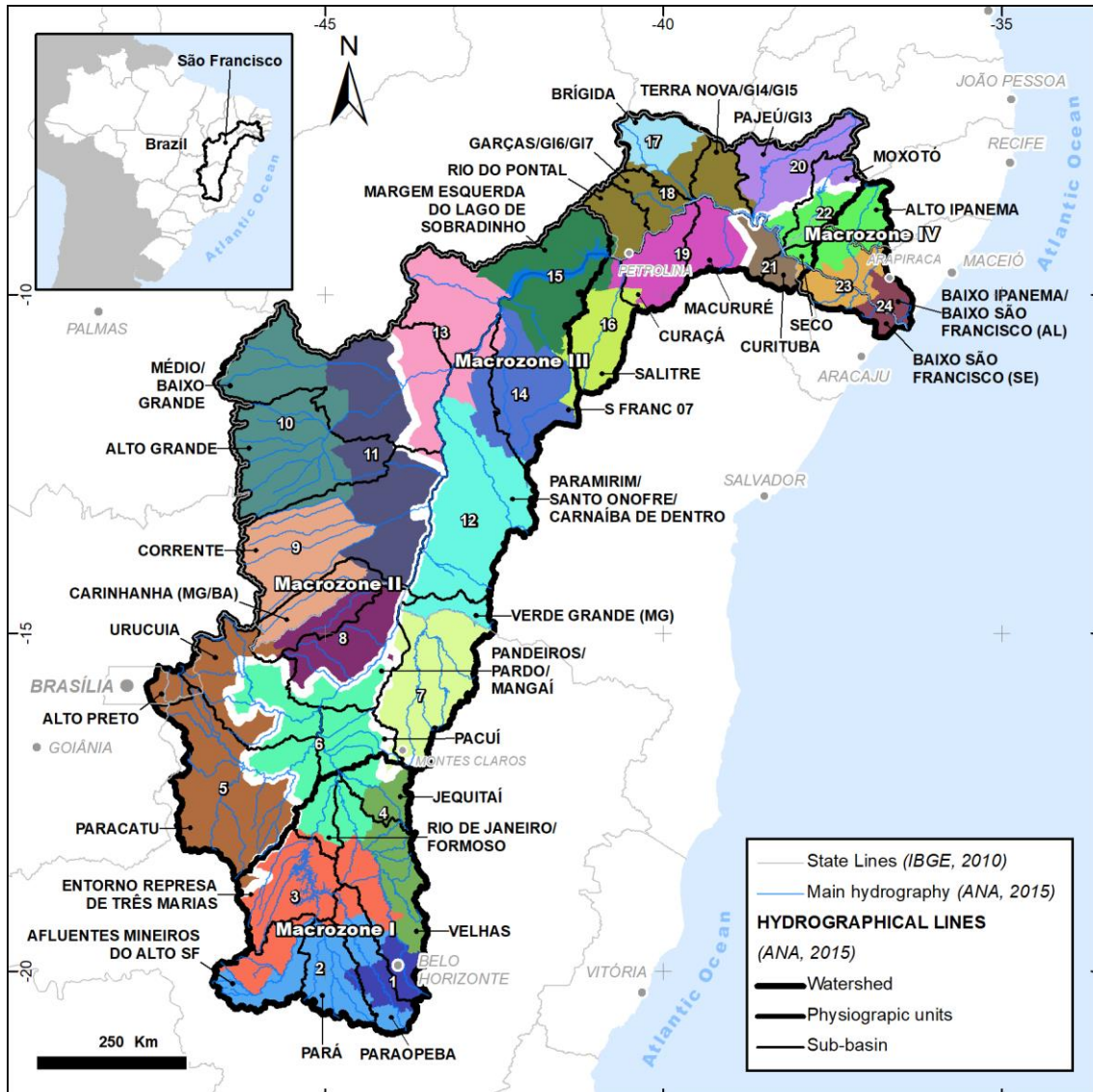


Figure 15 – Management Plan – Ecological Economic Macrozones for São Francisco River Basin

Source: Adapted from NEMUS (2018)



**Figure 16** – Management Plan – Ecological Economic Zones for São Francisco River Basin

Source: Adapted from NEMUS (2018)

The general directives for the Basin comprise:

- Physical-territorial directives: contribute to manage the occupation to align the government actions with the dynamics of the process of the territorial occupation and appropriation, based on use potential;
  - Social and economic directives: contribute to promote the improvement of living quality and encourage the sustainable activities;
  - Policy and institutional directives: contribute to support the other directives.

The physical-territorial directives include the following, among others:

- Approve management plans for all the existent Conservation Units and adopt in the plan actions directed to the protection of water sources;
- Promote the conservation and the sustainable use of biodiversity, namely the remediation of degraded areas, including riverine vegetation;
- Improve the monitoring of water resources quantity and quality;
- Study alternatives for incrementing water availability of São Francisco River tributaries;
- Implement River Basin Plans and the revitalization of strategic rivers;
- Develop studies for the definition of the environmental flows in the São Francisco River in the Upper, Medium and Sub-medium regions;
- Perform biodiversity inventories.

The social and economic directives include the following, among others:

- Increment the support of traditional populations, aiming the improvement of the living and producing conditions in their territories;
- Promote socioeconomic inclusion, the poverty fighting and the generation of work and income;
- Promote sustainable production systems in household agriculture and in medium and large rural producers;
- Promote the conservation and the sustainable use of fishing resources and the aquatic ecosystems.

The policy and institutional directives include the following, among others:

- Promote the adoption of sustainable production standards and certifications for the cerrado biome products;
- Encourage protection actions concerning water resources and aquifer recharge areas;
- Promote the institutional articulation proposed in the SF RBP, based on the Water Pacts between the Federate States and the Union;
- Implement mitigation and adaptation measures relative to the effects of climate change, particularly measures to attenuate extreme climatic events as droughts and floods.

#### 4.4.3 Action Plan for the Macro Ecological Economic Zoning

The Action Plan is constituted by:

- Institutional arrangement for the management of the Macro Ecological Economic Zoning of the Basin;
- Policies, plans, programs and projects contributing to enable the fulfilment of the proposed directives;
- Strategies and mechanisms for integrating the Ecological Economic Zoning with other instruments;
- Monitoring and assessment of the implementation of the Macro Ecological Economic Zoning of the Basin;
- Periodicity of the review and update of the Macro Ecological Economic Zoning of the Basin.

#### 4.5 OTHER RELEVANT PLANS, PROGRAMS AND POLICIES

Complementary plans, programs and policies that are in some way linked with water management and climate change resilience in the São Francisco Basin were identified:

- Environmental Rural Register Program;
- Environmental Regularization Programs;
- State policies for water resources management and granting;
- Rural credit instruments;
- National, State and municipal plans for sanitation, water supply and solid waste management;
- National Policy for the Energy Sector Production and Operation.

The purpose and the status of each of the complementary plans, programs and policies were summarised and considered in the scoping phase of the SF RBP SEA.



## **5 A COMPARISON BETWEEN THE EUROPEAN AND THE BRAZILIAN MODELS FOR MANAGEMENT AND DIAGNOSIS OF RIVER BASINS**

Water management is assuming more and more importance as freshwater resources are becoming scarce, both in quality and in quantity, across many developed and developing countries. This trend can be attributed to population growth, industrialization, growing agricultural demand, poor water management practices and climate change. In attempting to deal with the intensification of water quality and quantity related problems in recent decades, many countries have revised their water resource management policies and legislation, introducing new institutional frameworks and management instruments.

Considering regional geographic and cultural distinctions, the governance models of water resource management in the European Union (EU) and in Brazil are compared. Institutional and legal arrangements currently in place, water planning and management instruments currently in use, assessments of water body status and watershed diagnoses are analysed.

The research contributed to the current SEA exercise with one assessment of main strengths and weaknesses of each water management system are pointed out. Main challenges for the water sector, and highlights of the converging and diverging points concerning water resource management systems, in each region, are discussed, and this exercise was useful to better understand the limitations of the current governance framework in São Francisco Basin, and the reforms that are necessary to achieve a sustainable water governance framework.

This research is translated into a scientific paper which is included in Appendix 1.

## 6 WATER MANAGEMENT IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN; SUSTAINABLY CHALLENGES

Facing expanding water demands and increased uncertainty referring to the evolution of water availability with climate change, future scenarios development has been used for water use management in river basins' planning.

The research carried out the development of water use scenarios for the São Francisco River Basin, to assess the sustainability of water use in the São Francisco Basin and challenges posed to water management, a key issue for the SEA exercise.

The water demand in 2010 is assessed, per physiographic region and sub-basin, considering the demands of the several user sectors (public water supply, industrial use, farming and irrigation). In this assessment is considered information from the Brazilian Report on Water Resources 2013 (*Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*, reference years 2006 and 2010), Brazilian Urban Water Supply Atlas (ANA, 2010) and River Basin Management Plans. Irrigation demands were estimated from irrigated areas and estimated water depts for crop irrigation.

Also considered are water diversions for the Semi-arid region in neighboring states (the Integration Project named PISF) and for urban uses in the State of Sergipe (DESO – Sergipe Sanitation Enterprise project), supported by information obtained from the São Francisco River Basin Committee Situation Report of 2011 (CBHSF, 2011).

The yearly average withdrawal flow for consumptive uses is contrasted with the natural regime flow with 95% frequency of exceedance, the  $Q_{95}$  reference flow, which represents a typical flow in a water scarcity situation.

Starting from the present situation three distinct future evolution scenarios were drawn for water withdrawal flow for the years 2025 (medium-term) and 2035 (long-term) based on sub-basin water use sectors (farming, industry, human supply – urban and rural, together with water diversion for external use) trends. These are formulated considering present evolution trends of water demand and four axes of contrast of crucial or critical uncertainties posed in the Basin:

- Spatial development land use and planning;
- Social and economic dynamics;
- Environmental limitations and water resources availability;
- Institutional environment.

Prospective water demand for the Basin is organized in three alternative scenarios: a trend scenario (B) drawn from the installed dynamics of water use sectors; a more moderate water consumption scenario (A), relating to a smaller economic and social development in São Francisco Basin; a higher development scenario (C), with increased water demand.

The trend scenario B corresponds to the present trend evolution of demands in the long term. Scenarios A and C are developed considering the following main critical uncertainties posed by:

- Evolution in food, agricultural raw materials and metals prices;
- Population growth;
- Water abstraction associated with external uses through water diversion;
- Water resources governance in the basin.

Scenario A is associated with a smaller quantitative pressure over water resources relative to scenario B, based on moderate population growth, moderate increase of food, agricultural raw materials and metals prices, and moderate withdrawal for water diversion (for uses outside the Basin), following established agreements.

Scenario C reflects a higher pressure over water sources relative to the baseline scenario B, driven by strong population growth with high positive migration balance, return of food, agricultural raw materials and metals prices to the historical maxima of the recent years, and high withdrawal for water diversion for uses outside the Basin, even above established agreements.

The development of future scenarios is supported by information from multiple sources, such as: National Water Resources Plan; São Francisco River Basin Plan 2004-2013; Water Resources State Plans; Master Plans and Integrated Plans of Water Resources; Report on Water Resources in Brazil, Situation 2013 (ANA, 2013); Urban Supply Atlas Brazil (ANA, 2010); the project “Water Resources Planning and Operation Adaptation to Climate Variability and Change in the Extended São Francisco Basin (ANA, 2015); information relative to large projects and public consultations’ reports; information data-base from the International Monetary Fund (raw materials prices in international markets) and from the Brazilian Institute for Geography and Statistics (population and farming and industry added value generation data).

Sustainability of water demand is assessed by contrasting with water availability as expressed by the ratio between the water consumption demand and the  $Q_{95}$  reference flow.

Results show the existence of water scarcity situations in most sub-basins, posing several challenges to water management.

This research is translated into a scientific paper which is included in Appendix 2.

## **7 WATER AVAILABILITY IN THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN: CURRENT AND PROSPECTIVE SCENARIOS (2015 – 2035)**

The need for renewed and healthier water resources pulls human society to develop new management procedures that warrant levels of provision compatible with the population and economic growth. The São Francisco Basin is one of the main surface water resources in Brazil and is facing environmental challenges that threaten its sustainability.

In the scope of growing conflicts over water resources in the São Francisco River Basin, the research complementary to the paper of Appendix 2, carried out surface and groundwater balances, for the current situation and for three prospective water demand scenarios in the 2025 and 2035 horizons.

Based on scenarios for water demand developed for the Basin, a hydrological model of water and groundwater availability is developed to achieve surface and groundwater balances for the current situation and for medium (2025) and long-term (2035).

For surface water balance is used LabSid-Acquanet 2013, developed by the Decision Support Systems Laboratory (LabSid) of the Polytechnic School of the University of São Paulo (PORTO et al., 2005). The AcquaNet model makes a combined use of simulation and optimization techniques to determine the water allocation in complex water resource systems comprising operational restrictions and priorities to meet demands. The same model is used for the present situation and for the prospective water balance, with the addition of the withdrawal flows associated with the planned water diversions and the large water demands ongoing new for irrigation projects. The model considered the operation of the reservoirs that exist in the Basin.

Estimations of water availability for surface water in the Basin is carried out using the river gauging data of the sub-basins, regionalized for each sub-basin. Due to the large number of temporal gaps in the flow data, a rain-flow model (SWAT) was implemented to fill in the gaps.

For the groundwater balance, is adopted as indicator the ratio between the consumptive uses withdrawal flow and the exploitable flow, assumed equal to 20% of the average annual recharge.

The results obtained, regarding the degree of water demands satisfaction in the basin, show that there are scenarios in which the available surface water resources

will not be sufficient to satisfy the demanded projections. Hence, it is essential to find ways to make them compatible, for example, through a Water Pact between the Federated States and the Union.

As the groundwater balance was characterized as more favourable, a knowledge improvement about these resources is recommended to enable its safe use in addition to the surface water sources. The areas where restrictions on the use of these resources should be applied were also identified.

This research contributed to the SEA, highlighting the importance of water management, and of the development challenges in a near future; the research results were translated into a scientific paper which is included in Appendix 3.

## 8 SEA of SF RBP

### 8.1 INTRODUCTION

The assessment of the SF RBP 2016-2025, and its Action Plan implementation (in the period 2016-2021) is made essentially through an integrated analysis of the plan proposed actions, because these translate the most operational level of the interventions over the territory and water resources.

As stated in Materials and Methods (Chapter 3), the assessment is mainly based on information gathered from the following sources:

- São Francisco River Basin diagnosis according to the SF RBP 2016-2025 (see Annex IV);
- A Summary of SF RBP 2016-2025 Action Plan implementation, depicting a Mid Term (2016-2021) progress evaluation for each CDF (see Annex II);
- A São Francisco River Basin 2021 Media Update (see Annex III);
- São Francisco Key Stakeholders Interviews (see Annex I).
- The information concerning SF waterborne Health problems (see Annex V)

The strategic assessment also considered the lessons learned and the results of the research presented in chapters 5, 6 and 7, referring to the scientific papers gathered in the Appendices 1, 2 and 3.

This information is complemented with extensive accumulated knowledge acquired in the organization of SF RBP's public consultations and in attendance of technical and scientific meetings and seminars (events participated by the author).

The analysis is structured according with the CDF and the respective evaluation criteria, as provided in **Erro! Autorreferência de marcador inválida..**

Table 15 - SEA Critical Decision Factors and Evaluation Criteria

<b>Critical Decision Factor</b>	<b>Evaluation Criteria</b>
CDF1 - River Basin Planning and Water Governance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 1.1 – Water Management Framework</li> <li>• EC 1.2 – River Basin Environmental Awareness</li> <li>• EC 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection</li> </ul>
CDF2 - Water Quality and Sanitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 2.1 – Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies</li> <li>• EC 2.2 – Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures</li> <li>• EC 2.3 – Municipal Sanitation Plans</li> <li>• EC 2.4 – Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure</li> </ul>
CDF3 - Water Availability and Sustainability	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 3.1 – Surface Water Availability and Monitoring</li> <li>• EC 3.2 – Action Programme for Groundwater</li> <li>• EC 3.3 – Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses</li> <li>• EC 3.4 – Ecological Flows</li> </ul>
CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 4.1 – Planning for Climate Change</li> <li>• EC 4.2 – Water Collection and Management</li> <li>• EC 4.3 – New Energy Matrix</li> </ul>
CDF5 - Biodiversity and Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 5.1 – Protection of Important Natural Areas</li> <li>• EC 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats</li> <li>• EC 5.3 – Creation of a Green Network</li> </ul>
CDF6 - Land Use and Dam Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels</li> <li>• EC 6.2 – Dam Safety</li> </ul>

## 8.2 SF RBP SEA

### 8.2.1 CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance

#### Evaluation Criteria and Targets

For the analysis of CFD1 were considered the evaluation criteria (EC) and the targets presented in Table 16 - CDF1 - River Basin Planning and Water Governance: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.



**Table 16 - CDF1 - River Basin Planning and Water Governance: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025**

Evaluation criteria	Targets 2016-2025
EC 1.1 – Water Management Framework	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Water users register completed in 2025</li> <li>• Classification of Basin’s main water bodies (surface and groundwater)</li> <li>• Operational Water Information System</li> <li>• Sub Basin Water Management Plans completed and updated</li> <li>• Active Partnership between the Basin Committee, National Water Agency, and Member States Water agencies (Water Pacts)</li> <li>• In 2025 at least 80% of key water planning activities concluded</li> <li>• Capacity building framework in place</li> </ul>
EC 1.2 – River Basin Environmental Awareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 10% of River Basin Habitants involved in environmental awareness activities</li> <li>• Significantly raise public awareness about water resources values (social, economic and environmental)</li> <li>• Empower water users' role in ensuring water resource sustainability</li> </ul>
EC 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 10% of the Basin’s key stakeholders participated in the River Basin capacity building programme</li> <li>• Significant environmental verifications by water management authorities</li> <li>• Consolidation of one environmental enforcement framework for the basin</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target. It is also important to highlight that the targets are those considered in the SFRBP (with minor adaptations to the SEA exercise).

### **Evaluation Criterium 1.1 - Water Management Framework**

The SF RBP 2016-2025 highlighted as per 2015 the existence of problems concerning water management in the Basin referring to the interinstitutional articulation and coordination in force for the management of water quantity and quality, the diversity of entities involved in the water issuance and demand systems, the need of an updated framework of the Basin’s water bodies (which was hampered by diverse

approaches used in the numerous sub-basins) and the lack of a shared management strategy for groundwater and surface water, increasing difficulties in coordination between users, water management entities involved and the Federal States. One of the main recommendations from SF RBP 2016-2025 was the implementation of a set of Water Pacts, to adequately articulate the water management in the Basin (Annex IV).

The Water Pact aims to establish a sustainable Water Governance framework involving all six states plus the Federal District and is being slowly prepared from 2016 on, building the legal framework, revitalization, remediation frameworks and definition of transboundary water flows and allocations, including environmental flows, but specific water pacts are still with no formal agreement (A. Schwartzman; Annex I). However, the appreciation of ongoing governance developments is not consensual among the stakeholders, with some regarding as the pacts proposal a positive landmark (C. Froes, A. Miranda, Annex I). It is suggested that an agreement has been hampered by political disagreements between the states and the water users, related to a perceived loss of power over water resources, but also lack of authority of the CBHSF (Y. Medeiros; Annex I). The Government of Minas Gerais State has established an intentions' protocol with CBHSF and the River Basin Agency for implementation of actions included in the SF RBP Action Plan 2016-2025 related with the foreseen operational State water resources plan (M. Melo, Annex I).

In the meanwhile, water management was delivered to an inter-ministerial group above the water agencies having considerable powers, which is to establish the volume of water storage in the reservoirs, mainly focused on energy production, a development perceived as a disregard from political action advocated in the 2016-2025 SF RBP (A. Schwartzman, Annex I). The lack of coordination above the ministerial level is perceived as a major drawback for Basin's management and harnesses disputes and conflicts, as every ministry has its own planning (S. Mafaldo de Amorim Júnior, F. Barbosa, Annex I).

Referring to the water bodies framework, which are commanded to be updated by the CONAMA Resolution (357/2005), no single updated framework has been approved by the CNRH (National Council of Water Resources / *Conselho Nacional de Recursos Hídricos*), although three proposals are in approval stage (Urucuia, Intermediate São Francisco and Salitre River) and other 7 are under development (Upper São Francisco, Jequitaí and Pacuí Rivers, Paracatu River, Verde Grande

River, Três Marias Dam, Intermediate Grande River, and Lower Grande River) (see Annex II). These developments in the water bodies framework are regarded overdue and very unsatisfactory (A. Miranda, Annex I).

As for sub-basins' Master Plans only 11 recent (created since 2010) plans exist (Upper São Francisco, Velhas River, Jequitaí and Pacuí Rivers, Urucuia River, Intermediate São Francisco, Verde Grande River, the Três Marias Dam, the Salitre River, the Paramirim and Santo Onofre Rivers, the Verde and Jacaré Rivers, and the Piauí River), but only one, Upper São Francisco, is published (Annex II).

The number of registered and paying users of the Basin's waters amounted to 1,960 in 2015 and greatly increased (by 400%) till 2020, when the number was 10,050. However, transparency on water uses registered numbers by ANA is still not adequate for assessing the real numbers and evolution in sub-basins, apart from an increase of volumes extracted in the whole Basin (Annex II). One noted case is the Urucuia aquifer use with many users operating outside the grants system (A. Miranda, Annex I).

Capacity building for water management is perceived as insufficient, particularly due to deficiencies in the States' and individual RBC's (notably in Bahia, Alagoas, Sergipe, Goiás) water management framework, comparatively to the federal level, namely at the National Water Agency – ANA (Y. Medeiros, Annex I). In particular, the integration between state and federal RBC and between States and RBC is perceived as unsatisfactory; these deficiencies are linked with gaps in the institutional framework of RBC (I. Ramos, Annex I).

### **Evaluation Criterium 1.2 – River Basin Environmental Awareness**

From the required spending established in SF RBP 2016-2025 to accomplish the plans goals it is verified that in 2019 only 26% was executed and with a reduced trend (37% in 2018). The spending is unevenly distributed among the axes of action with spending corresponding to the full extent of the budget in Axis 6 – Land use and Dam Security, seconded by Axis 1 – Governance and Social Mobility, where 27% of the expected budget was fulfilled (Annex II).

These numbers reflect an expansionist vision of the Basin, focused on main uses, as the generation of energy, and neglecting the environmental conservation aspect (A. Schvartzmann, Annex I). The knowledge about the Basin detained by the Federal State and the CBHSF members is very fragmented among the several

uses/sectors, which is preventing the view of the Basin as a whole (C. Froes, Annex I).

Environmental protection and land management institutions, together with civil society institutions, have been verifying a degradation process, penalizing public participation in the water management framework (R. Aguiar, Y. Medeiros, Annex I).

The prospect of privatisation of Eletrobras, the Union's electricity generating company, is regarded as a threat to a better environmental awareness, as hydroelectric companies operating in the Basin (ex. CHESF, CEMIG) will be controlled by private interests (A. Miranda, Annex I)

### **EC 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection**

Capacity development events for members of the CBHSF have had a slow development, with only a few workshops and capacitation sessions been carried out since 2016. Comparatively, the capacitation of Basin's water users have been more extensively developed with implementation by the States' own institutions, focusing topics as environmental education, river water quality, environmental services, dam security, desalinization systems, artisanal fishing, and irrigation (Annex II).

The environmental enforcement framework in the Basin is regarded with problems, namely due to perceived disparities between water users located in São Francisco River main course and in the tributary courses, with tributaries being provided exemptions of charging or a looser control of grants (I. Ramos, Annex I).

### **Global Assessment**

The global score of the CDF1 is 4.5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the River Basin Planning and Water Governance had a slight improvement ( $\geq 5\%$ ). Table 17 – Assessment of CDF1 - River Basin Planning and Water Governance, presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River Basin progress to the targets. These progresses can be checked in detail with the information of Annex II, that presents, for each evaluation criteria the main available results. The targets assessment was also commented by the interviewed stakeholders (see annex I), and the updated media analysis (of Annex III) also contributed to calibrate some of the scores. All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF1 score.

**Table 17 – Assessment of CDF1 - River Basin Planning and Water Governance**

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Criterion score <sup>(1)</sup></b>
EC 1.1 – Water Management Framework	5
EC 1.2 – River Basin Environmental Awareness	4
EC 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection	5
<b>CDF1 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>4.5</b>

(1) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see Table 17 – Assessment of CDF1 - River Basin Planning and Water Governance)

(2) Criterion weight for CDF score reflects the Author's view

## 8.2.2 CDF 2 – Water Quality and Sanitation

### Evaluation Criteria and Targets

For analysis of CFD2 were considered the evaluation criteria (EC) and targets presented in Table 18 – CDF2 - Water Quality and Sanitation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.

**Table 18 – CDF2 - Water Quality and Sanitation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025**

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Targets 2016-2025</b>
EC 2.1 – Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2020 monitor all major surface water bodies</li> <li>• Until 2025 complete the monitoring system for all groundwater bodies</li> </ul>
EC 2.2 – Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 implementation of one Investment Plan for prevention and control of pollution on surface and groundwater bodies</li> <li>• Implement remediation projects of more degraded mining areas</li> <li>• Implement a remediation programmer for degraded agricultural and pasture areas</li> <li>• Implement a programme to prevent and control soil erosion</li> </ul>
EC 2.3 – Municipal Sanitation Plans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 all 505 municipalities have a municipal Sanitation Master Plan</li> </ul>
EC 2.4 – Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 93% of River Basin Dwellings covered by water supply infrastructures</li> <li>• Until 2025 significant improvement of the States critical water and environmental infrastructure</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target (see Annex IV and Annex II).

### **Evaluation Criterium 2.1 - Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies**

The situation at the time of SF RBP 2016-2025's conclusion, concerning surface water monitoring highlight, very relevant monitoring gaps in the Sub-medium and especially in the Lower São Francisco regions (Annex IV)

Since 2015, all the six States comprised by the River Basin and the Federal District have adhered to the QUALIÁGUA Water Monitoring Program, adopting a common framework for surface water quality monitoring and dissemination of the data. Some knowledge gaps still exist: in Goiás and Alagoas the complete list of monitoring stations is not available (Annex II).

Concerning groundwaters, in 2015 the monitoring was rather scarce, with available information concerning quality being limited to a few focused aquifers and mostly gathered from secondary data (Annex IV). The SF RBP 2016 – 2025 also found evidence of largely improper conditions for human consumption in the Lower São Francisco, which have been related to low precipitation and high evaporation levels (Annex I).

Groundwater Monitoring routines are well established in Minas Gerais State (143 monitoring wells) and the Federal District (42 stations and 84 monitoring wells) but still lacks in Goiás, Bahia and Alagoas. Pernambuco and Sergipe do not easily disclosure quantitative information. Since 2015 studies have been carried out in assessing the state of the aquifers Urucuia, Areado, Bambuí and Salitre, only a small part of the total aquifers in the basin (Annex II)

## **Evaluation Criterium 2.2 - Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures**

The SF RBP 2016-2025 highlighted as per 2015 the important pressure of industrial effluents from several industries (the food, textile, and metallurgical) on surface water of some sub-basins and groundwater's quality of the Upper and Medium São Francisco regions (Annex IV).

However, the number of reports found related to pollution assessment and/or remediations from the industrial sector in the basin is rather scarce. Only the state of Minas Gerais outputs annual reports on superficial water quality where industrial effluent discharge data is available. Other reports found are related to a 2016 study of the industrial sector in the hydrographic basin of the Velhas River, a study of the effluent reuse for industrial supply in the state of Pernambuco, and a diagnostic study for the Paraopeba River Basin. Three projects were found to be ongoing and whose main objective was to remediate rivers damaged by the industrial sector, all three in Minas Gerais (Annex II).

The SF RBP 2016-2025 found an important pressure on surface water and groundwater quality due to the mining sector, especially the small scale one, in the Upper São Francisco region (Annex IV).

No solid data was found on the exact area of the basin that has been affected by degradation from mineral extraction activities, nor the strict amount of land actively being recovered. However, studies have been published that aim to show the impacts

of this industry on the basin, (especially following the collapse of the Brumadinho dam that withheld a large volume of mineral waste), and the amount of water quality standard violations triggered by the sector. Plans to recover headwaters and damaged ecosystems and to provide socioeconomic reparations are ongoing, both as a result of the Brumadinho Dam collapse or as a result raising environmental standards of the mining activity itself, as per the example of the mining company Kinross that has actively invested in remediation projects since 2010 (Annex II). Other mining dams existent in Upper São Francisco are perceived as a permanent risk for water quality in the Basin (I. Ramos, Annex I).

Several action plans have been found whose goals are to reverse or minimize the water quality problems associated with agricultural and livestock activities. Some of the most relevant include: the seven Hydro-environmental remediation Projects for the hydrographic basins of the Confusão stream, the Pasto de Bois stream, the São Pedro River, the Caldeirão lake, the Verdes da Caaringa River, the Preto River, the Curitiba River, the Betume River, and the Boacica River. Action plans also include the regeneration of some of the APPs (Áreas de Preservação Permanente / Permanent Conservation Areas) in the basin, capacitation of users towards environmental education and vegetation-planting projects (see Annex II).

### **Evaluation Criterium 2.3 - Municipal Sanitation Plans**

One of the most worrying aspects of the research was finding out that basic sanitation is still heavily lacking in the basin, and this is perceived as one of the main problems (C. Froes interview, Annex I). According to the 2016 – 2020 CBHSF Management Plan, only 54 sanitation plans were completed (15 in the Upper São Francisco, 23 in the Medium São Francisco, and 16 in the Lower São Francisco), while another 48 plans are currently being carried out. Such investments were said to have been worth a mere R\$ 1.8 M (Annex II).

A drawback for significant basic sanitation improvements in the Basin is the abundance of small municipalities, which often lack funding and the required knowledge (C. Froes interview, Annex I; media update, Annex III). Nevertheless, sanitation plans have been funded as a priority by the CBHSF (Annex III).

### **Evaluation Criterium 2.4 - Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure**



Similarly, data was found for the % of the population per state that had access to clean and safe drinking water in their homes. The data is as follows: Minas Gerais (82.25% in 2016 to 82.07% in 2019), Bahia (80% in 2016 to 81.11% in 2019), Pernambuco (77.69% in 2016 to 81.15% in 2019), Sergipe (86.36% in 2016 to 85.98% in 2019), Alagoas (76.74% in 2016 to 75.41% in 2019), Goiás (87.99% in 2016 to 88.52% in 2019), and the Federal District (99.06% in 2016 to 99% in 2019) (Annex II).

Domestic sewage pressure on water resources has been more severe in the Upper São Francisco Basin (I. Ramos, M. Melo, Annex I), particularly in the Belo Horizonte's Metropolitan Region, with the sub-basin Rio das Velhas being a critical area, despite the best service rates of sewage collection and treatment verified in Minas Gerais State (Annex I; Annex III).

In overall, the number of households that had access to basic sanitation per state were found to be as follows: Minas Gerais (64.41% in 2016 to 66.7% in 2019), Bahia (55.71% in 2016 to 52.57% in 2019), Pernambuco (30.4% in 2016 to 31.56% in 2019), Sergipe (29.08% in 2016 to 27.66% in 2019), Goiás (56.16% in 2016 to 60.52% in 2019), and the Federal District (84.42% in 2016 to 82.28% in 2019). In Alagoas a larger reduction resulted from accounting methodology change (44.73% in 2016 to 17.14% in 2019) (Annex II).

Thus, considerable lack of adequate sanitation infrastructure still penalizes São Francisco River and its tributaries water quality (I. Ramos, M. Melo, A. Miranda interviews; Annex I) and still tends to affect a significant percentage of total population in particular in the Semiarid region. In the Sub-medium region only one municipality (Lagoa da Prata) has all the domestic sewage treated (Annex III).

The availability of the waste collection service per household across the states is as follows: Minas Gerais (77.59% in 2016 to 79.81% in 2019), Bahia (65.07% to 68.19%), Pernambuco (69.04% to 71.67%), Sergipe (71.54% to 72.37%), Alagoas (68.21% to 67.67%), Goiás (84.42% to 82.3%), and the Federal District (98.29% to 97.98%) (Annex II).

### **Global Assessment**

The global score of CDF2 is 5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the River Basin Water Quality and Sanitation had one slight improvement ( $\geq 5\%$ ). Table 19 – Assessment of CDF2 - Water Quality and Sanitation; presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River

Basin progress to the targets (detailed information available in Annex II, Annex III and Annex I). All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF2 score.

**Table 19** – Assessment of CDF2 - Water Quality and Sanitation

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Criterion score <sup>(1)</sup></b>
EC 2.1 – Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies	5
EC 2.2 – Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures	4
EC 2.3 – Municipal Sanitation Plans	6
EC 2.4 – Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure	4
<b>CDF2 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>5</b>

(3) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**)

(4) Criterion weight for CDF score reflects the Author's view

### 8.2.3 CDF 3 – Water Availability and Sustainability

#### Evaluation Criteria and Targets

For analysis of CFD3 were considered the evaluation criteria (EC) and targets presented in Table 20 - CDF3 - Water Availability and Sustainability: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.

**Table 20** - CDF3 - Water Availability and Sustainability: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025

Evaluation criteria	Targets 2016-2025
EC 3.1 – Surface Water Availability and Quantitative Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 consolidate the River Basin monitoring system (fluviometric and rain gauges)</li> <li>• By 2025 test and implement alternative strategies and projects to increase water availability in the sub basins</li> <li>• By 2025 increase significantly the number of municipalities with hydrological risk analyses and mapping</li> </ul>
EC 3.2 – Action Programme for Groundwater	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 improve significantly groundwater knowledge</li> <li>• By 2025 implement revegetation projects in areas of maximum infiltration of Karst and Porous aquifer systems</li> </ul>
EC 3.3 – Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 define and implement new water storage systems (dams and water reservoirs, water wells, tanks and rainwater storage)</li> <li>• By 2025 implement water recycling programs</li> <li>• By 2025 reduce significantly the water losses in urban and distribution systems</li> <li>• Improve significantly the irrigation technologies</li> <li>• Increase the feasibility of the São Francisco Waterway</li> <li>• Increase fish stock, fisheries and aquaculture production</li> <li>• Test and implement strategies to deal with conflicting uses</li> </ul>
EC 3.4 – Ecological Flows	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 define ecological flow regimes to the Upper, Medium, Sub medium and Lower São Francisco</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target.

### **Evaluation Criterium 3.1 - Surface Water Availability and Quantitative Monitoring**

In terms of water availability, there have been a couple of studies and projects done to test whether it is possible to increase the amount of water that circulates in the watercourses. Three of these projects are basically Regeneration Projects of the water sources (headwaters) of rivers that are tributaries to the São Francisco River (Feijão and Olho D'Água Rivers, and the rivers in the municipality of Érico Cardoso in Bahia State). In terms of the degree of monitorization in the basin, it can be noted that there was a significant increase in the number of fluviometric stations (136 out of the 914 in

operation were installed between 2016 and 2021) and rain gauges (24 of the 1086 in operation were installed between 2016 and 2021) installed (Annex II). Nevertheless, the surface water monitoring network is still regarded as insufficient relative to the water management needs (A. Miranda, Annex I).

Per what the research carried out led to, 12 Terms of Reference were found in the news website of the CBHSF that pertained to revitalization/ remediation projects for the basin, most of which were related to replanting efforts, requalification, hydro-environmental recovery, restoration of slopes, environmental education, and construction and installation of sustainable and environmentally friendly infrastructure (Annex II).

The municipalities that have monitoring of extreme hydrological events have their geological and hydrological risk areas identified, mapped, and georeferenced. According to the research found, 16.6% of the municipalities in the state of Minas Gerais, 23.5% in the state of Alagoas, 3.7% in the state of Goiás, 5.3% in the state of Sergipe, 11.0% in the state of Bahia, and 34.6% in the state of Pernambuco currently do have such monitoring. That sums up 289 municipalities with monitoring out of the existing 1878 (15.4%) (see Annex II).

### **Evaluation Criterium 3.2 – Action Programme for Groundwater**

As per 2015, the knowledge available for the 44 aquifer units existent in the Basin was found scarce and very unevenly distributed (Annex IV). The update shows, four new hydrogeological surveys and studies for the São Francisco River Basin since 2016, and another four have made mention of the saline intrusion phenomenon that occurs in the Lower São Francisco (Annex II). Existent knowledge is regarded as particularly scarce given the unorganized use of groundwater resources of the Basin and the perspective of their over exploitation (A. Miranda and I. Ramos interviews, Annex I).

Reforestation activities have been constantly ongoing in the basin, however the mention of reforestation in areas that are extremely important for the hydrological cycle (critical areas of groundwater recharge, for example) is scarce. Three projects were found to be considerably relevant, which involved requalification efforts around the Green Lakes, the reforestation of an Environmental Protection Area in the Paramirim River, and the requalification of a riparian forest area surrounding the Pontal lake in the state of Pernambuco (Annex II).

### **Evaluation Criterium 3.3 - Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses**

The number of projects with the aim to increase water supply is rather significant, especially considering their sheer scale. The Transposition Project (PISF) is the first that comes to mind whose construction work was prepared from 2005 and is predicted to end by the first semester of 2022. It is comprised of two dike systems that will carry a constant 26.4 m<sup>3</sup>/s of water from the São Francisco River into the Semiarid region of Brazil (northeastern Brazil), feeding populations in the States of Pernambuco, Paraíba, Ceará, and Rio Grande do Norte (Annex IV).

The Transposition Project is regarded as a key stone for the universalization of the water supply within the next decade in the Metropolitan Region of Recife, Goiana and Mata do Norte, and for irrigation improvement in Ceará state, outside the São Francisco River Basin. However, a year after opening of the project the intended benefices of the project are still not seen (Annex III).

There are also a number of ongoing projects that aim to install tanks to capture rainwater (Projects: “Water Sustainability in the Semiarid”, “Water and Life in the Semiarid: Producing Food and Rescuing the Financial Autonomy of Farmers”, and “Harvesting Rainwater and Rescuing the Rights and Duties of the People of the Semiarid in the Paramirim River Basin”) (Annex II; M. Melo interview, Annex I). A plan to construct yet another hydropower plant is underway since President Bolsonaro rose to power (UHE Formoso), though negative impacts of its construction have been published by experts, warning against the implementation of the infrastructure (Annex II).

The state of Minas Gerais is once again one step ahead of its neighbouring states, and is currently the only one that has made the reusing of water from wastewater treatment plants legal for use in irrigation (of crops that will not be ingested raw), for the cleaning of public spaces, for car washes, and toilet use in commercial or industrial settings (Annex II).

The amount of water lost in urban supply/distribution systems had been found registered not in terms of the basin but per state (the total state rather than just the sections of the state included within the boundaries of the watershed). The results found are as follows: Bahia (38.4% loss in 2016 to 40.2% loss in 2019), Minas Gerais (35.1% in 2016 to 36.7% in 2019), Pernambuco (52.6% to 50.1%), Alagoas (45.9% to

29.8%), Sergipe (47.7% to 43.6%), Goiás (30.2% to 29.2%), and the Federal District (35.2% to 32.1%). The amount of water removed for the sake of irrigation and industrial consumption has only been published quantitatively in terms of the country as a whole (Annex II).

Despite these developments the situation concerning water supply is still unsatisfactory, as water shortages are still occurring in cities close to the São Francisco River (I. Ramos interview, Annex I).

As for navigation, this use of São Francisco River has been importantly degraded following 2013 through dam management practices, which had only slight improvement in 2021 (Annex IV). Thus, the São Francisco Waterway is still to be accomplished (Annex III).

No significant improvements have been made in strategies to deal with conflicting uses, specially penalizing the small and traditional users (Annex II; R. Aguiar, A. Miranda, I. Ramos interviews, Annex I). This is particularly unsatisfactory due to foreseen increasing conflicts such as prospect for the privatisation of the electrical company operating hydroelectric dams (Electrobras) and the Transposition project (A. Miranda interview, Annex I).

### **Evaluation Criterium 3.4 - Ecological Flows**

Although some studies did make mention to the ecological flow of certain stretches in the São Francisco River, none seemed to strictly define values for these ecologically minimum flows (Annex II). It is suggested that agreement in this respect is difficult with disputes between the States concerning power over water resources, namely between upstream Minas Gerais State, who is to allow water downstream and Bahia, Pernambuco, Alagoas and Sergipe States who aim to receive more water (Y. Medeiros, Annex I).

The foreseen large projects for water use, as the Transposition Project, and the intensification of droughts due to climate change, accentuate the lack of definition of ecological flows, which is perceived as a major drawback for the Basin's sustainability (Annex I; A. Miranda, Annex I). Hampered development in this issue is perceived as particularly critical for Lower São Francisco (Y. Medeiros, Annex I).

## Global Assessment

The global assessment of CDF3 is 4.5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the River Basin Water Availability and Sustainability had one slight improvement ( $\geq 5\%$ ). Table 21 – Assessment of CDF3 - Water Availability and Sustainability; presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River Basin progress to the targets. All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF3 score.

**Table 21** – Assessment of CDF3 - Water Availability and Sustainability

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Criterion score <sup>(1)</sup></b>
EC 3.1 – Surface Water Availability and Quantitative Monitoring	5
EC 3.2 – Action Programme for Groundwater	5
EC 3.3 – Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses	4
EC 3.4 – Ecological Flows	4
<b>CDF3 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>4.5</b>

(1) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see Table 21 – Assessment of CDF3 - Water Availability and Sustainability)

(2) Criterion weight for CDF score reflects the Author's view

### 8.2.4 CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region

#### Evaluation Criteria and Targets

For analysis of CFD4 the considered evaluation criteria (EC) and targets are presented in Table 22 – CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.

**Table 22** – CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025

Evaluation criteria	Targets 2016-2025
EC 4.1 – Planning for Climate Change	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement climate change coping mechanisms in all the semiarid region:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Test and implement groundwater artificial recharge pilot projects</li> <li>○ Underground dams and reservoirs</li> <li>○ Fodder palm seedlings programme</li> <li>○ Community seed banks</li> <li>○ Grazing funds</li> <li>○ Irrigated forage production</li> </ul> </li> </ul>
EC 4.2 – Water Collection and Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 all dispersed rural settlements with 20.000 habitants or less are served by water cisterns</li> <li>• By 2025 improve regional desalination system network</li> </ul>
EC 4.3 – New Energy Matrix	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Until 2025 implement several demonstrative projects for wood alternative energies</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target.

#### **Evaluation Criterium 4.1 – Planning for Climate Change**

Climate change is expected to impact the São Francisco River Basin mostly through the increase of frequency of drought conditions in the Semiarid region. Drought should affect importantly agricultural areas, which have been verifying relevant soil erosion, which causes crops productivity to fall and speeding desertification as lands are abandoned, affecting food security of the population (Annex IV, Annex III).

The fact that deforestation is very expressive in the Basin increases its vulnerability to climate change, as deforested areas' soils have decreased ability to retain rainwater and generates a higher variability of river flows, making difficulty the water resources management. Finally, the forecasted increased air temperatures and evaporation rates will likely increase conflicts among water users, namely due to the projected new irrigated perimeters within and outside (due to water transposition) the Basin, and further weaken the fulfilment of ecosystems water needs. These conflicts are forecasted to affect mostly the area downstream the Itaparica reservoir, concurring with the Semiarid region (Annex IV).



Aquifers are expected to be also relevantly impacted through reduced recharge and degradation of water quality. To these effects adds the increased saline intrusion in the Lower São Francisco region due to expected sea level rise, reducing the groundwater ability to meet water users' needs. The effects on groundwater are mostly concentrated in the Semiarid region, protecting the important freshwater sources located in the Upper and Medium São Francisco regions (Annex IV).

As a preparation for future climate change, pilot projects for artificial recharge of aquifers have been initiated, along with appropriate studies, as well as projects for the construction of underground dams. The number of fodder palm seedling made available in the semiarid has increased, and so have the established community seed banks. The number of grazing funds has also been expanded (Annex II). These developments are considered relatively deficient for the climate resilience of the Basin (A. Miranda interview, Annex I)

#### **Evaluation Criterium 4.2 – Water Collection and Management**

According to the 2010 census, 827 of the 1262 municipalities in the semiarid region had up to 20,000 inhabitants and approximately 38.03% of the population in the semiarid live in rural areas. Three studies were found that covered the feasibility of obtaining water in these small municipalities. Until 2019, the Cistern Program promoted access to water to 1.1 million homes in the semiarid region and 357,535 new cisterns remain to be built to supply a further 343,033 families (Annex II).

Desalination systems were also planned for the São Francisco River Basin though many are yet to be completed: Minas Gerais (0 completed out of 69), Bahia (236 completed out of 295), Sergipe (29 completed out of 29), Pernambuco (0 completed out of 170), Alagoas (86 completed out of 101); the remaining two states (Goiás and Federal District) do not participate. Such indicates only 351 out of the expected 664 (52.9%) have been completed (Annex II).

Despite these developments it is perceived a lack of attention in meeting the poorer population water needs, namely small water users and indigenous and quilombo communities, relative to the attention given to large projects. This lack of attention is also reflected in not addressing this population needs when it comes to constructing a basis for their better understanding of the issues involved in preservation, conservation, and water sustainability (R. Aguiar and A. Schwartzman interviews, Annex I).

### Evaluation Criterium 4.3 - New Energy Matrix

Efforts to decrease the dependency on wood for energy generation are ongoing. Several studies have been carried out related to improving energy efficiency of alternative sources and two projects have been launched to demonstrate to the general population such innovative methods for energy generation (Annex II).

### Global Assessment

The global assessment of the CDF4 is 5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the River Basin Climate Resilience in the Semiarid Region had one slight improvement ( $\geq 5\%$ ). Table 23 – Assessment of CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River Basin progress to the targets. All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF4 score.

**Table 23** – Assessment of CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region

Evaluation criteria	Criterium score <sup>(1)</sup>
EC 4.1 – Planning for Climate Change	5
EC 4.2 – Water Collection and Management	5
EC 4.3 – New Energy Matrix	4
<b>CDF4 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>5</b>

(1) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**)

(2) Criterium weight for CDF score reflects the Author's view

## 8.2.5 CDF 5 – Biodiversity and Conservation

### Evaluation Criteria and Targets

The analysis of CFD5 considered the evaluation criteria (EC) and targets presented in Table 24 – CDF5 - Biodiversity and Conservation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.

**Table 24** – CDF5 - Biodiversity and Conservation: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025

Evaluation criteria	Targets 2016-2025
EC 5.1 – Protection of Important Natural Areas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 halve current deforestation rates in each state</li> <li>• By 2025 implement payment for environmental services in critical areas</li> </ul>
EC 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement and replicate pilot projects for remediation of natural degraded habitats, including riparian forests, river sources, marginal ponds and lagoons, and transitional and coastal wetlands</li> </ul>
EC 5.3 – Creation of a Green Network	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 outline a Green Network, including Conservation Areas and natural liaison spaces in between, improving a network of ecological corridors throughout the basin</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target.

### **Evaluation Criterium 5.1 – Protection of Important Natural Areas**

As for 2015, all three ecologically relevant biomes located in the basin, namely Cerrado, Caatinga and Atlantic Forest, had verified significant decrease in area, mostly through deforestation for substitution for agriculture and livestock production areas (Annex IV, Annex III). The relevant areas are only partially included in conservation areas, and even in those cases deforestation was not prevented, as 20% of these areas were still affected by deforestation in 2002-2016 (Annex IV). The deforestation of Cerrado and Caatinga biomes was facilitated by a lower legislative protection as these biomes are not considered national patrimony (A. Miranda interview, Annex I).

The data found for the degree of deforestation was state-wise rather than specific for the basin: Bahia (12,288 ha in 2016 to 1,985 ha in 2018), Minas Gerais (7,410 ha in 2016 to 3,379 ha in 2018), Pernambuco (354 ha in 2017 to 90 ha in 2018), Sergipe (340 ha in 2017 to 98 ha in 2018), Alagoas (259 ha in 2017 to 8 ha in 2018), and Goiás (165 ha in 2017) (Annex II). However, the deforestation in the Basin is perceived as very relevant, being one of the main problems in the Basin (C. Froes interview, Annex I).

It is worth noting that significant knowledge is still lacking concerning the Basin's flora, namely conservation status and distribution (Annex IV). Recent assessments on

the conditions of some important areas for conservation in the basin have been carried out. Some worth noting, including the assessments on the deforestation and local flora at the APA Serra Branca / Raso da Catarina, the land cover and conflicts at the APA Lago do Sobradinho, adverse environmental impacts at the APA Gruta de Brejões / Verede do Romão Gramacho, and biodiversity at the APA Marimbus / Iraquara (Annex II).

For the sake of incentivising the population to safeguard ecosystems, several PSA projects (*Pagamento por Serviços Ambientais / Payment for Environmental Services*) have been implemented in Goiás and Minas Gerais (Annex II). These developments are still considered insufficient (I. Ramos interview, Annex I).

### **Evaluation Criterium 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats**

The number of projects aimed at recovering degraded areas, riparian forests, and river sources has been extensive and diverse, especially since 2015. There are also ongoing projects focused on repopulation of relevant fish and bird species in the Basin (Annex IV, Annex II). All states involved have had some degree of participation in these activities, although most projects have been finalised before 2019 (Annex II). However, some remediation efforts can be hampered by climate change effects on vegetation (Annex III)

These projects have been arguably insufficient considering the scale of the Basin. The CRAD (*Centros de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas / Reference Centres for the Recovery of Degraded Areas*) have been mostly inactive since 2015 (Annex II) and the Basin's revitalization/ remediation plan, launched in 2016 and to be carried out till 2026 (Annex III), has been generally hampered due to lack of funding (C. Froes interview, Annex I).

A relatively poor knowledge about the conservation and distribution of flora and fauna in the Basin (Annex IV) is also a drawback to a significant remediation effort in the Basin.

### **Evaluation Criterium 5.3 – Creation of a Green Network**

In terms of ecological corridors, there is an ongoing project that aims to establish the Green Corridor of the Jalapão Region that encompasses parts of the states of Bahia, Maranhão, and Tocantins, focusing on Cerrado biome. Another project that is still in its proposal stage, and aims to connect two conservation areas, one of which

included in the Basin, in the state of Minas Gerais. Currently, the only existing ecological corridor in the Basin is the Caatinga Ecological Corridor, thus with no significant improvement since the situation in 2015 (Annex IV, Annex II).

### Global Assessment

The global assessment of the CDF5 is 5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the Biodiversity and Conservation had one slight improvement ( $\geq 5\%$ ).

Table 25 – Assessment of CDF5 - Biodiversity and Conservation presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River Basin progress to the targets. All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF5 score.

**Table 25** – Assessment of CDF5 - Biodiversity and Conservation

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Criterion score <sup>(1)</sup></b>
EC 5.1 – Protection of Important Natural Areas	4
EC 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats	5
EC 5.3 – Creation of a Green Network	5
<b>CDF5 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>5</b>

(1) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see Table 25 – Assessment of CDF5 - Biodiversity and Conservation)

(2) Criterion weight for CDF score reflects the Author's view

### 8.2.6 CDF 6 – Land Use and Dam Safety

#### Evaluation Criteria and Targets

For analysis of CFD6 were considered the evaluation criteria (EC) and targets presented in Table 26 – CDF6 - Land Use and Dam Safety: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025.

**Table 26** – CDF6 - Land Use and Dam Safety: Evaluation Criteria and Targets 2016-2025

Evaluation criteria	Targets 2016-2025
EC 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 significantly improve the coordination between water resources and land use policies and plans</li> </ul>
EC 6.2 – Dam Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>• By 2025 implement a comprehensive Dam Safety Policy covering all River Basin's dams and reservoirs</li> </ul>

In the following sections are presented the assessment of each EC considering information referring to each target.

### **Evaluation Criterium 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels**

The situation till 2015 showed the existence of significant conflicts between small water users, including the diverse traditional communities existent in the basin which depend heavily on water use for livelihood (indigenous, quilombola and others), and large water users as the hydroelectric energy sector and irrigation projects, which are usually the main beneficiaries of water resource planning, namely in the dam flows attribution. The conflicts show that water resources planning and land use planning aren't adequately articulated to reflect the socioeconomic situation of the Basin and water needs (Annex IV).

This lack of adequate regulation is also reflecting in the occurrence of important soil degradation in the Basin (C. Froes interview, Annex I), further impacting the traditional communities. The planning in force has also degraded considerably navigation use of São Francisco River, a relevant socioeconomic use impacted by dam management practices, a situation that had only slight improvement in 2021 (Annex IV; Annex III).

Since 2016, the CBHSF has been involved in technical support meetings with several different entities relevant to the management of land and the environment. Such meetings have involved the FIENPE (Forum of Teaching and Research Institutions of the São Francisco River Basin), the CTIL (Institutional and Legal Technical Chamber), the CTPPP (Technical Chamber of Plans, Programs, and Projects), the CTOC (Technical Chamber of Grants and Charges), the CTCT

(Technical Chamber of Traditional Communities), the CTAI (Technical Chamber of Institutional Articulation), the GACG (Management Contract Follow-up Group), and the CTAS (Technical Chamber of Groundwater) (see Annex II).

Several municipalities and sub-basin committees within the basin are or have been involved in hydro-environmental projects, many of which are currently ongoing (Annex II). These efforts are still considered insufficient for a significant improvement of coordination between water use resources and land use policies and plans, as Committee members have difficulty to grasp the Basin as a whole (C. Froes interview, Annex I).

Despite these efforts a major difficulty to significantly improve in this field is that water resources management decisions are currently taken at a national level, within an inter-ministry group, and not at regional and municipal levels, which are the levels sensitive to the wide spectrum of socioeconomic and ecological water needs (A. Schwartzman's interview, Annex I). The Federal State's perception of the Basin is much fragmented among the different water uses (C. Froes interview, Annex I) and as such a coordinated effort to achieve the sustainability of the Basin's water resources is very difficult.

Of special concern is the prospect of the implantation of a nuclear power plant in the Basin (Itacuruba municipality), close to Itaparica reservoir (A. Miranda interview, Annex I).

### **Evaluation Criterium 6.2 – Dam Safety**

São Francisco Basin comprises a large number of dams, comprising multiple uses, mining waste, hydroelectric and industrial waste dams, which have been increasing in number in the period from 2011 to 2021. However, in 2015 these dams remained largely to be supervised and this supervision was very localized in the Basin (focusing in Minas Gerais State; Annex IV).

Following the Brumadinho dam rupture in 2019, a major disaster that killed 272 and released large amounts of contaminated mining waste (BRASIL. Câmara dos Deputados, 2019), dam safety became a priority.

The accident with iron ore tailings dam from Vale S.A. which occurred in January 25<sup>th</sup> in Brumadinho municipality in the State of Minas Gerais, caused the release of 13 million m<sup>3</sup> of iron ore tailings to tributary streams of Paraopeba River, tributary of the

São Francisco River (BRASIL. Câmara dos Deputados, 2019) (Annex III; A. Miranda interview, Annex I).

Accident impacts included water and sediments contamination (with iron, manganese, lead and mercury, 20 to 7000 times the environmental standard) in Paraopeba river and tributary streams (affecting habitats, vegetation and fish and other fauna, and livestock), interrupting water supply for human consumption and industrial use, impact on springs and lagoons near the river; soil and atmospheric contamination, change in disease vectors cycles, health impacts (including proliferation of dengue and diseases related with poor water quality; mental health disorders), damage to housing and infrastructure, socioeconomic impacts (abrupt change in social organization and livelihood and working framework, including for the traditional and indigenous communities living near the river), affecting up to 45 municipalities (Brasil. Câmara dos Deputados, 2019).

Regarding dam safety, the CBHSF promoted in 2019 a seminar on the topic in the São Francisco River Basin. A 2016 annual report by the SNISB (National Dam Safety Information System) highlighted the events and activities to be carried out by each entity in the following years. The CHESF (São Francisco Hydropower Company) was responsible for six sessions between 2018 and 2021, CEMIG (Minas Gerais Hydropower Company) was responsible for two, Furnas Electric Centers for another two in 2019, Vale S/A for fourteen across 2019, and Usiminas S.A., DNOCS, and CODEVASF responsible for one each in 2019 (Annex II).

The National Water Agency (ANA) has published yearly reports on dam safety that show the number of safety relevant dams registered has significantly increased in the 2016-2021 period, showcasing how the number of dams classified as High in both risk category and associated potential damage is extremely large (Annex II). However, despite the increased attention given to dam safety after the Brumadinho accident, the 2020 Report on Dam Safety outlined that 77% of the dams in the basin do not have safety plans and that 84.8% are not submitted to periodic safety inspections (Annex II). Thus, a comprehensive Dam Safety Policy for the Basin's dams / reservoirs is still not achieved (A. Miranda interview, Annex I).



## Global Assessment

The global assessment of the CDF6 is 5 (fairly good according to the 7-point score system), which means that the River Basin Planning and Water Governance had one slight improvement ( $\geq 5\%$ ). Table 27 – Assessment of CDF6 - Land Use and Dam Safety presents the evaluation criteria scores, which were assessed considering the River Basin progress to the targets. All criteria were given the same weight for the assessment of the CDF6 score.

**Table 27 – Assessment of CDF6 - Land Use and Dam Safety**

<b>Evaluation criteria</b>	<b>Criterion score <sup>(1)</sup></b>
EC 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels	5
EC 6.2 – Dam Safety	5
<b>CDF6 Global Score <sup>(2)</sup></b>	<b>5</b>

(1) Evaluation Criteria are valued according to the Lickert Scale 7-point scoring system (see Table 27 – Assessment of CDF6 - Land Use and Dam Safety)

(2) Criterion weight for CDF score reflects the Author's view

### 8.3 - Contribution of SF RBP to the sustainable management of water resources

The SEA highlighted the significant contribution of SF RBP to the management of water resources in the basin at a macro level, as it:

1. Produced a participatory technical diagnosis of the baseline and main problems of the basin's water resources, allowing the construction of a public georeferenced database.
2. Produced guidelines to review the governance framework, including the proposal of three complementary pacts: one legal pact (addressing water management full compliance with environmental legislation); one water sharing pact (allocation of water by sub-basin and delivery flows to the main channel; management rules for the main reservoirs; prioritization of uses) and one revitalization/remediation pact (program to revitalize and remediate the basin degraded areas).
3. Mobilized society for the challenges of the basin water management and water conservation – the plan contributed to a serious public debate on the São Francisco resilience, and brought a technical-scientific support to this debate.

4. It enabled the involvement of key actors, basin managers and water users for the definition of water management priorities and for the strengthening of the role of the watershed committees.

5. Produced one action plan, including a roadmap for short-medium term priority interventions in the basin, to enhance water conservation, biodiversity and climate change resilience.

6. Also noteworthy are the SFRBP specific contributions to the optimization of water management through granting and charging mechanisms (instruments for multiple uses management) and for the upgrade of the surface and groundwater monitoring network.

Water allocation rules are of high importance and utility in the process of managing the water resources of a hydrographic basin allowing, in the first instance, a baseline, and secondly, to control and monitor, in order to guarantee the sustainability of the water resources and their future availability for the multiple uses of the river basin.

The SF RBP established guidelines to be observed in the issuance of grants, as well as technical criteria regarding the reference flows; and the environmental flows; grant criteria and allocable flows; delivery conditions of tributary basins; flow limits to define water uses of little expression; granting the release of effluents and granting of large-scale projects with polluting potential.

The SF RBP also contributed to the definition of mechanisms for involving main water users funding the management of basins water resources, namely with guidelines to review charging criteria associated with sustainable development objectives (e.g. differentiation of the coefficient based on good irrigation practices; introduction of an aridity coefficient, etc.).

The plan recognised that it was not possible to gather the necessary information to support the implementation of a new water framework integrating surface and groundwaters of the hydrographic basin; additional studies are needed in this sense, together with the improvement of monitoring networks; these interventions were included in the SF action plan, which included guidelines for the upgrade of the surface and groundwater monitoring network.

#### 8.4 DISCUSSION; WATER SUSTAINABILITY CHALLENGES

São Francisco SEA innovates in combining the assessment of SF RBP and its implementation, including the midterm evaluation of the action plan river basin action plan (from 2016 to 2021).

In fact the present SEA exercise focused both on the planning objectives and targets established in the SF RBP but also focused in the results of the implementation of its key proposals. This combined assessment is important because the implementation is often the most difficult part in the planning/management cycle.

SEA critical decision factors and evaluation criteria considered the compliance of the plan key targets. The SF action plan implementation assessment required one extensive update of the CDF background information (see annexes II, III, IV and V) and was later complemented with the stakeholders interviews (see annex I).

SEA assessment, also highlighted the main water sustainability issues that resulted from the study of the expected future evolution of the water balance in the São Francisco River Basin (including its 34 sub-basins) and related water allocation challenges (Appendixes 2 and 3).

The research showed that water availability in the São Francisco River Basin is in a critical situation, considering present and future demands. This is especially due to insufficient surface water in the sub-basins in the Medium, sub-Medium and lower Medium São Francisco Regions. While groundwater is perceived in better situation this may not be the case, as effective knowledge about groundwater availability (and quality) is, even today, very scarce, as demonstrated by recent studies (MONÇÃO; VELOSO, 2021; FONSECA et al., 2020; SILVA; CHANG, 2018; GONÇALVES; ENGELBRECHT; CHANG, 2018). The compromises assumed related to the hydroelectric production, irrigation projects and transboundary water conveyance projects, exert a huge pressure on water supply in the Basin, penalizing the small users and aggravating conflicts between water users, and between the River Basin regions (SIQUEIRA; SANTOS, 2021; CARNEIRO; ARAÚJO JR.; ALCOFORADO, 2017).

On the other hand, some of the considerations for the forecasted water demands in the basin may be unrealistic, given the recent evolution (2016-2021) and the possible effects of climate change, as expressed on studies of water availability and demand in the basin (COUTINHO; CATALDI, 2021; FERRARINI et al., 2020). This is the case of the more moderate water consumption scenarios (A) that are now considered improbable (I. Ramos and A. Miranda interviews, Annex I).

These findings originate serious challenges for the São Francisco River Basin water resources sustainability. Based on our SEA we may highlight four main challenges:

1. Manage water use conflicts, considering the criticality of the balances between water availability and water demands.
2. Achieve a quality of surface and groundwater resources compatible with the quality classes desired for the satisfaction of the multiple uses.
3. Implement environmental flows in line with the preservation of the environment.
4. Enhance conservation of critical biomes and biodiversity in the basin wetlands and riverine areas

### **Management of water use conflicts**

The main conflicts of use in the hydrographic basin result from the difficulty in compatibilizing the satisfaction of water demand for consumptive uses with requirements of electricity generation, as well as competition for water from the various consumptive uses, especially irrigation, due to the high volumes of water required.

The uses of water in the main watercourse of the São Francisco river basin are conditioned by the operation of huge hydroelectric power plants. The volume of water used for energy production is several orders of magnitude higher than that requested for other consumptive uses. The subordination of energy generation to the dynamics of energy demand satisfaction in the national electricity grid, by the various producing centres, leads to marked variations in the flow turbocharged by the plants of the São Francisco River, resulting in problems for navigation, aquatic ecosystems and use of the territory riverside communities.

However the electrical generation infrastructures also provide positive effects, in particular, the regularization of the flow rate, which increases the ability to ensure the capture for consumptive uses and provides favourable conditions for navigation in the reservoirs, in addition to the mitigation of the effects of floods.

In the sub-basins of the tributaries of the São Francisco River, electricity generation is not so preponderant, and conflicts between consumptive uses stand out, with emphasis on irrigated agriculture, which is the activity with the highest water demand in the basin, and which will have even greater water needs in the future.

The rapid and unplanned expansion of agribusiness, with the deforestation of important areas, has contributed to the degradation of water resources in the basin. Conflicts of use are evident in the work by Rodolpho Ramina entitled “Conception of a robust strategy for the management of multiple uses of water in the São Francisco river basin” (RAMINA, 2015):

1. *The lack of synchrony between the operating regime of hydroelectric plants and the natural conditions of the river, which has manifested itself, for example, in the disappearance of annual seasonality (responsible for the rhythms of endogenous ecosystems) and in weekly, daily and hourly fluctuations (which are characterized by an unpredictability of river conditions), bringing negative impacts to navigation and to all traditional social activities associated with river rhythms, such as artisanal fishing and floodplains agriculture.*
2. *Operational restrictions, which condition the reservoirs to maintain a minimum flow downstream, a restriction that has been systematically disregarded, in situations of pronounced water scarcity;*
3. *The strong growth of agro-industry and large-scale irrigation in the contributing basins, which has brought quantitative and qualitative impacts to surface and groundwater resources in the São Francisco River basin;*
4. *The São Francisco Integration Project (Water Transfer to Ceará State), considering that in the future it may become an important conflict in situations of extreme drought, when the available flows are low and the demands on the basin are greater.*

### **Quality of water resources**

In most of the São Francisco river channel, and in about half of the tributary sub-basins, the quality of the surface water presents a good general standard, adapted to present uses. However, pronounced water quality problems remain in several water bodies of some sub-basins.

In a significant part of the basin, the water bodies have a quality that is not in accordance with the current water framework goal. Water quality problems are especially high upstream of the Minas Gerais/Bahia state border. The lack of monitoring in several tributaries of the São Francisco River downstream, in the semi-arid region, prevents adequate verification of water quality in that troubled region.

As a result, there are situations where it is impossible to meet some predominant uses, especially harming the most restrictive uses of water quality, such as uses associated

with supply for human consumption and protection of biodiversity and conservation units.

As for groundwater, a significant part of the basin has water suitable for human consumption, with a decrease in potability conditions as one advances towards the outfall. In the Lower São Francisco, 70% of the territory has groundwater with improper quality, a value that is 55% in the Lower São Francisco, where 29% of the territory does not even have drinking water.

The quality of groundwater for irrigation also decreases downstream, due to salinity, with approximately half of the basin having improper quality for this use.

In addition, there is still no classification of groundwater water bodies in the São Francisco river basin. For most of the basin's aquifers, the baseline information (on physicochemical characteristics) either does not exist or is outdated, or is restricted to very specific areas of groundwater bodies.

Resolution 91 of the CNRH ( National Council for Hidric Resources; 2008), states that the proposed water framework must consider surface and groundwater in an integrated manner, which implies the prior installation of a monitoring network suited to the information needs.

### **Environmental flows**

Currently, there is only one environmental flow proposal - for the Lower São Francisco section (Medeiros et al., 2010). Thus, it is necessary to define, (and implement), environmental flows (per section and month) for the Upper, Middle and Sub-medium São Francisco sections.

The environmental flows (establishment of the flow and its frequency, duration, regularity/predictability, speed of changes, in order to avoid large variations in a short period of time and, on the other hand, to maintain flow peaks in the rainy seasons, in order to depicting the natural environment), should consider, in addition to the requirements of conservation or preservation of the environment the uses of water resources that must be preserved downstream in the water body (taking into account the pioneering work of environmental hydrographs – MEDEIROS et al., 2010 – to develop more detailed guidelines that combine the maintenance of water-dependent ecosystems with the requirements of riverside communities). The formulation of an environmental hydrograph or “guide curve” intends to encompass a high number of needs of small users who, in general, benefit from their practices and uses when the

river's water regime adopts characteristics that deviate minimally from the natural hydrological cycle of the region.

These studies should include a detailed assessment of the impact of flow on ecosystems, given the different hydrological and hydraulic conditions of the contributing basins, as well as the different uses and needs in each region.

Considering the work carried out for the Upper, Middle and Sub-medium São Francisco sections, the environmental hydrographs defined for the Lower São Francisco by Medeiros et al. (2010) may need to be reviewed.

### **Enhancing biomes conservation and biodiversity**

Deforestation actions, which occurred in about 47% of the São Francisco River Basin area between 2002 and 2010, constitute the main threat to conservation and biodiversity in the basin. Deforestation is one of the main factors responsible for the loss of habitats and for the unfavourable conservation status of several of the basins species. Also in terms of water resources, deforestation had a very negative effect, namely in terms of water quality and the flow regime of water bodies.

Expansion of industry and irrigated agriculture, combined with failures in land use planning and insufficient inspection were indicated as the main causes requiring action.

Other threats to the basins conservation and biodiversity must also be mentioned, such as habitat alteration; illegal collection and trade of native species; threats to the preservation of migratory ichthyofauna due to the presence of reservoirs; exotic species; climate change.

Although Conservation Units cover about 11% of São Francisco the basin's area, it currently has an insufficient degree of biodiversity protection.

To enhance nature conservation, it is recommended a network of key conservation areas, connecting ecological corridors and the remediation of basin's degraded areas. Actions of reforestation and recovery of vegetation are also critical notably in the headwaters, areas of protection of water sources, and river margins.

### **SEA discussion**

From this analysis and accounting the information collected from Basin's key stakeholders through the interviews (Annex I), one very important positive finding from the SEA assessment is that, even now at mid-term, the SF RBP 2016-2025 considers all the relevant issues for the São Francisco River Basin water sustainability, which

were aggregated in the six CDF. Arising from this, the SF RBP Action Plan adequately frames the action required to deal with those issues.

Whilst the SF RBP Action Plan seems adequate, its implementation has been very slow, and this is reflected in the SEA assessment: the global perceived effect of the SF RBP and SF RBP-Action Plan can be assessed as fairly good. This is concurrent with a previous assessment of slow implementation of national water resources policy in the basin (BRITO, 2017).

This result arises mainly from the scores of CDF Water Quality and Sanitation, Biodiversity and Conservation, Climate Resilience in the Semiarid Region and Land Use and Dam Safety, which were all assessed as fairly good, especially due to improvements on surface water quality monitoring, municipal sanitation plans, climate change adaptation and habitats remediation actions.

On the other hand, the situation is not so satisfactory in CDF River Basin Planning and Water Governance and in CDF Water Availability and Sustainability, assessed nearly as same as before (4.5 in Lickert 7-point scale), due to inexistent significant advances in framework of water bodies, environmental awareness, water supply, efficiency and sustainability of multiple uses and in the definition of ecological flows. The insufficient advances in establishing the framework of water bodies were already highlighted in the beginning of the assessment period (BRITO, 2017).

The situation concerning the CDFs sometimes varies among the physiographic regions of the Basin as can be observed in Table 28 – Main aspects of differentiating CDF assessment per physiographic regions of the Basin. Table 28 focus only key differentiated indicators among the regions, with Lower and Sub-medium being generally lagging behind the Upper and Medium regions.

**Table 28** – Main aspects of differentiating CDF assessment per physiographic regions of the Basin



CDF	Upper SF	Medium SF	Sub-medium SF	Lower SF
CDF1 - River Basin Planning and Water Governance	- Some development in Sub-basins framework and Management Plans	- Some development in Sub-basins framework and Management Plans	- Some development in Sub-basins Management Plans	- No development in Sub-basins framework and Management Plans
CDF2 - Water Quality and Sanitation	- All States in list of monitoring stations (RNQA) - 15 Sanitation Master Plans completed - 67% sewage collection	- Goiás State missing in list of monitoring stations (RNQA) - No groundwater monitoring in Bahia and Goiás States - 22 Sanitation Master Plans completed - 53%-82% sewage collection	- All States in list of monitoring stations (RNQA) - No groundwater monitoring in Bahia State - 4 Sanitation Master Plans completed - 32%-53% sewage collection	- Alagoas State missing in list of monitoring stations (RNQA) - No groundwater monitoring in Alagoas - 12 Sanitation Master Plans completed - 17%-28% sewage collection
CDF3 - Water Availability and Sustainability	- Legal reuse of wastewater in Minas Gerais State	- Studies to increase availability Bahia State - Hydrogeological studies Uruçuia, Verde Grande/ Carinhanha Sub-basins - Projects for revegetation in infiltration zones, water storage/ harvesting Bahia State - Legal reuse of wastewater in Minas Gerais State	- Studies to increase availability Bahia State - Revegetation projects in infiltration zones Bahia State - Revegetation projects in infiltration zones of Pernambuco State	-- No significant changes - Water availability is a major problem
CDF4 - Climate Resilience in the Semiarid Region	- 0% completed desalination systems	- Projects for forage production - 0-80% completed desalination systems	- Projects for underground dams and forage production - 0-80% completed desalination systems	- Projects for underground dams and forage production - 85-100% completed desalination systems

CDF5 - Biodiversity and Conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Significant deforestation</li> <li>- Ongoing projects of Ecological Corridors-</li> <li>- Payment for environmental services actions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Significant deforestation</li> <li>- Ongoing projects of Ecological Corridors-</li> <li>- Payment for environmental services actions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Significant deforestation</li> <li>- Degradation of ponds and Aquatic Riverine Habitats</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coastal erosion</li> <li>- Saline intrusion</li> <li>- Degradation of mangroves and salt marshes</li> </ul>
CDF6 - Land Use and Dam Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Significant land use conflicts</li> <li>-Soil degradation</li> <li>-Dam Safety Supervision</li> <li>- Brumadinho Dam rupture: extensive water/ sediment contamination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Significant land use conflicts</li> <li>-Soil degradation</li> <li>-Dam Safety Supervision</li> <li>- Degradation of water ways (navig. Uses)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-- Significant land use conflicts</li> <li>-Soil degradation</li> <li>-Nuclear power plant under consider ration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-- Soil salinization</li> <li>- Land use conflicts</li> </ul>

The fairly good performance of SF RBP and SF RBP-action plan might be in part linked to the stagnation of the Brazilian economic growth in the assessed period (2016-2021) and the occurrence of the COVID-19 pandemic, as the key stakeholders agree that there has been political will from the CBHSF to carry out the SF RBP Action Plan. However, it is also related to the fact that significant improvements in the Basin's Water Governance Framework were not accomplished.

This slow implementation has been linked to governmental action which was described by A. Schwartzman as "environmental acupuncture": significant, that remediation and requalification of wide areas of the Basin, is not done, and action is "mostly political instead of funding", which is concurrent with the perception of a postponement of Basin's revitalization/ remediation actions in a recent survey of CBHSF (ROSA; MORAIS; SAITO, 2021). C. Froes agrees with this view by stating that "Basin's governance is actually weakened because it is prevented by the political conditions of the country" (Annex I). Actions are mostly taken as emergency response to crises occurring in the Basin (I. Ramos, Annex I), as it was well observed with dam safety actions following the Brumadinho's accident or the severe water crisis occurring till 2019 (Y. Medeiros interview, Annex I).

As for the key stone for River Basin's governance, after A. Schwartzman, the Water Governance Pacts are moving forward at a "slow pace" on three fronts: law,

revitalization and remediation, and water management framework (definition of transboundary water flows, allocations and environmental flows). Contrarily, C. Froes considers the Water Pacts had undergone a “large development”, reflecting the political commitment expressed in the CBHSF (Annex I).

In fact, A. Schwartzman states that “governance and political will are the main problems in the São Francisco Basin Management”, an opinion seconded by other interviewees (S. Barros, R. Aguiar, S. Mafaldo de Amorim Júnior, F. Barbosa, A. Silva; Annex I). A. Schwartzman states that the Federal Government adopted an economic “expansionist position”, which is seconded by A. Miranda, SF management practices are less focused in the conservation of natural resources, as they are associated to a developmentalist push of rebuilt state authority (as opposed to private sector) in the domain of natural resources (ROMAN, 2017). In fact, in recent years SF Basin’s water management coordination was delivered to an inter-ministerial group, above agencies and with large powers, in charge of the reservoirs water storage, mainly focusing energy production(!), which is regarded as a setback relative to policy advocated in the SF RBP.

This vision has been related by C. Froes to the fact that the “Federal State and the Committee members don’t perceive the basin as an ensemble, everything is very much fragmented”, opinion seconded by Y. Medeiros and A. Miranda (Annex I). These difficulties were noted in the Basin before (BRITO, 2017) and may be related to the general characteristics of the Brazilian federative system where coordination is Union centralized, being the Union the funding institution of a considerable part of the public policies (COSTA, 2019).

The weak water governance and the slowing economy, through lack of funding, reflects on slight or no improvement in the remaining CDF, as highlighted by the key stakeholders (Annex I):

- C. Froes considers that the “biggest problem in the Basin is sanitation”, as it consists of 511 municipalities, most of which are small and lacking funding and knowledge; concurring with recent studies for the Basin (SOARES et al., 2020); sanitation is also highlighted as an important issue by other interviewees (A. Schwartzman, Y. Medeiros, I. Ramos);
- Concerning water availability, R. Aguiar and M. Melo highlight the situation of great inequality in attending water needs by large and small users (such as families involved in subsistence farming or small indigenous and quilombo

communities). In general, the large projects and the agrobusiness have the means to fulfil their water needs, while the poorer population is consigned to itself; this agrees with recent analyses for the Basin (SILVA, 2017; FERREIRA, 2017; SILVA et al., 2018; FONSECA et al., 2020).

- R. Aguiar stresses that climate resilience in the Basin is greatly hampered by inequalities in meeting the poorer population, small water users and indigenous and quilombo communities water needs, concurring with recent analyses for the Basin (SILVA et al., 2021), relative to the resources made available to the large projects. Socio-economic inequalities are also reflected in population's education levels and on the capacity to understand the problems of water preservation, conservation and sustainability; environmental education and action is especially relevant for the semi-arid region (SANTOS; OLIVEIRA; SILVA, 2018; ARAÚJO; AGUIAR NETTO, 2018).

- A Schvartzman highlights that there is no policy for environmental remediation and conservation of the most sensitive habitats: the few actions carried out since 2016 do not have a sequence or a clear path. Action taken is sort of environmental acupuncture, without consideration to the whole Basin's, recuperation and requalification needs, rather a political action than actual expense. C. Froes concurs with this view by stressing that the Basin's revitalization/remediation plan was not carried out, has no funding and nothing significant was implemented so far;

- C. Froes highlights the soil degradation and the deforestation as the second main problem of the Basin, which are also noted by M. Melo, issues which have been noted in recent studies in the Basin (FONSECA et al., 2020; SOARES et al., 2020; BARBOSA NETO et al., 2017). This is connected with the hampering of the Basin's revitalization plan, not implemented due to lack of funding. This area is greatly affected by the lack of coordination above the ministries level, since "each ministry has its own agenda, planning and definition of Basin's use and occupation";

- Relative to Land Use, the soil degradation and deforestation noted by C. Froes, is associated with the fragmented planning and land use and occupation potentiated by lack of coordination above the ministries' level; this concurs with relevant land use changes in the Basin observed in recent years (WILSON JUNIOR; ROVERSI; SILVA, 2019).

To this should be added the importance of dam safety enforcement and its hampering too by a weak governance in the Basin, as visible in the Brumadinho dam rupture.

Besides these specific issues, key themes are highlighted by stakeholders as generally relevant to the Basin sustainability (Annex IV):

- The lack of vision for the Basin as a whole, and an agglomeration of fragmented views within the Federal State and the CBHSF members (C. Froes), opinion concurring with other analyses of the SF Basin (BRITO, 2017) and other Brazilian basins (SENRA; NASCIMENTO, 2017). The lack of a clean vision is found related with weak political will and one inappropriate regulatory framework (COSTA, 2019).
- A big problem of the Basin is the lack of political engagement of the several sectors, who do not act beyond their own field (S. Mafaldo de Amorim Júnior);
- The dimension of the São Francisco Basin is also perceived a major drawback for its good management (S. Barros): conflicts arise from one municipality to another, from one bank to another; there are very diverse socio environmental, socio economic and geographical dynamics, giving birth to conflicts; this issue is also mentioned in a recent study for the Basin (BRITO, 2017).
- Brazil's institutions are verifying an extended process of degradation, especially in institutions for environmental protection and land use management, but also in the field of civil society institutions (R. Aguiar, Y. Medeiros), an issue also recently documented (ROMAN, 2017).

In this context, the situation of water resources in the São Francisco River Basin has not gone worse in part due to the slower than expected economy's growth. As this is expected to be a temporary hampering, it is very important to speed up the implementation of the SF RBP Action Plan.

It is also important to update the São Francisco River Basin water resources management to an improved governance framework. The research carried out on contrasting the Brazil model with the European Union model (Appendix 1), highlights that a better framework may consist in:

- Strength the account for the ecological uses within water bodies framework and water management decisions, using an ecosystem approach (ROSA; MORAIS; SAITO, 2021; REIS; FONTES; MEDEIROS, 2019; BRITO, 2017).
- Uniformization of data availability and quality among different States and regions;
- A decentralized water jurisdiction and assignment of responsibilities focused on the River Basin instead of being hierarchical (ultimately decided at the

Federal level), as advocated by other authors (SENRA; NASCIMENTO, 2017; COSTA, 2019), and reinforcing the CBHSF role (SPÍNOLA; VITORIA; CERQUEIRA, 2016).

These improvements should ease problems identified with river basin planning and water governance, which were found to importantly hamper the path to sustainability in the basin.

## 8.5 LESSONS LEARNED FROM SF RBP SEA

After the SEA exercise some lessons can be pointed out about the sustainability of São Francisco River Basin water resources:

1. A strong water resources governance is essential to ensure sustainability of the Basin: this governance must be based on an adequate inclusion of the interests of all relevant key stakeholders representatives of the whole water users spectrum, on the empowerment of the CBHSF with adequate regulation, executive and enforcement powers, on an adequate budget (budget from water use grants may not be sufficient to follow the sustainability path) and on the best possible knowledge;
2. Decisions must be made taking into account the whole Basin: fragmented decisions concerning the Basin's water resources have been aggravating conflicts between water users and often neglect the less powerful users (indigenous and traditional communities) and ecosystems; the traditional hierarchical model of the Federative Union (command from Federal to State levels, and subsequently to Municipality level) has not been able to ensure sustainability of the Basin's water resources, aiming at strategic energy production and national water availability (with the PISF water conveyance Transposition Project) goals and disregarding the needs of the small users and the ecosystems;
3. Critical issues must be given timely and adequate attention: water scarcity, dam safety, climate change resilience, essential knowledge gaps (surface water quality, groundwater availability and quality) are all issues which must be dealt with urgently; the Brumadinho's tailing dam accident showed that critical issues are really pressing;
4. Ecological water needs must be given more attention in the spectrum of water users: ecosystems deliver several services that support population (ex. through fishing and ensuring livelihood of traditional communities through fauna and flora) and economic sectors (ex. water availability regulation); the account of ecosystems needs

in the current regulatory framework for water management is weak and this causes their frequent disregard;

5. Stakeholders must be provided education focused on the conservation of natural resources and on the understanding of key sustainability challenges; attention should be given to both large water users as hydroelectric and irrigation companies, and small water users, as municipalities and traditional communities.

## 8.6. SEA FOLLOW-UP INDICATORS

São Francisco River Basin SEA allowed to define a set of SEA follow up indicators for monitoring the sustainability of the basin's water resources grouped in three themes:

- A. Improved water governance;
- B. Water sustainability;
- C. River basin monitoring and revitalization/ remediation.

### **A. Improved water governance indicators**

1. Implementation of Water pacts: allocation pact; water sharing pact; revitalization/remediation pact.

*Indicator: Status of each pact: in preparation; initiated; under negotiation; concluded; implemented*

2. Active partnerships regarding water resources management.

*Indicator: Annual number of partnerships between CBHSF and the National Water Agency; between CBHSF and Federation Units; between Federation Units and the National Water Agency: established; in force*

3. Resolution of usage conflicts.

*Indicator: Annual number of use conflict resolution procedures: opened; in progress; closed*

4. Water users registration.

*Indicator: Number and percentage of registered water users in relation to the estimated universe of water users at São Francisco River basin*

## 5. Deforestation.

Indicator: *Area deforested in each of basins physiographic regions per Federation Unit per year*

## 6. Permanent Conservation Areas.

Indicator: *Number and percentage of municipalities with the delimitation of Permanent Conservation Areas: in preparation; approved*

## 7. Capacity building on water resources.

Indicators: *Annual number of training actions assisted by CBHSF members; number of participants in training and capacity building actions for users of the hydrographic basin, per year*

**B. Water sustainability indicators**

## 8. Water Grants.

Indicators: *Number and volume of surface water grants per sub-basin; number and volume of groundwater grants per aquifer system*

## 9. Charges for the use of water.

Indicators: *Number and percentage of users with significant use of water resources subject to charge; annual amounts charged in water bodies in the union domain and in each Federation Unit domain*

## 10. Water quality.

Indicator: *Number of surface water bodies with approved water framework (equadramento das águas) in accordance with CONAMA Resolution N.º 357/2005, 17th March and CNRH Resolution N.º 91/2008, 5th November*

## 11. Water resources Plans for SF River Sub-Basins.

Indicator: *Number and percentage of tributary river basins with River Basin Plans: in preparation; approved*



12. Municipal Sanitation Plans.

Indicator: *Number and percentage of municipalities with Municipal Sanitation Plans: in preparation; approved*

13. Environmental flows.

Indicator: *Percentage of SF basin with environmental flow regime: under study; implemented*

**C. River basin monitoring and revitalization/ remediation indicators**

14. Monitoring of water resources.

Indicators: *Number of groundwater monitoring stations in the basin and by aquifer system; number and % of monitoring points of the National Water Quality Network in full operation in the Basin territory and in each Federation Unit*

15. Revitalization and remediation.

Indicators: *Financial volume allocated per year to basin revitalization and remediation activities; annual number of implemented projects or actions to revitalize the basin*

16. Hydro-environmental projects.

Indicator: *Number of hydro-environmental projects in each Federation Unit per year: ongoing; completed*

**8.7 APPLICABILITY OF SEA METHODOLOGIES FOR SUSTAINABILITY ASSESSMENTS IN TROPICAL AND SUB-TROPICAL LARGE RIVER BASINS**

The application of proposed SEA methodology to other tropical and subtropical river basins requires critical information concerning:

- The water governance framework;
- Water balances for the basin, as well as for the main sub-basins;
- Main water uses and a forecast of water demands in short, medium and long term;

- Biodiversity hotspots, and flora/ fauna conservation needs/ challenges. Furthermore, basin's social background is relevant, including the identification and engagement of key stakeholders (engagement of indigenous communities and minority groups is of particular importance).

The combined assessment of water management framework and the implementation of key basin management activities might pose some difficulties.

The proposed assessment methodology requires information regarding the river basin action plan including established targets and management results, and these might be difficult to obtain. One possibility to overcome this is through stakeholder engagement; focus groups and selected interviews might be helpful to fill information gaps.

From the research carried out in the SF RBP SEA the following issues can be highlighted as particularly relevant for sustainability assessments focusing on tropical and sub-tropical large river basins, which are discussed in the following:

1. Transboundary issues
2. Political commitment
3. Stakeholders engagement
4. Climate Change resilience
5. Biodiversity and conservation
6. Water quality and sanitation
7. Groundwater
8. Traditional communities
9. Water bodies framework
10. Capacity building (including environmental education)

1. Transboundary issues- Large river basins in tropical and sub-tropical areas frequently span individual nations. Despite the São Francisco Basin is fully comprised in an individual nation, Brazil's organization into a Federal Union, with each State having administrative and political autonomy, provides a *transboundary framework* similar as an ensemble of nations, as acknowledged by Y. Medeiros (Y. Medeiros Interview, Annex IV). In this context, international protocols, as national regulations in Brazil, are very valuable as a common ground for important issues and action concerning sustainability in river basins. SF SEA highlights two issues of particular relevance: a water allocation strategy for the basin, and one common protocol for transboundary environmental impact assessment of significant water related projects.

2. Political commitment- Given the complexity and the difficulties associated with water management in large river basins, *political commitment* is a crucial issue in the pursuit of sustainability of water resources. However, the SF RBP SEA shows that in many basins it may be difficult to achieve in a context of political volatility. In this situation it is useful to have in force a formal managing framework with strong powers in the form of the River Basin Committee, together with international agreements materialized in protocols concerning water management.

3. Stakeholders engagement- Large tropical and sub-tropical river basins are plenty and diverse. Ensuring an adequate stakeholder engagement in water resources planning and management, including in SEA assessments, is crucial. As in the case of SF RBP, considerable effort must be given to key *stakeholders* identification, representative of the full spectrum of the water users, and further engagement in the river basins decision processes. Focusing on sub-regions and engaging of ONGs and user associations are strategies which can be used to achieve an adequate engagement.

4. Climate Change resilience- Ensuring *climate change resilience* is a challenge in the tropical and sub-tropical regions because population and economic large growth exert considerable pressure on surface water resources which are shared among countries, hence these regions are more vulnerable to irregularities of water availability. The SF RBP SEA methodology showed that scenario building can be a useful tool to account uncertainty, as occurs frequently in climate change forecasts.

5. Biodiversity and conservation-The large population and economic dynamics of these regions have been giving rise to threats to *biodiversity and conservation*, with the emblematic case being the overexploitation of forest resources through deforestation, which also threatens the dependent fauna. Often, biodiversity and conservation are underprotected facing the socioeconomic pressures, and the relevance of the ecosystems in maintaining the water cycle is not easily understood by the population involved.

6. Water quality and sanitation- The fast-growing population, often dispersed in the river basins' territories, together with industrialization and economic exploration of the frequently rich natural resources of tropical and sub-tropical regions, often not accompanied by an adequate account of environmental issues, originates considerable pressure on sanitation services and gives rises to quality problems of

surface water and groundwater resources. As in the São Francisco River Basin case, this is a major issue to be accounted for in river basins sustainability.

7. Groundwater- Due to pressures exerting into easily accessible surface water resources in tropical and sub-tropical regions, together to its vulnerability to climate change effects, *groundwater* is a key aspect for sustainability of large river basins. Groundwater can support the regulation of river flows and can be used as water source in regions and moments affected by water scarcity. With the foreseen increase of extreme events due to climate change, including droughts, groundwater is a strategic resource. However, very commonly, as in the São Francisco River Basin, it occurs that groundwater resources are poorly know in terms of availability and quality, which leads to their poor protection.

8. Traditional communities- *Traditional communities* have a large expression in the tropical and sub-tropical regions, comprising indigenous people and subsistence communities. This population is frequently highly dependent on water resources and ecosystem services in its livelihoods, making them very important water users to account in water resource planning and management. However, this population is typically disempowered and poorly educated, making difficult to achieve an effective participation in the water governance. Also, communication with these communities must be specially directed to ensure their full understanding of the issues focused by river basin scale decisions.

9- Water bodies framework- The previous issues highlight the diversity of water uses which must be taken into account for planning and managing river basins for sustainability. All these uses must be taken into account within a *water bodies framework*, specifying the quality conditions which must be ensured to each water bodie for its sustainable use. The strengthening of a common water bodies framework with clear standards for water quality, respect for ecosystems functions and uses and ,if possible, supporting all the socioeconomic uses, is an important step to take.

**10-** Capacity building (including environmental education)- All the nine previous issues highlight the complexity of planning and managing water resources for sustainability in tropical and sub-tropical large river basins. This brings forward the importance of capacity building, including environmental education, of stakeholders and institutions involved in planning and managing the basins' water resources. Only best knowledge of what is at stake in river basin decisions can ensure each one helps built sustainability.

## 9 CONCLUDING REMARKS

In the introduction of this thesis two hypothesis were formulated: H1: the establishment of management procedures, consistent with the actual characteristics of SF basin may led to the sustainability of the water resources.

H0: Management procedures based on the environmental characteristics of the basin should not help the sustainability of the system, and the only reducing development may help to warrant sustainability of water in the future.

Regarding these hypotheses the SEA assessed the planning and management procedures proposed in the SFRBP (and the RB Action Plan implementation by the River Basin Committee). Although SFRBP is rightly focused in the basin's main water sustainability challenges the assessment of the implementation of the RB Action Plan showed that most of the targets are far from being attained in a near future.

Prospective water balance scenarios showed that there are situations in which the available surface water resources will not be sufficient to satisfy the projected demand (the regions with greater risk were identified in Appendix 3). The impacts of climate change, although associated with great uncertainty can likely make this scenario worse. The main conflict over water occurs between domestic, urban and rural supply, agricultural uses and energy production.

Both the RB plan and the SEA identified ways to make these uses compatible through adequate water governance procedures- three water pacts for Federal- Interstadual Governance improvements were proposed, covering legislative procedures, a common water allocation strategy, and river basin remediation goals. But the SEA concluded that the actual progress in the governance framework reforms is insufficient to warrant sustainability, and further developments are required: reducing development of some intensive water demanding uses might also be required, in particular irrigation and energy production.

The approval of environmental flows in São Francisco River, as well as in the tributaries, is also a critical issue that is awaiting development, because water shortages are endangering biodiversity, in particular in the submedium and lower São Francisco regions.

Furthermore the SEA of the management activities allowed to benchmark a number of challenges that are common in large tropical river basins, which can be considered the seven cardinal sins of a hydrographic basin:

- Lack of propulsive governance;
- Little consistent knowledge of groundwater resources;
- Insufficient sanitation investments;
- Inadequate education and leading to feeble public participation;
- Absence of empowerment and inclusion of poorer communities;
- Weak knowledge of ecological flows and environmental flows;
- Little money, with loose application.

**Governance** is the mother of all battles. In a transboundary basin everything becomes more complicated. The federal states are selfish, the municipalities are pushed to irrelevance, the federal government sometimes exercises an aristocratic authority and sometimes behaves like feudal lords, afar and distant, who ignores the fate of his far-off lands.

**Groundwater resources**, due to lack of knowledge, ignorance, or neglect, groundwaters are the poor relative in the water resources' equation. Frequently aquifers have a large potential, contributing in a silent way to river base flows, and constitute a key point in the hydric system's and the riverine ecosystems' balance. But these resources are badly managed, frequently degraded by intensive agriculture, by industries and by all the nature's surpluses.

In the context of climate change, groundwater resources are a critical resilience factor, which must be better known, assessed, monitored, and carefully managed. Groundwater resources constitute a strategic reserve for water. They serve for the times of scarcity, for emergencies, prolonged droughts and distress times. They must be better assessed and protected.

**Sanitation:** everyday life generates tonnes of organic matter, bacteria, chemical products and other contaminants. Populations grow, the dynamics of the economic activities keeps increasing, and intensive livestock production is a problem. For sanitation a hand full of good intentions but insufficiently funded, badly managed and devoid of clarity and sectoral strategies, are not enough for – in due course – improve the natural water quality and urges the need for a change.

Sanitation, effluent treatment, water reuse are essential to the river basins rebalance. With universal and effective sanitation everything improves, but it takes time, a strong will, and provides for few votes in the National Congress.

**Education and public participation:** it must be noted that, from these two concepts, education is the key: how is it possible to be involved in the destiny of the

river basin for that large majority of people which, with minimum education levels, does not realize, does not understand, the complex balances which govern nature, the hydrological and climate irregularity and the complex management processes pertaining to the sharing of water resources? How can that vast majority which lives within the poverty line (or below that line) have concerns beyond all things immediate and ephemeral?

**Empowerment and inclusion:** a lot that happens in basin degradation is the result of neglect, incompetence, short-sightedness, and abandonment. Despite this, there is currently a new vision, a sense of urgency: water is finally (and very gradually) recognized as a basic good, a priceless good. There are people that are motivated and want to learn, manage, and improve. Those must be empowered, instructed, trained, being brought to the field, and pushed forward.

Inclusion is also required; minorities (ethnic, economic, cultural, religious, gender, among others) are part in the basin diversity, and their action enriches the basin and transforms it into a space for sharing and living together with mutual respect for human beings and for nature. Inclusion and integration is a needed essential, and ethical policy. Environmental justice reaps its benefits, and the basin only improves with the inclusion and the participation of all.

**Ecological flows, environmental flows:** in the basin of money and productivity challenges, environmental flows are the poor relatives of development. “*On chasse la nature et elle revient au galop*” (Destouches French playwright of XVIII century). Nature suffers: first are the marginal lagoons which get slimmer, then wetlands (previously biodiversity nurseries) shrink and disappear, in the river mouth the saline wedge progresses towards inland, causing the salinization of streams and aquifers. The river slowly dies, fish disappears, the opportunistic species win. Environmental flow keeps the river alive, diverse, abundant in life and beauty; it cannot be the poor relative, but must be the essential element.

**Money:** recuperating the degraded river basin requires will, patience, effort, and money; lots of will, lots of patience, lots of effort and lots of money. However, in the present climate change framework all money which is spent is essential investment, and the future will return this investment with interests. Money should not be a problem; but it still is.

## REFERENCES

- ACERBI, M.; SÁNCHEZ-TRIANA, E.; ENRÍQUEZ, S.; TIFFER-SOTOMAYOR, R.; LIMA, A. G.; SIEGMANN, K.; CLEMENTE-FERNANDEZ, P.; NKRUMAH, N. E.; Environmental Impact Assessment Systems in Latin America and Caribbean. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT*, 34th, 2014, Vinã del Mar. **IAIA14 Conference Proceedings**. Chile: Environment Unit, LAC Region, The World Bank, 2014.
- ANA. **ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água. Resultados Nacionais. Regiões Hidrográficas**. Síntese por Região Hidrográfica. Agência Nacional de Águas (Brasil), 2010.
- ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**. Brasília: Agência Nacional de Águas (Brasil), 2013.
- ANA. Projeto Adaptação do Planejamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças Climáticas na Bacia Estendida do Rio São Francisco. **Relatório Sumário - Análise de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco**. Agência Nacional de Águas (Brasil), 2015.
- ANA. **Sobre a Ana**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), 2021. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/acesso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 10 março 2021.
- APA. **Avaliação Ambiental Estratégica, Relatório Ambiental Final, Plano de Gestão de Região Hidrográfica - Plano de Gestão de Risco de Inundações**, Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5). Agência Portuguesa do Ambiente, 2016.
- ARAÚJO, S. S.; AGUIAR NETTO, A. O. (Un) sustainability in the lower course of São Francisco River in the States Sergipe and Alagoas (Brazil). **Agua y Territorio**, 11, p. 83-95, 2018.
- ARCADIS. **Avaliação Ambiental Estratégica da Política de Saneamento Ambiental do Ceará (Qualidade da Água)**. Resumo Executivo. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Meio Ambiente, 2017.
- ASCHEMANN, R. **Designing effective public participation systems for SEA in spatial planning**: Lessons from Austria. Spatial Planning in the Enlarged European Union: Key Challenges and Opportunities: International Seminar. Szentendre, 2004.
- ATHAYDE, S.; DUARTE, C. G.; GALLARDO, A. L. C. F.; MORETTO, E. M.; SANGOI, L. A.; DIBO, A. P. A.; SIQUEIRA-GAY, J.; SÁNCHEZ, L. E. Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in Amazon. **Energy Policy**, v. 132, p. 265-271, 2019.
- ÁVILA, P. A.; MORAES FILHO, L. O.; MENDONÇA, N. P.; BORGES, L. A. C.; GOMIDE, L. R.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Relevance of Strategic Environmental Assessment to Rio Grande Basin Management. **CERNE**, v. 24, n. 3, p. 225-232, 2018.



BARBOSA NETO, M.; ARAÚJO, M.; ARAÚJO FILHO, J.; ALMEIDA, B. G. Degradação do Solo por Erosão em Área Vulnerável à Desertificação no Semiárido Pernambucano. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 17.; CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas, SP. **Anais ...** Campinas, SP, 2017. p. 4406-4416.

BARESI, U.; VELLA, K.; SIPE, N. A limits-oriented adaptative approach for strategic environmental assessment. **Environmental Science and Policy**, v. 114, p. 128-139, 2020.

BETTENCOURT, P.; FULGÊNCIO, C.; GRADE, M.; WASSERMAN, J. C. A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of watershed. **Water Policy**, 2020.

BORRI, D.; CAMARDA, D.; GRASSINI, L. Distributed Knowledge in Environmental Planning: Hybrid IT-Based Approaches in Scenario-Building Contexts. **Group Decision and Negotiation**, v. 15, n. 6, p. 557-580, 2006.

BRASIL. **Instrumentos de gestão das águas**. Em C. d. Deputados, *Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Congresso Nacional*. Brasília, D.F, 2015.

BRASIL. Câmara de Deputados. **Comissão Parlamentar de Inquérito Rompimento da Barragem de Brumadinho**. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação Ambiental Estratégica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Estudos Ambientais**. PNLA - Portal Nacional de Licenciamento Ambiental. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/estudos-ambientais>. Acesso em: 10 março 2021.

BRITO, Y. **Níveis de implementação da Política Nacional de Recursos Hídrico: um comparativo entre a Bacia do Rio São Francisco e a Bacia do Rio Salitre-BA**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Campina Grande - PE: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 2017.

BRONIEWICZ, E.; OGRODNIK, K. Multi-criteria analysis of transport infrastructure projects. **Transportation Research Part D**, v. 83, 102351, June 2020.

CARNEIRO, A.; ARAÚJO JR., I.; ALCOFORADO, M. Regional Input-Output Matrix for Sub-Middle Hydrographic Region of the São Francisco River Basin in Brazil. *In: INTERNATIONAL INPUT-OUTPUT CONFERENCE & 7TH EDITION OF THE INTERNATIONAL SCHOOL OF I-O ANALYSIS*, 25th, 2017, Atlantic City, New Jersey, USA. **Proceedings ...** Atlantic City, New Jersey, 2017.

CBHSF. **Relatório de Situação CBHSF 2011**. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 2011.

CBHSF. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025**. Maceió, Alagoas: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), 2016.

CBHSF. **Relatórios**. Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, 2021. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/contrato-de-gestao/relatorios/>. Acesso em: 10 mar. 2021

CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH. **Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators.** Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR), 1999.

CLARK, E. R.; CANTER, L. W. **Environmental Policy and NEPA: Past, Present, and Future.** Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 1997.

CODEVASF. **São Francisco.** Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/sao-francisco>. Acesso em: 20 mar. 2021

COSTA, C. Governança Federativa em Políticas de Infraestrutura de Segurança Hídrica nas bacias receptoras do Projeto de Integração do São Francisco. Brasília - DF: Escola Nacional de Administração Pública, 2019.

COUTINHO, P.; CATALDI, M. Assessment of Water Availability in the Period of 100 years at the head of the São Francisco River Basin, Based on Climate Change Scenarios. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 107-121, 2021.

CUNHA, C. d.; CORRÊA, G. P.; ROSMAN, P. C. A coupled model of hydrodynamics circulation and water quality applied to the Rio Verde reservoir. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 6, p. 1-11, 2018..

DEL CAMPO, A. G.; GAZZOLA, P.; ONYANGO, V. The mutualism of strategic environmental assessment and sustainable development goals. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 82, 106383, May 2020.

DE MULDER, J. The Protocol on Strategic Environmental Assessment: A Matter of Good Governance. **Review of European Community & International Environmental Law**, v. 20, n. 3, p. 232-247, Nov. 2011.

DING, Y.; LI, H.; ZHU, Y.; YAO, P.; ZHAO, G. Transforaminal epidural steroid injection combined with pulsed radio frequency on spinal nerve root for the treatment of lumbar disc herniation. **Journal of Pain Research**, v. 51, p. 1531-1539, 2018.

EDMS. **Review of the International Water Resources Management Policies and Actions and the Latest Practice in their Environmental Evaluation and Strategic Environmental Assessment.** Hong Kong: EDMS, 2007.

EEA. **European Waters - Assessment of Status and Pressures 2018.** Copenhagen: European Environment Agency, 2018.

ENOGUANBHOR, C.; GOLLNOW, F.; WALKER, B. B.; NIELSEN, J. O.; LAKES, T. Key Challenges for Land Use Planning and Its Environmental Assessments in the Abuja City-Region, Nigeria. **Land**, v. 10, n. 443, 2021.

ENSERINK, B.; ONENCAN, A. Nile Basin Scenario Construction. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, 37th, 2017, Montréal, Canada. **IAIA17 Conference Proceedings.** Montréal, Canada: IAIA, 2017. p. 1-6.

ENVIRONMENT AGENCY. **Thames River Basin District: Challenges and Choices,** SEA scoping document. Bristol: Environment Agency, 2013.

FANCOURT, M. **Scenario Development, A Review of Approaches**. Cambridge, UK: United Nations Environment Programme, 2016.

FERRARINI, A.; FERREIRA FILHO, J.; CUADRA, S.; VICTORIA, D. Water demand prospects for irrigation in the São Francisco River. **Water Policy**, v. 22, p. 449-467, 2020.

FERREIRA, J. A transposição das águas da bacia do rio São Francisco no contexto da resposta à seca do Nordeste. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 8., 2017, Natal. **Anais ... Natal**, 2017.

FIRJAN, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **IFDM – Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal**. Disponível em: <<http://www.firjan.com.br/ifdm/>>. Acesso em: agosto de 2015.

FONSECA, E.; MODESTO, F.; CARNEIRO, G.; LIMA, N.; MONTE-MOR, R. Conflitos pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco - Estudos de caso no Estado da Bahia. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.

GAO, L.; BRYAN, B. A.; NOLAN, M.; CONNOR, J.; SONG, X.; ZHAO, G. Robust global sensitivity analysis under deep uncertainty via scenario analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 76, p. 154-166, 2016..

GESTO ENERGY CONSULTING; VIG WORLD BUSINESS DEVELOPMENT; THE NATURE CONSERVANCY. **Okavango Basin - Energy Feasibility Study for Cuando Kubango Province, Hydropower Strategic and Environmental Assessment**. 2021.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. **Mobilizing for a watersecure world. Strategy 2020-2025**. Stockholm, Sweden: Global Water Partnership, 2019.

GONÇALVES, R.; ENGELBRECHT, B.; CHANG, H. Evolução da contribuição do Sistema Aquífero Urucuia para o Rio São Francisco, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 2018.

GONZÁLEZ, A.; THERIVEL, R. Learning support mechanisms in SEA: a review of the potential to optimize outcomes. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 39, n. 1. 2021.

GRANIT, J. J.; KING, R. M.; NOËL, R. Strategic Environmental Assessment as a Tool to Develop Power in Transboundary Water Basin Settings. **International Journal of Social Ecology and Sustainable Development (IJSESD)**, v. 2, n. 4, 2011.

HERRERA, R. J.; MADRIÑÁN, M. B. **Guía de Evaluación Ambiental Estratégica**. Bogota: Ministerio del Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia; Departamento Nacional de Planeación, 2008.

HERRERA, R. J.; MADRIÑÁN, M. B.; ARENAS, M. A. **Guía Práctica para Formular Evaluaciones Ambientales Estratégicas en Colombia**. Bogota, Columbia: TAU Consultora Ambiental; Ministério de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008.

HIRJI, R.; DAVIS, R. **Strategic Environmental Assessment: Improving Water Resources Governance and Decision Making**. Environment Department. Washington, DC: The World Bank, 2009.

IAIA. **Strategic Environmental Assessment**. F. Vanclay ed., 2011. Key Citation Series.

IBAMA. **Avaliação de Impacto Ambiental: Caminhos para o Fortalecimento do Licenciamento Ambiental Federal**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Directoria de Licenciamento Ambiental, 2016.

ICEM. **Strategic Environmental Assessment of the Hydropower on the Mekong Mainstream**. Prepared for the Mekong River Commission Secretariat. ICEM - International Centre for Environmental Management, 2010.

INDEPENDENT GROUP OF SCIENTIST APPOINTED BY THE SECRETARY-GENERAL. **Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now - Science for Achieving Sustainable Development**. New York: United Nations, 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento e doenças de veiculação hídrica DATASUS e SNIS 2019**. São Paulo, setembro de 2021.

INTRALAWAN, A.; SMAJGL, A.; MCCONNELL, W.; AHLQUIST, D.; WARD, J.; KRAMER, D. B. Reviewing benefits and costs of hydropower development evidence from the Lower Mekong River Basin. **Wiley Interdisciplinary Reviews Water**, v. 6, n. 4, 2019.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report, Contribution of Working Group I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel in Climate Change**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.

KABIR, Z.; MOMTAZ, S.; MORGAN, R. Strategic environmental assessment of urban plans in Australia: the case study of Melbourne Urban Extension Plan. **Impact Assessment and Project Appraisal**, 2020.

LACERDA, L. D. **Aplicação da metodologia de abordagem pelos parâmetros críticos no estudo da poluição por metais pesados na baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: Instituto de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1983.

LOAYZA, F. **Strategic Environmental Assessment in the World Bank: Learning from Recent Experiences and Challenges**. Washington, D.C.: World Bank Group, 2012.

MACHADO, C. S.; ALVES, R. I. S.; FREGONESI, B. M.; BEDA, C. F.; SUZUKI, M. N.; TREVILATO, R. B.; NADAL, M.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Integrating three tools for the environmental assessment of the Pardo River, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 9, p. 569, Sept. 2015.

MARGATO, V.; SÁNCHEZ, L. E. Quality and outcomes: a critical review of strategic environmental assessment in Brazil. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 16, art. 1450011, 2014.

MARSDEN, S. Assessment of transboundary environmental effects in the Pearl River Delta Region: Is there a role for strategic environmental assessment?

**Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 6, p. 593-601, 2011.

McNALLY, T. Overview of the EU Water Framework Directive and its Implementation in Ireland. **Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy**, 2009. p. 131-138.

MEDEIROS, Y. **Participação social no processo de alocação de água, no Baixo Curso do Rio São Francisco**. Relatório final. Projeto Ecovazão. 2010.

MIDDLETON, C.; DORE, J. Transboundary Water and Electricity Governance in mainland Southeast Asia: Linkages, Disjunctures and Implications. **International Journal of Water Governance**, v. 3, n. 1, p. 93-120, 2015.

MIRUMACHI, N.; CHAN, K. Anthropocentric Hydro Politics? Key Developments in the Analysis of International Transboundary Water Politics and some Suggestions for Moving Forward. **Aquatic Procedia**, v. 2, p. 9-15, 2014.

MONÇÃO, A.; VELOSO, R. **A importância das águas subterrâneas para a gestão integrada dos recursos hídricos: captação, controle e monitoramento na bacia do rio Verde Grande**. Águas Subterrâneas, Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2021.

NEMA. **National Guidelines for Strategic Environmental Assessment in Kenya**. Nairobi, Kenya: National Environmental Management Authority (NEMA), 2011.

NEMA. **Guidelines for Strategic Environmental Assessment in Uganda**. Kampala, Uganda: Government of Uganda, 2020.

NEMUS. **Elaboração do Prognóstico e dos Subsídios à Implementação do Macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Relatório de Plano de Ação**. Ministério do Meio Ambiente, 2018.

ODHENGO, P.; MATIKU, P.; NYANGENA, J.; WAHOME, K.; OPAA, B.; MUNGUTI, S.; KOYIER, G.; NELSON, P.; MNYAMWEZI, E.; MISATI, P. (comp.). **Tana River Delta Strategic Environmental Assessment**. 2014.

OECD. **Applying Strategic Environmental Assessment: Good Practice Guidance for Development Co-operation**. DAC Guidelines and Reference Series. Paris: OECD Publishing, 2006.

OKACOM. **Development of the SEA of the Cubango-Okavango River Basin, Draft SEA Report**. OKACOM., 2021

OPPERMANN, P.; MALVESTIO, A. C.; MONTAÑO, M. **Avaliação Ambiental Estratégica como Instrumento de Política Ambiental no Brasil**. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2013.

ORGANIZATION OF AMERICAN STATES (OAS). **Case study 3 - The Pilcomayo river basin study: Argentina, Bolivia, Paraguay**. n.d. Disponível em: <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea03e/ch08.htm>. Acesso em: 10 mar. 2021.

PARK, D.; KIM, Y.; UM, M.-J.; CHOI, S.-U. Robust Priority for Strategic Environmental Assessment with Incomplete Information Using Multi-Criteria Decision Making Analysis. **Sustainability**, v. 7, p. 10233-10249, 2015.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia das melhores práticas para Avaliação Ambiental Estratégica**. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente (APA) com o apoio de Redes Energéticas Nacionais (REN), 2012.

PARTIDÁRIO, M. R.; GOMES, R. Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 40, p. 36-46, 2013.

PIZELLA, S. G.; SOUSA, M. P. Avaliação Ambiental Estratégica de Planos de Bacias Hidrográficas. **Engenharia Sanitaria Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 243-252, 2013.

PORTO, R. L.; MELLO JÚNIOR, A. V.; ROBERTO, A. N.; PALOS, J. C. Acquanet: arquitetura, estratégias e ferramentas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa, PB. **Anais ...** João Pessoa, PB, 2005.

RAMINA, R.. **Consultoria e assessoria presencial especializada para estudo das vazões reduzidas em caráter emergencial no rio São Francisco a partir da UHE Sobradinho e proposição de alternativas que garantam o uso múltiplo das águas**. Produto 03 – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – a estratégia robusta. 2015.

REIS, P.; FONTES, A.; MEDEIROS, Y. Definição da vazão de contribuição como estratégia de gestão na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **REGA**, v. 17, n. 21, p. 1-23, 2019.

RODRIGO-ILARRI, J.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, L.; RODRIGO-CLAVERO, M.-E.; CASSIRAGA, E. (12 de 2020). Advances in Implementing Strategic Environmental Assessment (SEA) Techniques in Central America and the Caribbean. **Sustainability**, v. 12, n. 10, 4039, 2020.

ROJAS, C.; MUNIZAGA, J.; ROJAS, O.; MARTINEZ, C.; PINO, J. Urban development versus wetland loss in a coastal Latin American city: Lessons for sustainable land use planning. **Land Use Policy**, v. 80, p. 47-56, 2019.

ROMAN, P. The São Francisco Interbasin Water Transfer in Brazil: Tribulations of a Megaproject through constraints and controversy. **Water Alternatives**, v. 10, n. 2, p. 395-419, 2017.

ROMANELLI, J. P.; SILVA, L. G. M.; HORTA, A.; PICOLI, R. A. Site Selection for Hydropower Development: A GIS-Based Framework to Improve Planning in Brazil. **Journal of Environmental Engineering**, v. 144, n. 7, p. 04018051, 2018.

ROSA, L.; MORAIS, M.; SAITO, C. Water Security and River Basin Revitalization of the São Francisco River Basin: A Symbiotic Relationship. **Water**, v. 13, n. 7, p. 907, 2021.

SADC. **Guidelines for strengthening river basin organisations: Environmental Management**. Gaborone, Botswana: SADC Secretariat, 2010.

SANTOS, T.; OLIVEIRA, J.; SILVA, E. Vulnerabilidade hídrica no Nordeste brasileiro: entre a urbanização e a Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Campo Grande, v. 35, n. 3, p. 184-199, set./dez. 2018.

SCHMIDT, L.; FERREIRA, J. G. Avanços e desafios da governança da água na Europa no contexto da aplicação da diretiva quadro da água. *In*: CONGRESSO DA ÁGUA, 12. / ENASB, 16./XVI SILUBESA, 16., 2014, Lisboa. **Proceedings ...** Lisboa: APRH/APESB/ABES, 2014.

SCHWARTZ, P. **Art of the Long View**: Planning for the Future in an Uncertain World. Wiley, 1997.

SENRA, J. B.; NASCIMENTO, N. O. Após 20 anos da lei das águas como anda a Gestão Integrada de Recursos Hídricos do Brasil, no âmbito das Políticas e Planos Nacionais setoriais. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 14, n. e6, p. 18, 2017.

SHEARER, A. W. Approaching Scenario-Based Studies: Three Perceptions about the Future and Considerations for Landscape Planning. **Environment and Planning B Planning and Design**, v. 32, n. 1, p. 67-87, 2005

SHOMAR, B.; DARWISH, M.; ROWELL, C. What does Integrated Water Resources Management from Local to Global Perspective Mean? Qatar as a Case Study, the Very Rich Country with No Water. **Water Resources Management**, v. 28, n. 10, p. 2781-2791, 2014.

SILVA, A. **As águas do Rio São Francisco**: disputas, conflitos e representações do mundo rural. 2017. Tese (Doutoramento) - Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, 2017.

SILVA, A. W.; SELIG, P. M.; VIEGAS, C. V.; LERÍPIO, A. Á. Strategic environmental assessment: one concept, multiple definitions. **Int. J. Innovation and Sustainable Development**, v. 8, n. 1, p. 53-76, 2014.

SILVA, F. P.; CHANG, H. Sistemas Aquíferos da porção centro-norte da Bacia Sanfranciscana e estimativa do fluxo regional. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 2, p. 267-274, 2018.

SILVA, L.; CARVALHO NETO, M.; FREITAS, H.; MARINHO, C. Soberania alimentar, agroecologia e pesca artesanal na perspectiva dos pescadores artesanais da bacia do São Francisco. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

SILVA, M.; SILVEIRA, C.; COSTA, J.; MARTINS, E.; VASCONCELOS JÚNIOR, F. Projection of Climate Change and Consumptive Demands Projections Impacts on Hydropower Generation in the São Francisco River Basin, Brazil. **Water**, v. 13, p. 332, 2021.

SIQUEIRA, F.; SANTOS, M. A. Solutions proposed for socio-environmental conflicts and concerning multiple-use hydroelectric reservoirs in Brazil. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, 2021

- SOARES, E C.; SILVA, C. A.; CRUZ, M. A. S.; SANTOS, E. L.; OLIVEIRA, T. R.; SILVA, T. J.; RIAL, E. P.; SILVA, R. N.; SILVA, J. V. Expedition on the Lower São Francisco: An X-ray of fisheries and agriculture, pollution, silting and saline intrusion. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 3047-3064, 2020.
- SOULOUTZOGLOU, A.; TASOPOULOU, A. The Methods and Techniques of Strategic Environmental Assessment. Comparative Evaluation of Greek and International Experience. **Sustainability**, v. 12, n. 8, 3310, 2020.
- SOUSA, L.; ALVES, F. A model to integrate ecosystem services into spatial planning: Ria de Aveiro coastal lagoon study. **Ocean and Coastal Management**, v. 195, 105280, 2020.
- SPÍNOLA, C.; VITORIA, F.; CERQUEIRA, L. A Lei das Águas e o São Francisco: os limites da Gestão Descentralizada dos Recursos Hídricos no Brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 33, p. 70-90, 2016.
- THEOPHILOU, V.; BOND, A.; CASHMORE, M. Application of the Sea Directive to EU structural funds: Perspectives on effectiveness. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 2, p. 136-144, 2010.
- TODUA, L.; GIRGVLIANI, D.; GOBEJISHVILI, T.; KHELAI, N.; DUSIK, J.; JURKEVICIUTE, A.; MARTONAKOVA, H. **A Guide to Strategic Environmental Assessment: a Georgian Perspective**. Tblisi: UNDP, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe and Government of Georgia, 2006.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.
- UNECE. **Introduction of the SEA Protocol**. United Nations Economic Commission for Europe. n.d. Disponível em: <https://unece.org/introduction-sea-protocol>. Acesso em: 17 maio 2021.
- UNECE. **Resource Manual to Support Application of the UNECE Protocol on Strategic Environmental Assessment**. New York and Geneva: United Nations, 2012.
- UNEP-DHI. Centre for Water and Environment. **Integrated Water Resources Management in Action**. World Water Assessment Programme (WWAP), DHI Water Policy, UNEP-DHI Centre for Water and Environment, 2009.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development. **The 17 Goals**. 2021. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>. Acesso em: 17 maio 2021.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights**. United Nations, 2019.
- VAN DER BERGHE, K.; DE SUTTER, R. The governance dilemma in the Flanders coastal region between integrated water managers and spatial planners. **Water International**, v. 39, n. 6, p. 858-871, 2014.



VASCONCELOS, M. Avaliação ambiental estratégica para a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. *In*: Lira, W. S.; Cândido, G.A. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 295-318.

VICTORIA, F. B.; VIEGAS FILHO, J. S.; PEREIRA, L. S.; TEIXEIRA, J. L.; LANNA, A. E. Multi-scale modellin for water resources planning and management in rural basins. **Agricultural Water Management**, v. 77, n. 1, p. 4-20, 2005.

WASTE, WATER & ENVIRONMENTAL CONSULTANTS. **Shire River Basin Management Project, Draft Environmental and Social Assessment (ESA), and Environmental and Social Management Framework (ESMF), Executive Summary**. Lilongwe: Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development, 2012.

WASTE, WATER & ENVIRONMENTAL CONSULTANTS. **Shire River Basin Management Programme (Phase I) Project Final Environmental and Social Assessment Program**. Prepared for the Ministry of Water Development and Irrigation of Malawi, Lilongwe, 2013.

WELLMANN, T.; LAUSCH, A.; ANDERSSON, E.; KNAPP, S.; CORTINOVIS, C.; JACHE, J.; ... HAASE, D. (204 de 2020). Remote sensing in urban planning: Contributions towards ecologically sound policies? **Landscape and Urban Planning**, v. 204, 103921, Dec. 2020.

WESTIN, F. F.; SANTOS, M. A.; MARTINS, I. D. (37 de 2014). Hydropower expansion and analysis of the use of strategic and integrated environmental assessment tools in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 37, p. 750-761, 2014.

WILSON JUNIOR, G.; ROVERSI, F.; SILVA, M. S. The Sedimentological Imbalance of a São Francisco River Longitudinal Segment, Brazil. *In*: FEDERAL INTERAGENCY SEDIMENTATION AND HYDROLOGIC MODELING CONFERENCE - SEDHYD, 2019, Reno, Nevada, USA. **Proceedings ... Reno, Nevada, USA, 2019**.

WORLD BANK. **Global Economic Prospects, January 2021**. Washington, D.C.: World Bank, 2021.

WORLD BANK. **Strategic Environmental Assessment in Policy and Sector Reform, Conceptual Model and Operational Guidance**. Washington, D.C.: The World Bank, 2011.

WORLD BANK GROUP. **Global Monitoring Report 2015/2016: Development Goals in an Era of Demographic Change**. Overview booklet. Washington, DC: World Bank, 2016.

WORLD BANK GROUP. **Strategic Environmental Assessment in the World Bank: Learning from Recent Experiences and Challenges**. Washington, DC: World Bank Group, 2012.

WRETTLING, V.; HÖRNBERG, C.; GUNNARSSON-ÖSTLING, U.; BALFORS, B. SEA screening practice and the inclusion of environmental objectives in Swedish energy and climate planning. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 39, n. 2, p. 151-166, 2021.

XU, X.; TAN, Y.; YANG, G. (124 de 2013). Environmental impact assessments of the Three Gorges Project in China: Issues and interventions. **Earth-Science Reviews**, v. 124, p. 115-125, 2013.

ZHANG, J.; CHRISTENSEN, P.; KORNOV, L. Review of critical factors for SEA implementation. **Environmental Impact Assessment Review**, United States, p. 88-98, 2013.

## **Legislation**

**BOTSWANA. Environmental Management Act, 2011.**

**BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) Lei Nº. 9433/ 97.**

**BRASIL. Projeto-Lei AAE PLS 168/ 2018.**

**BRASIL. Resolução 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama).**

**CHILE. Regalmento del Sistema de Evaluacion de Impacto Ambiental D.S. No. 95 of 2001.**

DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy (23 October 2000).

DIRECTIVE 2001/42/EC on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment (SEA Directive) (27 Junho 2001).

**KENYA. The Environmental (Impact Assessment and Audit) Regulations, 2003. Legal Notice No.101.**

**MALAWI. Environment Management Act, 2017.**

**PERU. Ley 27446, ley del sistema nacional de evaluación de impacto ambiental**

PROTOCOL On Strategic Environmental Assessment To The Convention On Environmental Impact Assessment In A Transboundary Context.

**SOUTH AFRICA. National Environmental Management Act 25 of 2014**

**UGANDA. National Environment Act, 2019.**

**UNITED STATES. National Environmental Policy Act (NEPA) 1970, last amended in 1982**

**ZAMBIA. The Environmental Management Act, 2011.**

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**APPENDIXES**

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**APPENDIX 1**

Paper 1 “A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of river basins” (2021)

*in Water Policy*

Pedro Bettencourt, Cláudia Fulgêncio, Maria Grade, and Julio Cesar Wasserman

# ELECTRONIC OFFPRINT

Use of this pdf is subject to the terms described below

Vol 23 | Issue 1 | February 2021



Official Journal of the World Water Council

## Water Policy



ISSN 1996-9759  
E-ISSN 1366-7017  
[iwaponline.com/wp](http://iwaponline.com/wp)

This paper was originally published by IWA Publishing. It is an Open Access work, and the terms of its use and distribution are defined by the Creative Commons licence selected by the author.

Full details can be found here: <http://iwaponline.com/content/rights-permissions>

Please direct any queries regarding use or permissions to [editorial@iwap.co.uk](mailto:editorial@iwap.co.uk)

# A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of river basins

Pedro Bettencourt<sup>a,b</sup>, Claudia Fulgêncio<sup>a</sup>, Maria Grade<sup>a</sup>  
and Julio Cesar Wasserman<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup>*Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1649-038  
Lisbone, Portugal*

<sup>b</sup>*Programme in Sustainable Management Systems, University Federal Fluminense, Institute of Geosciences, Av. Litorânea, s/n,  
Boa Viagem, Niterói, RJ 24.210-340, Brazil*

*\*Corresponding author. E-mail: geowass@vm.uff.br*

---

## Abstract

Water management is assuming more and more importance as freshwater resources are becoming scarce, both in quality and in quantity, across many developed and developing countries. This trend can be attributed to population growth, industrialization, growing agricultural demand, poor water management practices and climate change. In attempting to deal with the intensification of water quality- and quantity-related problems in recent decades, many countries have revised their water resource management policies and legislation, introducing new institutional frameworks and management instruments. Considering regional geographic and cultural distinctions, the present article aims at comparing the models of water resource management in the European Union (EU) and in Brazil. Institutional and legal arrangements currently in place, water planning and management instruments currently in use, assessments of water body status and watershed diagnoses were analysed. Main strengths and weaknesses of each water management system are pointed out in the conclusion. Main challenges for the water sector, and highlights of the converging and diverging points concerning water resource management systems, in each region, are discussed.

*Keywords:* Brazil; European Union; River basin; Water Framework Directive; Water management; Water quality

## Highlights

- Management of tropical and temperate water resources are distinct.
- Management differences are due to cultural and geographic characteristics of basins.

---

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence (CC BY 4.0), which permits copying, adaptation and redistribution, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

doi: 10.2166/wp.2021.204

- Drainage basins were shown to be the efficient management units in both regions.
- More efficient management tools are developed with comprehensive basin monitoring.
- Regardless of the region, management targets are difficult to be attained.

### Graphical Abstract



### Introduction

In the European Union (EU) and in Brazil alike, water resource management is complex, owing to the diverse geographical, cultural, climatic, socioeconomic and political realities that exist across member states and federal states. In the EU, water is generally abundant in much of the region, but it is also unevenly distributed in both time and space, with large areas experiencing increasing levels of water scarcity and drought (EEA, 2012). In Brazil, while 80% of water resources are concentrated in the Amazon, which occupies 46% of the Brazilian territory, 13% of the country's area is covered by semi-arid regions, with intermittently flowing rivers and long periods of drought (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2019b).

Approaches for dealing with those extreme situations that entail the integration of public policy instruments, the articulation between governmental policies, and the enhancement of mechanisms that foster social participation in decision making (Brannstrom *et al.*, 2004; Abers, 2007) are desirable. This articulation promotes a more effective deployment of management actions, in supervision and enforcement, and in continuous monitoring and evaluation efforts (OECD, 2019). Furthermore, water rights evolved similarly in both regions with traditional models converging towards permit-based systems (Hodgson, 2007). Environmental concerns were the primary drivers behind both the European Community's (Akinsete *et al.*, 2019) and Brazil's (Mercure *et al.*, 2019) water policies and legislative reforms, as their

governments recognized that formally and clearly allocating water rights and accountability introduces the necessity of incentives for resource conservation by rights holders (Jimenez *et al.*, 2018).

The importance of water resources for a growing population has led to legislative reforms in the EU and Brazil, which progressed towards multi-layered and complex governance systems, and which, although increasingly decentralized (Jimenez *et al.*, 2018), present fundamental differences in terms of settings – environmental, socioeconomic and political distinctions across and between their respective geographies. In this context, public perception is influenced by new arrangements in the governance system itself. It then follows that the comparison between the EU's and Brazil's regulatory frameworks for watershed management can be expected to provide an understanding of how each system responds to particular challenges, hopefully differentiating between stronger and weaker strategies, and building consensus regarding watershed management procedures.

The present article aims at comparing models of water resource management and policies in the European Union (EU) (with a surface area of 4,476,000 km<sup>2</sup> and a population of 447.7 million) and in Brazil (with a surface area of 8,516,000 km<sup>2</sup> and a population of 212.6 million) to identify what are the best outputs. The approach considered the legislation framework, the management procedures and the evaluation procedures, including the instruments allowing changes in the use of water for a sustainable use of the resource.

In both regions, water legislation developed within the traditional Civil Law<sup>1</sup> setting, established from Roman Law, in which water was regarded as a public resource, its use requiring top-down regulation by the state to prevent over-exploitation and degradation (Hodgson, 2007). Private ownership of water bodies was not permitted, water rights were connected to land tenure or ownership, and were subject to various servitudes and restrictions (Ioris, 2009). The approach employed in the present article considers the different water management systems of the two regions, aimed at answering the following questions: Which water planning instruments are used and how have they been implemented? Which institutions are involved and how are water quality and quantity assessed as the bases for watershed management? Finally, the strengths and weaknesses of each region are identified, and converging and diverging water management trends are highlighted in the conclusions.

## Methodology

The starting point for this water management regional comparison was the authors' previous experience in watershed assessment, planning and management, in the European Union and in Brazil, and the discussions that these different experiences enabled. The authors carried out a brief presentation of the water management systems, practices and review the approaches applied in both regions to identify main similarities and differences. An in-depth survey was carried out via websites of entities linked to water resource management, such as the European Commission, the National Water Agency of Brazil, OECD, UNESCO and others. Due to the complexity of the subject, the bibliographic research focused on the identification of key constituents allowing the examination of similarities and deviations between the regional approaches.

---

<sup>1</sup> The great majority of EU member states use the Civil Law legal system, although some, such as England and Wales, use Common Law, and others use a combination of the two.



## Overview of water management systems

### *European Union*

*Legal framework.* The introduction of the Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD) in the year 2000 aimed to bring in a new paradigm for European water management (Teodosiu *et al.*, 2003), with the inclusion of inland surface waters, transitional waters, coastal waters and groundwater. The Directive established its water management objectives through an integrated and ecosystemic approach with the development and implementation of integrated water resource plans in all its member states (Soares, 2016). Environmental objectives were then sought through the implementation of programmes specified in the River Basin Management Plans (RBMPs), which decentralized policies, and standardized objectives, classification and assessment criteria. The RBMP system promotes a new water culture that requires close cooperation among public institutions, private enterprises and civil society, grounded in scientific knowledge and information, public consultation and active civic participation (Schmidt & Ferreira, 2014). Following an integrated approach, the EU directed the aims regarding the protection of its waters towards the improvement of the status across member states' water bodies (Howarth, 2005). These efforts were implemented and followed through 6-year cycles that began in 2009, and established 2015 as the original timeframe for meeting WFD environmental objectives. Member states that have availed themselves of an extension beyond 2015 are required to achieve all environmental objectives by the end of the second and third management cycles, which extend from 2015 to 2021 and 2021 to 2027, respectively (Voulvoulis *et al.*, 2017).

The WFD introduced an experimentalist approach to water governance, offering more flexibility than previous directives (Lieberink *et al.*, 2011). Therefore, the WFD is not a target-based piece of legislation, apart from its explicit obligation that no water bodies are to experience deterioration in status (Donauhanse & Tina Vienna Urban Technologies and Strategies, 2013). One of the important innovations of the WFD was the introduction of water pricing services applying the polluter-pays principle (Correljé *et al.*, 2007; Berbel & Expósito, 2020). However, the application of the polluter-pays concept for diffuse sources, as agriculture is inappropriate and should be replaced. Albiac *et al.* (2020) suggest the integration of valuation instruments for water pricing as an improvement of WFD that would improve water quality.

*Water management systems.* The implementation of the WFD is achieved through a river basin-targeted planning process, which requires an RBMP for each River Basin District (RBD) (EEA, 2018). The WFD leaves to member states the ensuing development and operationalization of sub-basin plans, which include the appropriate administrative arrangements and the identification of local competent authorities.

The choice of authorities responsible for the implementation of the WFD varies significantly across member states. For half of the member states, national bodies and environmental agencies have some degree of responsibility. In some other member states, specific authorities assume most of the tasks, while assigned tasks such as monitoring are assumed by *ad hoc* agencies. Small member states, such as Cyprus, have appointed authorities only at the national level; in the United Kingdom, three regional units (England and Wales, Northern Ireland and Scotland) have the main responsibilities. Even though the overall technical and political profiles of competent authorities in Europe improved in some member states during the second management cycle, some are still recognized as needing strengthening (European Commission, 2019).

Although the progress of WFD operationalization is considered a positive example of the implementation of a policy at the European level, some problems remain. For example:

1. Sometimes, non-uniform monitoring practices and criteria are applied to evaluate environmental conditions. Lemm *et al.* (2019) point out that many of the biological assessment metrics used in WFD, especially regarding benthic invertebrates, respond to general degradation from multiple pressures and therefore do not provide causal inference in multiple-stressor situations. In this case, the choice of appropriate management measures becomes difficult.
2. Instead of following the WFD process to ensure the implementation of appropriate measures, EU member states often continued with traditional water management practices, focusing on regulating only individual monitored pollutants: an approach that tends to neglect the complexity of a catchment. Unfortunately, this is a global tendency, because it is easier to compare concentrations with limits of the legislation than to make complex analyses of iterative data.
3. Even the extended timeframes of the WFD European Commission (2019) may not be long enough to achieve its objectives (Table 1). It is possible that if more realistic targets were chosen, achievement of aims should be attained more frequently.
4. The application of the ‘one-out, all-out’ principle may induce a water body to be incorrectly classified as not having good conditions, inducing unnecessary restoration costs. This concept was tested by Sandin (2005) in three Swedish streams, with different ecological status indices and observed discrepancies in their classification.

*Assessment and diagnosis of watersheds.* The WFD adopted the Drivers-Pressures-State-Impacts-Responses (DPSIR) framework (European Communities, 2003; Oliveira *et al.*, 2005) which aims to provide a systematic understanding of the relationship between environmental effects, their causes and measures (Nöges *et al.*, 2002). The approach requires a programme of measures to manage anthropogenic pressures in order to improve ecosystem health (European Commission, 2000). This procedure was described in Article 5 of the WFD, stating that the characterization of each RBD should include:

1. an analysis of its characteristics;
2. a review of the impacts of human activities on the surface waters and groundwater; and
3. an economic analysis of water use.

Throughout the EU, more than 111,000 surface water bodies have been defined in the second RBMPs (European Commission, 2019). Approximately 80% are rivers, 16% are lakes and the remaining 4% are coastal and transitional waters.

The assessment of the overall status of natural surface waters includes the assessments of the ecological status<sup>2</sup> and the chemical status<sup>3</sup>. Surface water bodies within protected areas are subject to a

---

<sup>2</sup> Ecological status, according to the WFD, assesses ecosystem health as expressed by biological quality elements – phytoplankton, macrophytes, phytobenthos, benthic invertebrate fauna and fish – supported by hydromorphological and physico-chemical parameters: nutrients, dissolved oxygen, temperature, transparency, salinity and river basin-specific pollutants (RBSPs). The Directive specifies which elements are to be assessed for each water category and requires that biological and supporting quality elements achieve at least ‘good’ status.

<sup>3</sup> Good surface water chemical status means that the concentrations of all priority substances do not exceed those permitted by the environmental quality standards (EQS) established in the Environmental Quality Standards Directive 2008/105/EC.

Table 1. Status values (ecological, chemical and quantitative) expected to achieve ‘good’ (or ‘better’) status by 2015, and proportion expected to achieve good status by 2021, by 2027 and beyond.

	Ecological status/ potential of surface water bodies (%)	Chemical status of surface water bodies (%)	Chemical status of groundwater bodies (%)	Quantitative status of groundwater bodies (%)
Expected to achieve good (or better) status by the end of 2015	43	51	74%	90
Less stringent objectives already achieved	1	21	2	1%
Expected to achieve good (or better) status by the end of 2021	21	2	3	4
Expected to achieve good (or better) status by the end of 2027	31	24	17	4
Expected to achieve good (or better) status beyond 2027	1	1	4	1
Achievement unknown	2	1	1	1

All surface water bodies weighted by count and groundwater bodies weighted by area. *Source: European Commission (2019).*

complementary assessment carried out according to specific criteria. The assessment of the global status of groundwater includes the assessments of the quantitative status<sup>4</sup> and the chemical status<sup>5</sup> (Figure 1).

Of the different water bodies recognized across Europe by the WFD, groundwaters generally have the best status. Good chemical status has been achieved by 74% (achieved expectations) of the groundwater area; while 89% of the area achieved good quantitative status (almost achieved expectations). Around 40% of surface waters (rivers, lakes, and transitional and coastal waters) are in good ecological status or potential (almost achieved expectations), and only 38% (quite far from achievement) are in good chemical status (EEA, 2018).

The main significant pressures on surface water bodies are hydromorphological (affecting 40% of water bodies), diffuse source pollution (38%), particularly from agriculture, and atmospheric deposition (38%), particularly of mercury, followed by point source pollution (18%) and water extraction (7%). The main impacts on surface water bodies are nutrient enrichment, chemical pollution and altered habitats due to morphological changes (EEA, 2018).

<sup>4</sup> Good groundwater quantitative status is achieved by ensuring that the available groundwater resource amount is not exceeded by the long-term annual average rate of extraction. Accordingly, the level of groundwater should not lead to any reduction in the ecological status of connected surface waters or in groundwater-dependent terrestrial ecosystems. Furthermore, reversals in the direction of flow should not result in saline (or other) intrusions.

<sup>5</sup> Good groundwater chemical status is achieved when concentrations of specified substances do not exceed those permitted by adopted standards and when concentrations do not prevent associated surface water bodies from achieving ‘good’ status, or cause significant damage to terrestrial ecosystems that depend directly on this groundwater.

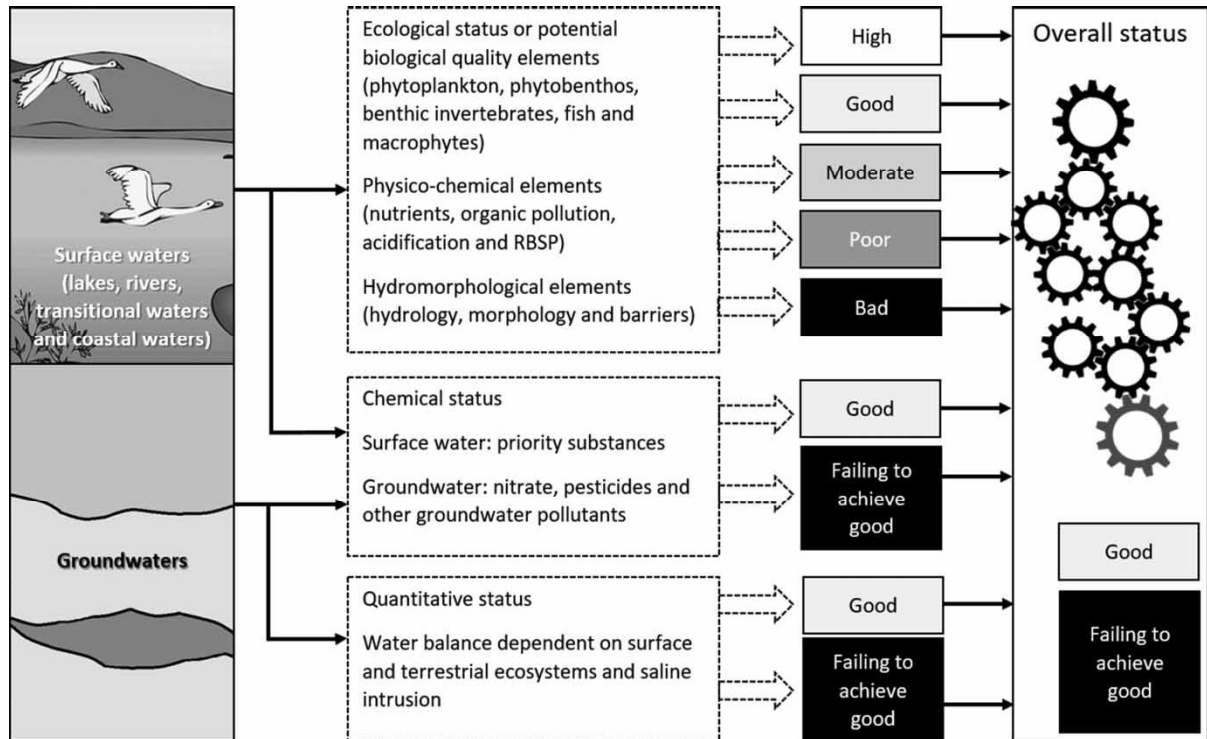


Fig. 1. Assessment of status of surface waters and groundwater according to the WFD. Source: Adapted from EEA (2018).

Gaps in monitoring the chemical status of surface waters are still significant but have dropped considerably since 2012, when the status of over 40% of water bodies was unknown and it was impossible to establish a baseline (EEA, 2018).

### Brazil

**Legal framework.** Brazilian legislation is based on the Federal Law # 9433/1997, which established the National Water Resources Policy and created the National Water Resources Management System (Brasil, 2015). Institutions established in these framework are endowed with different legal statuses and specific functions, which are participative (Water Resource Councils and River Basin Committees, RBCs) or operational (Management Entities and Water Agencies) (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). At the heart of this policy is the idea that water governance should be decentralized, participatory and integrated. The legislation recognizes water as a public good with economic value and as a scarce natural resource (van den Brandeler et al., 2014), and introduces economic instruments, such as water use charges (implying a definition of water costs). Inspired by the French water resource management model (Laigneau et al., 2018), the Law represented a paradigm shift in the country, creating the RBCs with a central role in the process. The three main stakeholders participating in the RBCs – public authorities, users and communities – seek integrated solutions to improve the quality and quantity of water in their respective river basins (Brasil, 2015). The structural aspects of the Law are the National Water

Resources Management System, the river basin as a planning and management unit, the multiple uses of water and the participative character of management (Brasil, 2015).

The National Water Resources Policy’s (PNRH) objectives are threefold: the attainment of qualitative and quantitative water availability for present and future generations; rational and integrated water resource management for sustainable development; and prevention of critical hydrological events. To attain these objectives, the Law defines five management instruments (Figure 2):

1. The River Basin Plans (RBPs), at the national, state and drainage levels (depending on the extension of the basin), which define management actions, programmes, projects and investments that are prioritized for each basin;
2. A system for classification of water bodies according to their preponderant uses;
3. Water rights (water permits);
4. Water usage charges, which should be invested back into the basin; and
5. The Water Resources Information System (Elabras Veiga & Magrini, 2013).

Law # 9433/1997 (Brasil, 1997) is a policy and established only general principles and norms on priorities for use, granting and charging for the use of water resources, as well as general guidelines for the National Water Resources Management System. The regulation maintaining a broad degree of freedom for the Union and the States to organize the management of the waters under their jurisdiction (Cedraz, 2006; Brasil, 2015). Therefore, certain Brazilian States created specific laws to protect and conserve groundwater, as specified by Araújo et al. (2015).

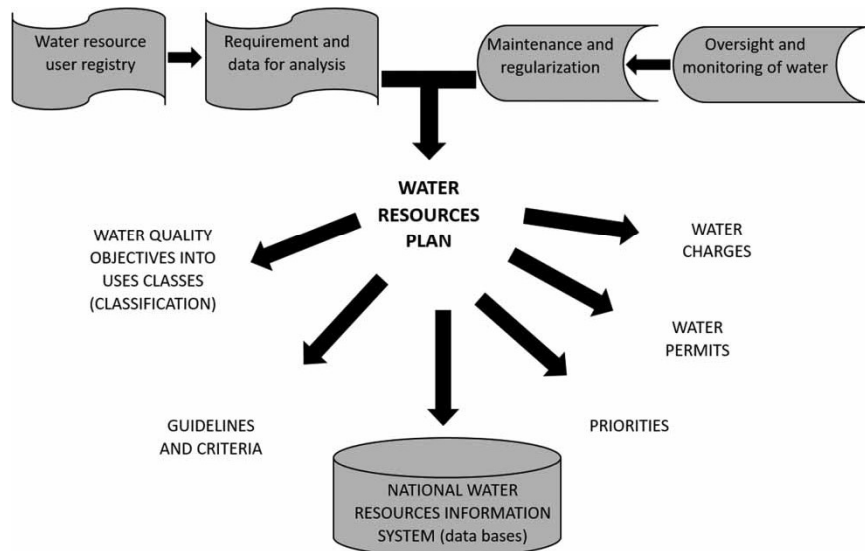


Fig. 2. National Water Resources Policy Tools. Source: Modified from ANA – Brazilian Agency of Waters (2018).

*Water management systems.* Because Brazilian drainage basins are extensive (e.g., the Amazon or São Francisco rivers), their management is complex and needs a hierarchical structure. Water planning in Brazil is, therefore, carried out through:

1. The National Water Resource Plan;
2. State-level Water Resources Plans; and
3. Water Resources Plans elaborated by hydrographic basins (RBPs).

The last National Water Resource Plan was published in 2017 and defined actions and programmes to be implemented through 2020. There are currently eight Interstate Basin Plans (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). All 26 states and the Federal District have already developed State-level Water Resources Plans, which are currently in the process of revision, conclusion or procurement (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2019b). As of the end of 2017, 158 Water Basin Resource Plans were already developed in 16 Federal States and 32 Plans were in development in 10 Federal States (Acre, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Pernambuco, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina and São Paulo) (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).

Araújo *et al.* (2015) list the National Water Resource Management System organizations on the federal, state and regional levels. In short, water management is handled by 28 different institutions – the ANA (National Water Agency) at the Federal level and 27 (including the Federal District) state water management entities (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). Among the regional entities, RBCs are participative forums, responsible for approval of the RBPs. As of 2018, there were 226 of these at the state level. In addition, there were five delegatory entities functioning in interstate river basins, which function under management agreements signed with ANA, stipulating targets and indicators for programmes (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).

*Assessment and diagnosis of watersheds.* The Resolution of the National Council of Water Resources 145/2012 established that the RBPs should be based on diagnostic, prognostic and action plans, establishing short-, medium- and long-term goals, and actions to reach those goals. They are also required to establish the aspects that the diagnoses of the water resources must include. Among these aspects is the quantitative and qualitative assessment of surface and groundwater and the balance between availability and water demand.

The Brazilian Agency of Waters (ANA) classified water bodies according to their natural or artificial origin. As of 2018, 172,837 artificial water bodies had been identified, against 67,006 natural ones (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). Water bodies are also classified according to their preponderant uses, as shown in Figure 3 (National Council of Environment – CONAMA 91/2008) and water-quality criteria were established by CONAMA Resolutions # 357 of 2005 and # 396 of 2008 (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). Classes in Resolution CONAMA # 357 of 2005 are defined as special, applied to protection units; class 1 applied for water uses that demand better standards; class 2 applied in water for uses that demand average standards; class 3 applied in water for uses that demand less than average standards and class 4 applied in water for uses that do not require high water quality. For each class, water quality criteria are established in a sequence of more restrictive (for class special) to less restrictive (for class 4). The column on the left in Figure 3 describes different uses.

Increasing concentration limits, according to class uses












Uses		Classes				
		Special	1	2	3	4
Preservation of the natural balance in aquatic communities		Integral protection units				
Protection of aquatic communities			Reservations, Indigenous lands			
Primary contact leisure						
Aquaculture						
Drinking water supply		Simple disinfection	Simplified treatment	Conventional treatment	Conventional or Advanced treatment	
Secondary contact leisure						
Fishing						
Irrigation			Vegetables and fruits growing close to soil	Vegetables, fruits, parks, gardens, leisure, and sport fields	Tree growth, cereals and forage	
Livestock thirst quenching						
Navigation						
Landscape protection						

Fig. 3. Categories for the classification of water quality objectives for freshwater bodies. Classes are special (in protection units): 1 (uses that demand better standards), 2 (uses that demand average standards), 3 (uses that demand less than average standards) and 4 (uses that do not demand high water quality). *Source:* Modified from ANA – Brazilian Agency of Waters (2018).

A modelling exercise of the water quality for the Atlas Esgotos (Sewage Atlas; ANA – Brazilian Agency of Waters (2019a)) estimated that about 4.5% (83,450 km) of Brazilian river courses’ extension presents concentrations of organic matter equivalent to the established limits for the class ‘4’, restricting considerably the possible uses for those water bodies (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2019b). These high concentrations can be attributed to poor sanitation, which has led to conflicts over the use of water resources. Greater conflicts have been caused by the irrigation sector, which has extracted water in regions where it is already a naturally scarce resource (Rigotto et al., 2016).

Water demand in Brazil is rising, with an estimate of 80% growth in the total volume extracted in the last couple of decades (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). The main water use currently, in terms of quantity, is irrigation (at 52%), followed by human consumption (23.8%) and industry (9.1%). The rise of water demand contributes to further water stress. Critical regions include the Hydrographic Region of the Northeast Oriental Atlantic, a great portion of which is located in the Brazilian semi-arid area, and the Hydrographic Region of the South Atlantic, where water extraction for irrigation

is significant. Problems have been detected in several basins where there are multiple water uses, and most of these areas lack appropriate intervention strategies for conflict resolution at the local scale (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).

## Comparison and discussion

There are similarities but also dissimilarities, between Brazil's and the European Union's current water resource management models. In both regions, the hydrographic basin is the geographical unit of water resource management, and management plans are the main planning instrument.

In Europe and in Brazil, legislation defines the contents for the characterization and diagnosis of water bodies, as well as the types of management measures to be employed. The use of economic and participatory incentives constitutes a commonality between the two frameworks. However, the systems for water body classification are distinct, as are monitoring requirements, which are clearly defined in the European WFD, but not in the Brazilian legislation. Furthermore, in Brazil, the geographic discrepancy between the foundations of the National Policy of Water resources (drainage basins) and the political-administrative organization of the Brazilian Federation (states and municipalities) creates conflicts of responsibilities.

In both systems, water legislation is flexible, leaving decisions to member states (EU) or federation states (Brazil), who regulate the management instruments for decentralization, transparency and participation. Furthermore, both systems establish that water resource management must not treat quantity and quality separately, considering geographical, social and economic diversity. However, in Brazil, the Water Law (Federal law 9433/1997; Brasil (1997)), as understood according to its fundamentals, objectives and guidelines, has a primarily utilitarian purpose, and water resources are managed from the perspective of their economic use. In the Brazilian Legislation, there is no specific reference to environmental care, such as the maintenance of environmental or ecological flows (Brasil, 2015). The European Union, by contrast, adopts an ecosystem approach with the aim of reaching a state of minimum degradation of the water bodies. Consequently, in Brazilian legislation, there is no clear definition of the environmental flow, but common uses are only permitted when they do not compromise more than 1% of the water availability (a vague concept). For rivers under the European Union jurisdiction, the adopted reference flow is  $Q_{95}$ : that is, the minimum flow value that must be guaranteed 95% of the time.

The duration of basins' planning cycles (from 10 to 20 years), as opposed to a globally set cycle, reflects the application of a long-term strategy in Brazil. In the European Union, cycles follow a 6-year schedule, which determines deadlines for set targets. Shorter planning cycles, clear monitoring requirements and periodic reporting also support the RBMPs' implementation, coupled with non-compliance sanctions such as fines and the negative perception of the non-compliant state by other member states. The longer planning cycles in Brazil may, in fact, hinder the effective management of water resources in the context of climatic uncertainty, important information gaps, rapid urbanization, changes in land use, leading to increased environmental deterioration. Shorter cycles confer adaptability on the planning process, since integrated water resource management is an iterative process whereby planning is followed by implementation, including monitoring and collection of information, which feeds back into the adaptation of management strategies.

The target-based cyclic system implies that monitoring is a key management tool in the implementation of the European WFD. The data from the monitoring network are used in the establishment of



reference typologies and are necessary both for following the state of the water bodies and for developing restoration measures. Indeed, a consistent monitoring of water bodies sustains stronger RBMPs, as observed in the second cycle of RBMPs across the EU. Surface waters and groundwater have been monitored at more than 130,000 monitoring sites over the past 6 years (EEA, 2018). However, the European Commission (2019) still reported significant gaps in the biological and hydromorphological elements. Additionally, not all groundwater bodies that were identified as at risk of failing good chemical status are subject to operational monitoring, and not all substances capable of causing risk are fully covered. In Brazil, the National Hydrometeorological network presented, in 2017, over 21,000 stations under the responsibility of several different institutions (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). Still, some states have not yet implemented their water quality monitoring networks, and in some cases, even the existing monitoring presents problems in terms of spatial and temporal representativeness. Moreover, monitoring of groundwater is still scant. At the national level, striking differences are observed between Units of Federations regarding operational capacity and the dissemination of monitoring data (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). An example is presented by Wasserman *et al.* (2019), who analysed water quality in the extensive Amazon Basin, where they found only 52 water-quality monitoring stations.

Both regions show difficulties in implementing the measures foreseen as necessary, either for the lack of financing or for the lack of commitment of the responsible entities. For instance, funding was insufficient for water infrastructure that could help improve sanitation and water supply, as well as expand monitoring efforts and other instruments at the federal level (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2019b). Some of the challenges were identified in the scope of the Projeto Legado (Project Legacy) (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017), which also included the proposal of management actions for their resolution.

#### *Strengths and weaknesses in the European Union strategies*

The following strengths can be highlighted in the European Union's water resource management strategy:

1. There is a common legislative framework among the EU member states, and the WFD allows an increased sharing of knowledge and a comparison of the current state and evolution of water resources across the whole community.
2. The EU's WFD sets clear timeframes (by 2027) to meet targets, and outlines periodic reporting deadlines for progress assessment.
3. Economic principles are incorporated into water management systems; these include the polluter-pays principle, as well as other economic approaches such as water pricing (Yang & Griffiths, 2010; Berbel & Expósito, 2020).
4. In several member states, water pricing and metering, together with water-saving measures, have been highly effective in changing consumer behaviour (EEA, 2018; Berbel & Expósito, 2020).
5. Stakeholder and general public consultation are widely implemented; member states use a variety of different outreach methods to ensure the appropriate participation of populations; stakeholders are invited to contribute actively to the process and, thus, play a major role in advising competent authorities (European Commission, 2019). Recently, the participation has been criticized, because, on the

one hand, it did not produce improvements in water quality, and it does not count with the real public, but with representatives of various interests (Rimmert *et al.*, 2020).

6. The WFD clearly positions ecosystem health at the centre of its purposes and objectives.
7. Common monitoring and assessment programmes are developed and implemented across member states.

The following weaknesses were identified in the EU's water resource management strategy:

1. In most member states, reference conditions have not been established for all water body types and for all quality elements (European Commission, 2019).
2. There are still gaps in the reference values for some of the elements and substances required to be monitored (European Commission, 2019).
3. The improvement of ecological quality has been slower than originally envisaged (Carvalho *et al.*, 2019).
4. A significant number of exemptions from the WFD objectives is still applied in the second RBMPs (European Commission, 2019).
5. Although pricing has improved water quality in many situations and is a strength in WFD, methodologies used to calculate were shown inappropriate for diffuse sources, such as agriculture (Albiac *et al.*, 2020; Bouleau *et al.*, 2020).
6. There are insufficient financial resources for the implementation of water management measures, including tasks such as ensuring appropriate monitoring (Verheeke *et al.*, 2017); 27 RBDs in five member states reported that financing had not been secured for these measures, in any sector (European Commission, 2019; Zingraff-Hamed *et al.*, 2020).

European Commission (2015, 2019) made several recommendations to member states in order to improve the implementation of WFD. EEA (2018) highlights three areas offering substantial opportunities to improve the implementation of these recommendations, and support for the achievement of WFD objectives: (a) protection of Europe's aquatic ecosystems and their services; (b) restoring degraded water ecosystems and (c) integration of water aspects into sector policies.

#### *Strengths and weaknesses in the Brazilian strategies*

Regarding Brazil, the following strengths can be highlighted for its water resource management strategy:

1. The strategic nature of water management policies for water allocation (regarding collection and granting of the rights to use water) stimulates the rational use of water in the country, as a measure to mitigate the risks of scarcity (Silva *et al.*, 2017).
2. There is a National Pact for Water Management, supported by a financial incentive programme for state systems, that aims at strengthening institutional arrangements for water resource management.
3. Consultation of the public and interested parties in the water planning process and on-going involvement of stakeholders throughout management are in place.

The following weaknesses were identified in the Brazilian strategies:

1. Even though a great part of the territory is covered by water resource management plans, these do not actually have a regulatory action and do not guide the funding process of the National System for the Management of Water Resources (SINGREH) institutions (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017).
2. There is insufficient integration between water resource plans and other sector-specific policies, especially those regarding sanitation, the environment and water infrastructure (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).
3. The institutions associated with water management have displayed limitations in effectively responding to situations of severe water crisis or federal conflict (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017).
4. The RBCs are generally unable to respond to stumbling blocks hampering integrated actions involving ANA and state water resource management entities (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).
5. The resources available for financing institutions that have functions delegated by ANA have continuously fallen short (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017).
6. Often, federation states lack staff, funding, participation and political commitment to cope with water-related issues (Abers & Keck, 2009; OECD, 2015).
7. Where they exist, water charges are insufficient (OECD, 2015).
8. There are limitations in the monitoring network (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018).
9. The classification of water bodies has not been extensively applied (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018), and where the classification of water bodies is not undertaken, those already in good condition are not appropriately protected (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017).
10. Groundwater should be treated more strategically and deserves greater attention with regard to legislation and the quantitative and qualitative characterization and monitoring of this resource (Araújo et al., 2015).

There is room for improvement in the integration of water resource plans with other sectorial policies – in particular those of water infrastructure, environment and sanitation; the sustainability and financial viability to ensure the complete functioning of the system; the conservation and preservation of strategic water bodies; payment for ecosystem services; and management of the demand, by way of promoting a more rational use of water (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2018). The Projeto Legado (ANA – Brazilian Agency of Waters, 2017) proposed a set of measures for the improvement of water resource management in Brazil.

### *Converging and diverging points*

Some *converging points* emerge concerning water resource management in the European Union and in Brazil, namely:

1. Definition of the river basin as the territorial unit for water resource management and planning;
2. The adoption of RBMPs and the employment of command and control instruments associated with economic instruments;
3. Difficulties, to a greater or lesser extent, in ensuring an effective, coordinated and integrated approach for water resource management;

4. Insufficient integration between water and other existing policies outside the environmental sphere;
5. The difficulty of channelling resources towards the implementation of measures specified in RBPs and complementary sectoral plans, which interfere with the quality of water resources.

On the other hand, *diverging points* are:

1. Water jurisdiction and assignment of responsibilities among authorities. While in Europe, responsibilities are attributed to member states, in Brazil, the responsibilities are hierarchical (Municipalities, States and Federal).
2. Classification of water quality follows different criteria, based on either the ecosystemic approach – EU – or on water uses – Brazil.
3. Data availability and quality concerning water resources' conditions. Although in Brazil, the centralized database is an advantage, quality and density of data have to considerably improve to reach the EU levels.
4. Level of specification of water laws (and thus, level of flexibility left to planning authorities). Although both regions developed flexible policies, because EU attributes responsibilities to member states with different cultures and habits Laws had to be adaptable. In Brazil, a more centralized system induces more rigid regulations.

## Conclusions

Table 2 summarizes the findings of this article, by comparing the Brazilian and European water management situation. The differences highlighted in the table can be attributed to the historical experiences of both regions and their different hydrologies. In Brazil, although drainage basins vary in size significantly, the Amazon being the largest, their characteristics are not so variable and management procedures do not differ significantly. On the other hand, in the European Union, drainage basins are more heterogeneous, including in terms of nival and glacial regimes, leading to more flexible and complex management procedures. The smaller availability of water in the European Union also imposes more extensive monitoring programmes and comprehensive knowledge of groundwaters.

The effective implementation of the WFD is marked by member states' national contexts, including their participatory culture and the flexibility of their public administrations to respond to new challenges. The progress of WFD operationalization, although presenting some gaps and different speeds across member states, is considered a positive example of the implementation of a policy at the European level. The existence of a common legal base, the adoption of the same criteria and methodologies, the adoption of a common schedule and common evaluation time frames have incentivized the implementation of the WFDs. However, there is a need to follow up on the postponing of deadlines for achieving 'good status' of water bodies, and to manage effectively those that are not going to reach the desired status by 2027.

Brazil has made remarkable progress in water resource management, but the water policy system is still 'under construction', particularly in the least developed regions of the country, because of the varied characteristics of Brazilian basins, in terms of social, economic, hydrological and environmental development. Political, institutional and legal factors also influence management performance, either fostering or hampering its progress in specific basins.

Table 2. Characterization of the management systems in Brazil and in the European Union considering different elements of comparison.

Element of comparison	Brazil	European Union
Geographical distinctions	Very large drainages in a tropical and semi-tropical environment. Inertial rivers	Large drainage basins, temperate environment and nival and glacial regimes in mountainous environments. Less inertial rivers, responding faster to climate
Regulation	Federal Law # 9433/1997; National Water Resources Policy	Water Framework Directive 2000/60/EC (WFD)
Management units	National, State and River Basin	River Basin (Member states)
Management instruments	River Basin Plans; Classification of water bodies; Water permits; Water charges; Database	River Basin Management Plans with specifically defined targets that improve with time. Based on the principle of continuous improvements.
Planning deadlines	10–20 years. Smaller flexibility in the long term, regarding climate changes	6 years higher: shorter deadlines implies larger flexibility, regarding climate changes
Institutional framework	Based on decentralization, transparency and participation: Water Resource Councils and River Basin Committees; Management Entities and Water Agencies	Based on decentralization, transparency and participation: <i>Ad hoc</i> official institutions constituted by local authorities. Civil participation is carried out through these institutions
Assessment	Water quality and availability	Drivers-Pressure-State-Impacts-Responses (DPSIR) determining integrated indicators (lead to the status of aquatic ecosystems)
Cost of water price	Defined within the River Basin Committees, based on a participative debate	Polluter-pays principle
Monitoring	Conformity or not. Nonconformities lead to remediation actions (not quite proactive). Insufficient monitoring network, with few parameters	Set for the definition of the Ecological Status/chemical status that should lead to targets (rather proactive). Large monitoring network, with a broader range of parameters
Water quality criteria	Determined as a function of uses of the water in each drainage basin	Established according to an ecological and chemical status (defined as a function of targets). Undefined in many member states.
Water quantity criteria	Set limitations for the uses as a function of availability. For instance, in many regions, irrigation of cultures is not allowed.	Besides setting limitations for uses, the WFD indicates the need for identification of alternative sources of water. For instance, groundwater.
Sources of financial support	Undefined, most of the time	Insufficient
Groundwater	Disregarded	Fully included in the water management framework. However, needs improvements

The present article has identified several areas where experts have recognized gaps and opportunities for improvement of water resource management in the EU and in Brazil. Despite not going into detail on the different reported issues, it is clear that analysing different examples of management approaches and water issues is key to the refinement of water resource management strategies for each region. In the context of

more frequent water crisis scenarios, the utilitarian perspective will likely prevail. Decentralizing to state and local authorities for the definitions of short-, medium- and long-term water quality goals for preponderant uses is strategic in a setting of high variability and heightened water crisis; however, leaving out key functional components of water bodies (such as biological elements) from their assessment, mostly from quality objectives, may speed up overall deterioration. In Brazil, a redirection of water resources communication towards environmental, ecosystems-based discourses may be called for.

### Data availability statement

All relevant data are included in the paper or its Supplementary Information.

### References

- Abers, R. N. (2007). Organizing for governance: building collaboration in Brazilian River Basins. *World Development* 35(8), 1450–1463.
- Abers, R. N. & Keck, M. E. (2009). Mobilizing the state: the erratic partner in Brazil's participatory water policy. *Politics & Society* 37(2), 289–314.
- Akinsete, E., Apostolaki, S., Chatzistamoulou, N., Koundouri, P. & Tsani, S. (2019). The link between ecosystem services and human wellbeing in the implementation of the European Water Framework Directive: assessing four river basins in Europe. *Water* 11(3), 20.
- Albiac, J., Calvo, E., Kahil, T. & Esteban, E. (2020). The challenge of irrigation water pricing in the Water Framework Directive. *Water Alternatives* 13(3), 674–690.
- ANA – Brazilian Agency of Waters (2017). *Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Relatório Pleno (Brazilian Water Resources Report)*. Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, DF.
- ANA – Brazilian Agency of Waters (2018). *Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Relatório Pleno (Brazilian Water Resources Report)*. Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, DF.
- ANA – Brazilian Agency of Waters (2019a). *Atlas Esgotos: Depoluição de Bacias Hidrográficas (Sewage Atlas: Depollution of Hydrographic Basins)*. Agência Nacional de Águas, Brasília, DF. Available from: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh-1/atlas-esgotos>.
- ANA – Brazilian Agency of Waters. (2019b). *Objetivo Desenvolvimento Sustentável número 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores (Sustainable Development Objective # 6 in Brazil: The ANA View About Indicators)*. Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília, DF.
- Araújo, R. S., Alves, M. d. G., Condeso de Melo, M. T., Chrispim, Z. M. P., Mendes, M. P. & Silva Júnior, G. C. (2015). Water resource management: a comparative evaluation of Brazil, Rio de Janeiro, the European Union, and Portugal. *Science of the Total Environment* 511, 815–828.
- Berbel, J. & Expósito, A. (2020). The theory and practice of water pricing and cost recovery in the Water Framework Directive. *Water Alternatives* 13(3), 659–673.
- Bouleau, G., Barbier, R., Halm-Lemeille, M. P., Tassin, B., Buchs, A. & Habets, F. (2020). Despite great expectations in the Seine river basin, the WFD did not reduce diffuse pollution. *Water Alternatives* 13(3), 534–555.
- Brannstrom, C., Clarke, J. & Newport, M. (2004). Civil society participation in the decentralisation of Brazil's water resources: assessing participation in three states. *Singapore Journal of Tropical Geography* 25(3), 304–321.
- Brasil (1997). Política Nacional de Recursos Hídricos (National Policy of Water Resources). In: Environment, M., ed. 9433/1997. Brasília, DF: Brazil.
- Brasil (2015). Instrumentos de gestão das águas (Water management tools). In *Centro de Estudos e Debates Estratégicos. Congresso Nacional*. Câmara dos Deputados, Brasília, DF.
- Carvalho, L., Mackay, E. B., Cardoso, A. C., Baattrup-Pedersen, A., Birk, S., Blackstock, K. L., Borics, G., Borja, A., Feld, C. K., Ferreira, M. T., Globovnik, L., Grizzetti, B., Hendry, S., Hering, D., Kelly, M., Langaas, S., Meissner, K., Panagopoulos, Y., Penning, E., Rouillard, J., Sabater, S., Schmedtje, U., Spears, B. M., Venohr, M., van de Bund, W. & Solheim, A. L.

- (2019). Protecting and restoring Europe's waters: an analysis of the future development needs of the Water Framework Directive. *Science of the Total Environment* 658, 1228–1238.
- Cedraz, A. (2006). A gestão de recursos hídricos e o sistema federativo (The hydric resources management and the federative system). *Plenarium* 3(3 (set/2006)), 118–124.
- Correljé, A., François, D. & Verbeke, T. (2007). Integrating water management and principles of policy: towards an EU framework? *Journal of Cleaner Production* 15(16), 1499–1506.
- Donauhanse & Tina Vienna Urban Technologies and Strategies (2013). *The EU Water Framework Directive. 'Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy'*. Donauhanse, Vienna, Austria.
- EEA (2012). *Water Resources in Europe in the Context of Vulnerability*. European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (2018). *European Waters – Assessment of Status and Pressures 2018*. European Environment Agency, Copenhagen.
- Elabras Veiga, L. B. & Magrini, A. (2013). The Brazilian water resources management policy: fifteen years of success and challenges. *Water Resources Management* 27(7), 2287–2302.
- European Commission (2000). *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy*. Off. J. Eur. Communities Brussels.
- European Commission (2015). The Water Framework Directive and the Floods Directive: Actions towards the 'good status' of EU water and to reduce flood risks. In: Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, ed. Brussels: European Commission, pp. 1–15.
- European Commission (2019). *Commission Staff Working Document – European Overview – River Basin Management Plans and The Floods Directive*. Brussels, p. 296.
- European Communities (2003). Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 3, Analysis of Pressures and Impacts. In: Office for Official Publications of the European Communities, ed. Luxembourg: EC, p. 157.
- Hodgson, S. (2007). Legislative Study: Modern water rights: Theory and practice. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 116.
- Howarth, W. (2005). The progression towards ecological quality standards. *Journal of Environmental Law* 18(1), 3–35.
- Ioris, A. A. R. (2009). Water reforms in Brazil: opportunities and constraints. *Journal of Environmental Planning and Management* 52(6), 813–832.
- Jimenez, A., Livsey, J., Ahlen, I., Scharp, C. & Takane, M. (2018). Global assessment of accountability in water and sanitation services using GLAAS data. *Water Alternatives* 11(2), 238–259.
- Laigneau, P., Maria Formiga-Johnsson, R. & Barraqué, B. (2018). Regards croisés sur les organismes de bassin en France et au Brésil dans la perspective des communs. *Revue Internationale des Etudes du Développement* 235(3), 203–225.
- Lemm, J. U., Feld, C. K. & Birk, S. (2019). Diagnosing the causes of river deterioration using stressor-specific metrics. *Science of the Total Environment* 651, 1105–1113.
- Liefferink, D., Wiering, M. & Uitenboogaart, Y. (2011). The EU Water Framework Directive: a multi-dimensional analysis of implementation and domestic impact. *Land Use Policy* 28(4), 712–722.
- Mercure, J. F., Paim, M. A., Bocquillon, P., Lindner, S., Salas, P., Martinelli, P., Berchin, I. I., Guerra, J., Derani, C., de Albuquerque, C. L., Ribeiro, J. M. P., Knobloch, F., Pollitt, H., Edwards, N. R., Holden, P. B., Foley, A., Schaphoff, S., Faraco, R. A. & Vinales, J. E. (2019). System complexity and policy integration challenges: the Brazilian energy-water-food nexus. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 105, 230–243.
- Nöges, P., Nöges, T., Haberman, J., Kangur, K., Kangur, A., Kangur, P., Laugaste, R., Mäemets, H., Ott, I., Timm, H., Yas-tremskij, V. & Virro, T. I. (2002). Water quality criteria according to Water Framework Directive: how they work in the largest transboundary lake in Europe, Lake Peipsi? In *2nd Int. Conf. Sustainable Management of Transboundary Waters in Europe Miedzydroje*. Bernardini, F., Landsberg-Ucziwek, M., Haunia, S., Adriaanse, M. & Enderlein, R. (eds). UNECE, Poland, pp. 269 – 278.
- OECD (2015). *Governança de Recursos hídricos no Brasil (Water Resources Governance in Brazil)*. Paris.
- OECD (2019). *Observatory of Public Sector Innovation: Brazil National Water Management Pact*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Oliveira, R. E. S., Lima, M. M. C. I. & Vieira, J. M. P. (2005). An indicator system for surface water quality in river basins. In *The Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources*, Guimarães, Portugal. IAHS Publication, pp. 1–16.

- Rigotto, R. M., Freitas, B. M. C., Maia, R. C. C., Gadelha, D., Verissimo, A. G. P., Teixeira, M. M. & Costa, D. D. S. (2016). Irrigation perimeters, violated rights at Ceara and Rio Grande do Norte: ‘why do we have to leave when the water arrives?’. *Revista Pegada* 17(2), 122–144.
- Rimmert, M., Baudoin, L., Cotta, B., Kochskämper, E. & Newig, J. (2020). Participation in river basin planning under the Water Framework Directive – has it benefitted good water status? *Water Alternatives* 13(3), 484–512.
- Sandin, L. (2005). Testing the EC Water Framework Directive ‘one-out, all-out’ rule – simulating different levels of assessment errors along a pollution gradient in Swedish streams. *SIL Proceedings, 1922-2010* 29(1), 334–336.
- Schmidt, L. & Ferreira, J. G. (2014). Avanços e desafios da governança da água na Europa no contexto da aplicação da diretiva quadro da água (Advances and Challenges of governance of water in Europe in the context of the application of the water directive). In *12º Congresso da Água/16º ENASB/XVI SILUBESA*, Lisbon. APRH/APESB/ABES, pp. 1–15.
- Silva, M. B., Herreros, M. M. A. G. & Borges, F. Q. (2017). Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil (integrated water resources management as water management policy in Brazil). *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria* 10(1), 101–115.
- Soares, E. Z. (2016). *Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica em Portugal Continental: contributo para o desenvolvimento de um instrumento para a avaliação de planos de recursos hídricos (River Basin Management Plans in Mainland Portugal: Contributions to the Development of an Instrument for the Water Resource Plans Evaluation)*. Tese de doutorado em Geografia – Geografia Física e Estudos Ambientais, Department of Geography, University of Minho, Minho, Portugal.
- Teodosiu, C., Barjoveanu, G. & Telesman, D. (2003). Sustainable water resources management I. River basin management and the EC Water Framework Directive. *Environmental Engineering and Management Journal* 2(4), 377–394.
- van den Brandeler, F., Hordijk, M., von Schönfeld, K. & Sydenstricker-Neto, J. (2014). Decentralization, participation and deliberation in water governance: a case study of the implications for Guarulhos, Brazil. *Environment and Urbanization* 26(2), 489–504.
- Verheek, J., Uyttendaele, D. & Vries, M. d. (2017). *Working on the Water Framework Directive – Exploratory Note in Relation to the Future Article 19.2. Review of the Directive, MinaRaad Milieu & Natuur*.
- Voulvoulis, N., Arpon, K. D. & Giakoumis, T. (2017). The EU Water Framework Directive: from great expectations to problems with implementation. *Science of the Total Environment* 575, 358–366.
- Wasserman, J. C., Damaceno, V. M., Lima, G. B. A. & Wasserman, M. A. (2019). Spatial distribution of water quality in the Amazonia region: implications for drinking water treatment procedures. *Journal of Water and Health* 15(5), 749–761.
- Yang, X. & Griffiths, I. M. (2010). A comparison of the legal frameworks supporting water management in Europe and China. *Water Science and Technology* 61(3), 745–761.
- Zingraff-Hamed, A., Schröter, B., Schaub, S., Lepenies, R., Stein, U., Hüesker, F., Meyer, C., Schleyer, C., Schmeier, S. & Pusch, M. T. (2020). Perception of bottlenecks in the implementation of the European Water Framework Directive. *Water Alternatives* 13(3), 458–483.



**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**APPENDIX 2**

Paper 2 “Water Management in the São Francisco River Basin;  
Sustainability Challenges” (2021)

Pedro Bettencourt, Pedro Afonso Fernandes, Cláudia Fulgêncio, Ângela Canas, and  
Julio Cesar Wasserman

# Water Policy

## Water Sustainability in the São Francisco River Basin. Management with prospective scenarios

--Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	Water Sustainability in the São Francisco River Basin. Management with prospective scenarios
<b>Article Type:</b>	Research Paper OA
<b>Corresponding Author:</b>	Julio Cesar Wasserman, Ph.D. Universidade Federal Fluminense Niterói, RJ BRAZIL
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Universidade Federal Fluminense
<b>First Author:</b>	Pedro C Bettencourt, M.Sc.
<b>Order of Authors:</b>	Pedro C Bettencourt, M.Sc. Pedro Afonso Fernandes, Ph.D. Cláudia Fulgêncio, Engineer Ângela Canas, PH.D. Julio Cesar Wasserman, Ph.D.
<b>Abstract:</b>	Expanding water demands and increasing uncertainties associate with water availability in a picture of climate change, future development scenarios have been used for water management in river basins planning. The present research describes the development of water needs prospective scenarios for the São Francisco River Basin, Brazil. Starting from the present situation, three distinct future evolution scenarios were drawn for water withdrawal flows for the years 2025 and 2035 based on sub-basin water use sectors (farming, industry, human supply – urban and rural, and water diversion for external use): a trend scenario (B) drawn from the present water uses, with moderate water consumption (A), associated with smaller economic and social development; and a higher development scenario (C), with increased in water demand. Sustainability of water demand is assessed by comparing water availability, as the ratio between the water demand and Q 95 flows. Results show that the main water withdrawal is associated with irrigated agriculture. For the three prospective scenarios, it is expected worsening situation, leading to severe water scarcity in most sub-basins, posing several challenges for the water resources management. A number of management actions are proposed, in order to equilibrate the water availability in the basin.
<b>Additional Information:</b>	
<b>Question</b>	<b>Response</b>
The word limit for <i>Water Policy</i> is <b>9,000 words</b> . Please state the word length of your manuscript, including Abstract, Keywords and References, and space occupied by tables and figures. A full page of the printed journal is c. 660 words. A half-page figure or table is therefore c. 330 words. <b>Please note that manuscripts that exceed the stated word limit may be rejected without review.</b>	8924
<b>HIGHLIGHTS:</b> Please provide up to 5 numbered points which describe the	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Planning water resources in a drainage basin requires a consistent data base.</li> <li>•Socioeconomic and environmental sustainability depends on water availability.</li> </ul>

<p>novelty and/or the impact of your research.</p> <p>Note that the highlights should help increase the discoverability of your article. Ensure the highlights are concise, easy to read, and include key search terms (you should not simply rewrite the abstract).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Consistent growth scenarios were constructed with an extensive temporal and spatial database.</li> <li>•Present situation in the medium and sub-medium São Francisco Basin is critical and tend to worsen.</li> <li>•Future restrictions on irrigation should be imposed in São Francisco Basin.</li> </ul>
<p>IWA Publishing is committed to ensuring complete transparency regarding conflicts of interest. <b>Please complete the Conflict of Interest Statement to certify that the authors are not affiliated with or involved with any organization or entity with any financial interest or non-financial interest in the subject matter or materials discussed in this paper.</b> Please address queries about Conflicts of Interest to the journal office: <a href="mailto:editorial@iwap.co.uk">editorial@iwap.co.uk</a></p>	<p>The authors are not affiliated with or involved with any organization or entity with any financial interest or non-financial interest in the subject matter or materials discussed in this paper</p>
<p><b>Suggested Reviewers:</b></p>	<p>José Paulo Patrício Monteiro, Ph.D.  Professor, Universidade do Algarve  <a href="mailto:jpmonte@ualg.pt">jpmonte@ualg.pt</a>  Mathematic modeling of aquifers hydraulics and hydrology, management of water resources</p> <hr/> <p>Gu Tao, Ph.D.  Professor, Wuhan University  <a href="mailto:gutao@mwr.gov.cn">gutao@mwr.gov.cn</a>  Water management and modeling</p> <hr/> <p>Jose Luis Arumi, Ph.D.  Professor, Universidad de Concepcion  <a href="mailto:jarumi@udec.cl">jarumi@udec.cl</a>  Water Management and sustainability</p>

# **Water Sustainability in the São Francisco River Basin. Management with prospective scenarios**

**Short title:** Scenarios for water sustainability in São Francisco Basin

Pedro Bettencourt<sup>a,b</sup>, Pedro Afonso Fernandes<sup>a</sup>, Cláudia Fulgêncio<sup>a</sup>, Ângela Canas<sup>a</sup>, Julio Cesar Wasserman<sup>b, c</sup>

<sup>a</sup>Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1649-038. Lisbon, Portugal

<sup>b</sup>Programme in Sustainable Management Systems, University Federal Fluminense, Engineering School, R. Passo da Pátria, São Domingos, Niterói, RJ 24.210-340, Brazil

<sup>c</sup>Programme in Geochemistry, University Federal Fluminense, Campus do Valonguinho, Centro, Niterói, RJ, 24020-141, Brazil

## **Abstract**

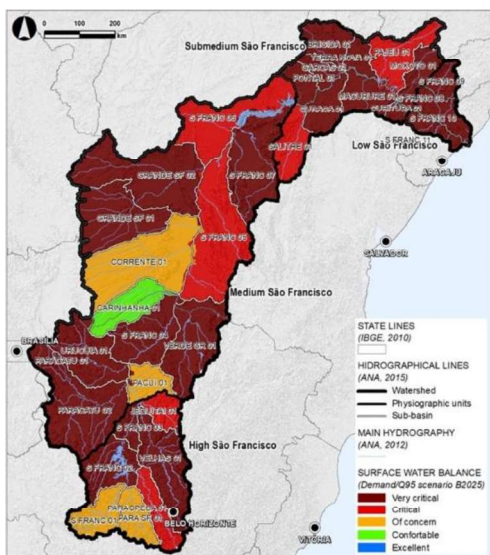
Expanding water demands and increasing uncertainties associate with water availability in a picture of climate change, future development scenarios have been used for water management in river basins planning. The present research describes the development of water needs prospective scenarios for the São Francisco River Basin, Brazil. Starting from the present situation, three distinct future evolution scenarios were drawn for water withdrawal flows for the years 2025 and 2035 based on sub-basin water use sectors (farming, industry, human supply – urban and rural, and water diversion for external use): a trend scenario (B) drawn from the present water uses, with moderate water consumption (A), associated with smaller economic and social development; and a higher development scenario (C), with increased in water demand. Sustainability of water demand is assessed by comparing water availability, as the ratio between the water demand and  $Q_{95}$  flows. Results show that the main water withdrawal is associated with irrigated agriculture. For the three prospective scenarios, it is expected worsening situation, leading to severe water scarcity in most sub-basins, posing several challenges for the water resources management. A number of management actions are proposed, in order to equilibrate the water availability in the basin.

**Key-words:** balance; climate change; development; future economic scenarios; management; sustainability; water consumption; water scarcity

## Highlights

- Planning water resources in large drainage basin requires a consistent data base.
- Socioeconomic and environmental sustainability depends on water availability.
- The consistent growth scenarios were constructed with an extensive temporal and spatial database.
- Present situation in the medium and sub-medium São Francisco Basin is critical and tend to worsen.
- Future restrictions on irrigation should be imposed in São Francisco Basin.

## Graphical Abstract



Water balance for 2035 for a tendential growth scenario in each sub-basin of the São Francisco river

## Introduction

Water is a major limiting factor for the sustainable development of the society (Montanari *et al.*, 2013). It can also be seen as one of the social foundations of development in articulation with other factors such food, health, education, income/work, housing, peace/justice or gender equality; on the other hand, the withdrawals of freshwater as well as various forms of pollution can transgress the planetary boundaries or “the safe and just space for humanity” (Raworth, 2017). In Brazil water demand is growing, with total withdrawal increase in the last two decades estimated in 80% and it is foreseen a 24% increase in demand by 2030 (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2019a). However, evolution of the water consumption can only be accurately projected when

economic development and urbanization in the country are considered (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2019a). In this context, the sustainability of water resources is only possible as management actions warrant availability.

In the scope of water availability, hydrological cycle changes are expected as a result of the change in precipitation patterns (increased intensity and variability), which might affect river flow and year-long distribution. These changes may promote longer droughts and intense flooding (Lugon Junior *et al.*, 2019). Besides effects over surface water, climate change should also affect the groundwater recharge rate (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) & Gerência Geral de Estratégia (GGES), 2016).

One of the strategic activities for water resources management is the integrated assessment of water availability and water demand for several uses, including human and ecological. The main object of this integrated management is the water balance, presented in the river basin plans, developed in several countries, like European Union Member-States (Estrela, 2011), Canada (Stewart *et al.*, 1998) and Brazil (Formiga-Johnsson & Kemper, 2005),

The construction of future scenarios to support long-term planning, incorporating projected availability and future demand uncertainties related to climate change is an appropriate measure for the sustainable management of water use in contexts of great uncertainty (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) & Gerência Geral de Estratégia (GGES), 2016). Modelling complex interactions, leading to the evolution of the several economic and social activities which define demands, can support considerable improvement in the accuracy of the previsions (Schull *et al.*, 2020; Z.Z. Wang *et al.*, 2020). Önkal *et al.* (2013) have researched the effect of scenarios development as essential in the planning process. These authors have demonstrated that drawing alternative scenarios, in the moment of the definition of plans, may promote the consideration of alternative future results among decision makers. These scenarios do not exhaust or close the planning process, but they are an intermediate step in pursuing “robust strategies” for managing water resources in the river basin. For instance, decisions still must be taken considering all scenarios as equally possible (COBRAPE, 2013). While researching for future impacts on quantitative availability of water in the São Francisco River Basin, three alternative scenarios for future water demand were developed for 2025 and 2035 horizons. These scenarios aimed to address the different consumption dynamics in the several sub-basins and user sectors, namely, farming, industry, human supply – both urban and rural, and external uses – water diversion.

The São Francisco River Basin is an important source of water for farming, industrial and domestic consumption and energy generation, constituting a strategic water resource for the Brazilian Northeast region (Nóbrega *et al.*, 2016). Excessive use of water resources in the São Francisco River Basin has been compromising the ecosystem dynamics in the region (Brazilian Ministry of Environment, 2009;2011; Santana *et al.*, 2016), and generating conflicts over water use rights (Mascarenhas, 2008; CBHSF & AGB - Peixe Vivo, 2013; Buainain & Garcia, 2015; Silva *et al.*, 2015; Souza Junior *et al.*, 2017). In this context, the expansion of anthropic activities can increase the number of conflicts over water use, threatening the sustainability of the region (Viana, 2005; Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2011; Brito, 2013; Buainain & Garcia, 2015). In the case of the São Francisco River Basin, the Water Safety Index (WSI; H. Wang *et al.* (2010)) developed for Brazil's National Water Safety Plan (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2019c) accounting the water availability versus water supply for human, economic sectors and ecosystems uses confirms low and minimum water safety levels in a large part of the area, exposing the complexity of its water balance.

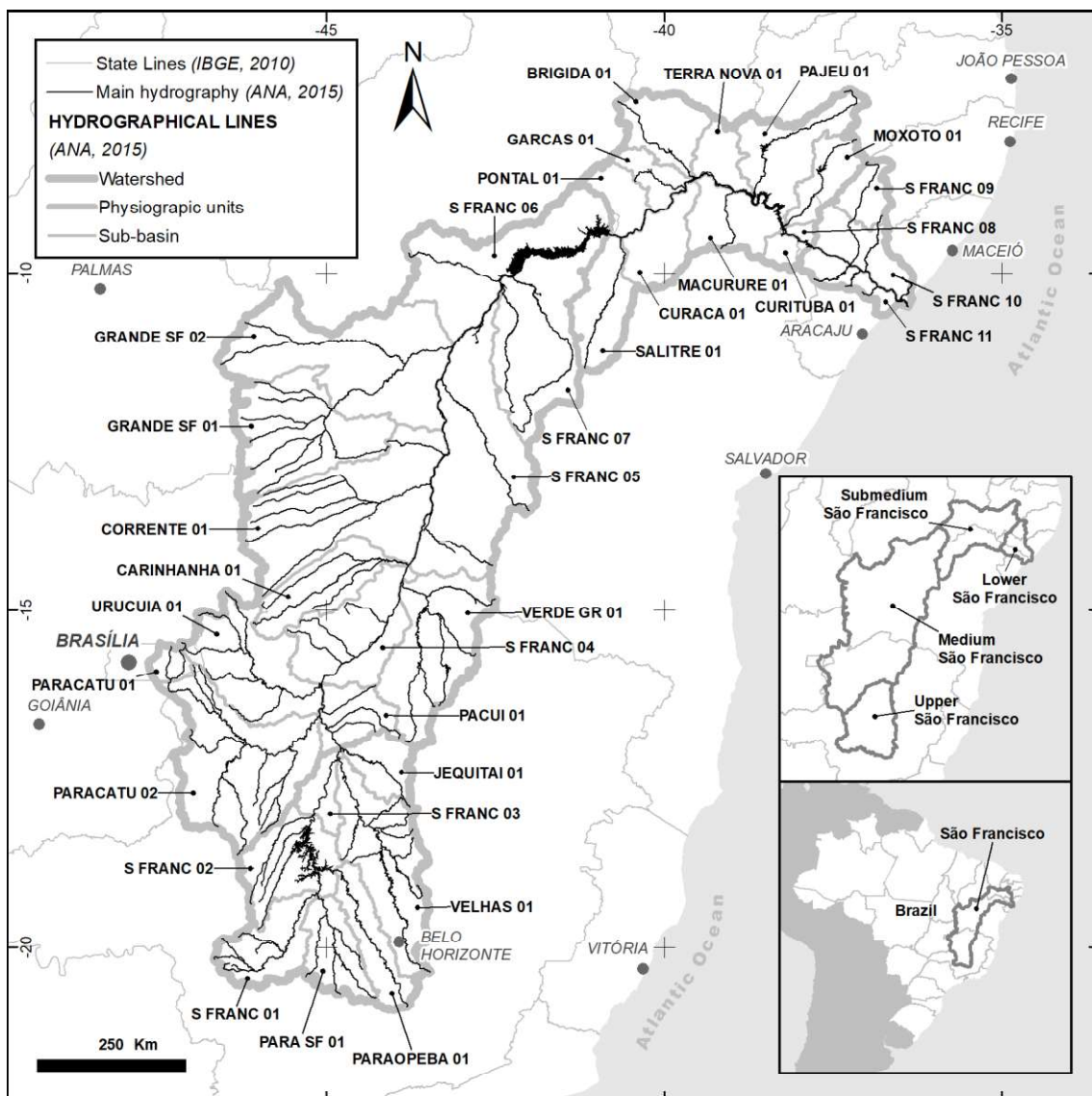
The study area comprehends the São Francisco River Basin, with 2,863 km long and a drainage area of 639,219 km<sup>2</sup> (7.5% of Brazil's area), extending over seven Federal units – Bahia (48.2%), Minas Gerais (36.8%), Pernambuco (10.9%), Alagoas (2.2%), Sergipe (1.2%), Goiás (0.5%) and the Federal District (0.2%; Figure 1). In this large drainage basin, there are 505 municipalities. For planning purposes, the basin was divided in four physiographic regions (Upper, Medium, Sub-medium and Lower São Francisco) and 34 sub-basins. Nearly 54% of the river basin territory is located in the semi-arid region (hot steppe climate, BSh from the classification of Köppen).

Water demand in São Francisco River Basin is associated with consumptive uses (public water supply, industrial use, farming and irrigation), non-consumptive uses (or in which consumed amount is irrelevant facing the previous uses: wastewater dilution, energy generation, mining, fishing, tourism and recreation, navigation), environmental preservation (ecological use) and water diversion (use outside the river basin). Therefore, São Francisco River's water resources serve multiple uses, which compete with each other and with ecological water needs (Britto, 2015). Besides, São Francisco River had its waters diverted to the semi-arid regions in the Northeast Brazil within the scope of an Integration Project, named PISF (São Francisco Integration Project) and the water abstraction from DESO (Companhia de Saneamento de Sergipe - Sergipe Sanitation Company), to supply the city of Aracaju and other smaller cities of the State of Sergipe.

The aim of the present research was to discuss a planning program to the São Francisco River Basin, based on the: 1) assessment of the evolution of water consumption in the last decade in the São

Francisco River Basin; 2) development of three prospective scenarios for water consumption in the medium (2025) and long term (2030) that allow the comparison with water availability in the São Francisco river basin; 3) identification the sub-basins that are mostly affected by water scarcity and the sectors under larger impacts, supporting the definition of priority strategies for action in the scope of the sustainable and strategic management of basin's water resources.

The research focused on surface water resources and included only major groundwater recharges of River São Francisco base flow from major Urucua and Areado aquifers in the Medium São Francisco region.



Source: (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005)

Figure 1 – São Francisco River Basin – Sub-basins and physiographic regions considered in the previous São Francisco River Basin ten-year Plan (2004 - 2013).



## Methods

### *Present situation*

Water demands were quantified per sector, physiographic region and sub-basin, considering geographical information and demand data for reference years 2006 and 2010 available from the Brazilian Report on Water Resources 2013 (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2013a). These reports present estimations according with ANA methodologies for 2006 based on secondary sources. In 2010 water demand was updated considering indicators from Brazilian Urban Water Supply Atlas (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2010) and River Basin Management Plans.

Considering the importance of irrigation in the São Francisco basin, together with its pace of expansion in recent years, effective water demands were alternatively estimated from the irrigated areas in 2013 and the estimated water depths for crops irrigation and ideal methods for each municipality, as provided by Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015a) and Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015b).

The water demands associated with the water diversion were obtained from the São Francisco River Basin Committee Situation Report of 2011 (CBHSF & AGB - Peixe Vivo, 2011).

The coefficients of used water recycled to source are generally similar to what was considered in the previous River Basin Management Plan (for the period 2004-2013): 0.8 for urban supply, 0.5 for rural supply, 0.8 for industrial use, 0.2 for irrigation and for animal husbandry.

The yearly average withdrawal flow for consumptive uses estimated for each sub-basin was contrasted with the natural regime flow with 95% frequency of exceedance, the  $Q_{95}$  reference flow, which represents a typical flow in a water scarcity situation. The withdrawal percentages can be treated after the following classification (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005):

- Ratio <5% - Excellent. Little or no management action is needed, water is considered a free good;
- Ratio between 5% and 10% - Comfortable. Some management actions may be needed to solve local supply problems;

- Ratio between 10% and 20% - Of concern. Management actions are required, with moderate investments;
- Ratio between 20% and 40% - Critical. Demands intense management actions and large investments;
- Ratio > 40% - Very critical.

### *Prospective scenarios*

In the São Francisco River Management Plan, three prospective alternative scenarios (A, B and C) were developed to assess future water demand in two periods horizons: 2025 (medium term) and 2035 (long term). Unlike Forecasting which is focused on certainties and produce linear projections in the time horizon, prospective scenarios explore the future uncertainties, working with different possibilities for action (Ribeiro *et al.*, 1997). There are several types of *critical uncertainties* with prospective scenarios, *i.e.*, situations where the possibility of an event is recognised, but its probability of occurrence is not readily available unlike what happens with *risks*, another type of uncertainty. The possibility of the event occurrence is, in turn, the result of a sequence of causes and effects, with an implicit structure, but we cannot know in advance what its configuration is (Ribeiro *et al.*, 1997).

In a first stage, the alternative scenarios of water demand were formulated considering four axes of contrast of critical uncertainties posed in the basin: i) Spatial development and planning, ii) Social and economic dynamics, iii) Environmental limitations and water resources availability and iv) Institutional environment. Thus, the scenarios A, B and C were the result of a distinct uncertainties, leading to a higher or lower water consuming path in the medium and long term and to a larger or smaller capacity of resolution of the installed conflicts. The main *critical uncertainties* considered were the following:

- Evolution in food, agricultural raw materials and metals prices (mining is a major economic activity in the São Francisco Basin (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005);
- Population growth;
- Water abstraction associated with external uses through water diversion;
- Water resources governance in the basin.

In a second stage, water demands were attributed to each scenario, in order to accomplish each sub-basin water balance. They also articulate several variables in order to ultimately support the definition of a “robust strategy” of action, one that best addresses all the scenarios, as they are all possible.

The starting point for the estimation of scenarios of future water demand is a set of estimated coefficients for 2010, based on measured withdrawal flows for each of the main consumptive uses per sub-basin in São Francisco Basin. In farming and industry these coefficients are based on water use intensity, *i.e.* the water volume abstracted ( $\text{m}^3$ ) per each thousand monetary unit of gross value added (GVA) generated by those activities. In domestic supply, coefficients are based on the average withdrawal *per capita* ( $\text{L inhabitant}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ) associated with urban and rural supply systems. Coefficients are calculated based on information provided by Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013a), Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015d), and Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b), complemented with municipal data from IBGE (Brazilian Geographical and Statistical Institute) (2015). For Sub-medium São Francisco, data from Water Situation in Brazil (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2013b) provided an unusual high ratio of water consumption per GVA for the farming sector in Macururé sub-basin. In order to overcome this apparent issue, additional information was obtained from Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015d), and Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b), comprising irrigation water depths and areas, which implied a major revision on irrigation water demand, in the Sub-medium and the other São Francisco physiographic regions, which increased from  $214 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  to  $245 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

The baseline or trend scenario (B) corresponds to the evolution of demands in the long term given the present economic and demographic dynamics. For farming and industry, IBGE (Brazilian Geographical and Statistical Institute) (2018) provided continuous series of 14 observations (1999-2012) of the municipal added values, which allowed the calculation of the evolution of GVA in each sub-basin along the period (at 2010 constant prices). Afterwards, the well-known Hodrick and Prescott (1997), HP filter was applied to each time series:  $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)$ , where  $N = 14$ . In this widely used technique of macroeconomic applications, the trend  $x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  is chosen to minimize either the sum of the square residuals  $e_t^2 = (y_t - x_t)^2$  or the smoothness (or regularity) of the trend component  $x_t$  with  $t = 1, 2, \dots, N$ , that is minimized by equation 1.

$$\{\sum e_t^2 + \lambda \sum (g_t - g_{t-1})^2\} \quad (\text{Equation 1})$$

where  $\lambda$  is a penalty for the square of the difference of the trend growth  $g_t = x_t - x_{t-1}$  which is the second difference (acceleration) of the trend component  $x_t$ . Thus, the larger the value of  $\lambda$ , the smoother will be the HP trend. As  $\lambda$  approaches infinity, the limit of solutions to above quadratic programme is the ordinary least squares (OLS) fit of the linear time trend model. The parameter  $\lambda$  can also be interpreted as the noise-to-signal ratio, that is, the relationship between the variance of the residual ( $e_t = (y_t - x_t)$ ) and the variance of the trend  $x_t$ , which is typically set to 1600 for quarterly data or 100 for annual data as in this application. The HP filter can be computed easily with an econometric package such STATA or Gretl.

The GVA evolution in trend scenario B for each sector in each sub-basin was estimated starting from the last observation (2012) and applied, successively, the last trend growth rate  $g_t$  with  $t = 14$ . Further, in some of the sub-basins, especially in the Lower São Francisco region, parameter  $\lambda$  was calibrated in order to better express the installed dynamics.

Scenario A is associated with a smaller quantitative pressure over water resources relative to scenario B, resulting notably from the following statements:

- Moderate increase of food, agricultural raw materials and metals prices, with slowing down demands from irrigation, animal watering and industry;
- Moderate population growth and increase of water demand for urban and rural domestic supply;
- Moderate withdrawal for water diversion, following established agreements.

By contrast, scenario C reflects a higher pressure over water sources relative to the trend scenario B, through:

- Return, in the long term, of the food, agricultural raw materials and metals prices to the historical maxima of the recent years, with accelerating demands for irrigation, animal watering and industrial consumption;
- Strong population growth (high positive migration balance) and strong increase of domestic supply demand;
- High withdrawal for water diversion and/or above established agreements.

In farming and industry, these extreme scenarios (A and C) were estimated with a specific process that model the residual  $e_t$ , also known as cycle component. In the case of farming, ongoing or planned large irrigation projects, which included the expansion of the irrigation projects of Jequitaí, Jaíba, Baixio do Irecê, Sertão Pernambucano, Pontal and Jacaré-Curituba, together with irrigation projects of Canal do Xingó and Canal do Sertão Alagoano were accounted, delivering water to the Lower São Francisco from the Sub-medium São Francisco. Hypothetically, one third (33.3%) of the water flow for ongoing projects in scenario A, two thirds (66.6%) of the water flow in scenario B, and the whole water flow, both for ongoing projects were considered and the expansion of Sertão Pernambucano Irrigation Project, for the higher consumptive scenario C was considered.

For the urban domestic supply, micro-demographic models were based on the urban population indicated by the 2010 census projected till 2035. Based on these projections, estimations of the natural or vegetative growth were carried out using a set of demographic indicators (crude fertility rate and mortality rates), with possible calculation for more recent years (until 2013) from Municipality Civil Registry (IBGE (Brazilian Geographical and Statistical Institute), 2015). Urban population evolution for scenario A resulted from the application of this methodology to each sub-basin, while in scenario C the average migration balance for each sub-basin was used, considering the difference between the IBGE population projection for 2014 and the vegetative growth thus calculated.

The water demand for rural domestic supply was projected using the average *per capita* withdrawals and micro-demographic models disaggregated by sub-basin.

Flow associated with water diversion was based on the minimum withdrawal provided by the Integration Plan of São Francisco River of the Northern/Northeast River Basins (PISF), and a gradual approximation, through linear interpolation, to three hypothetical situations concerning the 2035 timeline:

- Scenario A: minimum flow in a five-year period according to Feijó and Torggler (2016), meaning  $25.7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the North channel and  $10.9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the East channel (total of  $36.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ );
- Scenario B: multi-annual average flow according to Feijó and Torggler (2016), meaning  $47.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the North channel and  $15.7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the East channel (total of  $63.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ );
- Scenario C: maximum daily flow, meaning  $89.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the North channel and  $25.0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in the East channel (total of  $114.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ).

In the scenario C the West channel additional diversion project, with an expected flow of  $30 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  was also considered.

As for the withdrawal for strengthening the supply of the urban region of Aracaju (Sergipe State), a project that is operated by Sergipe Sanitation Company (DESO), the starting point was the current average flow ( $2.69 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) and for the 2025 timeline the following assumptions were considered:

- Scenario A: maximum conceded flow,  $2.76 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ;
- Scenario B: flow forecasted by the Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2010),  $2.98 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ;
- Scenario C: hypothetical flow of  $3.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , in order to consider a withdrawal above the forecasted value by the Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2010).

Similarly, to the PISF System, a linear interpolation for approaching each one of these target flows was applied. The timeline used is 2025 instead of 2035, as that is the planning horizon of the Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2010), and it was assumed that the water withdrawal by DESO would be maintained by the 2025 level considered in each scenario until 2035.

The development of the future scenarios profited from multiple information sources, namely: 1) National Water Resources Plan; 2) São Francisco River Basin Management Plan 2004-2013 (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005); 3) Water Resources State Plans; 4) Master Plans and Integrated Plans of Water Resources; 5) Report on Water Resources in Brazil, Situation 2013 (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2013a); 6) Urban Supply Atlas Brazil (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2010); 7) the project “Water Resources Planning and Operation Adaptation to Climate Variability and Change in the Extended São Francisco Basin (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) & Gerência Geral de Estratégia (GGES), 2016); 8) information relative to large projects and reports from public consultations; 9) information databases from the International Monetary Fund (International Monetary Fund, 2021) and from the Brazilian Institute for Geography and Statistics (IBGE (Brazilian Geographical and Statistical Institute), 2015;2018).

## Results

### *Present situation*

The total water demand of the São Francisco Basin in 2010 ( $309.4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) displayed a 87% increase relative to total withdrawal in 2000 ( $165.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ; Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2005)), mainly due to the demand increases in the Medium and Lower São Francisco. Disagreement over water use rights (conceded flows,  $723.4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) and registered values was already previously identified in the RBP-SF 2004-2013 (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005), which concluded that there was a detrimental delay in the implementation of existing projects.

Table 1 presents the total demands (withdrawal flows) per physiographic region registered in 2000 and in 2010 as well as the respective average annual growth during that decade.

Physiographic region	Withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )		Average annual growth (%)
	2000	2010	
Upper São Francisco	42.132	66.124	4.6
Medium São Francisco	54.958	150.413	10.6
Submedium São Francisco	55.048	66.061	1.8
Lower São Francisco	13.629	26.848	7.0
<b>Total (SFRB)</b>	<b>165.767</b>	<b>309.446</b>	<b>6.4</b>

Sources: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2005)  
Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013a)  
Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015c)  
Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b).

Figure 2 summarizes the classification of the water balance per sub-basin obtained for the present situation, as ratios between demand and reference flow  $Q_{95}$ . It can be observed that the water balance is “Very critical” or “Critical” in most of the river basins, especially in the Sub-medium and Lower São Francisco, because water availability in this semiarid region is low.

Table 2 presents the withdrawal and consumption flow per economic sectors for 2010 (except for irrigation, which was updated in 2013).

Sector	Flow ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ )	
	Withdrawal	Consumption
Urban Supply	31.314	6.263
Rural Supply	3.720	1.862
Irrigation	244.382	195.506
Animal Husbandry	10.210	8.174
Industry Supply	19.819	3.972
<b>Total (SFRB)</b>	<b>309.446</b>	<b>215.777</b>

Source: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013b)

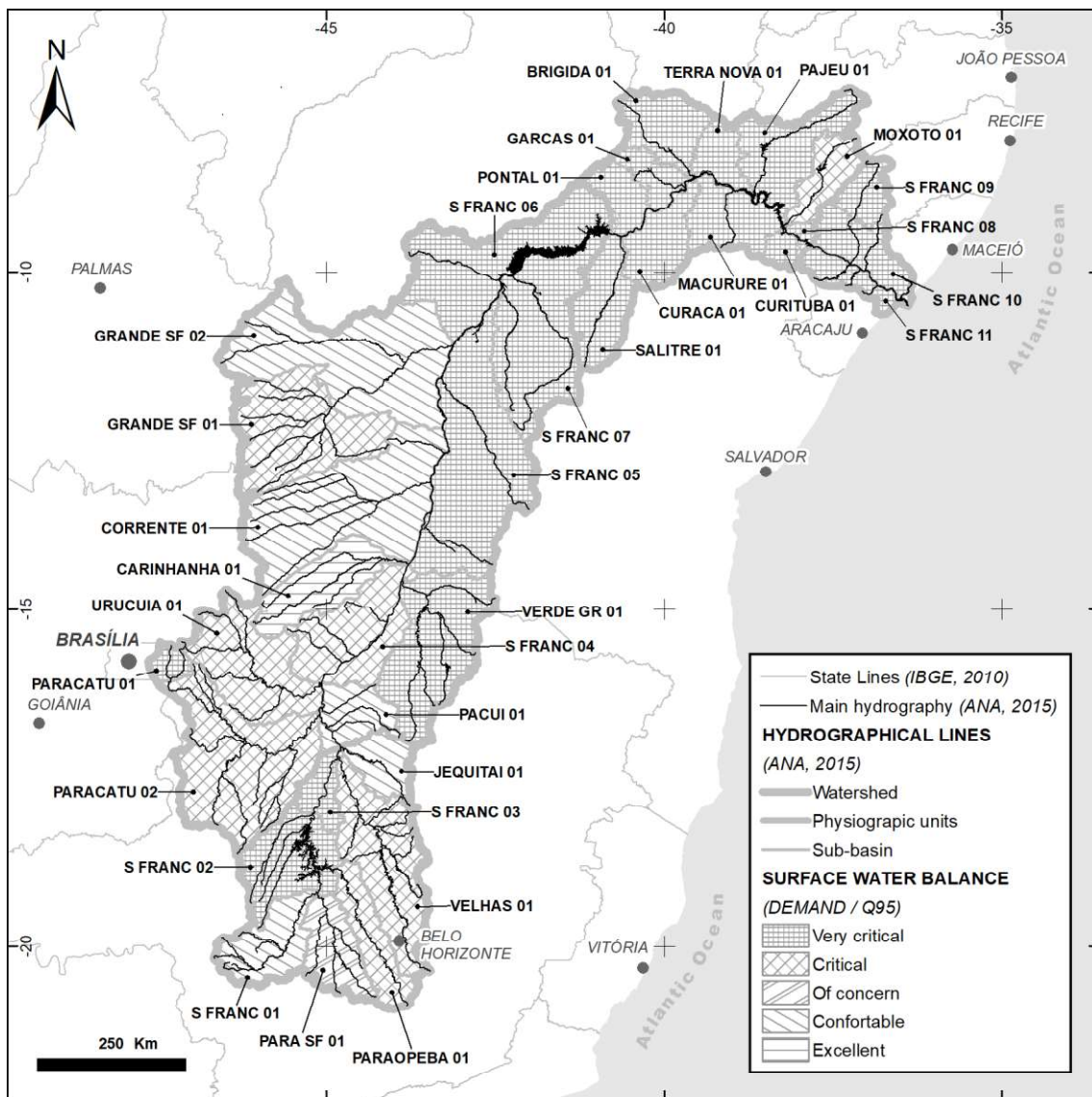


Figure 2 – Water balance per sub-basin in São Francisco River Basin - present situation.



Table 1 – Consumption flows according to different uses.

Physiographic region	Consumption flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )					
	Urban	Rural	Irrigation	Animal	Industry	Total
Upper São Francisco	3.884	0.267	20.355	2.274	3.557	30.336
Medium São Francisco	1.193	0.769	109.359	4.280	0.202	115.804
Submedium São Francisco	0.755	0.507	47.504	1.009	0.126	49.900
Lower São Francisco	0.430	0.318	18.289	0.612	0.087	19.736
<b>SFRB</b>	<b>6.263</b>	<b>1.862</b>	<b>195.506</b>	<b>8.174</b>	<b>3.972</b>	<b>215.777</b>

Source: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013b);

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015d);

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b).

The difference between total withdrawal and consumption flows is driven by the relatively large withdrawal for urban and industrial supply which have large recycled used water coefficients. Relative to the RBP-SF 2004-2013 (year 2000), the consumption flow has increased from 105.5 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> to 215.8 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (105%).

From Table 3 it can be drawn that the largest consumption of water in every physiographic region is irrigation with water withdrawals up to 20 times greater than other items altogether. Rural consumption is considerably smaller than urban consumption, because population all over the country has become more urbanized, since the early 1970's (Vilas-Boas, 2017). The small water consumption by the industrial activity also shows that the economy of the whole basin is rather rural and mechanized, demanding smaller amounts of working force. The considerably higher water consumption in the Medium São Francisco is associated with the surface of the region that, as shown in Figure 1, is larger than the others. Furthermore, Medium São Francisco is a region heavily occupied by irrigated agriculture, namely, of soybean.

### *Future demand per sector*

Table 4 presents the withdrawal flow from São Francisco Basin per sector and prospective scenarios.

It is estimated that farming demand will grow between 3% and 8% per year, considering the ongoing and planned large irrigation projects, reaching 821.1 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> in the long term (2035) of scenario C. From the same table, it is calculated that industrial demand will increase at an annual average rate of 5% and in 2025 the level of 30 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> can be exceeded and in the long term (2035) a withdrawal of at least 47 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> can be attained, with a forecast interval between approximately 41 and 54 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. In the

other hand, domestic supply forecast previews a withdrawal flow in 2035 between 39 and 45 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> for urban supply and between 4.8 and 5.4 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> for rural supply.

Withdrawal flow for water diversion for use outside of the São Francisco River Basin should presents a very significant increase, in consequence of the operation of the Integration Plan of São Francisco River (PISF) with Northern/Northeast River Basins. It is expected that the river diversion may withdraw between 39 and 148 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> in 2035, with a central projection of 66 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. In 2025 the range is expected to reach between 34 and 72 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, with a central scenario near 47 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>.

Table 2 – Prospective withdrawal flow from São Francisco Basin per sector for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology.

SFRB	Scenario	Withdrawal flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )						Average annual growth (%)
		2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Total farming demand*	A	254.6	261.5	299.0	356.1	382.1	414.5	3.3
	B	254.6	279.3	354.4	465.9	514.5	576.9	5.6
	C	254.6	272.5	392.7	638.1	718.1	821.1	8.1
Industry demand	A	19.8	19.6	23.5	28.2	34.0	41.1	5.0
	B	19.8	20.3	24.9	30.7	38.0	47.4	6.0
	C	19.8	19.6	25.1	32.4	41.8	54.2	6.9
Urban supply demand	A	31.3	32.7	34.2	35.7	37.3	38.9	1.5
	B	31.3	33.3	35.4	37.5	39.7	41.9	2.0
	C	31.3	33.9	36.6	39.3	42.1	44.9	2.4
Rural supply demand	A	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.8	1.8
	B	3.7	4.0	4.2	4.5	4.8	5.1	2.2
	C	3.7	4.0	4.4	4.7	5.0	5.4	2.6
Diversion	A	2.7	2.7	31.3	34.0	36.7	39.4	19.6
	B	2.7	2.7	36.9	46.7	56.3	66.0	23.8
	C	2.7	2.7	48.0	71.5	124.7	147.8	30.6
Total demand	A	312.1	320.4	392.1	458.3	494.6	538.7	3.7
	B	312.1	339.6	455.8	585.3	653.3	737.3	5.9
	C	312.1	332.7	506.8	786	931.7	1073.4	8.6

\* Resulting from installed structure and additional demands from large irrigation projects

Total water demand might grow between 3.7% and 8.6% on average per year with a central point around 6% as far as the time horizon of 2035 is concerned.

### Total demand in the medium term (2025)

Table 5 presents the different withdrawal flows expected per region and economic scenario. For 2025 it is expected a total water demand increase of 88% relative to the reference year (2010) in the trend scenario B, from  $312 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  to near  $585 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . However, depending on the economic scenario, it may range from 47% to 152%. Referring to the year 2015, which presented a withdrawal flow value of around  $340 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , the increase is estimated in 72% by 2025, ranging from 43% to 136%, according to the economic growth scenario.

Table 3 – Total water demand: forecasted withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) and accumulated growth (%) from São Francisco Basin in the medium term (2025), per physiographic region and for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology.

Region	Scenario	Withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )				Accumulated growth (*)	
		2010	2015	2020	2025	2010-25	2015-25
Upper SF	A	66.1	66.0	73.2	84.4	27.6%	27.9%
	B	66.1	67.4	76.9	93.8	41.8%	39.2%
	C	66.1	66.8	79.1	102.6	55.1%	53.5%
Medium SF	A	150.4	185.3	210.1	245.7	63.3%	32.6%
	B	150.4	199.3	241.0	303.6	101.8%	52.3%
	C	150.4	192.3	256.3	423.6	181.6%	120.3%
Submedium SF	A	66.1	42.6	81.0	100.2	51.7%	135.5%
	B	66.1	45.7	107.6	156.1	136.3%	241.3%
	C	66.1	46.7	139.1	224.6	240.1%	381.0%
Lower SF	A	29.5	26.6	27.7	28.0	-5.2%	5.4%
	B	29.5	27.2	30.3	31.9	7.8%	17.0%
	C	29.5	27.0	32.2	35.2	19.0%	30.4%
Lower SF (**)	A	29.5	26.6	33.0	38.7	30.9%	45.6%
	B	29.5	27.2	41.0	53.2	80.1%	95.4%
	C	29.5	27.0	48.2	67.2	127.4%	149.1%
Total	A	<b>312.1</b>	<b>320.4</b>	<b>392.0</b>	<b>458.3</b>	<b>46.8%</b>	<b>43.0%</b>
	B	<b>312.1</b>	<b>339.6</b>	<b>455.8</b>	<b>585.3</b>	<b>87.5%</b>	<b>72.4%</b>
	C	<b>312.1</b>	<b>332.7</b>	<b>506.8</b>	<b>785.9</b>	<b>151.8%</b>	<b>136.2%</b>

(\*) Accumulated growth rate =  $100 \times (\text{Term year flow} \div \text{Initial year flow} - 1)$ .

(\*\*) Accounting for water abstracted in Moxotó reservoir to be delivered to Lower São Francisco through Canal do Sertão Alagoano Project.

The water demand is expected to increase in all physiographic regions, more significantly in the Sub-medium São Francisco and Lower São Francisco. Accounting for the Canal do Sertão Alagoano Irrigation Project, due to supply Lower São Francisco region in the future, the expected demand increase for this region will become even more expressive, reaching near 150% relative to the situation in 2015, above the expected level for Medium São Francisco in scenario C (120%).

Even if the trend of prices of raw materials in international markets is maintained, as well as a population growth close to the vegetative rate, the total demand in the basin could increase by 47% between 2010 and 2025. Indeed, the withdrawal flow could be close to  $458 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  in scenario A.

As for the trend scenario B, in Sub-medium São Francisco an increase in water demand of almost 136% between 2010 and 2025 is expected, with a higher rate (241%) between 2015 and 2025. In the Medium São Francisco, the increase is estimated in 102% between 2010 and 2025, and 52% between 2015 and 2025. In the Lower São Francisco, the amount of the water to be abstracted from the Moxotó reservoir and diverted to the Canal do Sertão Alagoano Project, the increase is expected to be 80% between 2010 and 2025. In Upper São Francisco the expected increase is smaller although, significant (42%).

As a result of expansion prospects for ongoing irrigation projects and of the water diversion for Northeast (PISF), Sub-medium São Francisco should gain relative importance in the basin water withdrawal from 21% in 2010 to 27% in 2025. In 2025, Medium São Francisco should also increase its importance relative do 2010 (by 4%), remaining as the region where the withdrawal flow is more significant (52% of basin total flow). Both Lower and Upper São Francisco are expected to lose importance in the withdrawal flow, despite a significant part of the water to be abstracted from Moxotó reservoir (till  $32 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) is to be delivered to the Lower São Francisco, through the Canal do Sertão Alagoano Project.

Sub-basins in which total water demand in scenario B should increase more intensively between 2015 and 2025 are the following: Riacho Seco/Talhada, Curitiba, Terra Nova, Pajeú and Jequitaí, mostly located in Lower São Francisco.

#### *Total demand in the long term (2035)*

Table 6 presents the prospective withdrawal flow from São Francisco Basin in 2035 per physiographic region and scenario.

In 2035, the water demand can increase between 68% and 223% relative to the 2015 with a range between  $320 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  and  $333 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , which corresponds to a forecast of water demand of  $737 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  with a range between  $539 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  and  $1.073 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

In 2035, Medium São Francisco should display an increase of 7% in its water demand, relative to other regions, as compared to 2010, remaining the most important physiographic region with 55% of the total basin demand. The Sub-medium São Francisco demand is expected to represent 23% of the whole basin demand. Lower and Upper São Francisco should approximately maintain their relative importance in total withdrawal flow, relative to 2025.

In addition, the relative importance of several uses should not significantly change relative to 2025.

Table 4 – Total demand: forecasted withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) and accumulated growth (%) from São Francisco Basin in the long term (2035) per physiographic region for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology.

Region	Scenario	Withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )				Accumulated growth (*)	
		2015	2025	2030	2035	2025-35	2015-35
Upper	A	66.0	84.4	93.9	105.0	24.4%	59.1%
	B	67.4	93.8	107.1	123.0	31.2%	82.7%
	C	66.8	102.6	120.9	143.3	39.7%	114.6%
Medium	A	185.3	245.7	272.4	304.2	23.8%	64.2%
	B	199.3	303.6	348.9	406.2	33.8%	103.8%
	C	192.3	423.6	524.8	616.5	45.6%	220.7%
Submedium	A	42.6	100.2	99.9	100.7	0.5%	136.6%
	B	45.7	156.1	163.9	172.7	10.7%	277.7%
	C	46.7	224.6	247.9	272.1	21.1%	482.7%
Lower	A	26.6	28.0	28.4	28.8	2.8%	8.4%
	B	27.2	31.9	33.4	35.3	10.8%	29.6%
	C	27.0	35.2	38.0	41.3	17.5%	53.2%
Lower (**)	A	26.6	38.7	39.0	39.5	2.0%	48.5%
	B	27.2	53.2	54.8	56.6	6.4%	108.0%
	C	27.0	67.2	70.0	73.3	9.2%	171.9%
Total	A	<b>320.4</b>	<b>458.3</b>	<b>494.7</b>	<b>538.7</b>	<b>17.5%</b>	<b>68.1%</b>
	B	<b>339.6</b>	<b>585.3</b>	<b>653.3</b>	<b>737.2</b>	<b>26.0%</b>	<b>117.1%</b>
	C	<b>332.7</b>	<b>785.9</b>	<b>931.6</b>	<b>1.073.3</b>	<b>36.6%</b>	<b>222.6%</b>

(\*) Accumulated growth rate =  $100 \times (\text{Term year flow} \div \text{Initial year flow s}^{-1})$ .

(\*\*) Accounting diverted water from Moxotó reservoir to be delivered to Lower São Francisco through Canal do Sertão Alagoano Project.

### Water balance

The ratio between the consumptive uses withdrawal flow and the reference flow  $Q_{95}$  indicates, in a preliminary approach, the risk of not fulfilment of demand in each sub-basin. The balance obtained for scenario B is presented in Figures 3 and 4, respectively for the years 2025 and 2035.

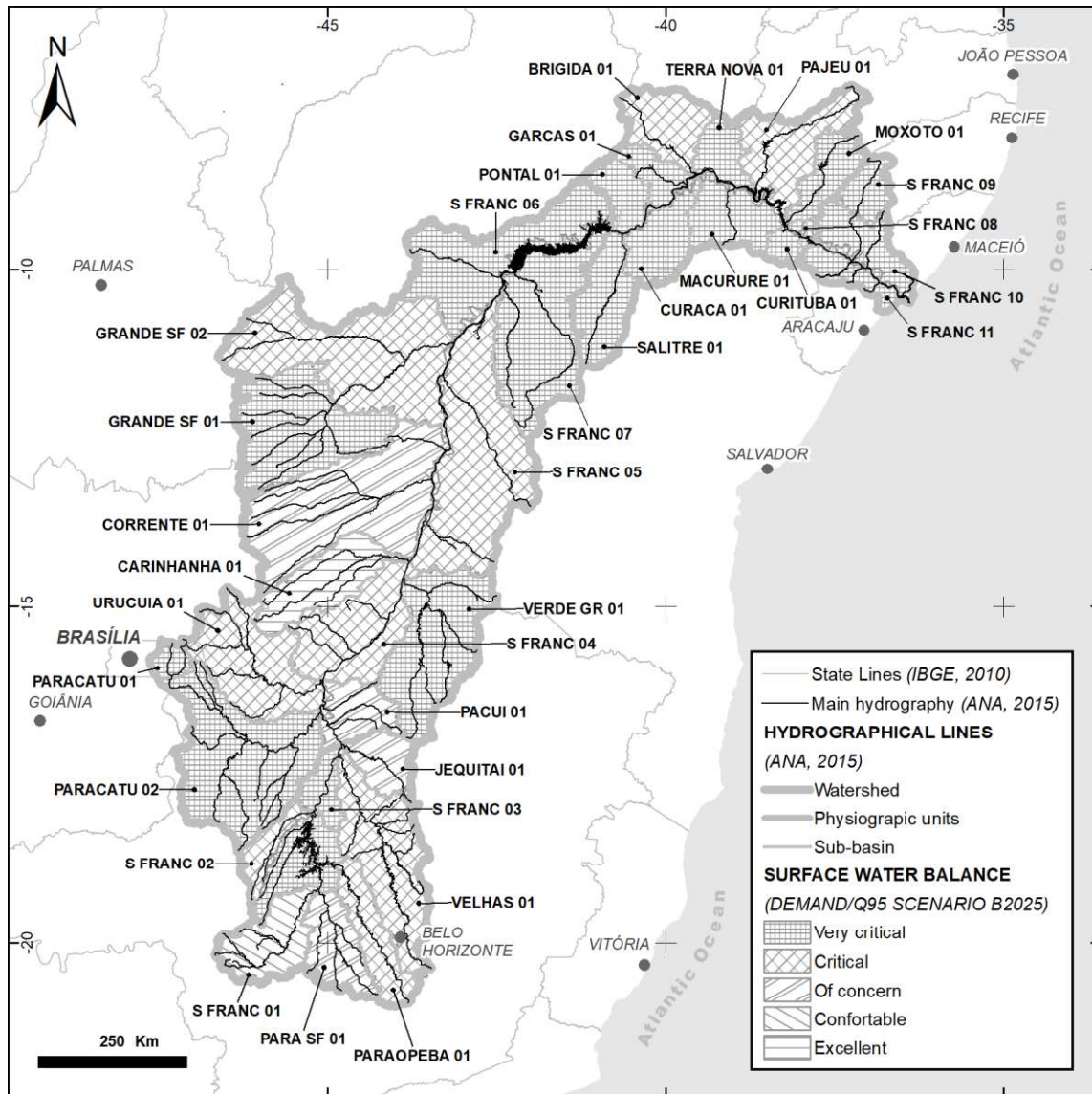


Figure 3 – Surface water balance (ratio water demand/ $Q_{95}$ ) in 2025 and scenario B (average development)

A set of sub-basins shows a deterioration of the water availability in all scenarios: Jequitai 01 (Jequitai river), Paracatu 02 (Paracatu river), Pacui 01 (Pacuí river), Corrente 01 (Corrente river), Grande SF 02 (Medium and Low Grande river) and Moxoto 01 (Moxotó river). On the other hand, the reduction

of farming water demand in some scenarios causes an improvement in water balance (from “Very critical” to “Critical”) in another set of sub-basins: Salitre 01 (Salitre river) in scenario A and in 2035 in scenario B; SFranc 07 (Verde and Jacaré rivers) for scenario A in 2035; SFranc 06 (lake Sobradinho left bank) for scenarios A and B in 2035; Brigida 01 (Brígida river) for 2025 (all scenarios) and scenario A in 2035; SFranc 05 (Paramirim, Santo Onofre and Carnaíba de Dentro rivers) and Pajeu 01 (Pajeú river) for all scenarios .

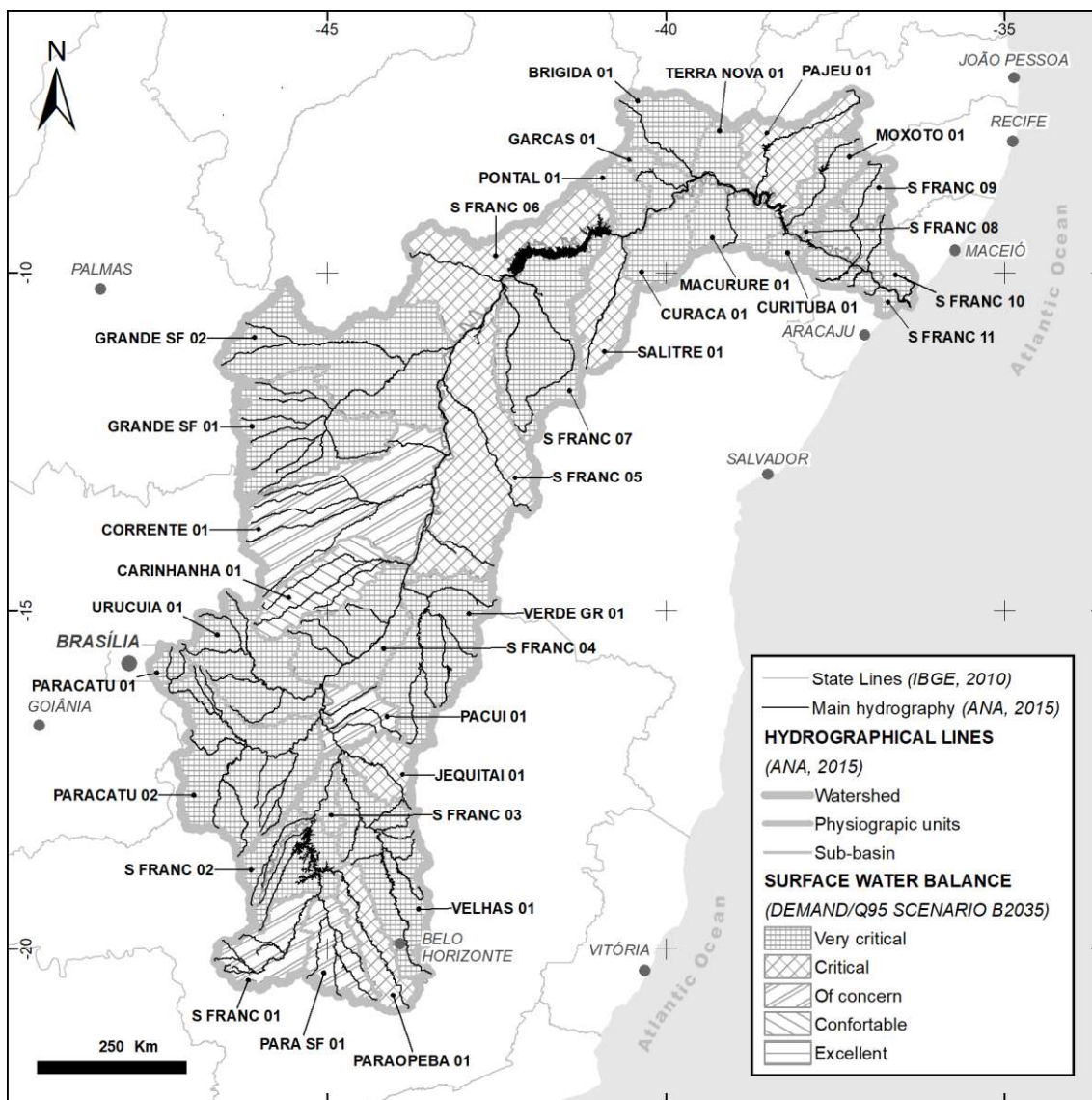


Figure 4 – Surface water balance (ratio water demand/Q<sub>95</sub>) in 2035 and scenario B (average development)

## Discussion (Sustainability Challenges and Watershed Resilience)

The presented results provide support for the management of conflicts for water use in the São Francisco Basin. The total water demand summarized in Figure 5 shows that water demand can increase by 117% in 2035 relative to 2015, for the prospective scenario B (present trend). The contrast with water availability, through water balance, evidences the difficulty in providing for all the projected water uses in the basin.

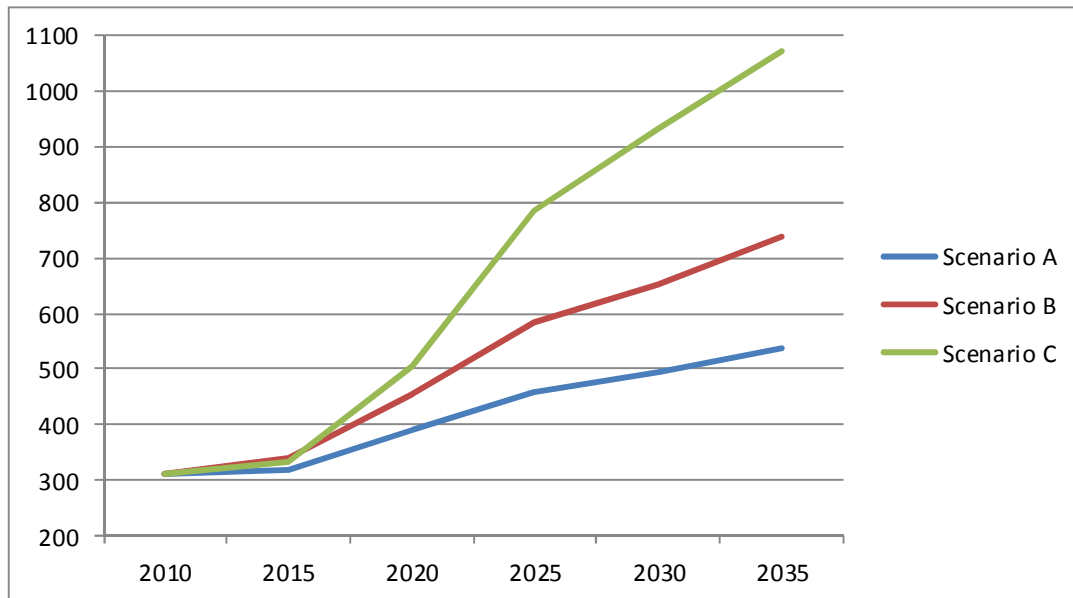


Figure 5 – Total water demand ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) in the medium and long term (2025 e 2035) for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the previous section

The São Francisco Basin presents problems in several sub-basins, associated with increased water consumption, creating uncertainties in management of the resources (related with regional development, climate change, available information, and economic context evolution, etc.) and the complexity of the governance system. In this situation, conflicts can be aggravated, as the competition between different uses increases, mostly related to the foreseen evolution of irrigation systems, which are to be maintained as the higher water demand in the basin. This evolution will add pressure in the provisions for the satisfaction of urban and industrial uses.

In order to ease existing conflicts of use, while assuring an adequate environmental flow regime at the mouth of São Francisco River, guidelines for the water resources management and priority actions to promote the increase of the basin's water resilience are needed. Regarding water resource management, it is fundamental to act in the field of the concession of water use rights, considering the following conditions:



- Negotiated revision of water use rights already conceded, according to criteria to be defined by the River Basin Committee, state management authorities and ANA;
- Prioritisation of human consumption and animal watering (1st), followed by environment flow (ecosystems maintenance – 2nd), over the other prominent uses (3rd) in each sub-basin; no allowance of other water use priorities than those defined by legislation unless defined in institutional agreement between main intervenient of water use and management (such as in the scope of a Water Pact);
- Setting  $570 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  as the maximum allowed withdrawal annual medium flow of in the basin, distributed between  $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  to be provided by surface water sources and  $70 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  to be supplied by groundwater sources; the threshold allows the satisfaction of the expected demand of the trend scenario B ( $585 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) with the adoption of actions that promote water efficient use.

Based on the results, in order to increase the water resilience of the São Francisco Basin, the following activities are proposed:

- Promotion of integrated water management and water uses regulation and the reduction of conflicts, namely through a Water Pact between the federal states and the Union, constituting a common agreement about the multiple-use water-sharing system, the management and compliance for water resources legislation and the basin revitalization;
- Protection of infiltration areas, supporting identification, use restriction and revegetation actions;
- Improve the water use efficiency, increasing efficiency in the multiple uses, particularly in irrigation, urban supply and industry and reducing water degradation associated to those activities;
- Expanding water supply, focusing on the sub-basins with the most critical water balances, through construction of new weirs and water reservoirs, together with basin revitalization and renaturalization of rivers;
- Definition of alternatives to increase water availability in sub-basins with scarcity of resources to meet demands, such as water diversion works and action for reduction of demand;

- Prevention of the impacts of extreme hydrological events, with actions for the improvement of flood and drought warnings and management;
- Improvement of the knowledge on essential components for water resources management (including regular quantitative monitoring of water availability, definition of environmental flows effectively allowing environmental preservation).

## Conclusions

In the first decade of the XXI Century, water demand in the São Francisco basin has increased by 87%, as presented in the RBP-SF 2004-2013 ( $165.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), mainly due to higher demands in the Medium and Lower SF and constituting a threat for the sustainability of the region's water resources. For a reliable planning of the development in the São Francisco Basin, good provisions of water availability must be carried out. So, in the present research, regardless many uncertainties, three reliable prospective scenarios were drawn, in the medium (year 2025) and long (year 2035) terms. According to the projections, considering three scenarios, water demand in the basin could increase 117% by 2035 comparatively with 2015, in the trend scenario B of average development, a situation which could intensify conflicts for water use which are already taking place today.

The water demand results for each use and in each scenario were confronted with water availability, through the indicator “ratio between the consumption use flow demand and the reference flow  $Q_{95}$ ”. The results obtained show that in a close future, providing water for the economic projected demands will be difficult, allowing the identification of sub-basins in most critical situation.

Guidelines were drawn for the water management process, namely for concession of water use rights, in order to assure protection of human consumption and ecosystems uses, and priority measures were identified to promote the increase of the basin's water resilience, comprising the establishment of a Water Pact between the Federal States and the Union for the integrated water management and water uses regulation, together with actions to increase water availability (acting on water use efficiency, expanding water supply and control of water degradation from irrigation, urban use and industry) and improve knowledge about water availability.

Since 2016 some developments were observed in improving the basin water resilience:

- The number of fluvimetric stations and rain gauges installed (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2021) should be increased;

- Studies and projects focused on regeneration projects for headwaters in tributaries of São Francisco River, revitalization projects (replanting efforts, requalification, hydro-environmental recovery, restoration of slopes, environmental education and construction and installation of sustainable and environmentally friendly infrastructure) and general reforestation activities (CBHSF, 2019a;c;b;2021d;b;c); although the number of these projects has been extensive, they are arguably insufficient if the scale of the basin is taken into account;
- Improving water availability in the semiarid region, involving building cisterns for water supply to nearly 1.5 million homes (Cistern Program) and desalination systems in the Federal States Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe and Minas Gerais (Arsky, 2021; Brazilian Ministry of Environment, 2021);
- Ongoing projects to capture rainwater (CBHSF, 2021a) and regulation in Minas Gerais for the reuse of water from wastewater treatment plans in irrigated crops of non-food raw plants, used for cotton, fuel and other uses;
- Slight improvement in water use efficiency in the urban supply was observed between 2016-2019 in Federal States of the Sub-medium and Lower São Francisco ((Brazilian Ministry of the Regional Development, 2019).

However, no significant improvements have been made concerning the water management process. Concerning the Water Pact, preparatory studies are ongoing and the conceptual model has been approved by the River Basin Committee (CBHSF, 2020), but the formal agreement is still to be decided. This is a major challenge for ensuring water sustainability in the São Francisco River Basin.

## **Acknowledgements**

This research was funded by the São Francisco River Basin Committee, in the framework of the base studies for the groundings of the São Francisco River Basin Plan 2016-2025. JCW also thanks CNPq for his fellowship (grant # 302741/2017-8).

## **References**

- Arsky, I. D. C. (2021). Os efeitos do Programa Cisternas no acesso à água no semiárido. *Desenvolvimento E Meio Ambiente*, 55, 408-432.
- Brazilian ministry of environment (2009). *Ações de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco*, MMA. Brasília, DF.

- Brazilian ministry of environment (2011). *Subsídios para a elaboração do plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Caatinga* MMA. Brasília, DF.
- Brazilian ministry of environment (2021). Programa Água Doce, <http://aguadoce.mdr.gov.br/> (accessed).
- Brazilian ministry of the regional development (2019). *Diagnóstico Anual de Águas e Esgotos 2019*, Secretaria Nacional de Saneamento. Brasília, DF.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2005). *Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013) : síntese executiva com apreciação das deliberações do CBHSF aprovadas na III Reunião Plenária de 28 a 31 de julho de 2004.*, Agência Nacional de Águas (ANA), Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco Brasília
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2010). ATLAS Brasil – Abastecimento Urbano de Água. Resultados Nacionais. Regiões Hidrográficas. Síntese por Região Hidrográfica, <https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/agua-tabs/informacoes> (accessed).
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2011). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil : informe 2011. In: Soares, S. R. A., Teixeira, A. L. D. F., & Andrade, L. a. Z. D., eds. Brasília, DF: SNIRH, p. 112.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2013a). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil : informe 2013. In: Teixeira, A. L. D. F., Andrade, L. a. Z. D., & Brasil, M. A., eds. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, p. 432.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2013b). Nota Técnica - Documento base para subsidiar a revisão do Plano Decenal de recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013. In: Ana/Spr, ed. 033/2013. Belo Horizonte: ANA.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2015a). Lâminas estimadas de irrigação para culturas e métodos ideais para cada município, dadas mês a mês, [http://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/08/V8\\_apendices\\_usos\\_diag\\_v2.pdf](http://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/08/V8_apendices_usos_diag_v2.pdf) (accessed 3rd August 2015).
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2015b). Material de irrigação do São Francisco. Three Microsoft Excel files (including RHSF\_Irriga2015.xlsx, with irrigated áreas in RHSF in 2013, SENIR\_Info2014.xlsx, with “Projetos Públicos de Irrigação (PPIs)”), one Microsoft Word file (SFR\_DadosSobreIrrigação.docx) and one KML file (Perímetros\_Informação Consolidada.kml). [http://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/08/V8\\_apendices\\_usos\\_diag\\_v2.pdf](http://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/08/V8_apendices_usos_diag_v2.pdf) (accessed 6th of July 2015).

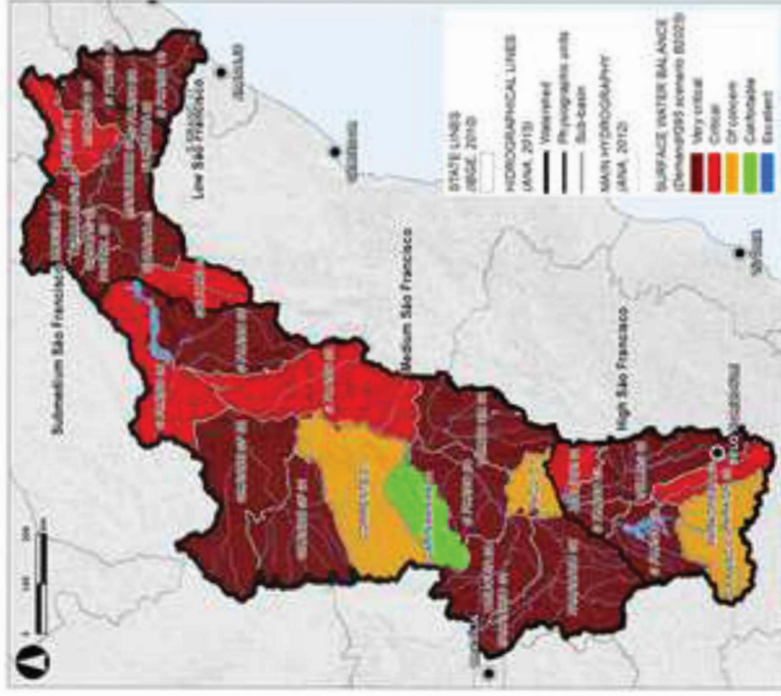
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2015c). *Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2015-2026)*, Agência Nacional de Águas (ANA), Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco Brasília
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2015d). Sistema de Informações Hidrológicas. *Portal Hidroweb*. Brasília, DF: MMA.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2019a). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil In: Andrade, R. M. D., ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, p. 75.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2019b). Outorgas Emitidas pela ANA – 2001 a 2014, <https://www.ana.gov.br/regulacao/principais-servicos/outorgas-emitidas/outorgas-emitidas> (accessed).
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2019c). Plano Nacional de Segurança Hídrica In: Andrade, R. M. D., Soares, S. R. A., Gonçalves, H. C., Filho, J. G. C. G., & Menescal, R. D. A., eds. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, p. 112.
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas) (2021). Rede Hidrometeorológica Nacional. HIDROWEB v3.2.6. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa> (accessed).
- Brazilian water agency (Agência nacional de águas), & Gerência geral de estratégia (Gges) (2016). Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação In: Conejo, J. G. L., ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas - Gerência Geral de Estratégia (GGES), p. 93.
- Brito, F. B. D. (2013) *Conflitos pelo acesso e uso da água : integração do rio São Francisco com a Paraíba (eixo leste)*. Doctorate, Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Britto, F. B. (2015) *Monitoramento e modelagem da qualidade da água e agrotóxicos em corpos hídricos no Baixo São Francisco sergipano*, Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, Sergipe.
- Buainain, A. M., & Garcia, J. R. (2015). Irrigation poles in north-eastern Brazil : recent developments and perspectives. *Confins: Revue Franco-Brésienne de Géographie*, 23.
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do são f. (2019a). CCR Médio e ONG Zabumbão apresentam termo de referência para revitalização do Rio Paramirim. Notícias, <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ccr-medio-e-ong-zabumbao-apresentam-termo-de-referencia-para-revitalizacao-do-rio-paramirim/> (accessed 28/10/2019).

- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2019b). Empresa conclui e apresenta termo de referência do projeto “Paulo Afonso em verdes lagos”. Notícias <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/empresa-conclui-e-apresenta-termo-de-referencia-do-projeto-paulo-afonso-em-verdes-lagos/> (accessed).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2019c). Termo de referência é apresentado em Santana do Ipanema pelo CBHSF. Notícias, <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/termo-de-referencia-e-apresentado-em-santana-do-ipanema-pelo-cbhsf/> (accessed).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2020). Notícias: Modelo conceitual do Pacto das Águas é aprovado em Plenária Extraordinária, <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/modelo-conceitual-do-pacto-das-aguas-e-aprovado-em-plenaria-extraordinaria/> (accessed August/2021).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2021a). Notícias: Apresentação do Termo de Referência para construção de 80 cisternas em Brotas de Macaúbas (BA). <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/apresentacao-do-termo-de-referencia-para-construcao-de-80-cisternas-em-brotas-de-macaubas-ba/> (accessed 16/06/2021).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2021b). Notícias: CBHSF apresenta termo de referência para projeto de requalificação ambiental em Itaguaçu da Bahia., <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-apresenta-termo-de-referencia-para-projeto-de-requalificacao-ambiental-em-itaguacu-da-bahia/> (accessed 16/06/2021).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2021c). Notícias: CCR Médio e ONG Zabumbão apresentam termo de referência para revitalização do Rio Paramirim, <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ccr-medio-e-ong-zabumbao-apresentam-termo-de-referencia-para-revitalizacao-do-rio-paramirim/> (accessed 16/06/2021).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco. (2021d). Notícias: Projeto hidroambiental de recuperação de nascente em Mulungu do Morro (BA) avança com a entrega do Termo de Referência, <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/projeto-hidroambiental-de-recuperacao-de-nascente-em-mulungu-do-morro-ba-avanca-com-a-entrega-do-termo-de-referencia/> (accessed 21/06/2021).
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco, & Agb - peixe vivo (2011). *Relatório de situação CBHSF 2011*, CBHSF. Belo Horizonte, MG.
- Cbhsf, Comitê de bacia hidrográfica do São Francisco, & Agb - peixe vivo (2013). *Usos múltiplos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Políticas e Prioridades. Oficinas participativas sobre usos múltiplos das águas do rio São Francisco*, CBHSF. Belo Horizonte, MG.

- Cobrape (2013). *Plano de Bacia do Rio Tibaji. Produto 03: Cenários alternativos*, Instituto das Águas do Paraná; Governo do Estado do Paraná. Curitiba, PR.
- Estrela, T. (2011). The EU WFD and the river basin management plans in Spain. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Water Management*, 164(8), 397-404.
- Feijó, R., & Torggler, S. (2016). Alternativas mais eficientes para a transposição do São Francisco. *Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades*, 227(22), 93-114.
- Formiga-Johnsson, R. M., & Kemper, K. (2005). Institutional and Policy Analysis of River Basin Management: The Alto-Tiete River Basin, Sao Paulo, Brazil *World Bank Policy Research Working Paper*, 3650, 53.
- Hodrick, R. J., & Prescott, E. C. (1997). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, 29(1), 1-16.
- Ibge (Brazilian geographical and statistical institute) (2015). Cidades@, <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php> (accessed 03/11/2020).
- Ibge (Brazilian geographical and statistical institute) (2018). *Síntese de indicadores sociais : uma análise das condições de vida da população brasileira : 2018*. Rio de Janeiro, Brazil: IBGE.
- International monetary fund (2021). Primary Commodity Price System, <https://data.imf.org/?sk=471DDDF8-D8A7-499A-81BA-5B332C01F8B9&sId=1547558078595> (accessed).
- Lugon Junior, J., Tavares, L. P. D. S., Kalas, F. D. A., Rodrigues, P. P. G. W., & Wasserman, J. C. A. (2019). Reservoir implantation for flood dampening in the Macaé River basin using the Mohid Land model. *Ciência e Natura*, 41(e29), 1-10.
- Mascarenhas, A. C. M. (2008) *Conflitos e gestão de águas: caso da bacia hidrográfica do Rio São Francisco*, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília.
- Montanari, A., Young, G., Savenije, H. H. G., Hughes, D., Wagener, T., Ren, L. L., Koutsoyiannis, D., Cudennec, C., Toth, E., Grimaldi, S., Blöschl, G., Sivapalan, M., Beven, K., Gupta, H., Hipsey, M., Schaeffli, B., Arheimer, B., Boegh, E., Schymanski, S. J., Di Baldassarre, G., Yu, B., Hubert, P., Huang, Y., Schumann, A., Post, D. A., Srinivasan, V., Harman, C., Thompson, S., Rogger, M., Viglione, A., Mcmillan, H., Characklis, G., Pang, Z., & Belyaev, V. (2013). “Panta Rhei—Everything Flows”: Change in hydrology and society—The IAHS Scientific Decade 2013–2022. *Hydrological Sciences Journal*, 58(6), 1256-1275.
- Nóbrega, M. T. D., Martins, E. S. P. R., Júnior, D. S. R., & Oliveira, J. L. (2016). Adaptação do Planejamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças Climáticas na Bacia Estendida do São Francisco. In: Conejo, J. G. L., ed. *Mudanças Climáticas e Recursos*

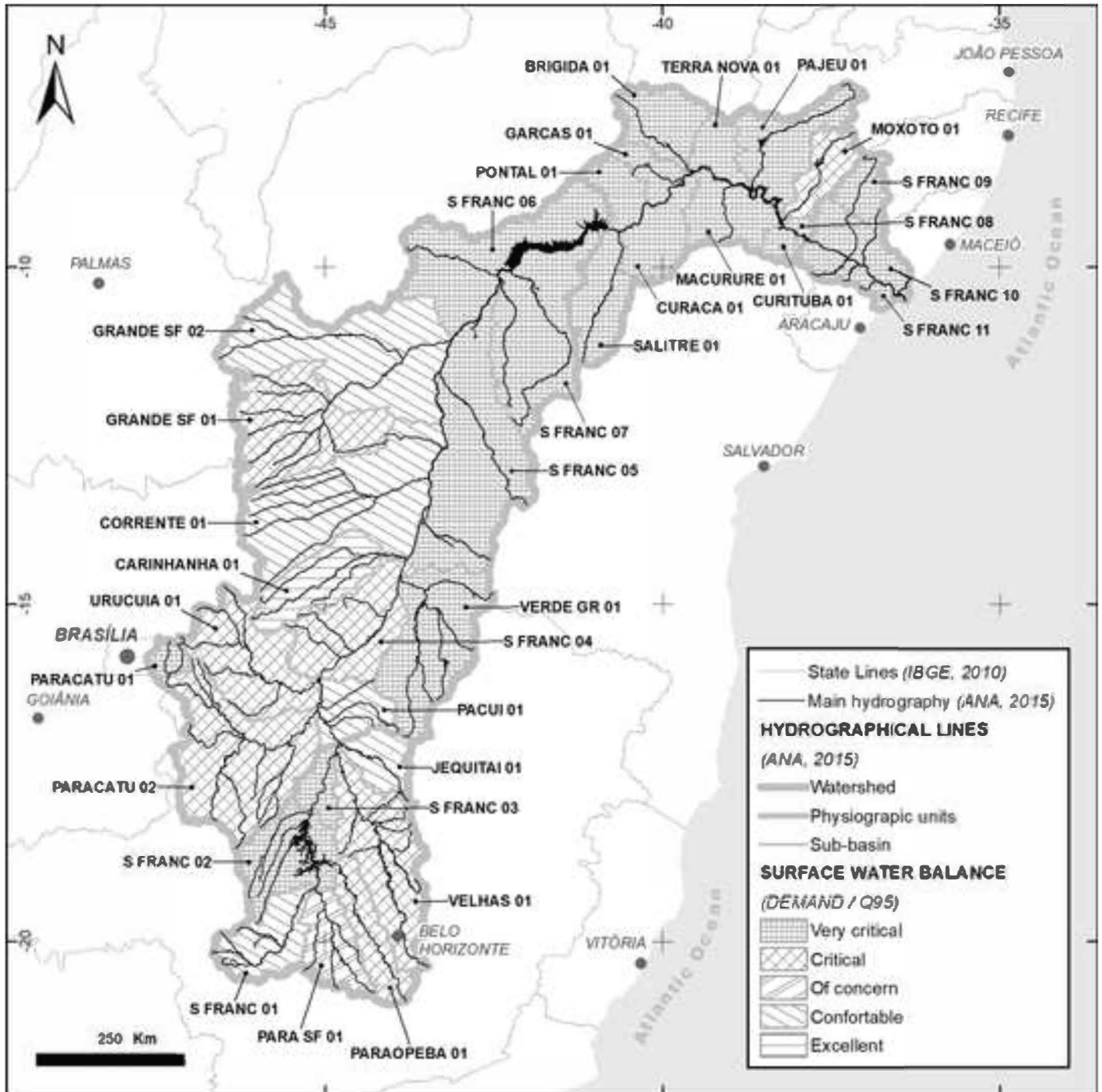
- Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação* Brasília, DF: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) - Gerência Geral de Estratégia (GGES), pp. 63-68.
- Önkal, D., Sayim, K. Z., & Gönül, M. S. (2013). Scenarios as channels of forecast advice. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(4), 772-788.
- Raworth, K. (2017). *Doughnut Economics: Seven Ways to Think Like a 21st-Century Economist*. London, UK: Random House Business.
- Ribeiro, J. M. F., Correia, V. M. S., & Carvalho, P. (1997). *Prospectiva e Cenários – Uma breve introdução metodológica*. Lisbon, Portugal: Departamento de Prospectiva e Planeamento.
- Santana, K., Torres, C., Fontes, A., Costa, A., Peso-Aguiar, M., Clistenes, A., & Medeiros, Y. (2016). Efeitos da regularização dos reservatórios na ictiofauna do baixo curso do rio São Francisco. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 4, 95.
- Schull, V. Z., Daher, B., Gitau, M. W., Mehan, S., & Flanagan, D. C. (2020). Analyzing FEW nexus modeling tools for water resources decision-making and management applications. *Food and Bioproducts Processing*, 119, 108-124.
- Silva, G. S. D., Figueiredo, L. E. N., & Moraes, M. M. G. a. D. (2015). Curvas de demanda pelos Recursos Hídricos dos Principais Usos Consuntivos no Submédio da Bacia do Rio São Francisco. *Brazilian Journal of Environmental Sciences*, 36, 45-59.
- Souza Junior, C., Siegmund-Schultze, M., Köppel, J., & Sobral, M. (2017). Sinais de um problema crônico: a governança hídrica carece promover os comitês de bacias, coordenar planos e gerir informações. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 12, 1054.
- Stewart, R. E., Leighton, H. G., Marsh, P., Moore, G. W. K., Ritchie, H., Rouse, W. R., Soulis, E. D., Strong, G. S., Crawford, R. W., & Kochtubajda, B. (1998). The Mackenzie GEWEX Study: The Water and Energy Cycles of a Major North American River Basin. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(12), 2665-2684.
- Viana, C. F. G. (2005) *Conflitos socioambientais do projeto de integração do rio São Francisco*. M. Sc., Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Vilas-Boas, L. G. (2017). Notes about rural-urban migration and monoculture in Brazil. *Atelie Geografico*, 11(1), 189-209.
- Wang, H., Chen, Q. L., & Ieee (2010). The Early-warning Management of China's Main River Basins. *2010 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering*. New York: Ieee.
- Wang, Z. Z., Zhang, L. L., Cheng, L., Liu, K. L., & Wei, Y. M. (2020). Basin-Wide Initial Water Rights Allocation Model Considering Both the Quantity and Quality of Water. *Environmental Modeling & Assessment*, in press, 9.

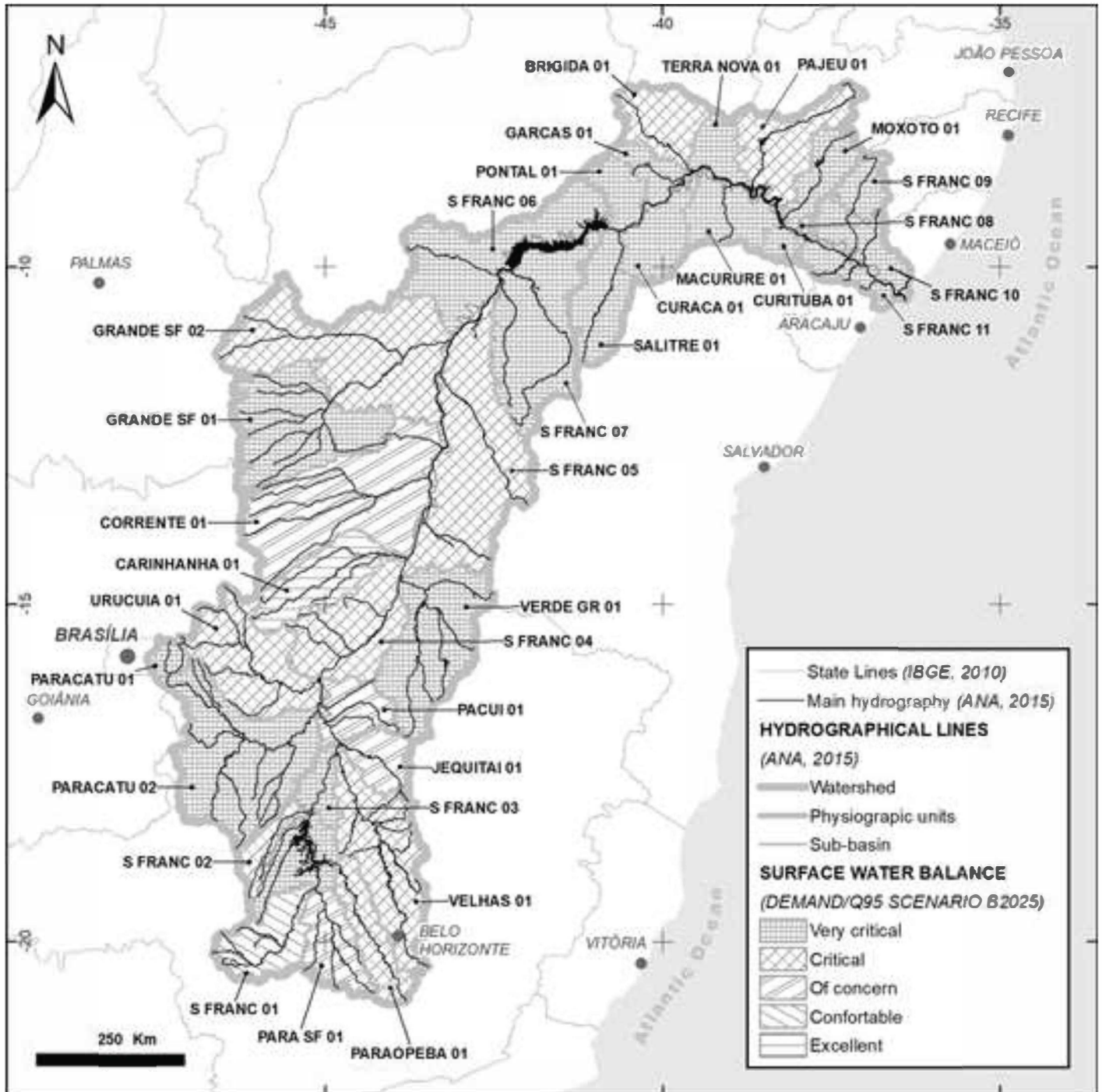


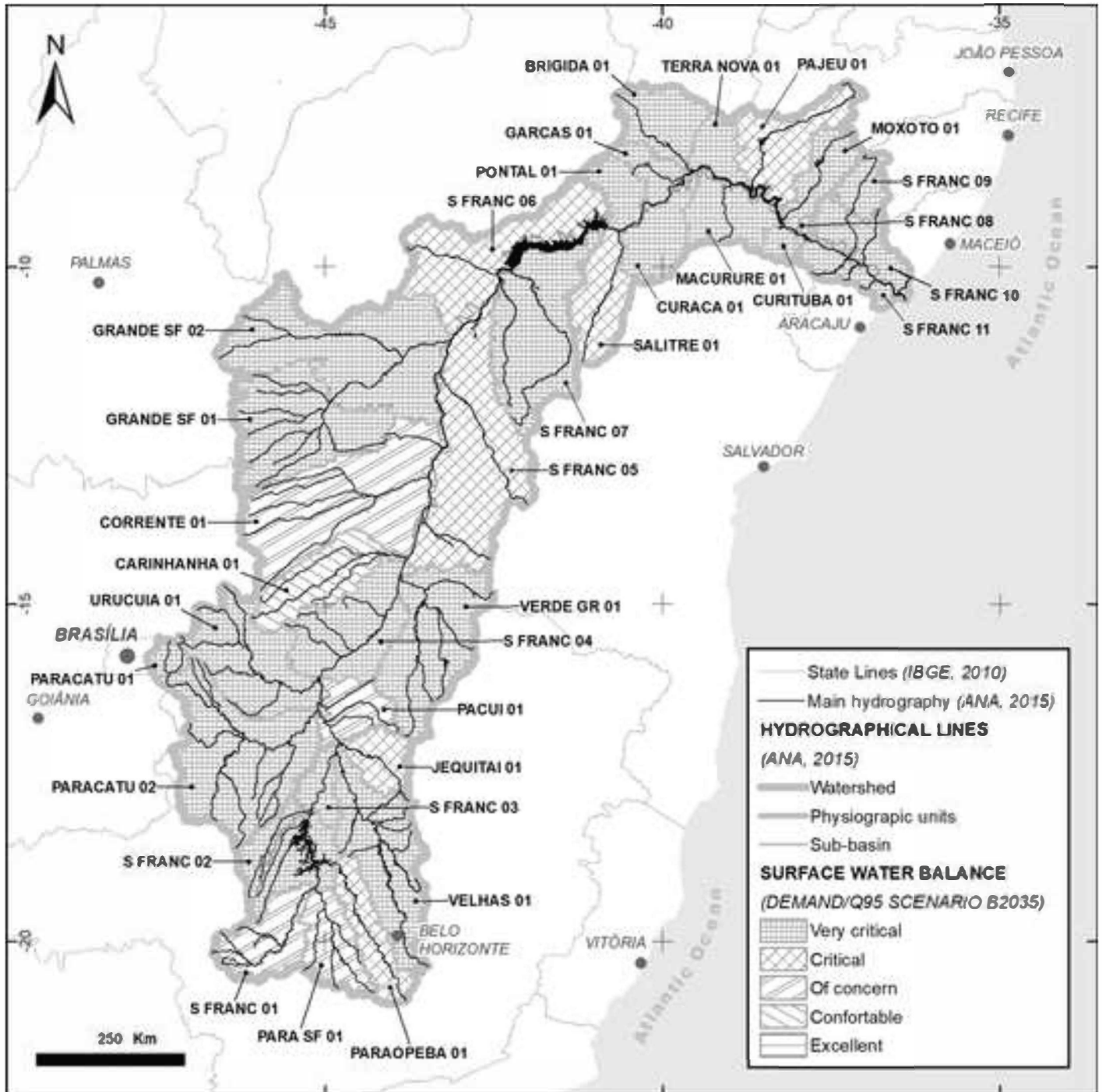


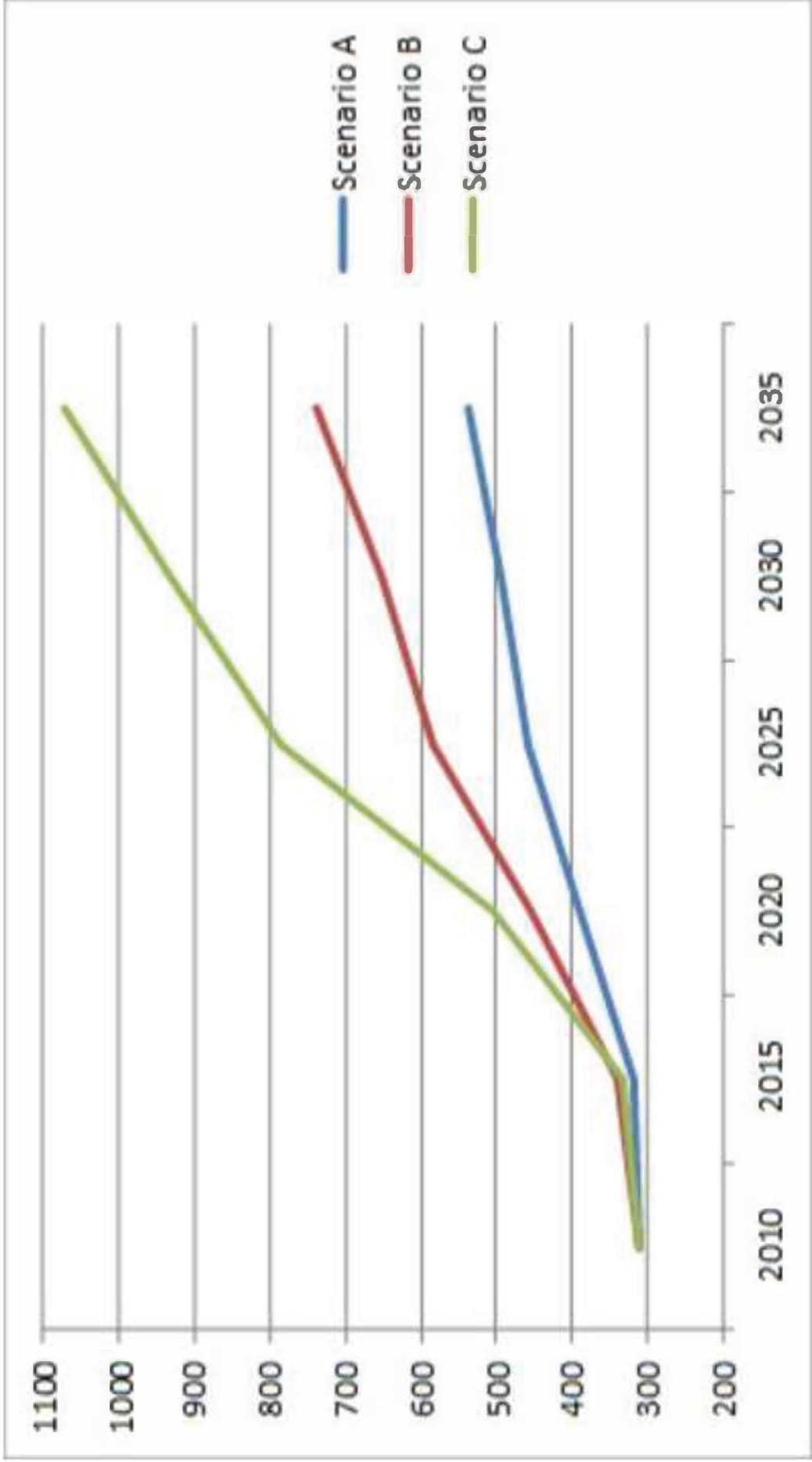
**Water balance for 2035 for a tendencial growth scenario in each sub-basin of the São Francisco river**











## Figure Captions

Figure 1 – São Francisco River Basin – Sub-basins and physiographic regions considered in the previous São Francisco River Basin ten-year Plan (2004 - 2013).

Figure 2 – Water balance per sub-basin in São Francisco River Basin - present situation.

Figure 3 – Surface water balance (ratio water demand/ $Q_{95}$ ) in 2025 and scenario B (average development)

Figure 4 – Surface water balance (ratio water demand/ $Q_{95}$ ) in 2035 and scenario B (average development)

Figure 5 – Total water demand ( $m^3 s^{-1}$ ) in the medium and long term (2025 e 2035) for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the previous section

**Table 1:**

<b>Physiographic region</b>	<b>Withdrawal flow (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)</b>		<b>Average annual growth</b>
	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>(%)</b>
Upper São Francisco	42.132	66.124	4.6
Medium São Francisco	54.958	150.413	10.6
Submedium São Francisco	55.048	66.061	1.8
Lower São Francisco	13.629	26.848	7.0
<b>Total (SFRB)</b>	<b>165.767</b>	<b>309.446</b>	<b>6.4</b>

Sources: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2005)

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013a)

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015c)

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b)



**Table 2:**

<b>Sector</b>	<b>Flow (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)</b>	
	<b>Withdrawal</b>	<b>Consumption</b>
Urban Supply	31.314	6.263
Rural Supply	3.720	1.862
Irrigation	244.382	195.506
Animal Husbandry	10.210	8.174
Industry Supply	19.819	3.972
<b>Total (SFRB)</b>	<b>309.446</b>	<b>215.777</b>

Source: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013b)

**Table 3**

Physiographic region	Consumption flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )					
	Urban	Rural	Irrigation	Animal	Industry	Total
Upper São Francisco	3.884	0.267	20.355	2.274	3.557	30.336
Medium São Francisco	1.193	0.769	109.359	4.280	0.202	115.804
Submedium São Francisco	0.755	0.507	47.504	1.009	0.126	49.900
Lower São Francisco	0.430	0.318	18.289	0.612	0.087	19.736
<b>SFRB</b>	<b>6.263</b>	<b>1.862</b>	<b>195.506</b>	<b>8.174</b>	<b>3.972</b>	<b>215.777</b>

Source: Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013b);

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2015d);

Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2019b)

**Table 4**

SFRB	Scenario	Withdrawal flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )						Average annual growth (%)
		2010	2015	2020	2025	2030	2035	
Total farming demand*	A	254.6	261.5	299.0	356.1	382.1	414.5	3.3
	B	254.6	279.3	354.4	465.9	514.5	576.9	5.6
	C	254.6	272.5	392.7	638.1	718.1	821.1	8.1
Industry demand	A	19.8	19.6	23.5	28.2	34.0	41.1	5.0
	B	19.8	20.3	24.9	30.7	38.0	47.4	6.0
	C	19.8	19.6	25.1	32.4	41.8	54.2	6.9
Urban supply demand	A	31.3	32.7	34.2	35.7	37.3	38.9	1.5
	B	31.3	33.3	35.4	37.5	39.7	41.9	2.0
	C	31.3	33.9	36.6	39.3	42.1	44.9	2.4
Rural supply demand	A	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.8	1.8
	B	3.7	4.0	4.2	4.5	4.8	5.1	2.2
	C	3.7	4.0	4.4	4.7	5.0	5.4	2.6
Diversion	A	2.7	2.7	31.3	34.0	36.7	39.4	19.6
	B	2.7	2.7	36.9	46.7	56.3	66.0	23.8
	C	2.7	2.7	48.0	71.5	124.7	147.8	30.6
Total demand	A	312.1	320.4	392.1	458.3	494.6	538.7	3.7
	B	312.1	339.6	455.8	585.3	653.3	737.3	5.9
	C	312.1	332.7	506.8	786	931.7	1073.4	8.6

\* Resulting from installed structure and additional demands from large irrigation projects

**Table 5**

Region	Scenario	Withdrawal flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Accumulated growth (*)	
		2010	2015	2020	2025	2010-25	2015-25
Upper SF	A	66.1	66.0	73.2	84.4	27.6%	27.9%
	B	66.1	67.4	76.9	93.8	41.8%	39.2%
	C	66.1	66.8	79.1	102.6	55.1%	53.5%
Medium SF	A	150.4	185.3	210.1	245.7	63.3%	32.6%
	B	150.4	199.3	241.0	303.6	101.8%	52.3%
	C	150.4	192.3	256.3	423.6	181.6%	120.3%
Submedium SF	A	66.1	42.6	81.0	100.2	51.7%	135.5%
	B	66.1	45.7	107.6	156.1	136.3%	241.3%
	C	66.1	46.7	139.1	224.6	240.1%	381.0%
Lower SF	A	29.5	26.6	27.7	28.0	-5.2%	5.4%
	B	29.5	27.2	30.3	31.9	7.8%	17.0%
	C	29.5	27.0	32.2	35.2	19.0%	30.4%
Lower SF (**)	A	29.5	26.6	33.0	38.7	30.9%	45.6%
	B	29.5	27.2	41.0	53.2	80.1%	95.4%
	C	29.5	27.0	48.2	67.2	127.4%	149.1%
Total	A	<b>312.1</b>	<b>320.4</b>	<b>392.0</b>	<b>458.3</b>	<b>46.8%</b>	<b>43.0%</b>
	B	<b>312.1</b>	<b>339.6</b>	<b>455.8</b>	<b>585.3</b>	<b>87.5%</b>	<b>72.4%</b>
	C	<b>312.1</b>	<b>332.7</b>	<b>506.8</b>	<b>785.9</b>	<b>151.8%</b>	<b>136.2%</b>

(\*) Accumulated growth rate =  $100 \times (\text{Term year flow} \div \text{Initial year flow} - 1)$ .

(\*\*) Accounting for water abstracted in Moxotó reservoir to be delivered to Lower São Francisco through Canal do Sertão Alagoano Project.

**Table 6**

Region	Scenario	Withdrawal flow (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )				Accumulated growth (*)	
		2015	2025	2030	2035	2025-35	2015-35
Upper	A	66.0	84.4	93.9	105.0	24.4%	59.1%
	B	67.4	93.8	107.1	123.0	31.2%	82.7%
	C	66.8	102.6	120.9	143.3	39.7%	114.6%
Medium	A	185.3	245.7	272.4	304.2	23.8%	64.2%
	B	199.3	303.6	348.9	406.2	33.8%	103.8%
	C	192.3	423.6	524.8	616.5	45.6%	220.7%
Submedium	A	42.6	100.2	99.9	100.7	0.5%	136.6%
	B	45.7	156.1	163.9	172.7	10.7%	277.7%
	C	46.7	224.6	247.9	272.1	21.1%	482.7%
Lower	A	26.6	28.0	28.4	28.8	2.8%	8.4%
	B	27.2	31.9	33.4	35.3	10.8%	29.6%
	C	27.0	35.2	38.0	41.3	17.5%	53.2%
Lower (**)	A	26.6	38.7	39.0	39.5	2.0%	48.5%
	B	27.2	53.2	54.8	56.6	6.4%	108.0%
	C	27.0	67.2	70.0	73.3	9.2%	171.9%
Total	<b>A</b>	<b>320.4</b>	<b>458.3</b>	<b>494.7</b>	<b>538.7</b>	<b>17.5%</b>	<b>68.1%</b>
	<b>B</b>	<b>339.6</b>	<b>585.3</b>	<b>653.3</b>	<b>737.2</b>	<b>26.0%</b>	<b>117.1%</b>
	<b>C</b>	<b>332.7</b>	<b>785.9</b>	<b>931.6</b>	<b>1.073.3</b>	<b>36.6%</b>	<b>222.6%</b>

(\*) Accumulated growth rate =  $100 \times (\text{Term year flow} \div \text{Initial year flow s}^{-1})$ .

(\*\*) Accounting diverted water from Moxotó reservoir to be delivered to Lower São Francisco through Canal do Sertão Alagoano Project.

## Table Captions

Table 1 presents the total demands (withdrawal flows) per physiographic region registered in 2000 and in 2010 as well as the respective average annual growth during that decade.

Table 2 presents the withdrawal and consumption flow per economic sectors for 2010 (except for irrigation, which was updated in 2013).

Table 1 – Consumption flows according to different uses.

Table 2 – Prospective withdrawal flow from São Francisco Basin per sector for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology.

Table 3 – Total water demand: forecasted withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) and accumulated growth (%) from São Francisco Basin in the medium term (2025), per physiographic region and for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology.

Table 4 – Total demand: forecasted withdrawal flow ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ) and accumulated growth (%) from São Francisco Basin in the long term (2035) per physiographic region for three scenarios, A (smaller development), B (average development) and C (larger development), as described in the methodology

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**APPENDIX 3**

Paper 3 “Water Availability in the São Francisco River Basin:  
Current and prospective scenarios (2015 – 2035)” (2021)

Pedro Bettencourt, Rodrigo Proença de Oliveira, Cláudia Fulgêncio, Ângela Canas,  
and Julio Cesar Wasserman

# Prospective water balance scenarios (2015 – 2035) for the management of São Francisco River Basin

Pedro **Bettencourt**<sup>a</sup>, Rodrigo **Proença de Oliveira**<sup>b</sup>, Cláudia **Fulgêncio**<sup>c</sup>, Ângela **Canas**<sup>d</sup>, Julio Cesar **Wasserman**<sup>e \*</sup>

<sup>a</sup>Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1649-038 Lisbon, Portugal. Programme in Sustainable Management Systems, University Federal Fluminense, Institute of Geosciences, Av. Litorânea, s/n, Boa Viagem, Niterói, RJ 24.210-340, Brazil; e-mail: [pedro.bettencourt@nemus.pt](mailto:pedro.bettencourt@nemus.pt)

<sup>b</sup>CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1, 1049-001 Lisboa, Portugal. e-mail: [rpo@bluefocus.pt](mailto:rpo@bluefocus.pt)

<sup>c</sup>Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1649-038. e-mail: [claudia.fulgencio@nemus.pt](mailto:claudia.fulgencio@nemus.pt).  
Lisbon, Portugal.

<sup>d</sup>Nemus – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. Estrada Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Edifício D, 1649-038. e-mail: [angela.canas@nemus.pt](mailto:angela.canas@nemus.pt).

<sup>e</sup> Programme in Geosciences (Geochemistry), University Federal Fluminense, Campus do Valonguinho, Centro, Niterói, RJ, 24020-141, Brazil

\* To whom correspondence should be addressed: [juliowasserman@id.uff.br](mailto:juliowasserman@id.uff.br)

## ABSTRACT:

The need for renewed and healthier water resources pulls human society to develop new management procedures that warrant provisions compatible with the population and economic growth. The São Francisco River is one of the main surface water resources in Brazil and is facing environmental challenges that threaten its sustainability. In the scope of growing conflicts over water resources in the São Francisco River Basin, the present research applied surface and groundwater balances for the current situation and for three prospective water demand scenarios (2025 and 2035) considering the multiple uses of the basin. For the surface water balance, the AcquaNet Decision Support System was used, while for the groundwater balance, the relationship between the withdrawal flow for consumptive uses and the exploitable flow at the level of the aquifer systems was calculated. The results evidence that there are scenarios in which the available surface water resources will not be sufficient to satisfy the demanded projections. The groundwater balance was characterized as more favourable, however improved knowledge about these resources is



recommended to enable safe groundwater use in addition to the surface water sources. Besides limitations, research was able to define geographical water availability and balance allowing precise management procedures.

**Keywords:** Water sustainability; Conflicting demands; Surface water; Groundwater; Water accountability.

## 1. Introduction

The scientific discussion clearly demonstrates that policy makers, water resources managers, stakeholders and scientists are well aware that the relationship between water and human beings is today more delicate than ever (Oki et al., 2006; Postel, 1997; Sivapalan et al., 2012; Srinivasan et al., 2012; Vogel, 2011), therefore raising relevant concerns about water management and water security (Montanari et al., 2013). However, defining sustainable management procedures demands accurate information that feed reliable models (*e.g.* Yang et al. (2014)), which are frequently difficult to obtain, mainly for long periods.

The absence of reliable management plans has shown to be catastrophic for the availability of water in extensive regions. For instance, Peleg et al. (2012) showed how human settlements in the ancient times in Judean Mountains (who obtained water from natural springs) were strongly affected by the absence of precipitations, as no water was available. Also, the indiscriminate destruction of the vegetation cover, through land use change, leads to the reduction of the water storage capacity of the soil (Mitchell et al., 2018). This process was observed in the Tijuca Forest (Rio de Janeiro, Brazil) where the natural forest was replaced by coffee plantations that significantly reduced the water supply for the city of Rio de Janeiro (Araujo and Avelar, 2018). The critical water deficit led

authorities to promote an extensive reforestation program, in the middle 19<sup>th</sup> Century. Presently, Tijuca Forest is the largest urban forest in the world.

World's larger basins were also severely affected by the introduction of intensive agricultural practices, mainly when applying irrigation procedures. Extensive plantations in low precipitation areas in the United States and in Brazil and other developing countries were shown to consume large amounts of water (Silalertruksa and Gheewala, 2018), allowing greater production, but threatening sustainability of water. Stenzel et al. (2019) explains that in large basins the use of irrigation procedures usually surpasses industrial or household consumptions.

One of the strategic activities for water resources management consists of assessing the dynamics of water availability together with water demands for the several uses of water. The main product of this evaluation is the water balance, as presented in the river basin plans that have been developed in several countries (Member States of the European Union, Canada, Brazil, among others) for the management of water resources (Bettencourt et al., 2021b). The study of water balance in river basins can be made by using indicators representing the ability of water supply to meet water demand (Bhave et al., 2018; Fabre et al., 2015; Safavi et al., 2015).

The São Francisco River Basin is one of the largest of Brazil, spanning for 8% of the country's areas. Until the middle of the 20th century, the use of water in the hydrographic basin of the São Francisco River was not intensive, as the economic activities developed did not involve a large water demand (Koch et al., 2018). With the increase in water needs, conflicts occurred in all scales (Lee et al., 2014). Hydroelectric plants construction (in the period of 1954 to 1994), as well as large irrigation projects (from the 1970s to 1990s), caused water demand to increase significantly (Silva et al., 2021), reducing water security (Teixeira et al., 2021), and water uses to compete among themselves, thereby generating large scale conflicts, particularly in the downstream area of the basin opposing hydroelectric production and farming (Silva and Moraes, 2018; Araújo and Aguiar Netto, 2018; Carneiro et al., 2017).

Being partly located in the semi-arid region, São Francisco Basin is vulnerable to drought. Paredes-Trejo et al. (2021) analysis of precipitation and potential evapotranspiration data in the basin for the period 1980-2015 indicate that the meteorological dry season is becoming drier and occurring in a larger area. Also, Silva et al. (2021) present a negative trend in the last decades in river flow in the Itaparica and Sobradinho reservoirs' basins, referring to stretches of São Francisco River located in the semi-arid region, which the authors connect with decadal variability (phases of Atlantic Multidecadal Oscillation) and also with anthropogenic global warming. Lucas et al. (2020) analysis of São Francisco River flow evidences that observed streamflow reductions in the 1980-2015 period should be attributed primarily to changing baseflow conditions, related to groundwater decreasing annual contribution, particularly in the Medium region, likely related to irrigation abstraction.

Ferrarini et al. (2020) evidence that water shortages due to drought in the last decade have led to the reduction of sugarcane planted areas, which have high water use demand, in the Medium and Sub-medium regions. The prospects are that climate change will lead to a further reduction of river flow, resulting in an intensification of these shortages (Silva et al., 2021).

These worries are addressed by recent projects to transfer water to supply various purposes from the São Francisco River to other basins in the semi-arid region (states of Pernambuco, Ceará, Paraíba and Rio Grande do Norte). Hence, concerns about water sustainability in the São Francisco River Basin are further enhanced (Carneiro et al., 2017; Roman, 2017; Silva and Moraes, 2021; Paredes-Trejo et al., 2021). In this context, sustainability in the São Francisco River has been said to be framed by a water-energy-food nexus (Silva et al., 2021).

Considering the growing conflicts over water resources in the São Francisco River Basin, and the availability limitations for economic and population growth, presently and in the future, several recent studies have been focusing the São Francisco River Basin future water balance relevant for user sectors (Carneiro et al., 2017; Ferrarini et al., 2020; Silva et al., 2021; Silva and Moraes, 2021).

Silva et al. (2021) consider future climate change scenarios and possible future scenarios of consumptive demands (irrigation, human supply and industry) to assess the change in natural river flows and hydroelectric generation by the nine plants in the São Francisco River Basin in the period 2021-2050, given the use priorities established in National Policy for Water Resources (Federal Law 9433/1997). Silva and Moraes (2021) study the optimal economic allocation of the surface water resources of the Sub-medium region up to 2050 considering scenarios of evolution for demand (large irrigation projects, small farm irrigation, human supply/municipalities and interbasin transfer), land-use and climate, focusing specially the effect of the interbasin transfer on water allocation. Ferrarini et al. (2020) analyse how scenarios of irrigation areas expansion in the basin, concurrent with what is foreseen in the Water Resources Plan, affect the surface water balance, using a general equilibrium model and considering water use per municipality and basin region. Carneiro et al. (2017) study the economic and employment effects of scenarios of surface water restrictions caused the transposition project in the Sub-medium region using a regional Input-Output model.

In order to contribute to the discussion of conflicts between water users in the São Francisco River Basin, the present research proposes to combine hydro-climatic data and water demands in the basin and current water management policies to obtain spatial and time detailed surface and groundwater balances for the São Francisco River Basin for 2010 and for prospective demand scenarios for 2025 and 2035 horizons, assessing the sustainability of anthropic water uses with satisfaction indicators. The motivation is to examine if the current water management procedures in force in the basin, concerning reservoirs operation and priorities in water supply, can assure the long term adequate satisfaction of the multiple water uses available in the basin.

Specifically, it is proposed to:

- i) based on monitoring data, model surface water and groundwater availability in the São Francisco Basin;

- ii) develop the São Francisco River Basin's surface water and groundwater balances for 2010 and in the medium (2025) and long term (2035), assuming three available economic scenarios for water demand evolution in the basin (a pessimistic, an optimistic and an equilibrated), developed as described in Bettencourt et al. (2021a), and water management priorities established in Brazilian Water Policy;
- iii) identify sub-basins that are (and will be) most affected by water scarcity for each water use;
- iv) present guidelines for sustainable management of the basin water resources.

This research contributes to the existing literature in three main ways. First, assesses future water balances for the basin for both surface and groundwater, at a local relevant scale of sub-basin and aquifer, while existing literature available for the basin have been focusing on surface water resources. Second, the future surface water balances in the basin are allocated per user sector and demand satisfaction is assessed, given the water management priorities established in Brazilian Water Policy, which as far as it was possible to verify was not accomplished in existing studies concerning the future of the basin. Finally, the research developed is interesting in the context of literature referring to similar water user focused approaches to water balance in worldwide river basins (e.g. Bhave et al., 2018; Safavi et al., 2015; Fabre et al., 2015), due to the methodological solutions devised to deal with the complexity involved by a large tropical river basin setting with diverse water users.

## 2. Materials and Methods

The research followed three sequential and complementary steps: (i) accounting of surface water and groundwater availability in the São Francisco River Basin; (ii) collection of surface water and groundwater demand data for three economic scenarios available for the basin; (iii) production of surface water and groundwater balances to identify the sub-basins most affected by water scarcity.

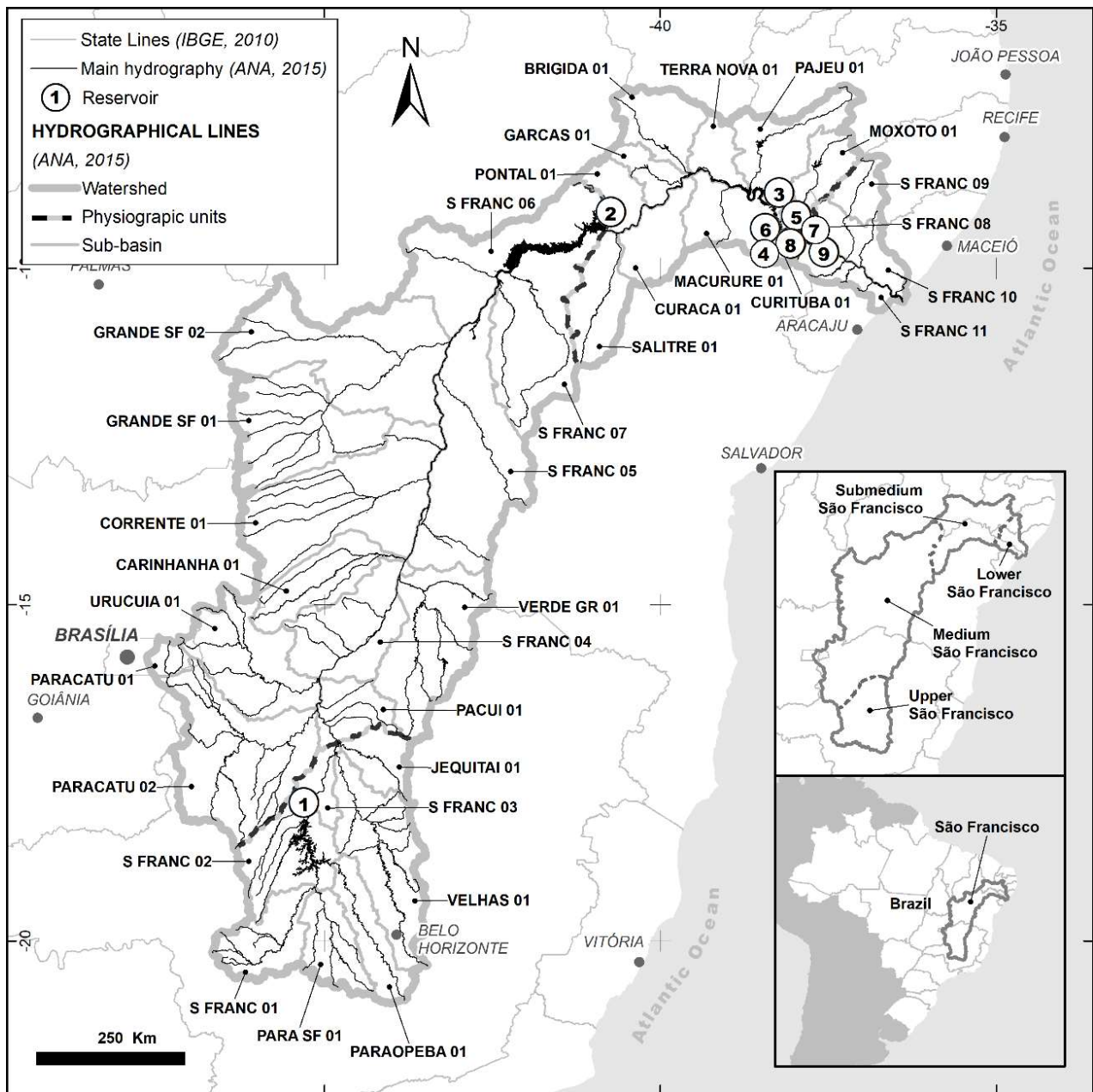
### 2.1. Study area

The São Francisco River presents a 2,863 km extent and a 639,219 km<sup>2</sup> draining area, spanning from the Minas Gerais State, where the river has its source in the Canastra ridge, to the Atlantic Ocean. The basin covers territory in seven federal states – Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%) and the Federal District (0,2%) – and 505 municipalities. Considering its dimension and for planning, the basin was divided in four physiographic regions: High, Medium, Sub-medium and Low stretches, and further in 34 sub-basins. Concerning its climate, near 54% of the river basin territory is in a semi-arid region. The São Francisco River comprises, along its course, seven main water reservoirs: Três Marias, Sobradinho, Luís Gonzaga (Itaparica), Moxotó, Paulo Afonso (I, II, III and IV), and Xingó (Koch et al., 2018). The average hydroelectric power generation value in the São Francisco River basin is around 45,000 GWh year<sup>-1</sup> (Matos and Zoby, 2004).

Besides supporting power generation, the São Francisco River Basin is an important water source for agriculture irrigation (6,269 km<sup>2</sup>), industrial uses and household consumption, constituting a strategic water resource in the Northeast region (Cirilo, 2008). The basin is also the water source of existent or future (under construction or projected with great probability of implementation) water diversion projects to supply areas outside the basin: São Francisco River Integration Project (PISF,

supplying the semi-arid Brazilian Northeast Region) and DESO (Sergipe Sanitation Company, supplying Aracaju Metropolitan Area), amongst others.

Apart from surface water resources, the basin's groundwaters comprise 44 aquifer systems, from which only three, the porous systems Urucuia and Areado and karst system Bambuí, have been studied (Gonçalves et al., 2018; Souza et al., 2014). The Urucuia system is particularly relevant as responsible for 41% of groundwater availability in the basin and feeding São Francisco River's baseflow, besides allowing direct water supply. The role of the remaining aquifer systems in basin's hydrology is largely unknown but it is assumed they can have local water supply relevance. The abstraction records are grossly underestimated leading to substantial uncertainty regarding groundwater availability.



Source: adapted from Freitas et al. (2004).

Figure 1 – São Francisco River Basin – State divides, physiographic regions, sub-basins considered in the São Francisco River Basin Ten-year Plan (2004 - 2013), together with main reservoirs: 1- Três Marias, 2 – Sobradinho, 3 – Itaparica, 4 – Moxotó, 5 – Paulo Afonso I, 6 – Paulo Afonso II, 7 – Paulo Afonso III, 8 – Paulo Afonso IV, 9 – Xingó



## 2.2. Water availability

The estimation of surface water availability in the São Francisco River Basin was carried out using the river gauging data of the sub-basins for the period 1931-2013, regionalized for each sub-basin.

Due to the absence of gauging stations with good quality flow data for the Sub-medium and Lower São Francisco, extrapolations of the natural flow values in the São Francisco channel were performed, according to the area and average precipitation of each sub-basin.

Due to the large number of temporal gaps in the flow data, a rain-flow model (SWAT, Soil and Water Assessment Tool) was implemented to fill in the gaps. The missing precipitation values were filled in using guidelines proposed by the WMO (WMO, 1983).

A set of 1.361 sub-basins and their respective drainage section were generated using the SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) topography (Jarvis et al., 2008). These sub-basins and drainage network were used for calculating the SWAT model.

The SWAT model was run for the period from 1940 to 2013 (CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, 2015a). The model was validated with a set of 80 river gauging stations, comprising all stations encompassing areas smaller than 50,000 km<sup>2</sup>, since the fluvimetric stations with larger areas are influenced by the most important reservoirs (which are not included in the SWAT model application).

The surface water availability was estimated for the period 1931-2013: the average flow was 2,769 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, Q<sub>95</sub> reference permanence flow was 800 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, and Q<sub>7,10</sub> reference flow was 670 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> (Figure 3).

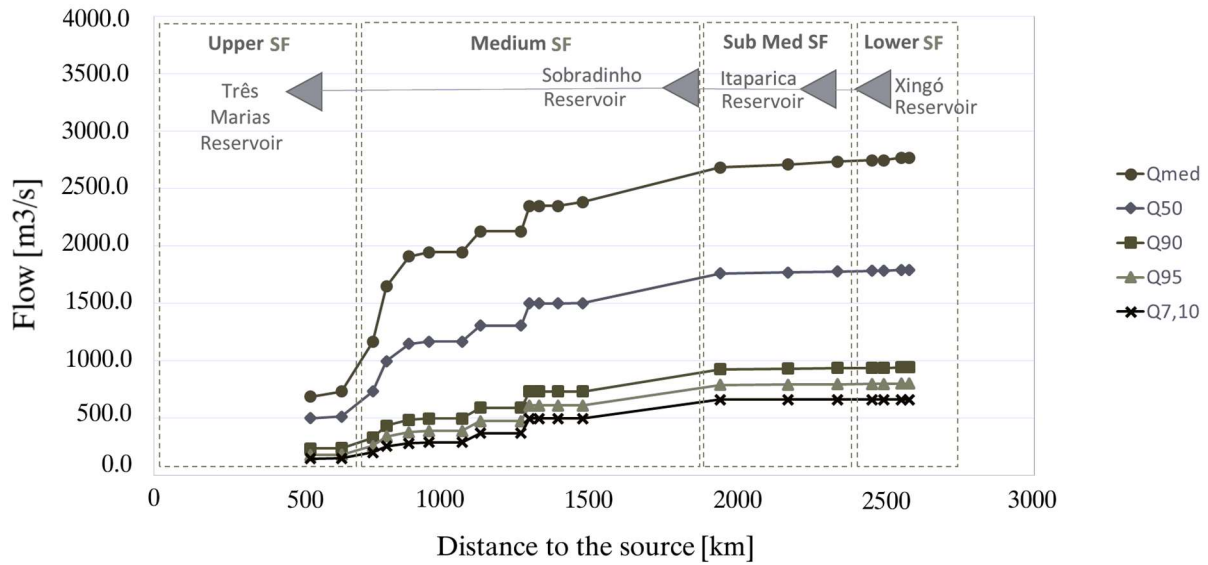


Figure 2 - Average flow and permanence flows (1931-2013). Source: (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2021).

Groundwater availability is estimated based on aquifer recharge rates and groundwater flow values obtained from total flow in the basin (Precipitation – Real evapotranspiration). Recharge rates are obtained from data in partial hydrogeological studies specific for the outcropping aquifer systems (Gaspar et al., 2012; Villar and Mourão, 2012; Gaspar and Campos, 2007; Campos et al., 2006; Gaspar, 2006; Matos and Zoby, 2004; Zoby et al., 2004).

Considering the uncertainty associated with projections of future availability, regarding the impact of climate change, the future water balance maintained the surface water and groundwater availability estimated in the current situation.

### 2.3. Water demands

Information sources and methodologies for quantifying water demands in the São Francisco River basin, by user sectors, by physiographic region and by sub-basin are presented in Bettencourt et al. (2021a) for the current and future situations.

Three alternative scenarios for the future water demand evolution have been developed: A- smaller quantitative pressure on water resources, B- trend evolution of long-term demands, C- greater pressure on water resources. Demand was projected over two time horizons: 2025 (medium term) and 2035 (long term).

The consumptive water demands for the main user sectors (urban and rural human supply, industry and farming) and by sub-basin of the São Francisco River were distinguished according with the type of source (surface water and groundwater). This distinction was based on the proportion of the flows granted for surface water and groundwater abstraction, for the different consumptive uses.

For the mathematical simulation of the surface water balance, demands were distributed over several months of the year. The allocation methodology was based on the distribution adopted in Technical Note 033/2013 / SPR / ANA, (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2013).

The demand for consumptive uses satisfied by surface water was allocated where significant volumes of water are abstracted. The estimates of surface water demand by type of use and by sub-basin were assigned to the reservoirs and stretches of the main channel of the São Francisco River, using proximity as criterion. The demands of the micro-basins were allocated in the reservoirs and in the stretches of the main channel of the São Francisco River as follows:

- from the Upper and Medium São Francisco, within a distance of 5 km from the main channel;

- from the Sub-medium and Lower São Francisco, within a distance of 10 km from the main channel. Limits established in Decision of the Hydrographic Basin Committee of the São Francisco River (CBHSF) # 74 of 29th November 2012.

In addition to the uses related to the several sub-basins, some water abstractions were individualized in the main channel of the São Francisco River, due to the associated volume, notably the withdrawal flows for:

- water diversion of the São Francisco River Integration Project (PISF), a recently constructed system diverting water to the semi-arid Northeast Region of Brazil;
- water diversion for supplying the metropolitan region of Aracaju by the Sergipe Sanitation Company (DESO);
- large irrigation projects.

Table 1 summarizes the projections of water withdrawal flows for consumptive uses thus obtained.

The water volumes mobilized for energy production were estimated taking into account the operation background of the main reservoirs of the main channel of the São Francisco River. The ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico – National Electric Grid Operator) website published the turbine flow values in the main hydroelectric plants of the São Francisco River between 2010 and 2014. As the simulation period adopted runs from 1979 to 2010, the turbine flow in each plant was estimated based on the flow values recorded in river gauging stations located downstream of each plant, limited by the aggregated value of the swallowing flow of the turbines of each plant.

Table 1 –Water withdrawal flow projections for consumptive uses to be satisfied by surface and groundwater sources, by year and scenario (average annual flow in m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>)

Scenario Year	Surface sources			Groundwater sources			Total		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>Current</b>									
<b>Sub-basins</b>	276,4			32,9			309,3		
<b>DESO water diversion</b>	2,7			0,0			2,7		
<b>Large projects</b>	0,0			0,0			0,0		
<b>Total</b>	279,1			32,9			312,0		
<b>2025</b>									
<b>Sub-basins</b>	315,0	358,1	391,7	42,9	47,4	51,6	357,9	405,5	443,3
<b>Water diversion</b>	34,1	46,7	71,5	0,0	0,0	0,0	34,1	46,7	71,5
<b>Large projects</b>	64,7	129,2	260,8	2,0	3,8	10,5	66,6	133,1	271,2
<b>Total</b>	413,8	534,0	724,0	44,9	51,2	62,1	458,6	585,3	786,0
<b>2035</b>									
<b>Sub-basins</b>	379,9	473,7	577,6	52,9	64,4	76,7	432,7	538,1	654,3
<b>Water diversion</b>	39,5	66,0	147,8	0,0	0,0	0,0	39,5	66,0	147,8
<b>Large projects</b>	64,7	129,2	260,8	2,0	3,8	10,5	66,6	133,1	271,2
<b>Total</b>	484,1	668,9	986,2	54,9	68,2	87,2	538,8	737,2	1073,3

Source: CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2016)

The breakdown of demand by aquifer system was based on the geographic distribution of the number of wells in the SIAGAS (Groundwater Information System, CPRM - Brazilian Geological Service (2021)).

#### 2.4. Surface water balance

LabSid-Acquanet 2013, developed by the Decision Support Systems Laboratory (LabSid) of the Polytechnic School of the University of São Paulo (Porto et al., 2005), was used for the surface water balance. The AcquaNet makes a combined use of simulation and optimization techniques to

determine the water allocation in complex water resource systems comprising operational restrictions and priorities to meet demands. The system has been used to carry out water balances and to analyse water allocation patterns in several studies and plans, for example: São Paulo Municipality Water Resources Use Master Plan (COBRAPE, 2013b); Tibagi River (Paraná, Brazil) Basin Plan (COBRAPE, 2013a); climate change adaptation measures' cost-benefit in the Piancó-Piranhas-Açu rivers hydrographic basin (NE, Brazil) (Escola de Administração de Empresas de São Paulo and Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2018); Brazilian Semi-Arid Region Reservoirs: Hydrology, Water Balance and Operation (Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2017) and Rondônia State (Brazil) Water Resources Plan (Governo do Estado de Rondônia et al., 2018), among others.

Figure 2 shows the São Francisco River Basin conceptual scheme adopted in the simulation exercise for the present situation. The same model was used for the prospective water balance, with the addition of the withdrawal flows associated with the planned water diversions and the large water demands for irrigation projects, with abstraction in the main channel of the São Francisco River.

The Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III and IV and Xingó reservoirs were considered individually. As for the smaller reservoirs, located in the tributaries of the São Francisco River, they were gathered in an imaginary reservoir with a storage capacity equal to the sum of the capacity of the existing reservoirs in each sub-basin.

The modelling period was considered from 1979 to 2010, with a calculation step of a month. The mathematical model covered the 372 months, assessing in each month the available flow, the available stored volume and the water demand for each use and, finally, the possibility to meet the several uses taking into account the defined water management policies.

To assess the ability to meet water needs, the following indicators were defined:

- RLB, Reliability (as described by Hashimoto et al. (1982)), percentage of the time period in which demands are satisfied, which is calculated from the frequency of availability below demand (ABD, %), which is the proportion of months in the year where demand is not fully fulfilled by availability; thus,  $RLB = 100 - ABD$ ;
- VBL, Vulnerability, likely magnitude of a failure, if one occurs (Hashimoto et al., 1982), given by the ratio between the average flow supplied when failures occur and the required average demand.

Reliability and vulnerability are commonly used concepts in assessing the performance of water supply systems in river basins (Bhave et al., 2018; Fabre et al., 2015; Safavi et al., 2015).

The classification of the values of the two indicators to assess the ability of the São Francisco River basin to meet demands is according to the following tables (Table 2 and Table 3).

The classification is based on the five-level classification (Excellent, Comfortable, Worrisome, Critical, Very Critical) and thresholds (95%, 90%, 80%, 40%) used by the Brazilian National Water Authority to assess the risk of not meeting demand in a specific water basin based on the demand to reference flow ratio (ANA, 2005a), and adapted to referred indicators considering inputs from the stakeholders (federal and states' water authorities and water user sectors representatives - domestic supply, irrigation, industry, energy and navigation), based on their experience with the São Francisco Basin's water resources. The used thresholds are similar those defined by stakeholders of European Ebro and Hérault basins to assess withdrawal restrictions, being acceptable if they do not exceed 5% for urban water demand and 50% for agriculture water demand (Fabre et al., 2015)

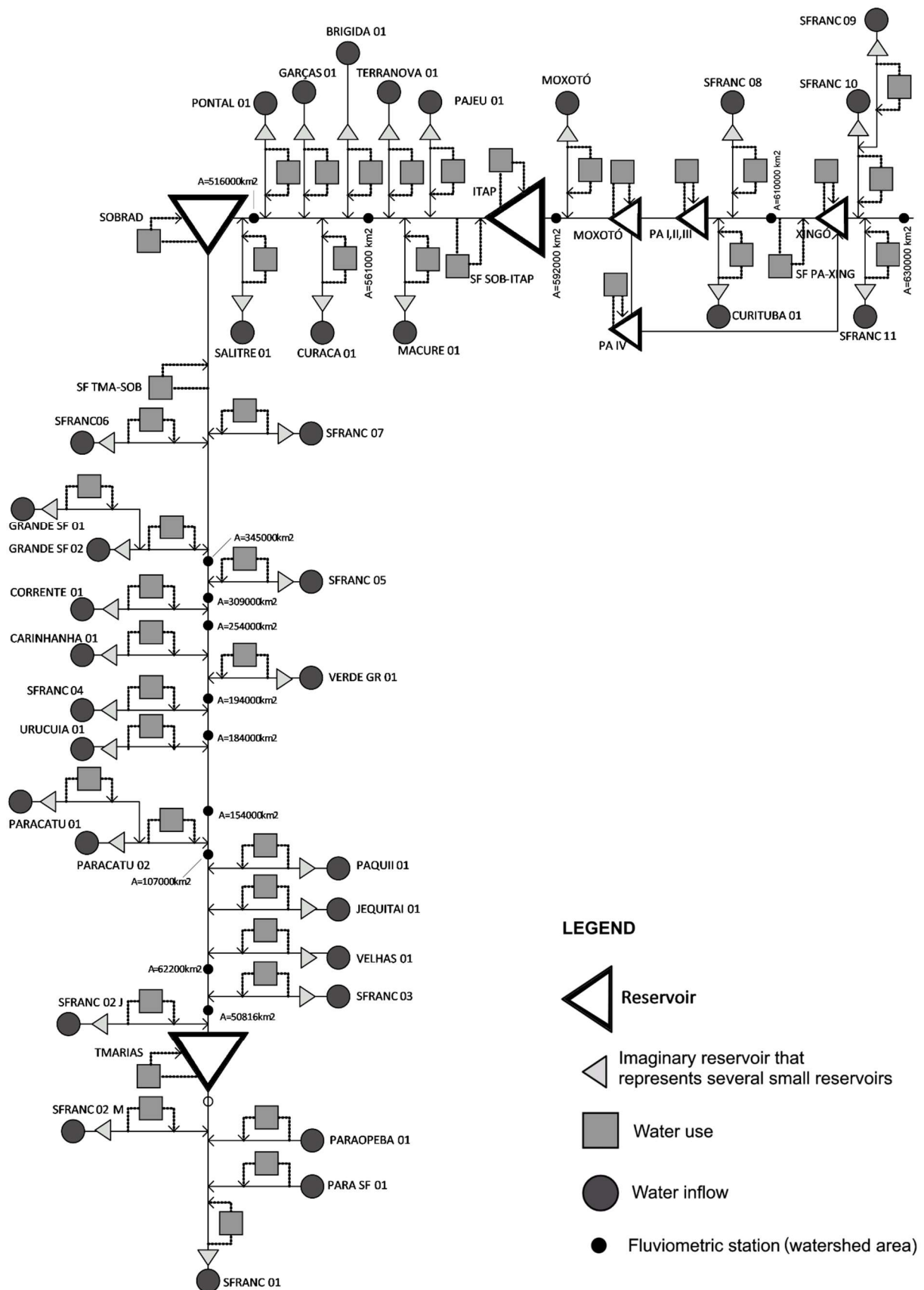


Figure 3 – Conceptual scheme of the São Francisco River Basin. The water flows from south to north, into the Atlantic Ocean.



Table 2 – Classification – human supply and industry.

Supply and Industry	RLB > 95	90 < RLB < 95	80 < RLB < 90	50 < RLB < 80	RLB < 50
VBL > 95	Excellent	Comfortable	Comfortable	Worrisome	Worrisome
90 < VBL < 95	Comfortable	Worrisome	Worrisome	Critical	Very critical
80 < VBL < 90	Worrisome	Worrisome	Critical	Very critical	Very critical
50 < VBL < 80	Critical	Critical	Very critical	Very critical	Very critical
VBL < 50	Very critical	Very critical	Very critical	Very critical	Very critical

Table 3 – Classification – farming and energy.

Farming and energy	RLB > 95	90 < RLB < 95	80 < RLB < 90	50 < RLB < 80	RLB < 50
VBL > 95	Excellent	Excellent	Comfortable	Comfortable	Comfortable
90 < VBL < 95	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
80 < VBL < 90	Worrisome	Worrisome	Worrisome	Worrisome	Critical
50 < VBL < 80	Critical	Critical	Very critical	Very critical	Very critical
VBL < 50	Very critical	Very critical	Very critical	Very critical	Very critical

Both classifications assume that the system is in excellent or comfortable situation when both indicators present elevated values. In contrast, the system is in critical or very critical situation when both indicators present low values. A situation in which the supply security is low, but the VBL value is high, is not considered critical because although not all demand is fully satisfied at all times, availability facing demand failures, when they exist, are few. The case in which the supply security is high and the value of VBL is low was considered more serious, as these results from a situation in which supply failures are few but particularly serious (a significant percentage of demand is not attended).

The results of surface water balance depend on the operating strategy adopted in each reservoir. Rationing the water supply to one or more low priority demands (or part of them) was considered whenever the reservoir reached a certain level of storage. Thus, when the volume stored in a reservoir is high, all demands are completely met. If this volume is reduced, demand will be

rationed considering priority demands to be met in subsequent periods. Therefore, rationing policy was simulated in Acquanet through the hydrological states (HS) concept. Three hydrological states were adopted, depending on storage in Três Marias and Sobradinho reservoirs. Depending on the humid, normal or dry hydrological state of the basin, the demand is met without restrictions, with some restrictions or with more severe restrictions (Table 4).

Table 4 – Exploitation policy for hydroelectric power plants in the main channel of the São Francisco River (turbocharged flow in  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ), according with hydrological state (HS).

Month	Três Marias			Sobradinho Itaparica Xingó			Moxotó Paulo Afonso I, II, III Paulo Afonso IV		
	HS1	HS2	HS3	HS1	HS2	HS3	HS1	HS2	HS3
Jan	500	550	700	1400	1800	3200	700	900	1600
Feb	550	600	700	1450	1850	3300	725	925	1650
Mar	500	550	700	1350	1800	3200	675	900	1600
Apr	500	550	650	1300	1700	3000	650	850	1500
May	450	450	600	1150	1550	2700	575	775	1350
Jun	400	450	500	1000	1400	2400	500	700	1200
Jul	350	400	450	950	1300	2200	475	650	1100
Aug	350	400	500	950	1350	2300	475	675	1150
Sep	400	450	500	1000	1400	2400	500	700	1200
Oct	450	500	600	1200	1600	2800	600	800	1400
Nov	450	550	650	1300	1700	3000	650	850	1500
Dec	500	550	650	1350	1750	3100	675	875	1550
<b>Average</b>	<b>450</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>1200</b>	<b>1600</b>	<b>2800</b>	<b>600</b>	<b>800</b>	<b>1400</b>

In the policy adopted, the satisfaction of each type of use has a different priority, to allow the mitigation of the impacts caused by the restrictions imposed on meeting the demands. As specified in the National Policy for Water Resources (Federal Law 9433/1997), urban and rural populations supply (including water diversion) and animal watering has top priority, over industrial, farming, remaining water diversion and, finally, energy production (after the Brazilian Environmental Policy Act, 1981). In the event of water scarcity, energy production is the first type of demand to be

compromised and urban and rural population supply the last. Similar priorities, namely benefiting human consumption first, were assumed by other water balance studies for the basin (Silva et al., 2021) or in studies for other basins worldwide (Fabre et al., 2015; Safavi et al., 2015). Due to the very low significance of the animal watering in total farming sector demands (4% in 2010; Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas) (2013)) the model considers irrigation priority as the farming sector priority.

The operation of the reservoirs, in the Acquanet model, uses the concept of target volume or target level, to which is given priority. In this way, whenever the stored volume is less than the target volume, the reservoir will be managed in order to keep water as long as other network priorities are lower.

## 2.5. Groundwater balance

The São Francisco River basin water balance was carried out independently of the water needs, considering the demands (surface water or groundwater resources). To assess the pressure on underground resources, the ratio between the consumptive uses withdrawal flow and the exploitable flow was considered.

In the groundwater balance, the indicator adopted was the ratio between the consumptive uses withdrawal flow and the exploitable flow, assumed equal to 20% of the average annual recharge.

The adoption of this relatively small percentage is explained by the large uncertainty existing concerning the real number of groundwater abstractions, estimated that the real number of abstractions is much larger than the value in the official records

(CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 2016). The following classification ranges were adopted, in accordance with the basin's stakeholders (federal and states water authorities and water user sectors) and considering experience in the São Francisco Basin:

- Ratio below 10%: Excellent;
- Ratio between 10% and 40%: Comfortable, requiring management to solve local supply problems;
- Ratio between 40% and 60%: Concerning, requiring management activity;
- Ratio between 60% and 100%: Critical, requiring intense management activity;
- Ratio above 100%: Very critical.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1. Surface water resources

Table 5 presents surface water availability for each sub-basin, comprising the average flow ( $Q_{med}$ ),  $Q_{95}$  and storage capacity available in each sub-basin, in addition to storage in the large reservoirs in the São Francisco River main course. Also is presented the regularization coefficient, the ratio between the storage capacity and the yearly average flow (in  $m^3$ ), and the regulated  $Q_{95}$  obtained in the AcquaNet model application. The surface water availability was assessed in average flow  $2.768,7 m^3/s$  and  $Q_{95} 800,4 m^3/s$ . These values are slightly smaller than values obtained from ANA (2005) for older data.

Table 5 - Surface water availability and storage regulation capacity, per sub-basin.

Sub-basin	$Q_{med}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{95}$ (daily values) ( $m^3/s$ )	$Q_{95}$ (monthly values) ( $m^3/s$ )	Storage capacity. ( $Mm^3$ )	Reg. coef. (years)	$Q_{95}$ reg. (monthly values) ( $m^3/s$ )
S FRANC 01	228,3	53,5	65,2	0,0	0,0	65,2
S FRANC 02	138,0	31,1	18,4	13,2	0,0	18,4
VELHAS 01	321,9	61,8	69,0	251,8	0,0	80,0
S FRANC 03	44,6	3,0	3,1	1,3	0,0	3,1
JEQUITAI 01	63,9	4,4	4,5	786,0	0,0	30,0
PARA SF 01	154,7	43,0	44,9	200,2	0,1	54,0
PARAOPEBA 01	166,2	51,9	43,9	79,7	0,0	43,9
GRANDE SF 01	143,4	93,0	91,7	18,2	0,0	91,7
PARACATU 01	50,8	14,6	10,9	2,1	0,0	10,9
S FRANC 06	6,4	0,2	0,5	11,0	0,0	1,4
GRANDE SF 02	137,1	85,2	124,3	3,8	0,0	124,3
CARINHANHA 01	146,5	85,4	86,7	0,0	0,0	86,7
CORRENTE 01	221,8	136,1	140,0	0,1	0,0	140,0
PACUI 01	47,7	9,7	10,2	0,0	0,0	10,2
PARACATU 02	430,6	66,5	82,5	834,1	0,1	142,0
URUCUIA 01	260,9	37,7	33,3	16,2	0,1	33,3
VERDE GR 01	33,7	0,6	0,0	220,6	0,2	10,0
S FRANC 04	39,0	10,6	12,0	0,3	0,0	12,0
S FRANC 05	34,5	0,0	0,0	208,9	0,1	10,0
S FRANC 07	7,0	0,2	0,5	160,5	1,0	4,0

Sub-basin	Q <sub>med</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (daily values) (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (monthly values) (m <sup>3</sup> /s)	Storage capacity. (Mm <sup>3</sup> )	Reg. coef. (years)	Q <sub>95</sub> reg. (monthly values) (m <sup>3</sup> /s)
BRIGIDA 01	10,6	1,4	0,6	424,1	3,8	5,3
CURACA 01	6,4	0,8	0,4	23,1	0,1	1,3
CURITUBA 01	1,8	0,2	0,1	13,8	0,0	0,5
GARÇAS 01	4,0	0,5	0,2	128,3	1,0	0,5
MACURURE 01	6,6	0,9	0,4	5,7	0,0	0,7
MOXOTO 01	7,7	1,0	0,4	541,2	5,6	4,5
PAJEU 01	14,2	1,9	0,8	472,2	0,5	6,8
PONTAL 01	4,1	0,5	0,2	30,8	0,2	1,2
SALITRE 01	7,9	1,0	0,4	8,4	0,3	0,9
TERRA NOVA 01	4,6	0,6	0,3	109,4	0,8	1,8
S FRANC 08	1,1	0,1	0,1	5,1	0,0	0,2
S FRANC 09	5,6	0,7	0,3	22,7	0,2	1,2
S FRANC 10	11,4	1,5	0,6	212,2	0,5	4,2
S FRANC 11	6,0	0,8	0,3	14,7	0,1	0,9
<b>Total</b>	<b>2.768,7</b>	<b>800,4</b>	<b>846,7</b>	<b>4.819,4</b>	<b>-</b>	<b>997,3</b>

It can be noted that the larger availabilities are found in the Upper region and in the Western part of the Medium region, particularly in Paracatu River (PARACATU 02) and Corrente River (CORRENTE 01) sub-basins, while very low availabilities concentrate in Sub-medium and Lower regions.

Considering that the amount of evaluated sub-basins is large (Figure 1), Tables 6 – 8 present relevant examples from 10 sub-basins of the surface water balance for several uses, assuming priority of uses defined by the National Policy of Water Resources. The complete set of all sub-basins results was presented in Supplementary Material 1 – 4.

Table 6 - Examples of surface water balance (Acquanet) – domestic urban and rural supply. See

Table 2 for the corresponding classification.

Sub-basin	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 02	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
VERDE GR 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 05	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 07	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical
S FRANC 06	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
PONTAL 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
GARÇAS 01	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
CURACA 01	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical
S FRANC 09	Very Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical
S FRANC 10	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Very Critical	Very Critical

Table 7 - Examples of surface water balance (Acquanet) – industry. See Table 2 for the corresponding classification.

Sub-basin	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 02	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
VERDE GR 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 05	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 07	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 06	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
PONTAL 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
GARÇAS 01	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Comfortable	Worrisome	Critical
CURACA 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 09	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 10	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical

Table 8 – Examples of surface water balance (Acquanet) - farming. See Table 3 for the corresponding classification.

Sub-basin	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 02	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
VERDE GR 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 05	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 07	Very Critical	Worrisome	Very Critical	Very Critical	Worrisome	Worrisome	Very Critical
S FRANC 06	Very Critical	Excellent	Comfortable	Comfortable	Worrisome	Excellent	Excellent
PONTAL 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
GARÇAS 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical



Sub-basin	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
CURACA 01	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 09	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
S FRANC 10	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical

In Table 9, a synthesis of the surface water balance of the energy plants installed in reservoirs of the São Francisco Basin is presented. Results were presented for current and prospective scenarios A, B and C for 2025 and 2035.

Table 9 – Synthesis of the surface water balance (Acquanet) – energy. See Table 3 for the corresponding classification.

Reservoir	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Três Marias	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Sobradinho	Excellent	Excellent	Critical	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical
Itaparica	Excellent	Excellent	Very Critical	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical
Moxotó	Excellent	Excellent	Critical	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical
Paulo Afonso I, II, III	Excellent	Excellent	Excellent	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical
Paulo Afonso IV	Excellent	Excellent	Very Critical	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical
Xingó	Excellent	Excellent	Critical	Very Critical	Excellent	Very Critical	Very Critical

Considering the strategy adopted in the simulations (domestic urban and rural uses – Table 6 – with precedence over industrial uses – Table 7 - and these over farming – Table 8), the main water scarcity problems in the São Francisco River basin occur in sub-basins having insufficient water resources to meet existing uses. In turn, the uses which are served from the São Francisco River main channel (where the main hydroelectric plants are installed), presented, as a rule, sustainable supply close to, or equal to, 100% (Table 9). This situation is not sustainable and in 2025 and 2035 the situation, which is already currently Very Critical in the most upstream plant of Três Marias, may turn into very critical for all hydroelectric plants in the trend evolution (B) and the higher pressure (C) scenarios.

Water balance results reveal that the available surface water resources will not be sufficient to satisfy the demand projections, even the high priority use of domestic and rural supply, with adequate levels. The most serious situations occur in VERDE GRANDE 01 (Verde Grande River), S FRANC 05 (Paramirim, Santo Onofre and Carnaíba de Dentro Rivers), SFRANC 07 (Verde and

Jacaré Rivers), PONTAL 01 (Pontal River), CURACA01 (Curaçá River), CURITUBA 01 (Curitiba River), SFRANC 09 (Higher stretch of Ipanema River) and SFRANC 10 (Lower stretch of Ipanema and Lower SF), which span from the lower part of the Medium region through the Sub-medium and Lower regions, where there are failures in meeting urban and rural supply and, above all, industrial and farming supply. This situation results from large demands, mainly for irrigation, in the upstream sub-basins (Bettencourt et al., 2021a), which deplete the upstream flow of São Francisco River between regions.

Table 10 shows the synthesis of the balance associated with the diversion of waters from the São Francisco River to the semi-arid Northeast Region of Brazil. The different axes supply different regions with larger or smaller water needs. Results were presented for current and prospective scenarios A, B and C for 2025 and 2035. Table 10 shows the conditions for supplying water for large irrigation projects in the established scenarios.

The diversion of water from the São Francisco River was subject to an extensive debate in the Brazilian society, including governmental agencies, NGOs, activists and general communities (Roman, 2017), therefore the amount of water withdrawn from the system was carefully defined, in order not to promote serious sustainability issues in the future. This attention is expressed in the results of Table 10, where it can be observed that only additional (low priority) flows would threaten water sustainability in the São Francisco System.

Table 10 – Synthesis of surface water balance (Acquanet) – water diversion. See Table 2 for the corresponding classification.

Diversion	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
DESO	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
PISF – East axis - urban supply		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
PISF – East axis - additional flow		Excellent	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
PISF – North axis - urban supply		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
PISF – North axis - additional flow		Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
PISF – West axis							Excellent

DESO: Sergipe Sanitation Company

Because irrigation is a water consuming activity, there is also a large societal pressure over this type of project. Therefore, it can be observed in Table 11 that sustainability of water was carefully calculated for most of the projects, except the very unsustainable Jequitai and also Canal Xingó, that threatens water availability in the region only in the 2035 scenario C.

Table 11 – Synthesis of the surface water balance (Acquanet) - large irrigation projects. See Table 3 for the corresponding classification.

Irrigation projects	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Jequitai		Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Jaíba		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Baixio do Irecê		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Sertão Pernambucano				Excellent			Excellent
Pontal		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Salitre		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Canal do Xingó		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Very Critical
Sertão Alagoano		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Worrisome
Jacaré-Curituba		Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Critical

### 3.2. Groundwater resources

The groundwater recharge together with the exploited reserves is presented in the Table 12. It is observed that groundwater availability, as indicated by the exploitable reserves, is assessed in 365,6 m<sup>3</sup>/s. 76% of this availability occurs in the Medium region; contributing to this is the Urucuia aquifer located in the Western part of the region, which amounts to nearly 41% of groundwater availability estimated for the basin. Due to Urucuia, sub-basins Corrente River and High Grande River in the Medium region, have the largest groundwater availability of the basin, amounting to 27%.

Table 12 - Renewable groundwater availability (recharge) and reserve values, per aquifer system, resulting from the harmonization of the groundwater balance, obtained from the current state of hydrologic knowledge of aquifers and from the integrated analysis of surface and groundwater flow

Type	Aquifer	Area (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Recharge rate	Recharge (m <sup>3</sup> /year)	Recharge (m <sup>3</sup> /s)	Exploitable reserves (m <sup>3</sup> /s)*
Karst	Marancó complex, carbonate unit	13	586	10,0%	762.775	0,0242	0,005
	Santa Filomena complex, carbonate unit	0,2	603	10,0%	13.374	0,0004	0,0001
	Barra Bonita formation, carbonate unit	40	622	10,0%	2.481.057	0,0787	0,016
	Caatinga formation	6.030,8	672	10,0%	415.600.813	13,1786	2,636
	Gandarela formation	74	1.390	10,0%	10.174.779	0,3226	0,065
	Olhos D'água formation	10	586	10,0%	585.350	0,0186	0,004
	Salitre formation	14.950,9	692	10,0%	1.024.552.124	32,4883	6,498
	Santana formation	788	675	10,0%	50.846.017	1,6123	0,322
	BambuÍ group, carbonate unit	30.426	1.170	10,0%	3.316.942.597	105,1796	21,036

Type	Aquifer	Area (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Recharge rate	Recharge (m <sup>3</sup> /year)	Recharge (m <sup>3</sup> /s)	Exploitable reserves (m <sup>3</sup> /s)*
	Estância group, carbonate unit	853	630	15,0%	79.323.996	2,5153	0,503
Granular	Alluvial deposit	18.283,4	943	23,5%	4.045.838.163	128,2927	25,659
	Wind deposit	8.703	722	15,0%	902.273.461	28,6109	5,722
	Coastal deposit	536	1.004	20,0%	107.231.678	3,4003	0,680
	Alliance formation	1.358	723	3,0%	30.039.981	0,9526	0,191
	Barreiras formation	2.104	1.017	25,0%	519.337.692	16,4681	3,294
	Brejo Santo formation	90	667	5,0%	2.998.051	0,0951	0,019
	Cabeças formation	232	691	3,0%	4.807.729	0,1525	0,030
	Candeias formation	280	682	10,0%	19.573.425	0,6207	0,124
	Candeias Formation/ Indiscriminate Islands Group	1.084	772	10,0%	88.264.923	2,7989	0,560
	Curitiba formation	59	827	1,0%	413.113	0,0131	0,003
	Formação Exu formation	2.796	753	3,0%	54.279.959	1,7212	0,344
	Inajá formation	707	741	10,0%	55.335.405	1,7547	0,351
	Marizal formation	5.704.2	662	10,0%	367.100.493	11,6407	2,328
	Mauriti formation	832	713	5,0%	33.807.892	1,0720	0,214
	Missão Velha formation	8,6	849	5,0%	367.326	0,0116	0,002
	Penedo formation	126	1.030	10,0%	13.060.090	0,4141	0,083
	Pimenteiras formation	198	691	1,0%	1.370.044	0,0434	0,009
	Riachuelo formation	18	1.069	10,0%	1.950.814	0,0619	0,012
	Santa Brígida formation	311	707	1,0%	2.197.019	0,0697	0,014
	São Sebastião formation	355	733	15,0%	44.809.239	1,4209	0,284
	Sergi formation	111	693	1,0%	773.384	0,0245	0,005
	Serraria formation	57	971	10,0%	5.742.482	0,1821	0,036
Tacaratu formation	2.998	755	15,0%	346.861.903	10,9989	2,200	
Brotas group	6	707	1,0%	41.540	0,0013	0,0003	
Coruripe group	268	1.004	10,0%	27.103.415	0,8594	0,172	

Type	Aquifer	Area (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Recharge rate	Recharge (m <sup>3</sup> /year)	Recharge (m <sup>3</sup> /s)	Exploitable reserves (m <sup>3</sup> /s)*
	Igreja Nova Group - Perucaba Indiscriminate	230	971	10,0%	22.112.657	0,7012	0,140
	Areado group	12702	1.313	20,0%	3.469.706.742	110,0237	22,005
	Ilhas group	114	678	10,0%	7.659.669	0,2429	0,049
	Serra Grande group	63,7	691	12,0%	5.281.186	0,1675	0,033
	Urucuia group	101.766	1.137	20,0%	23.362.578.332	740,8225	148,164
Fractured	Undifferentiated Fractured Basement	256.114	873	4,5%	9.919.415.924	314,5426	62,909
	Bambuí group, land unit	160.254	1.130	4,5%	8.998.559.696	285,3425	57,068
	Mata do Corda group	3.693	1.354	4,5%	227.046.137	7,1996	1,440
	Paranoá group, land unit	872	1.410	4,5%	55.021.688	1,7447	0,349
Total		<b>636.218,4</b>			<b>57.644.244.131</b>	<b>1.827,9</b>	<b>365,6</b>

Note: \* 20% of the renewable reserves.

Table 13 presents the results of the groundwater balance by aquifer system for current and prospective scenarios A, B and C for 2025 and 2035.

Table 13 - Groundwater balance by aquifer system

Aquifer	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Marancó Complex, carbonate unit	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Santa Filomena Complex, carbonate unit	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Alluvial Deposit	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Wind Deposit	Excellent	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Coastal Deposit	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Comfortable
Undifferentiated Fractured Basement	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Alliance Formation	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Barra Bonita Formation, carbonate unit	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Barreiras Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Comfortable	Excellent	Excellent	Comfortable
Brejo Santo Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Caatinga Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Head Formation	Excellent	Excellent	Comfortable	Excellent	Excellent	Excellent	Comfortable
Candeias Formation	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Candeias Formation/ Indiscriminate Islands Group	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Curituba Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Exu Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Gandarela Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Inajá Formation	Excellent	Excellent	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Marizal Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Mauriti Formation	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical
Missão Velha Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Olhos D'água Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Penedo Formation	Comfortable	Comfortable	Worrisome	Worrisome	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Pimenteiras Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Riachuelo Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Salitre Formation	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Santa Brígida Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Santana Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
São Sebastião Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Sergi Formation	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Serraria Formation	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Tacaratu Formation	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Areado Group	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Bambuí Group, carbonate unit	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Bambuí Group, land unit	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome	Comfortable	Comfortable	Worrisome



Table 11: Continued

Aquifer	Balance situation						
	Current	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Brotas Group	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Coruripe Group	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Estância Group, carbonate unit	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Igreja Nova Group - Perucaba Indiscriminate	Excellent	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable
Ilhas Group	Excellent	Excellent	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Excellent	Comfortable
Mata do Corda Group	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Comfortable	Worrisome
Paranoá Group, land unit	Comfortable	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical	Very Critical
Serra Grande Group	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent
Urucuaia Group	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent	Excellent

- Ratio below 10%: Excellent;
- Ratio between 10% and 40%: Comfortable, requiring management to solve local supply problems;
- Ratio between 40% and 60%: Concerning, requiring management activity;
- Ratio between 60% and 100%: Critical, requiring intense management activity;
- Ratio above 100%: Very critical.

The situation regarding the demands met by groundwater resources is more positive. Nonetheless, unfavourable situations occur in the Brejo Santo Formation, Curituba Formation, Gandarela Formation, Missão Velha Formation, Santa Brígida Formation, Sergi Formation and Brotas Group aquifer systems, mostly concentrated in the Sub-medium and Lower São Francisco regions. Also, worth mentioning that aquifers of Bambuí Group, mostly located in the Medium region and amounting to an important part of groundwater availability in the basin, show an unfavourable evolution of balance classification from Comfortable to Worrisome in a higher pressure scenario (C). A detailed characterization of the aquifers was presented in the Supplementary Materials 5.

#### 4. Discussion

The proposed approach was suitable to assess the prospective surface and groundwater balances in the São Francisco River Basin, allowing the identification of the most vulnerable user sectors and sub-basins. Because the thresholds used to classify the water balance were defined with stakeholders, they are appropriate for water management issues besides being sensitive to spatial and temporal dynamics. Our research made it possible to analyse the impacts of established water use priorities on the water balance of the basin.

The results evidence that unfavourable surface and groundwater balances tend to occur in downstream Sub-medium and Lower sub-basins, in accordance with those obtained by Ferrarini et al. (2020) with a Computable General Equilibrium model simulating the expansion of irrigation areas in the São Francisco Basin. However, while Ferrarini et al. (2020) evidence that provided the water flow is satisfactory along the São Francisco Basin, i.e. along regions, there will be no water availability problems in the Sub-medium and Low regions, the present paper clarifies the role of current non-uniform distribution of water flow within the regions, as even the priority domestic urban and rural uses evidence problems in supplying demand in current situation and in future scenarios. The present research results support Ferrarini et al. (2020) that irrigation expansion in the Upper and Medium regions should specially account for impacts in water supply of downstream regions.

Research results also elucidate the conflicts between hydroelectric production and farming in the downstream part of the basin stressed in the literature, operating through the water-energy-food nexus, which should intensify in the future. Present research's results concerning the trend and more pressured scenarios for the basin generally concur with results of assessment of Silva et al. (2021) of the hydropower generation in the basin in the period 2021-2050, particularly in the foreseeing of an important decrease of energy production in the Sobradinho reservoir plant due to reduced availability in response to climate change and to increased water demand by consumptive uses.

Contrarily to these authors, the present research also foresees problems with energy generation in the Itaparica reservoir in the less favourable scenarios. The discrepancy can be partially related with calibration problems for this reservoir referred by Silva et al. (2021). The fact that qualitative similar results are achieved with different water balance scenarios provides robustness to inference of probable future problems with hydroelectric energy production in the São Francisco River Basin.

Present research also presents interesting insight on findings of Silva and Moraes (2021) concerning the effect of the PISF water diversion in the future water balance of the basin. These authors find that an optimal allocation of water resources in the dry periods would disregard urban use outside of basin while favouring irrigation use in the São Francisco River Basin, while present research evidences the effect of water management accounting for the use priorities established in water policies. Silva and Moraes (2021) highlight the importance of water pricing in achieving the adequate allocation of water resources.

Future water scarcity for farming driven by water diversion by the PISF is expected to have repercussions beyond the agricultural sectors in economic production and employment, as demonstrated by Carneiro et al. (2017) work with the regional Input-Output matrix of the Sub-medium region.

Some of the water deficit situations identified, especially those referring to priority uses or those connected from the main course of the São Francisco River, can be easily overcome with a change in the resource allocation policy. Hence, an agreement to share available resources to make water availability compatible with demands is of utmost importance (Silva and Moraes, 2021).

The main water use conflict in the São Francisco River basin occurs in the alternative between the use of surface water resources for human supply and farming, and for energy production. The current constraints for energy production allow flexible management of hydroelectric projects, limiting the possibility of expansion for other uses and impacting on ecosystems on the main

channel of the São Francisco River. On the other hand, the imposition of new conditions on energy production may turn the economic profitability of some hydroelectric plants unfeasible (Silva et al., 2021).

One of the criteria for making different interests compatible and promoting the multiple uses of water resources should be a paradigm shift in the basin water management, enforcing the use priorities enshrined in the legislation and meeting the other uses. Instead "what has been observed in this decade are recurring emergency operations that ends up "justifying" the failure to comply with operating licenses, giving priority to the needs of the electricity sector, with prejudice to other uses of water resources" (Ramina, 2015). Once the priorities for water use have been defined, their use is conditioned to grants, limits, restrictions and charges (Ramina, 2014).

The idea of introducing rules in the grants and concession contracts defined between the Union and the electric power generation companies, in order to incorporate the need to assure multiple uses of water in the operating conditions of hydroelectric power plant reservoirs, appears as a necessary step (Silva and Moraes, 2021).

This need is even more important currently, as in the context of increasing scarcity the ecological flows, which are the minimum flows required to support the aquatic ecosystems downstream (Longhi et al., 2011), are often disregarded. In this process, the involvement of the populations through the Basin Committees must be promoted (Galvão and Bermann, 2015), with especial regard towards the inclusion of the important traditional and indigenous communities existing in the São Francisco River Basin, who rely intensively on the water resources for their livelihood (CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, 2015b).

The results show that there is potential to use the São Francisco River Basin groundwater resources to satisfy part of the demands, namely those which are difficultly met with surface sources. There is evidence there is an increase in groundwater use for irrigation in drought events in the basin in the

last few decades (Paredes-Trejo et al., 2021), particularly in the Medium region and related with exploitation of the Urucuia Aquifer System with decreasing contributions for the São Francisco River (Lucas et al., 2020; Gonçalves et al., 2018). While the present research does not foresee unfavourable water balance for Urucuia system, it reveals possible stress in the Bambuí system, also in Sub-medium, in 2035 in an unfavourable scenario of water demands (C).

Hence, it is urgent to reinforce the monitoring effort and carry out specific studies, in order to validate the availability and potential use of each aquifer system and avoid negative interference with the São Francisco River streamflow (Lucas et al., 2020), particularly in the framework of the occurring climate change. With a better knowledge about the exploitable resources in the different aquifer systems, in the future, it will be possible to safely use groundwater to complement surface water in satisfying the demands.

Furthermore, since groundwater is a strategic water resource, restrictions regarding its use are proposed to be applied (Figure 4):

- Areas of potential restriction to use - 11% of the hydrographic basin, these areas include aquifers that may not have sufficient underground availability to satisfy demand projections, together with areas with high density of wells (such as the Verde Grande basin) and highly vulnerable to pollution;
- Areas of probable restriction to use - 14% of the basin are areas where there is evidence of poor groundwater quality for human consumption, as groundwater of Salitre aquifer (Ramos et al., 2007) and the Bambuí aquifer (Atman et al., 2011; Matos and Zoby, 2004; Santos et al., 2010), where literature refer to the occurrence of overexploitation situations. These areas occur mainly in the Sub-medium and Low São Francisco, in the semiarid region;
- Restricted areas - 2% of the basin area does not present drinking quality.

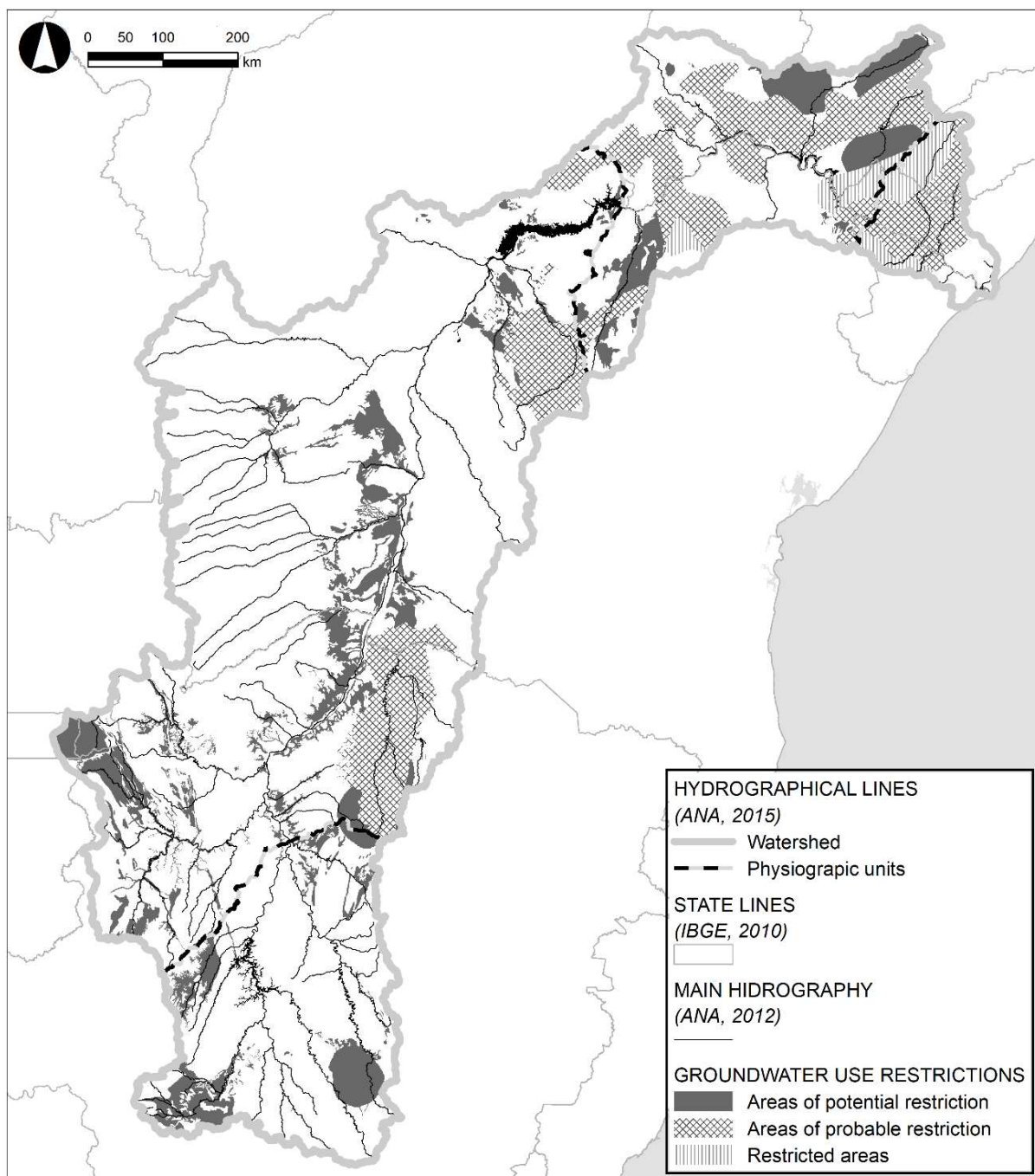


Figure 4 - Areas subject to groundwater use restrictions

One limitation of the study is the separate accounting of surface water and groundwater, in particular the exclusion of surface water - groundwater links, from the water balance mathematical modelling exercise. Although the integration of surface and groundwater would be ideal (Safavi et

al., 2015; Fabre et al., 2015), in the São Francisco River Basin this was not possible, because of the lack of knowledge about aquifers delineation and characterization.

In fact, the groundwater balance results should be considered with caution due to groundwaters of the São Francisco basin being still barely known, namely concerning each aquifer system's delineation and characteristics. In fact, among the 44 aquifer systems of the basin, reliable knowledge is only available for three (Urucuia, Areado and Bambuí) and quantitative and qualitative assessments of aquifer recharge and water availability are quite poor. Also, the groundwater balances are underestimated, because the real abstractions are expected to be much larger than the official user records.

Not addressed in the present work, future studies of São Francisco River Basin's water balance should focus ecological flows, incorporating the water demand for conservation of natural ecosystems in the water accounting (Rosa et al., 2021). In fact, evidence suggests that development in the basin, particularly the regularization of water flows by hydroelectric plants has been, particularly in the lower course of the river, penalizing São Francisco River's environmental functions, further enhancing socio-environmental conflicts (Araújo and Aguiar Netto, 2018).

Also, important to consider in future research for the basin the changes in water availability due to climate change, as Fabre et al. (2015) evidence that basins with predominant irrigation use tend to be more sensitive to hydro-climatic variability. In fact, the study of Coutinho and Cataldi (2021) of the projection of the São Francisco River flow upstream the Três Marias plant, in the most upstream area of the basin, in the period from 2010 to 2100 suggests an increasing trend of occurrence of extreme flow events interspersed with long periods of drought, with flows presenting large variability (from 100 m<sup>3</sup>/s to 4000 m<sup>3</sup>/s) relative to the long-term average assessed for the basin (690 m<sup>3</sup>/s).

The periods of drought foreseen could potentially further increase water scarcity in the basin, particularly in the downstream regions, enhancing the conflicts between the water users if resources are not adequately managed. In fact, the study Silva and Moraes (2021) evidence that in presence of conditions of intense drought period, such as that occurring in 2012-2016, the unregulated water demand can result in lower water allocation for human consumption use than for irrigation use.

## **5. Conclusions**

Water balance was carried out in the São Francisco River Basin for the current situation and for three demand scenarios in the horizons 2025 and 2035, assessing ability to meet demands for different uses considering water management priorities in force by water policy. For the surface water balance, the Acquanet Decision Support System was used; for the groundwater balance, the relationship between the withdrawal flow for consumptive uses and the exploitable flow was calculated.

The results allowed to verify that there are situations in which the available surface water resources will not be sufficient to satisfy the projected demand; the sub-basins with greater risk of scarcity were identified in Sub-medium and Lower regions of the basin (Verde Grande River, Paramirim, Santo Onofre and Carnaíba de Dentro, Verde and Jacaré Rivers, Pontal River, Curaçá River, Curituba River, Alto Ipanema River, Baixo Ipanema and Baixo SF). The impacts of climate change, although associated with great uncertainty, can likely make this scenario worse.

On the demand side, the main conflict over water use in the São Francisco River Basin occurs between domestic urban and rural supply, agricultural use and energy production. It is essential to find ways to make them compatible, for example, through a Waters Pact between the Federated States and the Union.



On the supply side, and since the results obtained in the groundwater balance were more favourable, improvements in the knowledge of groundwater resources are recommended to enable the safe use of this resource in addition to the surface water sources. In the context of the current uncertainty regarding groundwater availability, their uses are probably underestimated. Therefore, restrictions regarding the use of groundwater resources in some areas are proposed.

## **Funding**

This research was funded by the São Francisco River Basin Committee, in the framework of the base studies for the São Francisco River Basin Plan 2016-2025. J.C.W. was funded by National Council for Scientific and Technological Development - CNPq, grant # 310425/2020-4.

## **Author Contributions**

Conceptualization, P.B. and J.C.W.; methodology, P.B., R.P.d.O. and C.F.; validation, P.B. and C.F.; formal analysis, R.P.d.O.; investigation, R.P.d.O. and C.F.; resources, P.B. and R.P.d.O.; data curation, R.P.d.O. and C.F.; writing—original draft preparation, P.B., J.C.W., R.P.d.O., C.F. and A.C.; writing—review and editing, P.B., J.C.W., R.P.d.O. and A.C.; visualization, P.B. and J.C.W.; supervision, P.B. and C.F.; project administration, P.B.; funding acquisition, P.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

## **Acknowledgements**

J.C.W. thanks CNPq for research support.

## **Conflicts of Interest**

The authors declare no conflict of interest.

## **References**

- Araujo, P.C., Avelar, A.D., 2018. A multiscale approach to land use change in Tijuca Forest, Rio de Janeiro. *Cad. Geogr.*(37): 71-79. DOI:10.14195/0871-1623\_37\_6
- Araujo, S., Aguiar Netto, A., 2018. (Un) sustainability in the lower course of São Francisco River in the States Sergipe and Alagoas (Brazil). *Agua y Territorio*, 11, 88-95. DOI: 10.17561/at.11.2956
- Atman, D., Velásquez, L.N.M., Fantinel, L.M., 2011. Controle Estrutural na Circulação e Composição das Águas no Sistema Aquífero Cárstico-Fissural do Grupo Bam Buí, Norte de Minas Gerais. *Revista Águas Subterrâneas*, 25(1): 74-90. DOI:doi.org/10.14295/ras.v25i1.21023
- Bettencourt, P., Fernandes, P.A., Fulgêncio, C., Canas, Â., Wasserman, J.C., 2021a. Water Management in the São Francisco River Basin; sustainably challenges. *Water Policy in submission*.
- Bettencourt, P., Fulgêncio, C., Grade, M., Wasserman, J.C., 2021b. A comparison between the European and the Brazilian models for management and diagnosis of watersheds. *Water Policy*, 23: 58-76. DOI:10.2166/wp.2021.204
- Bhave, A., Conway, D., Dessai, S., Stainforth, D., 2018. Water Resource Planning Under Future Climate and Socioeconomic Uncertainty in the Cauvery River Basin in Karnataka, India. *Water Resources Research*, 54, 708-728. DOI: 10.1002/2017WR020970
- Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005a. *Cadernos de Recursos Hídricos - Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília-DF: MMA/NA, Maio de 2005a.
- Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2005b. *Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013): síntese executiva com apreciação das deliberações do CBHSF aprovadas na III Reunião Plenária de 28 a 31 de julho de 2004*. Brasília: ANA, 142 p., 2005b.

- Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2013. Nota Técnica - Documento base para subsidiar a revisão do Plano Decenal de recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013). In: ANA/SPR (Ed.), 033/2013. ANA, Belo Horizonte.
- Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2017. Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço e Operação - Relatório Síntese, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos - SPR, Brasília, DF.
- Brazilian Water Agency (Agência Nacional de Águas), 2021. Rede Hidrometeorológica Nacional. HIDROWEB v3.2.6. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). SNIRH, Brasília, DF.
- Campos, J., Oliveira, L., Luz, L., Leal, L., Luz, J., Lima, O., 2006. Avaliação da Recarga do Aquífero Urucuia na Região de Jaborandi - Oeste da Bahia. Curitiba: ABAS, XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 8p., 2006.
- Carneiro, A., Araujo Jr., I, Alcoforado, M., 2017. Regional Input-Output Matrix for Sub-Middle Hydrographic Region of the São Francisco River Basin in Brazil. In Proceedings 25<sup>th</sup> IIOA Conference, June.
- CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, 2016. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025: Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.
- CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, 2015a. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025: Diagnóstico Consolidado da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Relatório de diagnóstico, Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, Belo Horizonte, MG.
- CBHSF - Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco, 2015b. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025: Diagnóstico da Dimensão Técnica e

- Institucional - Caracterização da bacia hidrográfica Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, Belo Horizonte, MG.
- Cirilo, J.A., 2008. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estudos Avançados*, 22(63): 61-82. DOI:10.1590/S0103-40142008000200005
- COBRAPE, 2013a. Plano de Bacia do Rio Tibaji. Produto 03: Cenários alternativos, Instituto das Águas do Paraná; Governo do Estado do Paraná, Curitiba, PR.
- COBRAPE, 2013b. Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo - Relatório Final, Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- Coutinho, P., Cataldi, M., 2021. Assesment of Water Availability in the Period of 100 Years at the head of the São Francisco River Basin, based on Climate Change Scenarios. *Revista Engenharia na Agricultura*, 29, p. 107-121. DOI: 10.13083/reveng.v29i1.11641
- CPRM - Brazilian Geological Service, 2021. SIAGAS, Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. CPRM, Rio de Janeiro, RJ, pp. Database.
- Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2018. Análise custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, ANA - Waters National Agency; FGVces, Brasília, DF.
- Fabre, J., Ruelland, D., Dezetter, A., Grouillet, B., 2015. Simulating past changes in the balance between water demand and availability and assessing their main drivers at the river basin scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19: 1263-1285. DOI: 10.5194/hess-19-1263-2015
- Ferrarini, A., Ferreira Filho, J., Cuadra, S., Victoria, D., 2020. Water demand prospects for irrigation in the São Francisco River: Brazilian public policy. *Water policy*, 22, 449-467. DOI: 10.2166/wp.2020.215
- Freitas, M., Lopes, A., Pante, A., Mitre, L., 2004. ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004) - PROJETO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS EM TERRA NA BACIA DO SÃO FRANCISCO - Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos

Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco -PBHSF (2004-2013) - ESTUDO  
TÉCNICO DE APOIO AO PBHSF – Nº 16 - ALOCAÇÃO DE ÁGUA.

DOI:10.13140/RG.2.1.3690.6328

- Galvão, J., Bermann, C., 2015. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. *Estudos Avançados* 29(84): 43-68. DOI:10.1590/S0103-40142015000200004
- Gaspar, M., 2006. Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização Regional e Propostas de Gestão. Tese de Doutorado (PhD Thesis) N.º 76. Universidade de Brasília. Instituto de Geociências. 214 p.
- Gaspar, M., Campos, J., 2007. O Sistema Aquífero Urucuia. *Revista Brasileira de Geociências*, 37 (4 - suplemento), p. 216-226.
- Gaspar, M, Campos, J., Moraes, R., 2012. Determinação das espessuras do Sistema Aquífero Urucuia a partir de estudo geofísico. *Revista Brasileira de Geociências*, 42 (Suppl 1), pp. 154-166
- Gonçalves, R., Engelbrecht, B., Chang, H., 2018. Evolução da contribuição do Sistema Aquífero Urucuia para o Rio São Francisco, Brasil (Evolution of Urucuia Aquifer System contribution to São Francisco river, Brazil). *Revista Águas Subterrâneas*, 32(1), 1-10.
- Governo do Estado de Rondônia, MMA, RHA Engenharia e Consultoria, 2018. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia, Governo do Estado de Rondônia, Curitiba, PR.
- Hashimoto, T., Stedinger, J.R., Loucks, D.P., 1982. Reliability, resiliency, and vulnerability criteria for water resource system performance evaluation. *Wat. Resour. Res.*, 18(1): 14-20.  
DOI:<https://doi.org/10.1029/WR018i001p00014>
- Jarvis, A., Reuter, A., Nelson, E., 2008. Hole-filled seamless SRTM data V4. International Centre for Tropical Agriculture (CIAT). Available at: <<http://srtm.csi.cgiar.org>>. Accessed in: December 2014.
- Koch, H., Liersch, S., de Azevedo, J.R.G., Silva, A.L.C., Hattermann, F.F., 2018. Assessment of observed and simulated low flow indices for a highly managed river basin. *Hydrol. Res.*, 49(6): 1831-1846. DOI:10.2166/nh.2018.168

- Lee, H. et al., 2014. Challenge and response in the Sao Francisco River Basin. *Water Policy*, 16: 153-200. DOI:10.2166/wp.2014.007
- Longhi, E.H., Formiga, K.T.M., Abstract. (2011). (Online). Retrieved from, 2011. Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. *Brazilian Journal of Environmental Sciences*, 20: 33-48.
- Lucas, M., Kublik, N., Rodrigues, D., Meira Neto, A., Almagro, A., Melo, D., Zipper, S., Oliveira, P., 2020. Significant Baseflow Reduction in the Sao Francisco River Basin. *Water*, 13, 2. DOI: 10.3390/w13010002
- Matos, B.A., Zoby, J.L.G., 2004. Projeto de Gerenciamento Integrado das Atividades Desenvolvidas em Terra na Bacia do São Francisco. Subprojeto 4.5C – Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco -PBHSF (2004-2013). Estudo Técnico de Apoio ao PBHSF – Disponibilidade Hídrica Quantitativa e Usos Consuntivos., ANA/GEF/PNUMA/OEA.Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF.
- Mitchell, N. et al., 2018. Reducing High Flows and Sediment Loading through Increased Water Storage in an Agricultural Watershed of the Upper Midwest, USA. *Water*, 10(8): 21. DOI:10.3390/w10081053
- Montanari, A. et al., 2013. “Panta Rhei—Everything Flows”: Change in hydrology and society—The IAHS Scientific Decade 2013–2022. *Hydrological Sciences Journal*, 58(6): 1256-1275. DOI:10.1080/02626667.2013.809088
- Oki, T., Valeo, C., Heal, K. (Eds.), 2006. *Hydrology 2020: An Integrating Science to Meet World Water Challenges*. IAHS Series of Proceedings and Reports, 300. International Association of Hydrological Sciences Press, Wallingford, UK, 190 pp.
- Paredes-Trejo, F., Barbosa, H., Giovannettone, J., Kumar, T., Thakur, M., Buriti, C., Uzcátegui-Briceño, C., 2021. Drought Assessment in the São Francisco River Basin Using Satellite-Based and Ground-Based Indices. *Remote Sensing*, 13, 3921. DOI: 10.3390/rs13193921.

- Peleg, N., Morin, E., Gvirtzman, H., Enzel, Y., 2012. Rainfall, spring discharge and past human occupancy in the Eastern Mediterranean. *Climatic Change*, 112(3-4): 769-789.  
DOI:10.1007/s10584-011-0232-4
- Porto, R.L.L., Mello Junior, A.V., Roberto, A.N., Palos, J.C., 2005. *Acquanet: arquitetura, estratégias e ferramentas*, XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, João Pessoa, PB.
- Postel, S., 1997. *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. Worldwatch environmental alert series. W.W. Norton.
- Ramina, R.H., 2014. Consultoria e assessoria presencial especializada para estudo das vazões reduzidas em caráter emergencial no rio São Francisco a partir da UHE Sobradinho e proposição de alternativas que garantam o uso múltiplo das águas – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – a estratégia robusta, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; AGB - Peixe Vivo.
- Ramina, R.H., 2015. Consultoria e assessoria presencial especializada para estudo das vazões reduzidas em caráter emergencial no rio São Francisco a partir da UHE Sobradinho e proposição de alternativas que garantam o uso múltiplo das águas – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – a estratégia robusta, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; AGB - Peixe Vivo.
- Ramos, S.O., Araújo, H.A.d., Leal, L.R.B., Luz, J.A.G.d., Dutton, A.R., 2007. Variação temporal do nível freático do aquífero cárstico de Irecê - Bahia: contribuição para uso e gestão das águas subterrâneas no semi-árido. *Revista Brasileira de Geociências*, 37(4): 227-233.
- Roman, P., 2017. The São Francisco inter-basin water transfer in Brazil: Tribulations of a megaproject through constraints and controversy. *Water Altern.*, 10(2): 395-419.



- Rosa, L., Morais, M., Saito, C., 2021. Water Security and River Basin Revitalization of the São Francisco River Basin: A Symbiotic Relationship. *Water*, 13, 907. DOI: 10.3390/w13070907
- Safavi, H., Golmohammadi, M., Sandoval-Solis, S., 2015. Expert knowledge based modeling for integrated water resources planning and management in the Zayanderud River Basin. *Journal of Hydrology*, 528, 773-789. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2015.07.014
- Santos, E.F.d., Paixão, M.M.O.M., Silva, S.M.d., 2010. Hydrogeochemical Aspects and Water Classes of the Karst Aquifer in Jaiba, Varzelândia and Verdelandia, São Paulo, Brasil. *Revista Águas Subterrâneas*: 17.
- Silalertruksa, T., Gheewala, S.H., 2018. Land-water-energy nexus of sugarcane production in Thailand. *Journal of Cleaner Production*, 182: 521-528. DOI:10.1016/j.jclepro.2018.02.085
- Silva, G., Moraes, M. de, 2021. Decision Support for the (Inter-) Basin Management of Water Resources Using Integrated Hydro-Economic Modeling. *Hydrology*, 8, 42. DOI: 10.3390/hydrology8010042
- Silva, G., Moraes, M., 2018. Economic water management decisions: trade-offs between conflicting objectives in the sub-middle region of the Sao Francisco watershed. *Reg. Environm. Change*, 18(7): 1957-1967. DOI:10.1007/s10113-018-1319-5
- Silva, M., Silveira, C., Costa, J., Martins, E., Vasconcelos Júnior, F., 2021. Projection of Climate Change and Consumptive Demands Projections Impacts on Hydropower Generation in the São Francisco River Basin, Brazil. *Water*, 13, 332.
- Sivapalan, M., Savenije, H.H.G., Blöschl, G., 2012. Socio-hydrology: A new science of people and water. *Hydrological Processes*, 26(8): 1270-1276. DOI:10.1002/hyp.8426
- Souza, M., Oliveira, S., Paixão, M., Haussmann, M., 2014. Aspectos Hidrodinâmicos e Qualidade das Águas Subterrâneas do Aquífero Bambuí no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 19(1) - Jan/Mar, 119-129

- Srinivasan, V., Lambin, E.F., Gorelick, S.M., Thompson, B.H., Rozelle, S., 2012. The nature and causes of the global water crisis: Syndromes from a meta-analysis of coupled human-water studies. *Wat. Resour. Res.*, 48(10): W10516. DOI:10.1029/2011WR011087
- Stenzel, F., Gerten, D., Werner, C., Jagermeyr, J., 2019. Freshwater requirements of large-scale bioenergy plantations for limiting global warming to 1.5 degrees C. *Environ. Res. Lett.*, 14(8): 13. DOI:10.1088/1748-9326/ab2b4b
- Teixeira, A., Bhaduri, A., Bunn, S., Ayrimoraes, 2021. Operationalizing Water security Concept in Water Investment Planning: Case study of São Francisco River Basin. *Water*, 13, 3658. DOI: 10.3390/w13243658
- Villar, P., Mourão, M. (Coord.), 2012. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Urucuia. Bacia sedimentar Sanfranciscana. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas. Volume 10, IV Série. Belo Horizonte: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 43 p.
- Vogel, R.M., 2011. Hydromorphology. *J. Water Resour. Plan. Manage.-ASCE*, 137(2): 147-149. DOI:doi:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000122
- WMO, 1983. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation 8. World Meteorological Organization, Geneva, 160 pp.
- Yang, Y.C.E., Brown, C., Yu, W., Wescoat, J., Ringler, C., 2014. Water governance and adaptation to climate change in the Indus River Basin. *Journal of Hydrology*, 519: 2527-2537. DOI:10.1016/j.jhydrol.2014.08.055
- Zoby, J., Matos, B., Conejo, J., 2004. Disponibilidade de Águas Subterrâneas na Bacia do Rio São Francisco. São Paulo, Brasil: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**SECTION II – STRATEGIC SUSTAINABILITY  
ASSESSMENT**

**- ANNEXES -**

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**ANNEX I – São Francisco Key Stakeholders SEA  
Interviews**

## CONTENTS

1.	Introduction	284
2.	Interview: Pedro Bettencourt – Alberto Schvartzman (with Julio Cesar Wasserman)	286
3.	Interview: Pedro Bettencourt – Célia Froes	296
4.	Interview: Pedro Bettencourt – Salomar Mafaldo	304
5.	Interview: Pedro Bettencourt – Felipe Barbosa	312
6.	Interview: Pedro Bettencourt – Sérgio Barros	324
7.	Interview: Pedro Bettencourt – Ruy Aguiar Dias	335
8.	Interview: Pedro Bettencourt – Yvonilde Medeiros	353
9.	Interview: Pedro Bettencourt – RBC President Anivaldo Miranda	366
10.	Interview: Pedro Bettencourt – Irani Braga Ramos	382
11.	Interview: Pedro Bettencourt – Athadeu Ferreira da Silva	395
12.	Written Interview: Pedro Bettencourt – Minas Gerais Secretary Marília Melo	399

## 1. Introduction

The present Annex comprises interviews (in portuguese) to key stakeholders actively involved in the SF RBP process. For the purpose of this thesis SEA exercise was selected a group of institutional key stakeholders based on the following criteria, aiming for simplicity, institutional representativeness and diversity of possible viewpoints:

- Representatives of water agencies at Federal and State levels;
- Representatives of the River Basin Committee, and the River Basin Agency
- Representatives of the environmental authorities at Federal and State levels
- Representatives of Academy
- Representatives of development agencies

Each stakeholder was requested to introduce about her/his role in the São Francisco River Basin planning, to point the problems faced by the Basin and to point the envisaged solutions. The stated opinions are considered for the SEA CDF assessment as presented in chapter 3 materials and methods.

Therefore, stakeholders engagement planning include a set of 12 semi structured interviews, to discuss and complete the weighting and the results of the evaluation criteria for the SEA CDF. The following list of people is considered:

- River Basin Management Agency (Peixe Vivo) Director General: Eng. Célia Maria Brandão Fróes;
- River Basin Management Agency Technical Director (2010/2018): Eng. PhD Alberto Simon Schvartzman (Technical Director/Supervisor of the SF RBP 2016-2025);
- São Francisco River Basin Committee President: Dr. Anivaldo de Miranda Pinto;
- Ministry of Environment and Legal Amazonia: MSc Salomar Mafaldo de Amorim Junior (Ecological Economic Macro Zoning Technical Supervisor), MSc Felipe Barbosa (Department of Land Management, Environmental analyst);
- Ministry of Regional Development / Water Security National Secretariate: MSc Irani Braga Ramos (Infrastructure Specialist);

- Minas Gerais State secretary for Environment and Sustainable Development Secretariate: PhD Marília Melo;
- Academic community studying water resources management and sustainability: PhD Yvonilde Dantas Pinto Medeiros from Bahia Federal University (*Universidade Federal da Bahia – Ufba*, Department of Environmental Engineering), PhD Sérgio Barros from *Fluminense Federal University (Universidade Federal Fluminense – UFF*, Department of Geo-Environmental Analysis), PhD Ruy Aguiar Dias from Bahia State University (*Universidade do Estado da Bahia – Uneb*, Department of Human Sciences, former coordinator for social issues of River Basin Management Plan);
- Representative of CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba), the development agency of the São Francisco and Parnaíba river valleys: MSc Athadeu Ferreira da Silva;

## 2. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Alberto Schwartzman (with Julio Cesar Wasserman)

(River Basin Management Agency (Peixe Vivo) Technical Director 2010/2018, Technical Supervisor of the SF RBP 2016-2025)

02/08/2021

**Pedro Bettencourt (PB):** A minha ideia que é tentar fazer o ponto de situação daquilo que são os grandes problemas da Bacia de São Francisco. Eles já foram de certo modo diagnosticados no Plano de Recursos Hídricos de 2016, que já aconteceu há 5 anos, portanto já não é novo.

O território da bacia foi novamente analisado e foi feito um prognóstico no âmbito do Macrozoneamento Ecológico-Económico 2018, portanto, são 2 documentos de referência que estamos a usar.

Mas eu gostava de ouvir opiniões diferentes de um grupo de *stakeholders*, neste caso de atores-chave e o Alberto é uma das pessoas que faz parte desse grupo. Eu gostava de falar consigo um pouco sobre: o que é que o Alberto acha que são os grandes problemas que uma bacia como o São Francisco tem de enfrentar.

**Alberto Schwartzman (AS):** Primeiro, eu é que agradeço o seu convite e a oportunidade de fazer parte da sua pesquisa. Você conhece tanto quanto eu, ou melhor do que eu, os problemas da bacia. Tem os problemas conhecidos, que são os mesmos que há 5 anos atrás e depois também tem os desconhecidos.

Na sua pesquisa você viu que tem muita falta de informação, especialmente na região do médio, submédio e baixo São Francisco. Tem uma riqueza de dados, de qualidade e quantidade de água superficial e subterrânea no alto São Francisco e há medida que se vai dirigindo à foz, a densidade de estações fluviométricas, pluviométricas, de qualidade, e a sua espacialização, não dão uma informação tão precisa sobre o desenvolvimento da bacia.

Tanto é assim que o próprio plano apresentou uma necessidade de adensamento desses pontos de coleta de informações. Esses se revelam os problemas não conhecidos, aquilo que não sabemos. Alguns problemas conhecidos são a utilização excessiva de água (principalmente para a irrigação) e a não obediência aos termos da Outorga.



Também a Outorga não está totalmente difundida relativamente ao uso de água ao longo da calha do São Francisco e dos seus afluentes, pois a água que aflui ao São Francisco é o somatório dos afluentes.

Nos Estados (mais uma vez nas regiões do médio, submédio e baixo São Francisco), as outorgas não são assim tão bem gerenciadas pelos órgãos estaduais. Esses são os problemas conhecidos. E mais recentemente Pedro, preocupa-me (especificamente nesse atual governo) a gestão da própria ANA - Agência Nacional de Águas.

A ANA que estava dentro do Ministério do Meio Ambiente, onde havia uma preocupação forte na qualidade de água e no uso múltiplo das águas, agora se localizando dentro do Ministério de Desenvolvimento. Essa preocupação no uso múltiplo de águas, ou mesmo na qualidade de águas e meio ambiente foi um pouco renegada.

Veio uma prática mais desenvolvimentista, do que uma prática de conservação dos recursos naturais. Esse deslocamento do Ministério do Ambiente para o Ministério de Desenvolvimento Regional resultou numa perda de qualidade naquilo que nós estávamos estudando, na requalificação da bacia como um todo. E ainda mais recente, na criação por decreto de um gabinete extraordinário para a gestão das águas em função da crise energética que já se prevê que vai acontecer, tirando muito da autonomia da ANA, da ONS – Operadora Nacional do Sistema Elétrico e dos próprios estados.

Agora tem um grupo supra interministerial, acima das agências, acima do IBAMA, acima da ANA, que vai definir sobre a quantidade de água nos reservatórios. Isso pode significar que todo o esforço que foi feito para acumular água em Sobradinho (para poder normalizar as vazões a jusante até à foz) pode ser comprometido. E também em Três Marias não tem reservatório a montante, então o reservatório de Três Marias pode ser esvaziado para gerar mais energia se necessário. Basta uma simples autorização desse gabinete especial. Bom, em grandes partes é isso.

**PB:** Este gabinete é o quê? É uma iniciativa presidencial? Quem é que forma o gabinete?

**AS:** É só o governo federal. É o Ministério das Minas e Energia, que é quem coordena, Ministério de Desenvolvimento Regional, Ministério de Agricultura e acho que a própria ONS. Teria que pegar o decreto para ver melhor. Mas não está o Comité de bacia, não está o Conselho Nacional de recursos hídricos, não está a ANA e assim por diante. Pode ser uma coisa temporária, mas é preocupante.

**Julio Cesar Wasserman (JCW):** Pedro, deixa só fazer uma pergunta relacionada a isso que ele falou. Você viu a intenção especificamente?

**AS:** Aparentemente, é assim. Olhando do lado do bem até é mais eficaz, ao centralizar o poder. Nessa hora não dá muito tempo de fazer democracia. Numa situação de crise, vamos supor que vai ter um problema de falta de água, de energia aliás, e Três Marias está reservando água. E aí, se for consultar os Comités, os Estados e a todos os participantes interessados, bom, aí a crise acontece.

Isso foi feito na época do Fernando Henrique Cardoso, em 2001 se não me engano, e foi liderado pela Casa Civil e Pedro Parente foi nomeado uma espécie de gerente com plenos poderes para administrar essa crise. Foi mais centralizador ainda. E nesse caso então, pode até ser uma boa medida, apesar de ser assim uma coisa exógena, não é?

Mas no caso em que ocorra realmente uma crise, é preferível que seja centralizada em alguém que seja capaz de tomar decisões imediatas. Ele está acima de todas as entidades: ONS, directores, corporações e assim por diante. Vamos pensar assim positivamente.

**PB:** Alberto, uma das questões com que toda a gente se preocupa é a questão das alterações climáticas. Em 2016 estavam a ser feitos novos estudos. Que resultados é que há? O que é que há de novo relativamente a riscos de alterações climáticas no São Francisco?

**AS:** Pedro, pelo que eu tenho conhecimento não evoluiu muito nos últimos 5 anos. Está-se esperando agora que vá ter uma nova revisão daquele painel de alterações climáticas. Estão ocorrendo, cada vez mais, essas chuvas intensas e secas. E a gente só consegue analisar o facto acontecido. Não conseguimos prever qual será a alteração nas vazões. A não ser por exemplo a região norte de Minas.

Daqui a pouco, o estado de Minas Gerais vai virar região nordeste se formos usar termos climáticos. Já não somos mais região sudeste. Sudeste já se está restringindo a Espírito Santo, Rio de Janeiro e encostando em São Paulo. Agora eu não tenho nenhum conhecimento de estudos assim que comprovem exatamente. Ainda está naquele campo das forças, de um lado afirmando categoricamente os sinais de alteração, e outros dizendo de vai depender de outros fenômenos. A não ser que você tenha conhecimento de estudos. A universidade de Ceará estava estudando isso. Não sei se concluiu, se evoluiu.

**PB:** Uma das coisas que eu gostaria de saber é como que casou o Macrozoneamento Ecológico-Econômico com o Plano de Bacia e a atuação do comitê (o plano de ação). Houve algum feedback positivo? Houve alguma interação que tivesse funcionado?

**AS:** Bom para ser sincero, acho que não Pedro. Os estudos estão prontos. Tem toda uma lógica que foi feita pela Nemus, a empresa que você lidera. Tanto o estudo do plano, quanto o estudo do Macrozoneamento Ecológico. Mas em termos de absorção, o comitê não assumiu muito esse zoneamento.

Agora o plano de bacia sim, se você vir as ações do plano da bacia, as ações da agência Peixe Vivo, a utilização do dinheiro da cobrança. Segue fielmente aquilo que está proposto no plano. Inclusive a própria ANA (a auditoria da ANA), faz 3 perguntas: Você vai aplicar o dinheiro? Isso está previsto na bacia? Isso está previsto no plano de ação da bacia?

Então, uma ação é considerada legível se estiver coerente com aqueles 6 eixos que foram denominados, se estiver coerente com os planos plurianuais e com os planos aprovados pelo comitê de bacia (os planos de aplicação financeira). O plano está sendo muito bem aproveitado, talvez não na velocidade que gostaríamos.

Outro ponto muito importante é o saneamento, a entrada do saneamento. Muito tempo se falava que a Agência Nacional da água seria gestora. E esse saneamento estava no âmbito do Ministério das Cidades. E nós não tínhamos muito acesso porque não havia um Ministério do Meio Ambiente, e o Ministério das Cidades era muito ligado a obras de saneamento. O ministério do Meio Ambiente e a própria ANA acolhem muito mais a gestão das águas.

E a ANA, na área de recursos hídricos, tinha medo da entrada no saneamento, e que a instituição e a gestão das águas se tornasse uma pequena parte do grande escopo do saneamento, que é onde tem muito dinheiro para aplicação. Tanto é, que do plano do São Francisco, 20 bilhões de reais são para aplicação no saneamento. Agora a ANA tornou-se reguladora das ações de saneamento, o que ao meu entender, é uma coisa interessante.

Tanto é que umas das principais ações do comitê da bacia é a elaboração de planos municipais de saneamento, para incentivar as prefeituras e financiar a fundo perdido esses planos de saneamento. E agora está financiando também projetos de esgotamento sanitário. Isto corroborando aquilo que foi levantado no plano da bacia. Uns dos principais problemas eram a qualidade das águas e a qualidade de vida das comunidades em função da falta de saneamento. Mas nós estamos caminhando bem, a minha visão é otimista.

**PB:** Aquele plano de revitalização que se tinha falado muito. Lembra-se do Irani, por exemplo?

**AS:** Pedro, continua naquela mesma batida. De tempos em tempos, quando o tribunal de contas cutuca o governo, surge um novo estudo, e aí aparecem ações que foram feitas, por exemplo a Companhia de Desenvolvimento dos Vales de São Francisco e do Parnaíba e outras mais. Vão sempre fazendo alguma coisa.

Tudo o que se faz na bacia do São Francisco pode ser cultural. Uma obra qualquer, uma ponte. Por exemplo, a CODEVASF faz umas obras pontuais de saneamento, perfura poços, faz pontilhões e passagens. Tudo isso é obra de recuperação e de revitalização no São Francisco. Nos computam dinheiro aplicado. Mas verdadeiramente não tem um eixo, não tem um sentido.

Nós queríamos fazer o plano de revitalização no nosso plano da bacia. Mas eles refizeram os estudos, contrataram uma empresa e falaram em recuperação de nascentes. Mas não tem uma sequência, não tem uma linha.

**JCW:** Deixa-me perguntar uma coisa, Pedro. O processo de privatização, como está aí nessa região? O processo de privatização aí do saneamento, de uma forma geral.

**AS:** É o seguinte, eu acho positivo. Não tenho esse preconceito quanto à iniciativa privada. O próprio governo tentou com o plano nacional de saneamento, e investiu durante anos. Fez as companhias estaduais, que ainda tem algumas muito boas, aqui em Minas Gérias, em São Paulo...

Mas no Brasil como um todo, deixa muito a desejar. Principalmente na operação, nas perdas, na pouca eficiência e eficácia dos tratamentos, e assim por diante. Então, a iniciativa privada é bem-vinda por conta da necessidade de investimentos, e parece que aos poucos isso está começando, por exemplo em Maceió, no Espírito Santo e no Rio de Janeiro.

No estado do Rio de Janeiro, alguns sectores estão privatizando mais a área de distribuição de água. Ainda estão na fase de distribuição de águas. Ainda não vi nenhuma licitação de tratamento sanitário. Estão querendo universalizar a distribuição de água. Por exemplo em Maceió, a capital tem uma relativa suficiência, mas nos municípios, na grande região do Maceió, a água está em falta.

Quem produz a água é a canal, ela é que capta a água e tem as outorgas. Até para as privadas não se comprometerem com outorgas. Quer dizer, os estados ou os municípios que têm o domínio e fazem essa parceria é que garantem o fornecimento da água (o seguro da água), por 20/30 anos. E as companhias vão tratar da preservação, distribuição, tratamento, cobrança e eficiência dos recursos..

Eu acho que estamos num caminho bom. Agora, o tempo que isso vai demorar temos que ver, mas não tenho críticas a princípio.

**PB:** A pergunta que lhe fazia era a seguinte. Daquilo que o Alberto disse, fica a sensação de que nestes planos de revitalização e nos planos que procuram contrariar a degradação do São Francisco, aquilo que se está a fazer é positivo, mas que é muito insuficiente, que é muito pouco, que não tem escala perante o problema. O que é que o Alberto acha disso?

**AS:** Exatamente isso, eu concordo. Todo o plano que nós fizemos, todas as ações que o comité está fazendo com os recursos da cobrança (que não são poucos). Depois do plano, alteramos a metodologia de cobrança e aumentámos a arrecadação para em torno de 40/45 milhões de reais por ano. É um dinheiro totalmente aplicado em ações na bacia.

Se você for ver em 10 anos, são 400 milhões. Dá para fazer muita coisa. Como eu estou a dizer, nós estamos fazendo lá “acupuntura ambiental”. Vi esse termo em algum lugar e achei interessante. Uma ação aqui, outra ali, em pontinhos. Mas não fazemos o tratamento, a recuperação, a requalificação da bacia como um todo.

Isso precisava fortemente de uma ação política do governo federal. Não só do governo, mas dos estados e dos municípios que compõem a bacia. É muito mais uma ação política do que realmente dinheiro. Porque dinheiro se alavanca. Esse dinheiro pode surgir dos próprios orçamentos dos Estados, dos municípios, da própria União. Não precisa de dinheiro novo. E dinheiro privado com essas aberturas aí do saneamento, que é onde se gasta mais dinheiro. Mas então realmente, com as ações até hoje a continuar nesse ritmo, vai demorar muito.

**PB:** Se nós agora nos quisermos focar nas soluções, como é que mudamos esta situação? Como é que o Alberto apontaria as principais 3 ou 4 linhas de ação como soluções?

**AS:** Bom, primeiro não sei se vocês vão concordar. É uma ação política. Política no sentido mais amplo, tem que haver vontade política. Por que é que os municípios não têm tratamento de esgoto? Ou não têm abastecimento de água? Porque a população muitas vezes não está engajada, não pedem.

Os vereadores e os deputados preferem fazer uma quadra de esporte, preferem fazer uma obra política do que fazer uma ligação, uma extensão de esgoto e assim por diante. E de onde vem essa cultura? Da cultura do nosso país. De fazer obras, de inaugurar obras. Como é que você inaugura uma rede de abastecimento de água?

Por falar nisso Pedro, uma obra que está chamando a atenção (respondendo de uma forma transversa) é a transposição do São Francisco (o pise). Esse Ministro da Integração está fortemente interessado em concluir aquelas obras, principalmente pelo Nordeste e regando o norte. Com pequenos valores, com 100 milhões aqui e, 50 milhões ali, estão completando aquelas ligações do eixo norte.

Como o governo tem que apresentar resultados e não se tem tempo nem dinheiro para fazer grandes obras, uma grande obra é a transposição do São Francisco. Começou lá no governo, Lula, passou pelo governo de Temer e de Dilma, e agora a obra, 95% pronta, está começando a produzir resultados, mitigando efeitos de seca e assim por adiante.

Tem de haver engajamento político. Nós conseguimos nessa fase, nos últimos 10/20 anos, um engajamento das organizações civis, da população como um todo. Os próprios órgãos gestores estaduais também foram chamados na organização desses planos, agora o governo federal ainda não aderiu. E isso está explicitado na própria revitalização da bacia, que ainda não tomou forma.

Então o que resta é consolidar essa transposição do São Francisco, já que ela está a 95% ou mais. E a partir daí aproveitar o grande potencial que tem com a distribuição de água para os locais certos, ultrapassando toda aquela discussão de a obra ter sido cara ou não e se devia ter acontecido ou não. O facto é que agora existe todo um investimento de 10 bilhões reais ou mais.

**PB:** Nós estivemos a fazer uma pesquisa na mídia para atualizar as notícias sobre o São Francisco. Realmente fala-se muito na transposição, mas basicamente fala-se em 3 pontos: houve alguns acidentes de trabalho (que numa obra dessa dimensão será normal); que as vazões são insuficientes, sobretudo para a irrigação que se queria fazer (portanto a transposição não chega para ter um grande efeito na agricultura) e que houve algumas miscigenações de peixes, portanto peixes que passam de um lado para o outro e que são de espécies diferentes.

Ou seja, a conclusão que eu tiro, é que no ponto de vista do São Francisco, do equilíbrio do rio, dos problemas de quantidade e de qualidade da água, não há grandes referências. Ninguém fala de impactes negativos. O Alberto está de acordo com isto?

**AS:** Bom, eu acho que é um tema para você estudar. Eu sempre sou otimista, Pedro. Eu acho que apesar do começo da transposição não ter sido uma coisa bem ensaiada, eu acredito que ela vai levar água e que as obras complementares vão sair.

Uma das críticas é o seguinte: a transposição tem um eixo principal, os canais leste e norte. Nós já sabemos que terá ainda um eixo oeste e um eixo sul. E obras complementares estão sendo feitas nos Estados, porque é necessário distribuir essa água pelos diversos rios intermitentes, reservatórios a serem construídos e, diversos canais (canal do Sertão, canal do Xingó, canal do Agreste) que estão sendo falados mas não estão prontos. Então no seu estudo, você poderá dizer se isso será um impacte positivo, se realmente isso acontecer.

Lembra que nós fizemos projeções para 2025 e 2035? E já previmos que todos esses projetos iam acontecer, de uma maneira ou outra e, iam levar à vazão do São Francisco (às retiradas) a um nível insustentável. É mantida essa previsão? E isso será bom? Deixar a água chegar no mar, ou é aproveitar como no Tennessee e no Colorado... é para deixar esgotar toda a água ou para deixar correr e cuidar do Meio Ambiente?! Esses são os dilemas, os sofismas.

**PB:** Obrigado. Eu estava a falar sobretudo da mídia. Eu não encontro notícias sobre impactes! Não quer dizer que não haja problemas, mas aparentemente esses problemas não são suficientemente importantes para chegarem à mídia.

**AS:** Como você falou, a notícia vende quando aparece algo do género “estourou aquela barragem” e aí mostram a água vazando, que na verdade não foi nada. Ou até “ se estragou uma bomba de recalque” isso é que é notícia. Agora se quiser ver notícias boas, você entra no site do Ministério do Desenvolvimento Regional ou da CODEVASF.

Eles falam do sucesso do projeto e tem filmes etc. Agora a população do Brasil, no geral, realmente não tem nada a que lhe diz respeito, a não ser a população da bacia do São Francisco. Uma população de 200 milhões, por volta de 10% é impactada. Ora a população do Brasil é de aproximadamente 200 milhões e a da bacia do São Francisco é de 20 milhões.

Mas com a bacia do São Francisco expandida a nordeste, este número pode chegar a 40 milhões de habitantes. Mais uma vez, você é que vai saber se os impactes são positivos ou negativos, se tem repercussão, se são a médio prazo ou se não existirão impactes. Eu acredito que certamente irão existir impactes. Mas notícias na imprensa realmente não tem.

**PB:** A última pergunta é relativa ao “Pacto das Águas”. Quando estávamos a fazer o plano de bacia falávamos muito sobre isso, era esse o grande objetivo. Chegou a ser fazer-se alguma coisa? Ainda se está a fazer?



**AS:** Sim, foi feito. Está a ser feito. Bom, eu saí da Peixe Vivo [agência de Bacia], mas antes de eu sair, o Anivaldo (presidente do comité de bacia que até hoje continua) levou como principal objetivo a construção desse “Pacto das Águas, que na verdade eram 3 pactos: o pacto da legalidade, o pacto da revitalização e o pacto da construção da bacia (acordo sobre a entrega das vazões).

O pacto da legalidade consiste em trazer a própria política e os instrumentos da lei 9433 (a outorga de cobrança) para toda a bacia. Porque os instrumentos, como o enquadramento das águas, ainda não estão implementados em todos os Estados da bacia.

O pacto da revitalização (que nós já falamos) enuncia que o governo federal, de tempo em tempos, quando lança algum projeto apresenta de seguida um somatório de ações, como se fosse uma ação concreta.

E o terceiro, sobre as vazões de entrega, é o seguinte: Minas Gerais tem que dizer, o que vai entregar ao São Francisco? A foz do rio das Velhas, o rio Paracatu, os seus rios afluentes, qual é a vazão que o Estado vai entregar e qual a qualidade da água dos mesmos. E assim por diante. Desta forma, todos os estados se comprometerem a uma vazão específica e a uma determinada qualidade da mesma.

O Anivaldo contratou um consultor, Leonardo Mitre, que foi gerente da ANA durante muitos anos e depois de sair da ANA foi para a iniciativa privada. Estão no site do São Francisco os estudos desse consultor.

E se for no site do São Francisco, vê que o Anivaldo fala sobre o “Pacto das Águas. Esse pacto tem etapas e teve ações, seminários e encontros. Estão havendo mais acordos com os estados e com os municípios, mas não tão rápido como nós queríamos, eles tinham feito um cronograma. A ideia foi levada a sério, está sendo feita e você pode ver no site do São Francisco.

**PB:** Alberto, eu agradeço muito. Eu acho que esta parte da entrevista para mim está muito boa. Agradeço, foi muito interessante e esclarecedor.

### 3. Interview: Pedro Bettencourt – Célia Froes

(River Basin Management Agency (Peixe Vivo) Current Director General, Eng.)

02/08/2021

**PB:** Na primeira pergunta, eu pedia à Engenheira Célia Froes para dizer qual é, neste momento, a sua posição e o que está a fazer para ficarmos com a sua identificação.

**Célia Froes (CF):** Bom, o meu nome é Célia Froes. Estou como diretora geral na Agência de Bacia – Peixe Vivo, que exerce as funções da agência para atender ao Comité de Bacia do São Francisco, entre outros, como o comité do rio da Velhas, o comité do rio Verde Grande e o comité do rio Pará, que são importantes afluentes do rio São Francisco. Então, o estudo de todos é uma forma de ter uma interface entre as ações que são desenvolvidas.

O papel principal da agência Peixe Vivo é de gerenciar os recursos arrecadados com a cobrança que hoje é feita na calha do rio São Francisco e desenvolver ações para implementar o plano da bacia. De forma a buscar, a melhoria ambiental da bacia a partir dos levantamentos que foram feitos no plano da bacia, elaborado, atualizado e finalizado em 2016.

Bom, o próprio plano apontou que um dos maiores problemas da bacia é o do saneamento. O maior problema é a qualidade da água, são 511 municípios, que na sua grande maioria são pequenos e muito carentes de recurso e conhecimento. E a maior parte vive do fundo de participação, de recursos repassados pela União.

O saneamento não é a prioridade, tanto que o plano da bacia apontou que 88% dos recursos para investimento levantado no estudo do plano seria para ações de saneamento, tanto para tratamento de água, como para esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

Se a gente consegue fazer um pouco que seja na área de saneamento, nós vamos conseguir melhorar a qualidade da água na bacia, e conseqüentemente melhorar a oferta hídrica. A prioridade é saneamento, que não é uma ação exclusiva do comité. O saneamento depende de políticas públicas, dos municípios, dos estados que compõem a bacia e da própria união.

Então, o comité pode trabalhar como um alavancador para isso, pode ser prepositivo e apoiar ações que possam contribuir para que as ações de saneamento sejam implementadas e executadas na bacia.

O recurso da arrecadação da cobrança é muito pequeno em comparação ao volume de problemas que existem na bacia, então no ponto de vista da agência, o maior problema é o saneamento.

Outra ação importante, com menor gravidade, são ações de melhoria da conservação da bacia, como por exemplo reduzir o escoamento de sedimentos, que é um problema muito sério na bacia também. Esse é um problema mais pulverizado.

Também será necessário fazer melhorias de recuperação vegetal, plantio, terraceamento, etc. São ações que hoje o comitê tem feito por meio da agência, mas que é tudo muito pulverizado porque a degradação nessa área também é muito grande.

Se definirmos em termos de prioridade, a maior seria o saneamento, e a segunda seria a degradação do solo e o muito desmatamento, ou seja, o muito mau uso do solo. Poderíamos apontar esses 2 grandes problemas, Pedro. E o comitê tem agido muito nesse sentido.

De 2016 (quando o plano ficou pronto) até agora (2021), acho que houve uma evolução muito grande do Comitê na linha de atuação. Por exemplo, foram mais de 200 planos de saneamento feitos com recurso da cobrança de forma a incentivar os municípios a atuar mais na área de saneamento. Esse foi um passo muito importante porque os municípios não têm condições de contratar alguém, ou eles mesmo elaborarem um plano de saneamento básico.

Outro passo grande que o comitê está fazendo, é agora na elaboração de projetos básicos executivos para escoamento sanitário. Então, num primeiro momento, o Comitê optou em priorizar os municípios que estão nas margens do rio e que fazem lançamento diretamente na sua calha.

Então de início foram selecionados 4 municípios, 1 em cada região fisiográfica, por meio de um chamamento público, com critérios técnicos para hierarquizar. Para esses 4 municípios serão elaborados projetos básicos executivos para o esgotamento sanitário, ainda esse ano.

E a segunda fase vai ser executar esses projetos, ou seja, é um primeiro passo importante que o Comitê está fazendo para atuar mais fortemente na área de saneamento da bacia. Até então, o perfil do Comitê era mais em ações pulverizadas nessa linha da melhoria da conservação e uso e ocupação do solo.

**PB:** Obrigado; e em relação a outros problemas que me lembro que tinham sido postos? Por exemplo, problemas de quantidade de água. Houve a afetação da seca. Neste momento não sei muito bem como é são sentidos os efeitos das alterações climáticas, e se registaram alguma coisa. Do ponto de vista até inverso: inundações. Isso não é preocupante?

**CF:** Também é. Nós passámos por uma crise hídrica (seca prolongada) muito grave em 2015, uma das piores da história. Até foi por uma provocação do próprio Comité. Os encontros com todos os atores envolvidos na gestão no início, eram quinzenais, depois passaram a ser mensais. A gestão era, principalmente, dos reservatórios da bacia. Foram representados a ONS, a ENEL, a ANA, a Secretaria de Planeamento, as concessionárias de energia etc.

Houve toda uma discussão e foi possível normatizar as ações que teriam de ser liberadas pelas concessionárias de energia, seguindo as orientações desse grupo. Por meio de resoluções editadas pela Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico. Foi um grande avanço!

Mas agora estamos com outra crise hídrica. Em 2015, o reservatório de Sobradinho chegou a menos de 10%, chegou no volume morto. Hoje está com capacidade razoável (40%), mas a crise está batendo na porta. Essa também é uma grande preocupação da gestão do Comité.

O plano também apontou a importância dessa gestão compartilhada para a garantia dos usos múltiplos da bacia, e não só a geração de energia elétrica. Nós estamos num momento político complexo no Brasil e foi editada uma medida provisória que deixou a própria Agência Nacional de Águas e Saneamento sem muito poder de decisão.

Mas voltaram a ter as reuniões para mapear e acompanhar, mas acredito que o Comité não vai ter muita governança no processo, porque as condições políticas do país não estão permitindo.

É uma grande preocupação, tanto a questão das estiagens prolongadas, como também dos períodos de inundação. Como houve um período de estiagem muito prolongado (até 2015), a população começou a invadir os locais onde existe água (as margens do rio). E aí quando começaram a ter algumas cheias (no verão do ano passado), foi um grande problema. Houve muito danos nessas populações.

É muito difícil fazer essa gestão e controlar a população. É muito inconstante.

**PB:** Estava a pensar noutra questão que o plano também tinha apontado como muito importante, que era o chamado “Pacto das Águas”. Que na realidade, eram vários pactos, e que estão muito relacionados com a governança da bacia. O que é que há de novo? Que aspetos positivos e negativos é que a Célia pode referir?

**CF:** Aí houve um avanço grande, Pedro. Foram elaborados estudos, inclusive, quem elaborou uma proposta de um Pacto das Águas, que seria um pacto institucional para a governança da bacia, foi o consultor Leonardo Mitre.

Foi feito um estudo que seria um marco zero, vou chamar assim. E ele não foi muito bem recebido por alguns Estados. Não é um marco, não é um pacto, porque não vai definir quando é que cada um pode usar ou tem que entregar. É uma discussão conceitual ainda. Terá que amadurecer para se fazer uma boa governança.

Já foi dado o primeiro passo. Essa proposta foi aprovada em plenária pelo Comité em dezembro do ano passado. E agora (esse ano), foi um ano de processo eleitoral e acredito que quem vai entrar vai dar continuidade para envolver os Estados e consolidar essa proposta conceitual. Eu acredito que o Anivaldo como presidente te vai falar com mais detalhes sobre esse pacto.

**PB:** Mas isso quer dizer, de certo modo, que continuam a haver muitos problemas na governança da Bacia. Na articulação entre os vários Estados, na ligação entre o Federal e o Estado, e o Estado e o Município. A Célia acha que isso é verdadeiro e é um grande problema?

**CF:** É verdadeiro. O problema vai continuar existindo. É muito confuso. O município não faz gestão, não tem competência para a gestão, mas é dono do território e tudo é resolvido pelo município.

Eu vou-te falar o meu ponto de vista, Pedro. Os próprios Estados e os próprios membros do Comité não enxergam a bacia de forma sistémica, é tudo muito compartimentado. Cada um defende os seus próprios interesses. Para mim, essa visão sistemática da bacia é o primeiro conceito que tem de ficar consolidado.

Minas quer ter mais água, a Bahia também quer mais e aí o Baixo se sente a vítima, porque toda a Região Metropolitana do Alto é a que polui mais, a que manda o esgoto para lá. A região da Bahia também manda muito sedimento. Ao mesmo tempo, acham que a Bahia e o estado de Minas têm mais direito à água porque eles são os maiores produtores de água, têm uma vazão maior. Essa visão sistêmica não existe. Eu não vi avanço nisso.

**PB:** Eu tenho trabalhado noutros países, em África sobretudo, mas estou a trabalhar também na Europa, na bacia do Danúbio. Mas a pergunta que eu queria fazer tem a ver com a questão do Comité de bacia. A sensação que eu tenho, da experiência que eu tenho de outros países, é que este Comité de bacia do São Francisco funciona bem e não há muitos comités assim. Há aqui uma força positiva dentro da bacia que, de certo modo, ajuda na governança.

Eu não sei se a Célia gostava de falar sobre isso, porque nós não queremos falar só sobre o mal, também queremos falar sobre o que está bom.

**CF:** Eu concordo com você. E desde a criação do Comité (em 2001), e com o início da cobrança, o Comité passou a ter mais autonomia para a sua atuação. Desde 2010, quando começou a arrecadação da cobrança, a evolução do papel do Comité foi muito grande. O Comité de Bacia passou a ter um protagonismo na gestão nacional, de visibilidade nacional inclusive. E isso é muito importante, realmente é de destaque.

Tem um diferencial, primeiro pela extensão da bacia. Fazer uma gestão de uma bacia tão extensa e tão complexa. Temos vários biomas, muitos problemas e uma população muito diversificada. Também existem muitas universidades envolvidas, pelo que foi criado um fórum de universidades no âmbito do comité.

Já foram feitos 3 eventos de altíssimo nível. O grande mérito de todo esse processo é do atual presidente Anivaldo, que deve sair agora em setembro. Tem que ter alguém que tenha essa facilidade de diálogo e que vai abrindo portas. Porque o papel institucional político do Comité é muito forte, e tem que saber fazer uso disso. Então concordo plenamente com você. É um lado muito positivo.

**PB:** Eu penso que uma das coisas importantes que o Comité fez foi contribuir para uma identidade da bacia, porque como a Célia dizia, as pessoas quando estão numa grande bacia muitas vezes não têm a consciência do que é uma grande bacia. Não têm a pertença a uma bacia. Nós temos a pertença a um país, a um estado, a uma cidade, mas raramente a uma bacia hidrográfica, que é uma coisa um pouco abstrata. E o Comité, ao criar toda uma lógica, uma propaganda...

**CF:** Uma campanha! O Comité criou uma campanha “Vire Carranca” para defender o velho Chico. A carranca já é um símbolo muito tradicional e emblemático da bacia. Essa campanha ficou muito forte, tanto que todo o mundo hoje se sente uma carranca, e isso foi de 2013/2014 para cá. Foi vinculada essa imagem. É o sentimento de pertença da bacia, como falou.

**PB:** Uma outra questão que lhe queria perguntar. Quando terminámos o plano, falou-se muito da revitalização de São Francisco e do plano de revitalização, de um grande plano. Lembra-se que, quando houve a aprovação, o ministro Hélder Barbalho disse que o Presidente da República ia apoiar um plano de muitos bilhões para reconstruir matas ciliares... enfim, a bacia. O que é que é feito disso?

**CF:** Nada, Pedro, não avançou! O ministro disse que ia usar como base para o programa de revitalização o programa do novo Chico. Não há financiamento. Eles criaram vários orçamentos fictícios que não saíram do papel. Nada foi implementado. Criou-se comissões importantes para discutir ações e prioridades para o programa de revitalização, do qual o próprio Comité fazia parte, mas nada foi para a frente.

**PB:** Mas isso ainda está vivo? Não evoluiu, mas vai evoluir, ou já fechou?

**CF:** Está muito enfraquecido. O programa existe no papel e hoje está guardado no MDR. Dentro do MDR, existe uma diretoria de revitalização de bacias. Talvez possa entrevistar alguém de lá. Mas não tem financiamento, só orçamento.

**PB:** A última pergunta é sobre a questão da transposição (PISF). Falámos muito da transposição e que era um perigo e um grande problema, mas eu fiz uma análise da mídia e apenas encontrei pequenos problemas associados à transposição.

Fala-se em 3 pontos: houve alguns acidentes de trabalho; que houve algumas miscigenações de peixes, portanto peixes que passam de um lado para o outro e que são de espécies diferentes e provavelmente ocorrerá hibridação e por último, que os Estados do Nordeste ficaram, de certo modo, decepcionados com a transposição.

Porque acham que a transposição não traz água suficiente para a agricultura ou para o potencial agrícola do Nordeste, portanto a transposição não corresponde às expectativas. Do ponto de vista do São Francisco, não vi ninguém a queixar-se, nem de grandes problemas da gestão da bacia. Concorda com estes dados? O que há de novo?

**CF:** Então, não tem como, a obra está feita. Não adianta gritar. Quando se foi aprovar a outorga e o licenciamento, ouvi muito grito. Mas a obra está feita. O eixo que vai para a Paraíba já está funcionando e se ele parasse de bombear, o segundo maior município da Paraíba ia ficar sem água.

Como você está a falar, problemas com a execução de obras tiveram várias. Houve pequenos furtos também. Mas o Comité já tem um discurso que já está bem amadurecido “Não vamos deixar os nossos irmãos morrerem de sede”. A bacia aumentou e o número de usuários também. Mas o grande problema é o custo de manutenção. Essa agora é a grande discussão e está na mão do governo federal. Foi criado um grupo que vai fazer a gestão financeira. A água tem custo e os estados que estão a receber são pobres.

**PB:** Portanto, ao nível do São Francisco, a quantidade de água não tem sido um grande problema?

**CF:** Não, não tem problema com isso. Foi bem absorvido.

**PB:** Célia, as perguntas que eu tinha estão feitas. Eu agradeço muito a sua contribuição. Não sei se ainda quer referir as soluções que pudessem melhorar a bacia no sentido da sua sustentabilidade. Por exemplo, não falámos de educação ambiental, de capacitação...



**CF:** Temos soluções a propor, Pedro. Por exemplo, nós estamos com muito foco no planejamento da bacia, pela primeira vez na história. Porque o Comitê até 2010 não tinha muita autonomia. A partir daí, obteve recurso próprio. E depois de tantos anos reprimido, queria-se fazer tudo de repente, e Alberto sofreu com isso. Então o Comitê não tinha cultura de trabalhar com planejamento. E mudou completamente agora a partir de 2021, isso é a grande novidade.

Agora, todo o plano plurianual de aplicação de recurso foi feito para 5 anos, ou seja, até 2025. Está totalmente vinculado cada item de ação com o item de ação do plano. Se quiser, a gente pode mandar para você esse plano de aplicação.

Está dividido consoante a prioridade de cada área de ação. Para cada ano, temos o POA – Plano Orçamental Anual. Assim o Comitê não pode introduzir novas demandas. Essa cultura do planejamento está sendo difícil de ser assimilada por eles, mas está sendo devagar. Eu acho isso positivo.

Com o planejamento, vamos conseguir trabalhar com programas mais robustos, como o de saneamento. Começamos agora o enquadramento da bacia, que é muito importante. Contratámos do alto até à represa de Três Marias. Estamos fazendo por trecho e o enquadramento envolve todos os afluentes, não pode ser apenas da calha. Essa é uma grande novidade positiva. Trabalhando desta forma, vamos conseguir avaliar, por meio de indicadores, a implementação das metas previstas no plano. E conseguimos mensurar o que essas ações estão trazendo de melhoria real para a bacia.

**PB:** E a Agência Peixe Vivo vai continuar no São Francisco? Sei que teve uma altura para a renovação do contrato como Agencia de Bacia do São Francisco.

**CF:** Nós renovámos por mais 5 anos.

**PB:** Então muito obrigado. Agradeço muito a sua participação.

**4. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Salomar Mafaldo  
(Ministry of Environment and Legal Amazonia: Ecological Economic Macro  
Zoning Technical Supervisor)**

**04/08/2021**

**PB:** Vamos iniciar a entrevista com Salomar Mafaldo de Carvalho. Salomar está a trabalhar neste momento em mudanças climáticas. Participou anteriormente como coordenador do Macrozoneamento Ecológico-Económico do São Francisco para o Ministério do Meio Ambiente, portanto é uma pessoa que conhece bem os problemas da bacia hidrográfica do São Francisco. E conhece também certamente as soluções. Eu iria então pedir ao Salomar para falar um pouco do seu papel atual, o que está a fazer e depois passávamos então aos problemas do São Francisco.

**Salomar Mafaldo (SM):** Bom dia Pedro, é um prazer poder contribuir na sua pesquisa. Eu já parablenizo pela relevância do tema. O São Francisco, historicamente, é uma área de grande relevância e importância económica, social, cultural e ambiental para o país. E o aprofundamento de pesquisas e estudos que possam contribuir na reflexão, nas políticas e nas ações são muito bem-vindas. Desde já desejo boa sorte no aprofundamento da pesquisa.

Bom, quanto à sua primeira questão. Eu sou analista ambiental no Ministério do Ambiente e acompanhei durante anos a agenda da gestão ambiental territorial, e hoje atuo na agenda das alterações climáticas, em especial na parte da adaptação às mudanças do clima.

E aí nós coordenamos o Plano Nacional de Adaptação que tem uma série de ações relacionadas à gestão de riscos, de desastres, de recursos hídricos. Sempre tendo em conta o lado das mudanças climáticas, os seus impactos, os seus riscos e vulnerabilidades.

Então quando analisamos os problemas, historicamente, a gente tem que analisar todo o processo de uso e ocupação da bacia do São Francisco. Tem que se analisar os seus conflitos e disputas e os aspetos sociais e económicos de todos os sectores que afetam direta e indiretamente o uso do principal ativo que é o recurso hídrico, a água.

Seja no ciclo agrícola, no processo de mineralização, na produção de energia, na irrigação, o turismo, a navegabilidade etc. Eu acho que o principal problema, historicamente, passa pelas insuficiências dos instrumentos e políticas de planejamento e governança territorial.

No sistema brasileiro, no sistema federativo, realmente há conflitos e sobreposições de competências no âmbito da União e dos Estados e Municípios. Nos últimos anos e décadas, foram desenvolvidas políticas relevantes, como o Plano Nacional de Desenvolvimento Regional, o Macrozoneamento Ecológico-Económico, a Política Nacional do Meio ambiente, a Política Nacional de Recursos Hídricos. Todos estes num âmbito um pouco mais macro.

Um dos principais problemas, no meu ponto de vista, é como fazer o alinhamento dos documentos de política pública e de ação governamental com os processos de planejamento e de governança do território, de forma concatenada. A União carece de uma leitura estratégica, de um referendo. Acho que essa ausência de uma coordenação supraministerial prejudica bastante, e potencia as disputas e conflitos.

Existe uma ausência de uniformização dos planos e das políticas. O que acontece na prática é que cada ministério, ou cada agenda temática, acaba fazendo o seu planejamento do uso e ocupação do território da bacia de São Francisco sem enxergar, de maneira uniforme, a bacia como um todo. Ou somente vê a sua incidência em rebatimento com outros sectores. Enfim, essa não coordenação acaba prejudicando muito, resultando em problemas sociais relacionados a pressões económicas.

Acho que até certo ponto, criam-se os instrumentos e elaboram-se as políticas, mas não fortalecem a médio e longo prazo, a implementação dessas políticas. É um conjunto de ações que no meu ponto de vista, acabam por acentuar os problemas. É claro que aí o estudo do Macro ZEE do São Francisco acabou trazendo problemas e a importância da leitura do processo histórico.

Apesar de ter contribuído para esta leitura de sistematização, organização e disponibilização e de informações geográficas da bacia, infelizmente o processo da autorização no âmbito das pastas temáticas e sectoriais teve um rebatimento sobre a bacia.

Na prática, eu vejo isso de maneira muito limitada. Limitada porque eu acho que falta uma coordenação política que está para além da estabilidade da área ambiental, digamos assim. Acho que a coordenação política entre os entes federativos e os instrumentos de planejamento e de governança territorial da bacia realmente é muito importante.

**PB:** Eu fiquei com a ideia de que o Macro ZEE é um instrumento que ainda está muito pouco efetivo e que praticamente não tem sido utilizado. É verdade?

**SM:** Sim, hoje a agenda do M. ZEE, por meio do decreto que institui a reestruturação dos ministérios, não tem mais uma equipe técnica, não tem mais um orçamento exclusivo para subsidiar a implementação de atividades e ações na agenda. Então hoje realmente há a temática.

Legalmente existe, mas na prática não está sendo implementada em virtude de uma escolha do governo e de outras áreas no campo ambiental. Infelizmente o tema hoje está sem implementação.

**PB:** E o Salomar acha que isso se deve a uma crise econômica, ao não haver dinheiro? Ou deve-se a uma falta de vontade política?

**SM:** Eu acho que passa por uma questão orçamentária, mas principalmente não está sendo priorizada no âmbito de agenda governamental atual. Você tem outros temas, talvez de menor relevância e de menor impacto quanto à implementação de políticas ambientais e territoriais, mas tendo uma preponderância comparando à agenda do ZEE.

Recentemente, desde 2019, o tema do ZEE estava ainda se mantendo no discurso do atual governo e nas falas do antigo ministro. Era um tema recorrente até como uma forma de contribuir para os processos de uso e ocupação da Amazônia legal, que era um tema que estava constantemente sendo questionado pelo governo.

Eu achava que o ZEE 2019/2020 teria alguma retomada desse processo mantendo o tema na governança do ministério do meio ambiente. A iniciativa que foi elaborada no início dos anos 2000/2010 do Macro ZEE da Amazônia Legal, ela tinha sido atualizada até para complementar as outras ações de controle e combate ao desmatamento ilegal. Toda essa agenda e gestão da Amazônia legal teria uma possível contribuição para o ZEE, mas isso não aconteceu.

**PB:** Obrigado; mas então não quer dizer que não venha a acontecer no futuro, apenas ainda não aconteceu.

**SM:** Sim, o que acontece é o seguinte. Como é que está a situação do ZEE? O decreto 4297 ainda não foi revogado. Está no âmbito legal e ele existe para prever os objetivos, os princípios, os seus instrumentos? Ele legalmente ainda se mantém, no entanto, em 2019 houve um decreto no âmbito federal na Quadra Civil da Presidência da República, que nós chamamos de um revogaço dos colegiados, em que extinguiram um conjunto considerável de colegiados.

E nesse decreto foram revogadas as 2 instâncias de governança do ZEE Brasil. Então apesar da política hoje existir por meio do decreto 4297 em 2002, a CCZE e o consórcio Brasil não existem mais.

**PB:** Obrigado; falando agora também das soluções para a Bacia do São Francisco, o que é que seria prioritário?

**SM:** Quanto a soluções para a bacia, é fortalecer realmente as instâncias dos processos de planejamento e de governança locais, do meu ponto de vista. Acho que esse processo tem que ser mantido e continuado, mas ao mesmo tempo que consigam pressionar as instâncias superiores tanto nos âmbitos estaduais, como nos âmbitos do governo federal.

Do meu ponto de vista, isso passa realmente pela atual gestão do Ministério do Desenvolvimento Regional. A agenda dos recursos hídricos saiu do Ministério do Meio Ambiente e hoje se encontra no Ministério do Desenvolvimento Regional. Tentar trazer uma maior necessidade de contribuição para os planos de bacia, digamos assim. Revisitar e atualizar com os instrumentos de planejamento de uso do território. Hoje mais do que nunca, existe a necessidade de lidar com a crise climática nesse processo de planejamento e governança da bacia hidrográfica do São Francisco.

Mas eu acho que é isso, Pedro. Eu acho que o processo de fortalecimento de trazer as principais soluções para os desafios e demandas que incidem sobre a bacia do São Francisco nos sectores económicos, políticos e sociais passa pelo fortalecimento dessa governança local da bacia hidrográfica.

Fazer essa leitura dos instrumentos de uso e ocupação numa escala mais ampla do território. Fazer essa ligação com os sectores económicos que pressionam, que demandam e que ocasionam os diversos problemas. Aí talvez trazer uma instância supraministerial. Hoje, talvez o Desenvolvimento Regional consiga ter essa articulação política mais fortalecido do que anteriormente o Meio Ambiente.

Então acho que pode ser um caminho, mas quando eu faço correlação com outros exemplos, talvez de processos de governança territorial, talvez eu ainda não enxergue o MDR como um ator que consiga fazer esse papel.

Talvez seja a um nível de Secretaria de Assuntos Estratégicos, da Presidência da República ou da Casa Civil que possa dar essa mão política mais fortalecida de coordenação institucional. Eu acho que talvez seja por esse caminho, talvez aí possa ter uma diretriz fortalecida daquilo que necessita ser feito para a revitalização da bacia nos aspetos sociais, ambientais e económicos. Talvez se possa fazer essa grande mediação dos conflitos de maneira exitosa. É o que eu mais ou menos enxergo para a bacia.

**PB:** E o que é que o Salomar entende que são as grandes ameaças neste momento?

**SM:** Eu acredito que a manutenção do status quo, digamos assim. Aqueles sectores que já utilizam os recursos hídricos da bacia, no caso da água, não querem qualquer tipo de controlo, fiscalização ou até flexibilização de aspetos legais e normativos.

Ou seja, aqueles setores económicos que já utilizam a bacia como a mineração, a irrigação agrícola e a produção de energia, o que eles querem ou é uma flexibilização maior com vista a reduzir o controlo do uso do recurso por órgãos governamentais, ou manter esse uso.

Eu não consigo ver se os sectores conseguem trazer essa preocupação e esse diálogo com outras áreas económicas. Os sectores estão muito mais preocupados em garantir o seu uso económico e não conseguem enxergar a necessidade de um olhar maior da bacia. Então, para eles acho que é garantir uma desregulamentação e o desmonte institucional com vista a garantir a manutenção do uso do recurso hídrico sobre a bacia. É o que eu consigo ver mais ou menos.

**PB:** E agora que o Salomar está a trabalhar em alterações climáticas... Eu quando trabalhei no Plano do São Francisco, uma das grandes incógnitas eram as alterações climáticas. Portanto, sabemos que, pelo menos dos dados a que eu tive acesso, as previsões climáticas no São Francisco eram ainda confusas. Os diferentes modelos tanto apontavam para mais chuva como para menos, quer dizer, chegou-se à conclusão que não se podia concluir nada. O que é que o Salomar hoje sabe sobre isso?

**SM:** Hoje, nós estamos recebendo informações relacionadas à gestão de risco, desastres e abastecimento hídrico. Os cenários que o MCTI fez juntamente com a Rede Clima resultam num agravamento e numa maior pressão nas bacias hidrográficas brasileiras devido a alterações nos regimes de chuva. É um agravamento que vai provocar uma maior demanda do uso do recurso hídrico. Ao mesmo tempo, pelo que vimos nos dados climatológicos resultantes dos impactos climáticos nas bacias, vemos uma necessidade da inserção cada vez mais forte. E os sectores já enxergam isso como o Ministério da Infraestrutura e o Ministério do Desenvolvimento Regional. Eles já vêm com iniciativas da agenda da adaptação climática.

Temos o plano nacional de adaptação que foi instituído em 2016, que já tem 4/5 anos de implementação. A grande contribuição do PNA é sensibilizar o tema no âmbito das pastas administrativas e isso já tem sido feito, apesar de ainda percebermos de maneira tímida ações de adaptação às alterações climáticas, mas o tema já está colocado na agenda nacional.

O Brasil já foi demandado por inúmeros países. Há uma necessidade de internacionalizar o tema nas diversas políticas e planos governamentais e públicos. O Comitê do São Francisco tem trabalhado nessa questão do clima, seja para a obtenção de recursos internacionais, que cada vez mais estão condicionando a inserção da agenda climática, seja para as pastas sectoriais de minas e de energia, de transporte e de infraestrutura.

É uma necessidade e já está sendo colocada. E eu acredito que isso é algo em que a bacia deva atuar. É uma necessidade ter um planejamento climático para a gestão da bacia.

**PB:** Da experiência que eu tenho ao trabalhar numa série de outras bacias hidrográficas, muitas delas em regiões tropicais, hoje as preocupações com as alterações climáticas são 2 coisas: chuvas mais concentradas e o aumento da temperatura média. Por exemplo, eu estou a trabalhar na bacia do Okavango e o aumento da temperatura é previsto ser entre 1,5° C e 2,5 ° C até 2040. É mais ou menos o que se passa no São Francisco?

**SM:** O cenário em que nós estamos trabalhando com o acordo é realmente entre 1,5° C e 2,5 ° C, mas eu tenho quase a certeza que não é até 2040, mas sim 2100. Mas eu posso visitar esse valor.

**PB:** É que o prazo 2100 é à escala global. Eu estou a falar à escala da bacia. Por exemplo, na bacia do Okavango, neste momento, os modelos apontam para estas alterações já a curto prazo. Eu não sei se no São Francisco existe também alguma previsão. Eu estou a falar de uma bacia que está a uma latitude parecida com a bacia do São Francisco. Por isso é que eu estava a perguntar se o problema estaria mais ou menos assim.

**SM:** Pedro, eu acho que essa informação você acaba conseguindo. Tem um portal chamado [adaptabrasil.mcti.gov.br](http://adaptabrasil.mcti.gov.br). Ele traz todas as informações sobre o risco de impactes, sensibilidade, capacidade adaptativa, exposição, índice de impacte para seca e índice de impacte para a chuva. Bom, é que nós dividimos a agenda.



O Ministério do Ambiente fica com a gestão mais de políticas, dos planos nacionais, estaduais e municipais de adaptação e a Ciência e Tecnologia fica responsável pela sistematização de dados e informações dos impactos nesse portal.

Então o portal adaptabrasil, que é coordenado pelo MCTI, juntamente com a Rede Clima, acaba trazendo a questão do desenvolvimento dos índices, tanto do impacto para a chuva, como também o índice de impacto para a seca. Ele está por município, por unidade federativa, microrregiões e mesorregiões. Não sei se encontra por bacia.

**PB:** Muito obrigado; Se tiver por município eu consigo ver. Agradeço sua participação Salomar. Eu acho que já deu para entender bem seu posicionamento.

**5. Interview: Pedro Bettencourt – Felipe Barbosa  
(Ministry of Environment and Legal Amazonia, Department of Land  
Management: Environmental Analyst, MSc.)**

**05/08/2021**

**PB:** O engenheiro Felipe Barbosa trabalha no Ministério do Meio Ambiente, num sector muito específico, portanto identificava-se e falava um pouco dessa sua experiência.

Depois eu tenho 2 perguntas. Basicamente a primeira é: quais são os grandes problemas do São Francisco? O que é que o Felipe entende que são os problemas mais importantes na bacia hidrográfica?

E a segunda pergunta é óbvia: quais são as soluções no seu entender? Soluções que podem ser para a governança, ou sobre a vertente política, ou do tipo infraestrutural etc.

Portanto são estas 2 questões que eu gostava de lhe pôr.

**Felipe Barbosa (FB):** O meu nome é Felipe Barbosa. Eu sou analista ambiental do Ministério do Meio Ambiente. Estou também acabando um doutorado, na área do sensoriamento remoto. Estou mexendo com radar, com laser, é bem mais técnico, digamos assim.

E agora, no Ministério, o departamento que liga com a gestão territorial é o departamento de gestão ambiental territorial, que tem por atribuição coordenar a CCZE – Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico, que é um instrumento de planeamento territorial bem conhecido, utilizado pelos Estados e pelo Governo Federal.

Na instância federal atual, o ZE não é muito uma prioridade. O que o Ministério hoje está trabalhando é na gestão urbana, apesar de ter também um pouco da discussão territorial. Mas a gente está hoje desenvolvendo sobretudo aplicações para cadastro ambiental urbano.

Mas eu acho que o tema da entrevista é um pouco da experiência e do meu engajamento na época do zoneamento do São Francisco especificamente. Eu trabalhei no São Francisco ali entre os anos de 2016 e 2018, mais ou menos.

**PB:** Em que eu devo dizer que o Felipe foi uma das pessoas que mais acompanhou o processo de planejamento. Quando fizemos o Macrozoneamento Ecológico do São Francisco, o Felipe acompanhou o processo praticamente do princípio até ao fim, certo?

**FB:** Certo. Eu vou fazer uma explanação do ZE e como ele era em questão de programa naquela época. Você tinha uma comissão coordenadora. Se eu não me engano, essa coordenação não está mais vigente, por causa do decréscimo dos colegiados, sendo que alguns foram extintos. Eu acredito que a CZE também foi extinta nesse sentido.

Mas na época a CCZE era de um colegiado de âmbito federal que envolvia alguns ministérios. E esse colegiado, que era a comissão coordenadora, tinha um dos principais papéis na coordenação do zoneamento ecológico-económico e no apoio aos Estados. E também revisar as diretrizes metodológicas.

Em relação ao São Francisco especificamente, o Ministério do Meio Ambiente, na época, começou a fazer um planejamento com um maior carácter ambiental, envolvendo diversos atores.

O São Francisco, por ter um recorte de bacia hidrográfica, inicializa-se com um planejamento de recursos hídricos. Tinham outros planejamentos também de âmbito territorial que foram absorvidos, então a gente teve de fazer uma adaptação metodológica também dos colegiados vigentes.

Você tinha o comitê da bacia, que tinha todo um regramento legal com participação da sociedade civil e do poder público para a gestão da bacia, especificamente dos recursos hídricos. Então, como foi a experiência? Inicialmente tínhamos um diagnóstico bem antigo. Foi a primeira tentativa da CCZE há vários anos atrás.

Foi o primeiro diagnóstico e foi feito pelo próprio governo federal, especificamente pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e pela Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. E depois passou-se um tempo, aquilo ficou desatualizado e o Ministério, entre 2016 e 2018, resgatou o estudo, no papel de coordenador da CCZE.

O diagnóstico foi então atualizado nas questões dos aspetos físicos, socioeconómicos, havendo até um novo censo. E depois o MMA fez a parte política, a parte do envolvimento. No meu ver, o ZE foi iniciado com um foco muito tecnicista. Os primeiros ZE do Brasil eram basicamente estudos técnicos. Você tinha várias informações e depois tinha um cruzamento e geoprocessamento para identificar potencialidades e limitações territoriais.

Não tinha muito uma discussão política, uma preocupação de engajamento, envolvimento e tudo mais, entre os principais atores. Tanto do lado produtivo como do lado da conservação e preservação dos povos tradicionais e dos diversos atores que estão envolvidos. Eu acredito que no São Francisco, a gente inovou, porque a gente fez uma coisa mais participativa no momento de prognóstico, que é um momento onde se definem ações para o futuro.

Um dos entraves de qualquer planejamento é você, de facto, envolver os sectores que têm rebatimento no território. Porque muitas vezes os sectores apenas se fazem apresentar porque alguém os convidou, mas não estão ali oferecendo o que eles têm como projeção para aquele território ao longo dos anos. O que o ZE, um planejamento territorial com um maior carácter ambiental, almeja é um planejamento coletivo.

A ideia é os sectores sentarem-se juntos e planejarem o território porque o planejamento é muito setorizado no Brasil. Cada sector vai fazendo o seu plano e defendendo os seus interesses. Eu acho que o ZE não deveria ser tão técnico. Tem muita gente que trabalha no planejamento territorial que está apegado ao parâmetro técnico. Não adianta ter uma bela peça técnica com muitas informações se a essência não está muito amarrada.

Então um dos aprendizados que a gente teve para um bom processo de planejamento, foi o envolvimento. Explicar aos sectores e tentar envolvê-los. É importante a parte técnica, a gente também não pode fazer o planejamento sem ter o olhar técnico no território, mas eu acredito que só o técnico não é efetivo.

Um dos gargalos do zoneamento é o grau de implementação. Tanto o Governo Federal, tanto os Estados, eles gastam energia, equipas e recursos para elaborar as suas peças de zoneamento ecológico, mas pouco do que é planejado se concretiza. Essa era umas das minhas críticas. E eu acho que isso é meio que uma coisa comum nas outras peças de planejamento, como os planos de recursos hídricos, os planos de desenvolvimento regional sustentável, entre outros.

Não temos muito uma avaliação de que de facto beneficiou como instrumento. O haver o envolvimento dos sectores já é uma efetividade. E outro ponto também, um pouco mais conceitual, é que o ZEE parte do princípio que é ambiental, então ele “puxa muita sardinha” para o lado ambiental. Mas na verdade, no meu entender, quando você chama para planejar, você tem que fazer uma coisa mais diplomática.

Você vai ter ações da área ambiental, mas também tem que olhar para a parte produtiva e muitas vezes não se fala muito da área ambiental. O grande segredo, que ainda é o grande desafio, é o envolvimento. Parte da academia, onde eu já vi isso sendo discutido, ainda está muito no tecnicismo do ZE. Eu acho que isso é importante, é relevante, mas eu acho que o mais importante é pensar no aspeto político do envolvimento. Buscar novas metodologias, novas abordagens.

Uma coisa que a gente aprendeu muito no São Francisco foi a questão de que o mais simples dá resultados melhores. Por exemplo deixar numa linguagem mais apropriada para determinados sectores, deixar a coisa um pouco mais participativa. Escutar mais em vez de participar mais. São todos aprendizados para a agenda territorial. Acho que é isso.

**PB:** Independentemente dos instrumentos de planeamento, que são muito importantes, gostava de ouvir a opinião do Felipe sobre os problemas reais do São Francisco. Falámos um bocadinho sobre o instrumento de planeamento, mas este é apenas um instrumento, e nós estamos a fazer uma avaliação ambiental estratégica da bacia. Portanto, o que é que o Felipe tem a noção que está mal na bacia? Quais são os grandes problemas?

**FB:** Eu acho que nessa parte dos instrumentos de ordenamento do território, a informação já não é um dos principais problemas, acho que isso tem bastante no plano de recursos hídricos da bacia. Acho que um dos principais problemas é engajamento político sectorial. É os atores participarem, de facto, no planeamento.

Muitas vezes os atores produtivos ou os atores da área ambiental participam, mas não é ali que eles estão planejando. Cada um está na sua caixinha. Acho que um dos principais problemas é exatamente esse.

O âmbito de uma avaliação estratégica é você avaliar, de todos esses instrumentos que têm o território como foco, o grau de implementação. O que é que eles de facto contribuem. A gente faz um esforço de meses com o envolvimento e diagnóstico e no final a gente tem um plano. O resultado final de um zoneamento ecológico económico é um plano com ações para o médio e longo prazo. Você faz cenários, faz um monte de técnicas e métodos para chegar nisso.

A gente tentou fazer isso no São Francisco, avaliar quem o responsável de cada ponto, qual o sector. Mas agora teria de ser feito outro trabalho. Com esse tempo que passou, o que é que realmente foi feito? Você faz uma avaliação da efetividade da coisa. Esse é o grande gargalo. Qual o efetivo? É uma pergunta que ainda não tem uma resposta, no meu ver.

**PB:** No entender do Felipe, uma das grandes falhas no São Francisco é mesmo a governança, a articulação entre sectores? Eu gostava que falasse melhor disso. É o federal e os estados que não falam suficientemente? Ou o municipal, o estadual e o federal? Há aqui uma desconexão ou estamos a falar de articulação sectorial? Agricultura vs. ambiente ou água vs. energia? Estamos a falar de quê?

**FB:** Entendi. Eu acho que na verdade tem um pouco dos dois. Acho que ao nível federal, é um pouco entre cada entidade sectorial. Quem é responsável pelo quê.

No caso da bacia, por ser uma área estratégica, o governo federal puxou isso. Por exemplo o estado da Bahia não participou tanto, e outros já participaram mais. No São Francisco, o que a gente percebeu é que os Estados da parte do baixo São Francisco tendiam a participar mais porque são os que sofrem mais a pressão do recurso hídrico. São os que recebem todo aquele impacto ambiental. Dependem da água do rio para abastecimento para a cidade.

Por outro lado, no alto São Francisco, a gente já percebeu que não há tanto engajamento. Na minha leitura como geógrafo, na visão do território pelas pessoas do baixo São Francisco, elas enxergam muito mais o São Francisco do que as pessoas que estão em Belo Horizonte, por exemplo. Porque as pessoas de Belo Horizonte não dependem tanto da água do rio. Existe uma relação com o território diferente, e isso reflete-se na articulação política.

E um outro ponto de governança é o dos sectores. É difícil você envolver os sectores. Nós discutimos bastante sobre quem chamar para representar cada sector. Essa é uma questão interessante. A questão de buscar os atores.

Por exemplo na agricultura, é bastante difícil, você tem uma associação da soja e tem uma sociedade forte. Eles estão já estão bem organizados. Tem outros sectores, principalmente nos povos tradicionais, que não são tão engajados assim. Quem é que eu chamo para representar aquele setor? Eu acho que isso também é um ponto Pedro, o balanço entre a participação dos atores nessa discussão do território.

Isso não é um problema, é um desafio a meu ver. Quando você vai fazer essa parte do ZEE mais política, você começa a perceber que tem setores bem mais organizados que outros. E de facto, isso pondera na participação desses instrumentos principalmente políticos.

**PB:** Mas quais são, no seu entender, os grandes conflitos? Nós percebemos bem que há setores que estão mais organizados e outros que estão menos, mas onde é que estão os conflitos? Quais é que são?

**FB:** Os conflitos do São Francisco basicamente estão relacionados com o recurso hídrico. É um recurso limitado e cada sector quer ter o seu grau de uso. Você tem um sector que quer irrigação, tem um sector que quer agricultura familiar, mineração e outros que querem abastecimento publico.

Todos querem um bem que é finito e que também já está associado a um problema ambiental na bacia. A própria ocupação do território. Você tem assoreamento, tem diminuição de vazão tem, problemas lá nos reservatórios... A meu ver, o recurso hídrico é o catalisador do conflito.

De um lado, você tem o setor produtivo (que não quer abrir mão de uma demanda, de uma outorga que já tem) e por outro lado, tem um setor principalmente no baixo São Francisco, onde necessitam da água para o abastecimento. Aí eles de facto são prejudicados. Tem toda uma lógica sistémica da bacia. Todo o impacto que tem vai para jusante para o baixo São Francisco. Que já é uma região que tem outros problemas sociais, de forma histórica no Brasil. Eu acho que é isso.

**PB:** O Felipe falou de recursos hídricos, e eu queria agora perguntar sobre o solo. Nós esquecemos o solo, a conservação dos solos. Quando nós falamos de um plano de bacia, quando falamos da bacia hidrográfica, não estamos só a falar dos recursos hídricos. Falamos também de outros recursos, nomeadamente o espaço, o solo e o território. Quanto a isso, há conflitos? São pouco importantes?

**FB:** A questão do uso e ocupação do solo também é um conflito, principalmente por causa da questão da fundiária. No Brasil isso é um problema sistémico. Não se sabe quem é o dono da terra. O mais forte fica naquele local e você tem conflitos. Você tem locais de populações tradicionais.

Tem também a questão do desmatamento. Isso tudo são consequências do processo de ocupação do território. É um processo que para mim, perpassa mais do que um problema meramente ambiental.

Eu acho que o uso e ocupação do solo, o desmatamento em si, ele é um problema de linha econômica. Ele é um reflexo da ocupação econômica. Se a pessoa ou o setor tem dinheiro tem dinheiro para comprar e produzir, então elas vão comprar e produzir, principalmente num local onde você tem uma situação fundiária não muito definida.

E o ZEE tenta envolver todos esses atores para fazer um diálogo. Esse é o grande objetivo, fazer um diálogo objetivo e tentar resolver essas dissincronias.

**PB:** E ao nível das soluções? Nós temos conflitos no uso do solo e nos recursos hídricos. Provavelmente nos recursos hídricos, estamos a falar de: quantidade e qualidade. Mas qual é que seria, no seu entender, a primeira coisa a fazer em termos de soluções?

**FB:** Eu acho que em primeiro era fazer um bom envolvimento e explicar para que é que serve o ZEE. Mostrar a importância dele e mostrar que os sectores podem usar esse instrumento para se planejar. Eu acho que o primeiro desafio é esse, buscar o verdadeiro envolvimento dos sectores e do grau de governança.

Você tem muitos colegiados, em que muitas vezes os mesmos atores estão em vários deles. Os colegiados se sobrepõem e tem ações diferentes. Você tem vários instrumentos sobre o mesmo território, às vezes até contrários.



**PB:** Obrigado Felipe; mas aquilo que eu busco não é propriamente avaliar a qualidade do Macro ZEE, ou avaliar a importância do Macro ZEE. É mais avaliar a própria bacia. Quando nós apontamos como uma solução o engajamento dos sectores à volta do Macro ZEE, isso quer dizer que o Felipe está a dizer que o Macro ZEE é um instrumento muito importante na solução?

Na governança, o Felipe falou essencialmente de falta de articulação, de falta de engajamento, por um lado político e por outro setorial. E agora, quando fala na solução, o Felipe fala no Macro ZEE.

Repare que, quando eu lhe perguntava sobre as soluções, o meu espírito é completamente aberto, podem ser soluções de qualquer tipo: de políticas, de infraestruturas, entre outras. Há pessoas que defendem que a bacia do São Francisco é tão grande que é ingerível, que devia ser dividida em partes e que o planeamento devia ser feito de outra maneira.

Bom, há aqui soluções muito vastas. Eu estou a entender que o Felipe considera que o Macro ZEE seria o instrumento mais importante para ordenar a bacia, é isso?

**FB:** Eu acredito que sim, Pedro. Porque ele é um instrumento que não envolve apenas uma temática.

No Macro ZEE você pode estar discutindo recursos hídricos, discutindo o território, o uso e ocupação do solo, o clima, a perda de solo etc. Normalmente os outros instrumentos, eles são focados como por exemplo o de recursos hídricos. Mas como o ZEE é territorial, abrange qualquer tema. O grande desafio, no meu entender, não seria muito o aprimoramento técnico ou agregar novos temas. O coração do problema é a governança.

Quando eu atuei nessa agenda, eu percebi que havia vários colegiados e que era uma confusão mesmo. Você não vai conseguir planejar nada se você não definir os principais atores que precisam de estar ali. Aqueles que impactam e dinamizam o setor na bacia.

Portanto, do que eu conheço, o ZEE é o instrumento mais interessante porque ele é muito temático. Na verdade, ele permite responder perguntas a depender da demanda do que se precisa, enquanto outros instrumentos já são direcionados.

**PB:** Este Macro ZEE, tanto quanto eu sei, é um instrumento relativamente novo. Quer no Brasil, quer fora do Brasil. Eu não conheço muito esta figura de Macro ZEE lá fora.

Mas queria-lhe perguntar se tem algum exemplo para me indicar, em que o Macro ZEE conseguiu mudar a situação. Em que conseguiu melhorar significativamente uma situação de planejamento e sobretudo de governança de um território. Até do ponto de vista da sustentabilidade de um território.

**FB:** Eu até gostaria de ter uma resposta bem clara para esse ponto. No governo federal, tece basicamente 2 experiências de Macro ZEE: da Amazônia (por volta de 2010) e depois o de São Francisco. Eles são metodologicamente bem diferentes e foram desenvolvidos em grandes territórios. Esse é um gargalo, Pedro, que na verdade eu e toda a gente lá na equipa se apercebeu. No sentido de avaliar quanto do que foi planejado foi de facto implementado.

É importante saber quais ações de facto foram concretizadas. A gente até tentou, há alguns anos, fazer isso na Amazônia. Por exemplo, tinha zonas lá de importância ambiental que até viraram unidades de conservação. Agora, a dificuldade é saber se foi o ZEE que motivou isso. Mas eu acho que talvez isso seja uma pergunta que nunca se consiga resposta.

**PB:** Mas se me perguntar sobre a agenda de prioridade do Macro ZEE da Amazônia, eu entendo perfeitamente. A Amazônia é um local único a nível mundial e muito ameaçado. Mas fico espantado por a segunda opção no Brasil ser o São Francisco. O que é que isso significa? Por que é que isto aconteceu? Por que é que o Ministério do Ambiente faz um segundo Macro ZEE e escolhe logo o São Francisco? Há alguma razão para isso?

**FB:** Sim, porque na época, você tem todo um envolvimento político pelo São Francisco. Na época, o São Francisco era um ponto muito importante na política, e isso acabou motivando o próprio ministério a resgatar essa agenda, depois do Macro ZEE da Amazônia. E o que movimentou esse planejamento foi o aspecto político sobre a bacia.

Tinha a questão dos recursos hídricos e o problema da água. E o São Francisco é uma bacia que explica a ocupação do interior do Brasil. Portanto, você tem todo um desenvolvimento político nessa bacia. Porquê escolher o São Francisco e não o Paraná, por exemplo? E porquê uma bacia? Porquê esse recorte? Porque você tinha outras iniciativas de ZEE com outros recortes. O recorte territorial nunca foi um limitador.

O ZEE é adaptável, você pode adaptar ele a partir do seu problema. E o problema era o recurso hídrico e então a gente vai para a bacia. Na época você tinha todas as condições, você tinha um plano de recursos hídricos recém-lançado. Tinha todo um cenário que permite transitar esse tipo de discussão nos colegiados. Os sectores já estavam, de certa forma, engajados porque o São Francisco já tinha um Comité de Bacia. Foi um dos primeiros comités constituídos.

**PB:** Frequentemente quando se fala neste problema político, desta pressão política no São Francisco, há dois fatores que têm sido apontados como muito importantes. Primeiramente: o agronegócio. A expansão do agronegócio faz com que haja muito interesse no São Francisco. E depois, também existe a crise hídrica. Em 2015 há uma crise hídrica muito grande, que aconteceu também noutros locais como em São Paulo. Portanto estas duas situações tiveram importância na decisão?

**FB:** Sim, o que eu me lembro era a questão da escassez de recurso hídrico. Você tinha a questão de São Paulo, teve a questão em Brasília, a questão do gerenciamento do recurso hídrico. A bacia do São Francisco, pelo facto de ser mais tradicional e o processo no âmbito do ZEE Brasil já ter sido iniciado, já era uma como se fosse um legado.

É importante destacar essas decisões: Qual ZEE? Qual Macro ZEE vai ser feito? Era tudo no âmbito dos colegiados, da CCZEE. Se não me falha a memória, eram 14 ou 15 ministérios, e eles decidiam as áreas de estratégia, os planos etc. E na época, o São Francisco teve todo esse apoio político.

Um dos problemas que eu também identifiquei na CCZEE era o seguinte: havia a participação dos ministérios, mas não necessariamente os ministérios se faziam participar ali. Isso é importante. Para aquilo que se propõe para um ZEE, a CCZEE teria de ter participação de alto escalão, para fazer essa discussão mais ampla e estratégica. Muitos ministérios ali estavam com representantes só porque tinha de ter alguém.

**PB:** Sim, de facto não parecia haver muito empenho. Há muita gente que diz que este interesse pelo São Francisco e esta preocupação com os recursos hídricos não era só uma preocupação ambiental, mas era também uma forma, de certo modo, de tentar justificar a transposição para o nordeste. Havia aqui toda uma negociação dos recursos hídricos, que estava a ter a sua importância. O Felipe também tem essa visão?

**FB:** Bem lembrado. Na época, você tinha a questão da transposição que motivou o planejamento. Motivou a busca pelo Macro ZEE de São Francisco. Tem até um plano entre o projeto da transposição e o ZEE, que é o plano de revitalização da bacia, penso eu. Uma coisa foi puxar a outra. E se eu não me engano, um dos eixos no plano de revitalização era apoiar o ZEE.

O ministério não faz o ZEE, ele coordena o colegiado. O nosso papel era duplo, era participar na área ambiental e coordenar a coisa.

**PB:** Uma última pergunta. O Felipe diz que em 2015 havia uma grande pressão sobre o São Francisco, uma grande pressão política. E agora, não há? Essa pressão desapareceu?

**FB:** Hoje, o ZEE não é o principal instrumento do Ministério do Meio Ambiente. O Ministério está focado em outros instrumentos.

**PB:** Mas eu estou sobretudo a falar na pressão na Bacia do São Francisco. Não é no Macro ZEE. O Macro ZEE foi feito para o São Francisco porque havia muita pressão. E agora, não há pressão?

**FB:** Então, provavelmente. Como eu já não estou mais assim na área, eu não estou conseguindo identificar isso. Antes eu estava vivendo ali o instrumento, mas imagino que sim. E a parte de recursos hídricos não está mais no Ministério do Meio Ambiente. Quando gente fez o zoneamento, era a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental que estava encarregue. Foi para o Ministério do Desenvolvimento Regional. Provavelmente esses conflitos se mantêm, até porque você continua tendo institucionalidades como a CODEVASF.

Mas não sei como está operativamente hoje. Como essa agenda de recursos hídricos acabou migrando (desde 2018) para outro ministério, a secretaria ficou uma secretaria de qualidade ambiental. Que é basicamente uma secretaria que está trabalhando agora com os temas remanescentes: a questão urbana, a questão dos resíduos sólidos, entre outros.

**PB:** Muito obrigado Felipe; agradeço e podemos terminar aqui.

**6. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Sérgio Barros**  
**(Fluminense Federal University, *Universidade Federal Fluminense – UFF*,  
Department of Geo-Environmental Analysis)**

**05/08/2021**

**PB:** Como o Professor Sérgio Barros sabe, eu vou utilizar estas entrevistas na avaliação ambiental estratégica do São Francisco. Portanto, o objetivo é ter uma série de visões diversificadas sobre aquilo que são os problemas e as soluções para a Bacia do São Francisco.

Eu vou fazer basicamente duas perguntas, sendo a primeira: quais são os principais problemas da bacia hidrográfica? Aqueles que nós identificamos no São Francisco. E a segunda: como poderão ser as principais soluções?

Nós estamos a usar o São Francisco como um estudo de caso, portanto estes problemas e soluções provavelmente têm muito em comum com outras regiões. Logo a nossa avaliação vai ajudar a identificar o escopo e as orientações para as outras regiões.

Gostaria que primeiro o Sérgio falasse um pouco da sua experiência nesta área e dizer qual é a sua experiência. Depois então vamos às perguntas. Pode ser?

**Sérgio Barros (SB):** Pode, claro. Em primeiro lugar agradeço a participação. Eu acho sempre importantes essas validações no trabalho científico, como o senhor está conseguindo através de grupos focais e entrevistas. Eu acho isso extremamente importante para o programa.

Bom, eu sou economista, tenho um mestrado na ciência ambiental e um doutorado na geografia, onde a ênfase é planejamento ambiental e ordenamento territorial. A minha própria tese de doutorado, que foi uma continuidade de um modelo aplicado no mestrado, se trata muito dessa interligação das bacias hidrográficas com as zonas costeiras. O que eu considero um dos grandes problemas, não só no Brasil, mas em muito outros países.

As legislações muitas vezes não tratam desses ambientes dentro das suas interligações. Você acaba tendo uma política de recurso hídrico e uma política (ou planos) de gerenciamento costeiro, ou até mesmo planos espaciais marinhos, que até hoje estão muito em discussão.

O meu trabalho foi muito nessa direção de estabelecer uma metodologia usando os instrumentos legais disponíveis, como o ZEE de um ambiente costeiro que se prolongasse dentro bacia hidrográfica, dentro do contexto da área de influência que eu estabeleci.

Estabeleci como a área até onde a cunha salina se deslocaria dentro da bacia hidrográfica. E dessa forma eu estabeleci um modelo, mapeando também os conflitos de uso, porque são muito comuns dentro desse ambiente estuarino. Nós estabelecemos esse modelo para uma governança integrada de bacia hidrográfica e zona costeira. Então esse é o meu perfil.

Eu atuo hoje muito dentro desse contexto aqui no Brasil, que se chama Amazônia Azul. A minha pesquisa tem caminhado juntamente com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Eu sou professor da Universidade Federal Fluminense, mas tenho hoje uma pesquisa junto com o Ministério do Desenvolvimento Regional abrangendo o que eles chamam potencialidades económicas dessa Amazônia Azul e inclui com certeza a faixa territorial que é exatamente a parte da zona costeira onde as atividades económicas ocorrem.

No mesmo caso, a gente pode dizer que existe também na bacia do São Francisco. Sendo dessa forma Sr. Pedro, eu me coloco na posição para responder às perguntas necessárias.

**PB:** Muito obrigado. Vamos então falar um pouco do São Francisco. É uma grande bacia, uma bacia que é conhecida pelo seu potencial de água, hidroelétrico, exploração agrícola, gado, zonas de grandes urbanizações, zonas costeiras, etc. Tem inclusive paisagens naturais e um lado cultural muito importante.

Da experiência que temos sobre o plano de bacia e de uma série de outros trabalhos que fizemos no São Francisco, temos a noção de que há muitos conflitos. Tem-se ouvido falar que o velho Chico está acabado, que é um rio morto. Deste modo, ao mesmo tempo que há uma grande potencialidade, na Bacia há muitos problemas. Quais são os problemas que o Sérgio considera mais importantes?

**SB:** Obrigado. Bom, eu vou colocar um pouco no contexto de governança, que eu acho que os restantes problemas são já muito cientificamente abordados: a questão da vazão, processos de urbanização, dejetos urbanos, etc.

Eu gosto de falar um pouco mais do contexto de governança porque eu creio que a política nacional dos recursos hídricos no Brasil, por ter sido espelhada por outros países, estabeleceu uma gestão dos seus rios e bacia hidrográficas, mas esqueceu de algo fundamental que são as microbacias e a dimensão das nossas bacias hidrográficas.

O que, de certa forma, dificulta muito a governança para a resolução de problemas. O Brasil é um país onde o pacto federativo é muito forte, onde o próprio ente federal faz as suas intervenções em todos esses contextos. Isso por si só já dificulta a própria dinâmica de governança dessas bacias hidrográficas.

Na minha experiência, e por relação com a bacia de São João (que foi o meu estudo de caso no meu doutorado), pude perceber conflitos de uso de município para município, de uma margem para outra margem. E creio que no São Francisco não deve ser diferente diante do tamanho que ela tem e das diferenças culturais, sociais e ambientais dentro dos seus próprios municípios em torno da bacia.

Então, estabelecer que o Comitê de bacia, como ele hoje está, poderá ter uma abrangência de todas as questões relacionadas ao São Francisco, isso me preocupa bastante. Toda a grande bacia hidrográfica, ela tem o seu baixo curso, o seu médio curso e o seu alto curso, com dinâmicas socioeconômicas e socioambientais extremamente diferentes. O que vai dificultar, sem dúvida, o contexto de governança. Outro ponto que a governança dessa bacia deve atentar é os novos fenômenos climáticos, principalmente o aumento do nível médio do mar e a própria redução de vazão que as bacias hidrográficas do Brasil enfrentam. Conseqüentemente, o São Francisco também passa por esses mesmos problemas, mas eu percebo que a governança do Comitê de bacia, como ele é hoje, é algo que precisa de ser aperfeiçoado.

Desde 1997, por mais que os planos de bacia tenham sido implementados e melhorados em termos de qualidade (até por força do próprio plano da bacia), ao ter no São Francisco um Comitê para uma bacia tão grande, irá ter problemas de gerenciamento das próprias questões e dos conflitos que surgem. Eu vejo muito a questão do conflito, não só o conflito de uso, mas também o conflito institucional, que a gente tem verificado também na zona costeira.



Na minha opinião, a ANA não consegue fazer uma gestão que agregue os outros entes diretamente envolvidos na atividade da bacia. Por exemplo, as atividades económicas. Como é que a gente vai articular as atividades económicas com a Agência de Águas? Tendo a agência um papel estatutário ao qual ela não consegue estabelecer relações económicas com o Ministério da Economia, com o Ministério do Desenvolvimento Regional, entre outros.

Eu acho que há uma falta de articulação em todas essas dimensões que são tão importantes para o Desenvolvimento Regional do São Francisco. A ANA tem um papel técnico muito importante, tem um papel com relação à vazão, mas falta uma articulação com o económico e com o social que eu acho que é fundamental.

A gente tem a SIRNE aqui no Brasil, mas não consegue articular muito bem. Em que no caso das zonas costeiras, você tem uma comissão interministerial para recursos do mar. Eu acho que poderíamos ter algo muito semelhante para as grandes bacias hidrográficas, juntamente com o seu próprio comité, que gera problemas institucionais dentro da sua própria articulação.

É um pouco por aí, Pedro, que eu considero importante ressaltar em relação aos principais problemas da bacia.

**PB:** E em relação a essa questão da articulação, qual é o papel do Ministério do Desenvolvimento Regional? E da CODEVASF? Que é uma instituição do vale do São Francisco. Não era suposto serem estas duas entidades a fazer esta articulação com o social e o económico, e também com a bacia?

**SB:** Pois é, a CODEVASF poderia estar tendo uma maior articulação dentro desse papel, sem dúvida. É uma entidade muito importante e o Ministério do Desenvolvimento Regional tem muitos papéis a serem desempenhados. Eu percebo o Ministério como algo mais de articulação política, como deve ser.

Eu acho que essa articulação institucional, além de política, ela também deveria ser uma articulação técnica, em que pudéssemos ter entes que fizessem essa articulação com o económico não só na bacia do São Francisco, mas também em outras. Fica tudo muito distante.

Eu vejo nas próprias reuniões em que participo a distância entre Ministérios ou até mesmo numa instância em que você sente a falta de articulação com organizações como a ENEL (sector elétrico), que hoje está sendo muito discutida. Agências que, em determinados momentos, ganham mais poder e em outros elas perdem.

Então, eu ainda acho que há uma carência de uma articulação de um ente que tivesse um olhar económico e ambiental. Eu vejo que existem os instrumentos, como o próprio ZEE, e isso poderia ter o papel de articulação como o grande modelo para a gestão dessas bacias. Teria que ter uma entidade que levasse adiante essa ideia desses zoneamentos e dessas articulações para que efetivamente a gente pudesse ter aquilo que o país necessita.

Que é: uma visão de um desenvolvimento regional efetivo, principalmente no São Francisco, que hoje desenvolve novas atividades económicas e novas atividades agrícolas, como as irrigações, a fruticultura e vinicultura.

**PB:** Eu concordo que este problema da governança é um dos problemas essenciais, tanto que no plano de recursos hídricos, logo a primeira medida, era o chamado pacto das águas. O Comité da bacia que estava a tentar estabelecer com os vários Estados e com a Federação um pacto para definir e melhorar a governança.

O Sérgio tem razão; Eu não sei se conhece este pacto das águas e se teve algum seguimento.

**SB:** Então, eu conheço o que é exatamente.

**PB:** É um pacto que tem várias vertentes. Tem uma vertente legislativa e outras mais económicas. Neste momento está a ser feito, mas está a ser feito muito lentamente.

**SB:** Foi o que foi lançado agora nesse ano, não foi Pedro?

**PB:** Eu sei que é recente; não sei dizer se foi este ano. A articulação levou muito tempo. Já agora, gostava de ouvir o Sérgio falar sobre o contexto da bacia do São Francisco vs outras bacias. Esta bacia é especial e única ou os seus problemas são os problemas do Brasil? São os problemas que o Sérgio identifica noutros locais?

**SB:** Eu identifico também noutras bacias, Pedro. Claro que a bacia do São Francisco tem uma dimensão cultural muito importante para a região nordeste, sem dúvida. Mas eu vejo que os problemas também existem noutras bacias hidrográficas brasileiras. Principalmente num contexto que eu gosto sempre de lembrar, no qual eu tive oportunidade de trabalhar com o Professor Jacób, que é a visão de microbacias.

O Brasil não tem um olhar para as microbacias que são as grandes alimentadoras. Depois desse projeto do Ministério do Desenvolvimento Regional e da URFN, eu percebi a importância da municipalidade. Cada vez mais, é onde tudo acontece. É o cenário onde acontecem os conflitos e onde acontece a perda de uma safra.

Então, o impacto no município é algo muito forte e eu percebo que nas bacias hidrográficas, todas elas acabam tendo esses problemas e impactam diretamente os municípios no contexto das suas microbacias. Por exemplo aqui na minha região (município de Saquarema), no entorno da bacia hidrográfica da lagoa de Saquarema começam a ter algumas atividades econômicas como plantios de grama para venda. É um problema micro, de uma municipalidade, mas que impacta diretamente, com o carregamento de fertilizantes e agrotóxicos por exemplo. E impacta diretamente o econômico em outras atividades.

É no município que eu vejo que os conflitos ocorrem, então muitas vezes fica difícil a articulação da própria prefeitura. E muitas vezes sem ter todos os aparatos necessários para essa articulação, ela também não consegue. Ali eu acho que é o nascedouro dos grandes problemas que vão-se amplificando até chegar nas bacias hidrográficas.

Então, eu vejo a municipalidade como um elemento fundamental para essa discussão das bacias, até porque as iniciativas de um município podem impactar outro município e isso desarticula completamente todo o contexto da bacia. Eu vejo muito por aí, Pedro.

**PB:** Certo; devo dizer que quando fizemos o Plano de Recursos Hídricos do São Francisco, uma das coisas que foi difícil acertar era que ninguém sabia quantos municípios estavam inseridos na Bacia do São Francisco. Levámos tempo a contá-los e são 505. Surgiram vários números e tivemos até que fazer uma reunião com a ANA e com o Comitê de bacia para definir um número final. E isto leva àquilo que o Sérgio diz, a articulação de 505 municípios é muito difícil e eu concordo consigo, com as microbacias e, que tudo se passa ao nível dos municípios. Tem razão, acho que é uma boa perspectiva.

**SB:** É bom que você está colocando essa questão da definição dos números. Pedro, o Brasil definiu agora, de novo, quantos municípios costeiros ele tem através de um decreto. A partir daí, eu vejo toda a dificuldade para articular. Até hoje a gente tem essas dificuldades territoriais tão importantes e conseqüentemente a gente vai ter toda a carência de infraestruturas no contexto da municipalidade.

Quando a gente vem para cidades menores, você sente e entende a municipalidade. No Rio de Janeiro, a gente tem uma dimensão muito ampla de cidade, você não percebe a importância de município na gestão do território.

Mas quando a gente vai para cidades menores, a carência de infraestrutura e todas as dificuldades (por exemplo o gerenciamento de uma bacia hidrográfica costeira) impactam diretamente a vida no município. É extremamente crítico na minha opinião. E colocando esses números no São Francisco, eu percebo que é um caminho muito árduo.

**PB:** Mas por outro lado, há várias correntes na gestão das bacias hidrográficas, e eu concordo que a gestão da bacia hidrográfica se deve fazer à escala da bacia.

Uma das hipóteses, que alguns países fazem, é dividir as bacias em várias sub-bacias e fazer uma gestão independente de cada uma. Ora eu acho que a bacia é uma unidade, podemos facilitar a governança, mas não devemos perder a unidade porque a bacia hidrográfica é indivisível. Não sei o que é que o Sérgio pensa sobre isso.

**SB:** Pedro, concordo exatamente com você e eu acho que a bacia hidrográfica é uma unidade de gestão, assim como a própria zona costeira. Eu inclusive extendo a essa gestão uma articulação muito bem pensada para os ambientes costeiros dessas bacias, que são extremamente impactadas por toda e qualquer decisão tomada no alto e médio curso impactando o baixo curso.

Então eu discordo totalmente com a fragmentação. E inclusive, como coloquei, a bacia hidrográfica não deve terminar na sua foz. Eu me lembro que a minha orientadora de tese de doutorado, ela brincou muito comigo falando isso. Ela dizia: “Mas você quer levar a bacia hidrográfica para dentro da zona costeira?”. E eu respondia “As águas salinas entram diariamente dentro do rio ao qual a senhora quer que termine na foz”. Então esse contexto de interligação é muito importante. Seria muito danoso você fragmentar a gestão. Quando a gente toca em articulação, é articulação até num contexto de interrelação de todos esses ambientes. Seria uma governança que entende que esses ambientes se falam e que a gente não pode perder a dimensão geopolítica de uma bacia ao realizar uma fragmentação.

O Brasil precisa retomar a discussão regional e a discussão geopolítica porque isso ficou um pouco no preconceito, em função da ditadura militar. Isso foi execrado, mas essa discussão de região é muito importante para o Brasil assim como a discussão geopolítica. Então quando eu falo em articulação, é uma articulação de uma governança pensando nessa geopolítica. Qual é a geopolítica do São Francisco? Ninguém fala disso.

Se fala de vários tipos de articulação, mas parece que é um pecado se falar de geopolítica, em função da nossa história com a ditadura. A gente tem de olhar o ambiente, a bacia hidrográfica como um todo, mas essa governança não pode ser de jeito nenhum fragmentada, porque senão a gente perde o contexto geopolítico.

**PB:** Obrigado; mas então pode falar um pouco sobre o que é ou o que deveria ser a geopolítica do São Francisco. Qual é esse conceito?

**SB:** A geopolítica que eu veria hoje, num conceito de bacia hidrográfica, é por exemplo a importância do São Francisco para o nordeste. Vamos pensar nisso para um plano estratégico? Vamos pensar nisso para 2030? Qual a importância política, social econômica do São Francisco para o nordeste brasileiro? E para o país? Como é que é o São Francisco contribui para a geração de energia hidrelétrica, de abastecimento, eco turismo e preservação ambiental?

Então eu tenho olhado muitas atividades econômicas nesse contexto geopolítico e elas têm de seguir, sem dúvida, os ODS. E eu concordo nitidamente com o papel de um desenvolvimento sustentável, mas a geopolítica tem que ser discutida. E quando eu penso na geopolítica, penso numa visão estratégica para o país e para a região. Eu vejo as potencialidades dela.

**PB:** A última pergunta que eu faria é sobre o Comitê de bacia. O Sérgio abordou muito a questão da governança e eu penso que o Comitê de bacia pode e deve ser um elemento importante nesta governança e na ligação com os municípios. Eu diria que é uma entidade que pode fazer a ligação entre a base (territórios e municípios) com a Agência das Águas, com o Governo em Brasília e enfim, com os vários ministérios. Qual é o papel atual do comitê de bacia? E qual aquele que o Sérgio recomendaria que deveria ser? Ou seja, o que é e o que deveria ser?

**SB:** Na minha experiência no Comitê de bacia aqui na região sudeste, eu vi essa visão tripartida: usuários, sociedade civil organizada e estado. Mas eu vi um certo vício entre os atores que ali permanecem por muito tempo nos Comitês e gera-se, de certa forma, quase um apadrinhamento entre todos os atores. E muitas vezes a gente perde a dimensão da gestão tripartida que é exatamente o gerenciamento das diferenças.

Então eu acho que isso pode levar o Comitê a não fazer um bom gerenciamento da sua bacia. Eu fiquei imaginando uma reunião de comitê com 505 municípios e todos os entes que participam e os seus usuários. São reuniões que devem ser muito difíceis de você estabelecer ações efetivas que terminem lá no território dos municípios.

Então me preocupa um pouco a gestão de bacia dentro desse contexto. Eu acho que ainda não há algo que quebre um pouco essa visão dos usuários, do estado. É necessária a diferença e o estabelecimento de uma visão estratégica acima do Comitê, para que o Comitê trabalhe para essa visão.

Por isso que eu sempre falo em entidades que possam ter uma governança interrelacionando o ministério e as ações federais com o estado, conseqüentemente rebatendo no município.

**PB:** Nesta primeira questão que o Sérgio levantou das pessoas que se eternizam no comité, eu não sei se estava a falar do presidente do Comité do São Francisco. Neste momento, o presidente Anivaldo Miranda já está há muitos anos.

Não sei há quantos, mas sei que ele inclusive não se pode candidatar de novo. Portanto há ali um grupo de pessoas que, de facto, corresponde um bocadinho àquilo que o Sérgio disse. Estas pessoas, a certa altura, acabam por funcionar em círculo fechado, eu reconheço que pode ser um problema.

Mas por outro lado, eu gostava ainda de referir o seguinte: Eu participei em muitas plenárias do Comité de Bacia Hidrográfica em que os municípios estão representados. A assembleia plenária tem, ou pelo menos tinha quando trabalhei diretamente com eles, 64 membros. E funciona bem, as decisões são discutidas e tomadas. Eu assisti a muitas reuniões, e devo admitir que nas primeiras até fiquei um pouco chocado pela gritaria e pela confusão muito teatral.

Mas depois eu percebi que, nesta diversidade, há um fator condutor e o Comité toma decisões e funciona. O plano que eu dirigi, o plano de recursos hídricos, foi todo discutido na plenária, em várias etapas, porque havia decisões a tomar. E sempre conseguimos levar as coisas avante.

Eu não conheço os outros Comitês, mas no São Francisco, a dimensão e o número de pessoas não é um grande problema, apesar de haver toda uma dinâmica. Isso não é desculpa para o comité não funcionar.

**SB:** Eu concordo com o que você está dizendo. Mas a minha preocupação é assim: dos 505 municípios, filtrou em uma quantidade de municípios que estabelece a representatividade. Como é que se ainda dá essa dinâmica do poder, entendeu Pedro? Quem é que vai? São os municípios mais importantes? Os municípios que representam partidos que hoje estão mais no poder?

Você percebe que há uma certa dificuldade nessa articulação, e conseqüentemente haverá também com os usuários e as suas entidades de classe. É um ente político. Funciona, perfeito. Mas como é que chega isso lá nos 505 municípios? Então é um pouco dessa discussão que eu faço porque eu rebato isso no mesmo contexto da zona costeira.

**PB:** Eu estou de acordo. Eu assisti à reeleição do presidente, assisti a algumas negociações e devo dizer que não estava nada à espera. É complicado. São negociações em que parece que estamos a eleger o presidente da república. Vê-se que há ali uma articulação muito em círculo fechado. Mas o Sérgio, não sei se quer acrescentar mais alguma coisa.

**SB:** Muito bacana. Eu gostei muito. Eu acho que o seu trabalho vai dar assim uma dimensão ao nosso curso muito importante. Acho até que a gente tinha que ampliar nas minhas pesquisas do doutorado. Algo mais específico nas bacias hidrográficas e nas zonas costeiras que são tão importantes num país como o nosso. São discussões muito importantes que o nosso curso precisa de ter e com certeza a sua tese é muito relevante para a gente, Pedro.

**PB:** Sérgio, muito obrigado. Vamos então terminar.



**7. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Aguiar Dias  
(Bahia State University, *Universidade do Estado da Bahia* – Uneb, Department of Human Sciences, former coordinator for social issues of River Basin Management Plan)**

**09/08/2021**

**PB:** Para começar a entrevista, eu ia pedir ao Ruy Aguiar, que pudesse falar um da sua experiência, portanto: o que é que é o Ruy e do seu percurso profissional e académico.

O Ruy é professor, a sua pesquisa na universidade, e o seu âmbito de atuação e também falar da sua ligação ao São Francisco.

Depois, faremos duas perguntas. A primeira, o que é que no seu entendimento são os principais problemas da bacia hidrográfica do São Francisco? E o que é que serão as principais soluções?

**Ruy Aguiar Dias (RAD):** Certo. Bom, primeiro, eu sou professor da Universidade do Estado da Bahia, agora aposentado, me aposentei esse ano. Eu trabalho com o meio ambiente desde 1990, então eu tenho experiência com estudos ambientais desde essa altura, com licenciamento ambiental, para todos os tipos de empreendimentos. Eu trabalhei também no CRA, que era o Centro de Recursos Ambientais. Lá, eu estava como técnico para avaliar justamente os estudos de impacto que chegavam. Então eu trabalhava para o Estado da Bahia, mas aí eu saí para entrar para a universidade, então, eu continuei trabalhando em avaliação ambiental, mas aí como consultor. Hoje eu tenho uma pequena empresa, em que eu presto serviços, para fazer estudos ambientais e, normalmente, estudos ambientais estratégicos.

**PB:** Obrigado; E, portanto, relativamente à sua ligação ao São Francisco, o Ruy participou como coordenador da parte social do Plano de Recursos Hídricos do São Francisco, que foi feito em 2016.

**RAD:** Exato.

**PB:** Certo; vamos então falar um pouco da sua experiência enquanto sociólogo sobre o que é que são os principais problemas do São Francisco?

**RAD:** Bom, aí são bem comuns né?! A gente já tem isso há algum tempo. Pelo trabalho que lá fizemos, indentificamos que um dos problemas graves é a questão dos poços. No lençol freático, tem grande quantidade de poços e que são utilizados pela agricultura e que, vão progressivamente rebaixando o lençol.

Então aí, é esse um dos grandes problemas do estado da Bahia sobretudo no semi-arido— a quantidade de poços que os agricultores exploram (a maior parte é irregular), e que utilizam para irrigação.

**PB:** Sim?

**RAD:** Esse é um dos problemas sérios do São Francisco, que a gente identificou e divulgou no trabalho. Agora tem toda uma questão também de desmatamento ao longo do leito do rio. Quer dizer, você vem da foz, que é preservada, você vem de lá para cá passando por algumas regiões em que há desmatamento, não há cuidado com a vegetação ripícula.

Com isso, a gente percebe que o volume de água do rio vem diminuindo de ano a ano. Então esses são os principais problemas assim do ponto de vista do São Francisco. Relativamente à população, é a carência que tem de recurso. Tem uma população que é vulnerável, com baixa renda, normalmente a renda da população, às vezes, nem ultrapassa o limite de pobreza (que é meio salário mínimo).

Então esse é um problema geral que tem no Estado todo, uma dificuldade muito grande de trabalhar, porque o nível de carência da população é muito grande. Uma das soluções que eu acho que pode ser feita e que tem dado bom resultado é o incremento da agricultura familiar. Esses programas de agricultura familiar, alguns deles até do Bahia Produtiva, têm procurado, trabalhar a questão da água de uma forma mais equilibrada.

A SERBI tem desenvolvido trabalhos no Bahia Produtiva, com algumas experiências até inovadores como a transferência de responsabilidade pela administração da água e distribuição da água, para a própria comunidade. Estão utilizando as associações de moradores, de determinadas regiões, e essas associações passam a administrar a distribuição de água, passam a cobrar a água e, fica algo dentro da comunidade, gerido pela comunidade.

Isso é uma experiência nova, acho que o Banco Mundial está encampando, e acho que é uma alternativa boa para você ter uma melhor gestão dos recursos, que realmente hoje esse é o problema.

**PB:** Obrigado; mas também a nível social por exemplo: a presença, eu não queria falar só de água, uma vez que uma bacia hidrográfica é muito mais do que isso, não é? Há, por exemplo, o problema das minorias, o problema dos indígenas, o problema das desigualdades... há muitos problemas sociais que depois se vão refletir no próprio desenvolvimento da bacia, e a minha preocupação é a sustentabilidade da bacia. Sobre isso, o Ruy quer falar um pouco?

**RAD:** O que eu posso dizer é o seguinte: o São Francisco, atravessa muitos Estados, então você tem problemas diferentes ao longo do rio. Normalmente você tem, grandes empreendimentos - que são beneficiados - e tem o pequeno agricultor, que normalmente, envolve comunidades, às vezes tradicionais, como o quilombola; você tem indígenas, como você falou, que não têm acesso a esse recurso e o direito desses grupos está na constituição, quer dizer eles deveriam ser atendidos e não são.

Acho que esse é um dos problemas que a gente tem, no São Francisco, é gerir todo esse volume de problemas ao longo de vários Estados. Então acho que é mais complicado falar isso, porque é muito heterogêneo, não pode falar isso de uma maneira generalizada, você tem um foco de problemas na Bahia – utilização de recursos de forma predatória: despejo de água fervida; de esgoto que às vezes não tem como tratar, porque a prefeitura não tem recurso, então tem que despejar no rio; lavagem de carro, o pessoal encosta o carro na beira do rio que é para lavar.

Quer dizer, tem um problema muito grande que envolve várias coisas –a preservação do rio São Francisco exigiria um trabalho de educação ambiental ao longo desse trecho todo, mobilizar as prefeituras também, para que elas pudessem preservar o leito. O que te posso dizer é mais ou menos isso!

Com relação à população, teria que fazer esse levantamento para ver como é a situação de cada um, eu sinto que não...a situação em Minas é um pouco melhor... há medida que você vai avançando para o nordeste, a situação é um pouco mais grave até porque a situação aqui de falta de água é mais grave do que em Minas, então o uso do recurso precisa ser maior, porque tem uma região que é mais seca do que em Minas.

Esse é o problema que a gente tem aqui no norte da Bahia, agora eu não estou a par do “como” está hoje esse descontrolo sobre a liberação de perfuração de poços, a utilização da água para fazer irrigação, como é que está a autorização para isso, eu não estou acompanhando, de momento eu estou sem saber, teria que fazer um levantamento rápido.

**PB:** E esta questão das terras indígenas, por exemplo, ou dos quilombolas, que importância isso tem para a bacia?

**RAD:** Na verdade, todas as comunidades tradicionais envolvem uma relação muito próxima com a bacia, seja para pesca, para transporte, então eles utilizam muito os recursos hídricos justamente para isso. Mas eles não utilizam de forma predatória, até porque o consumo deles é pequeno.

Então, não é exatamente um problema de quilombolas não é também um problema de indígenas, o que se torna problema é a agricultura, é essa que sim, que explora de uma maneira um pouco predatória o recurso hídrico.

Para essas comunidades como o quilombola e as outras comunidades que tem no rio, se agora não me foge a memória, tem vários grupos tradicionais que utilizam a água do rio, principalmente na Bahia, é só o acesso ao recurso e é garantir o acesso ao recurso. Não acho que é uma questão muito complicada não, acho que é - eles têm acesso à água e tem de se preservar esse acesso à água.

**PB:** Mas na elaboração do Plano de Bacia, havia uma queixa constante de que estas populações: primeiro, estavam a ser afastadas do plano de água, muitas vezes porque havia outras ocupações.; e em segundo lugar, que o plano de água está muito degradado.

As lagoas marginais estão degradadas; a qualidade da água não é boa, e, portanto, o peixe e alguns dos territórios essenciais, dos recursos que eles utilizam, estão a ser degradados ou destruídos, e isso tem um impacto grande nestas comunidades. Isto o Professor Ruy Aguiar tem esta noção ou acha que é um exagero dos media?

**RAD:** Não, não é exagero. Na verdade, essa situação é ruim para todos, para todas as comunidades, até porque algumas comunidades, você até tinha um porto ou um pequeno atracador que hoje está no seco porque o leito do rio se estreitou nessas comunidades. Acho que afeta todas as comunidades ribeirinhas, grandes cidades e pequenas comunidades, não tem um grupo que é mais prejudicado que os outros. Acho que toda a população pobre está, de certa forma, relegada a si mesmo, a se virar; enquanto que os grandes empreendimentos, do agronegócio, têm como obter o recurso e têm como conseguir autorização para cavar um poço e, extrair a água, essa licença não é tão fácil assim para um pequeno proprietário. O volume de água, por exemplo, que gasta um grande empreendimento é exorbitante em relação ao consumo da população que é mínimo.

Para você ter uma ideia: a média de consumo de água de uma família aqui no interior da Bahia - Manga e Paratinga - é de 1000 L/ mês, quando muito e porque eles até têm água. Esses 1000 L/mês é o que a gente gasta aqui numa semana, aqui numa cidade, numa família de classe média. Então você tem uma dificuldade de acesso ao recurso, acho que toda a população tem.

Agora acho que a população carente já tem outras carências, então esse tipo de problema se agrava.

**PB:** Obrigado; Era importante perceber...eu sei que um dos problemas na gestão desta bacia é o problema da governança: Quem é que decide? Quem é que faz? Aqui a governança é muito complicada, com o Estado Federal e depois com os Estados... A sensação que eu tenho é que há muita gente nas pequenas comunidades e que estas correspondem a uma grande percentagem da população da bacia, e que estão completamente afastadas da decisão e estão completamente afastadas do processo de gestão.

**RAD:** Esse problema, inclusive, tem-se agravando agora com este governo novo porque a ideia de participação desta população fica muito limitada à iniciativa dos governos estaduais.

Quer dizer, do ponto de vista do governo federal, você ter hoje a ideia de preservação do recurso é nula, e também não é estimulada a participação da população a nível federal.

Mas a um nível estadual, você tem ainda aqui, alguns organismos do Estado por exemplo da Bahia como o CAR, como a própria SERBI, que estão desenvolvendo trabalhos com o Banco Mundial.

Uma premissa que o Banco Mundial sempre coloca é que esses trabalhos sejam sempre participativos, então sempre estão envolvendo associações de moradores, e quando não tem, se estimula para que sejam criadas.

Agora o problema que eu sinto, é que essas iniciativas são boas, mas o problema é que elas não têm acompanhamento nem têm continuidade. Depois de algum tempo aquilo começa a biringolar, vai sendo abandonado todo o projeto. Esse para mim é um dos problemas ou, então tem aí um problema de governança, e acho que tem também um problema de recursos, porque isso demanda recursos.

É um trabalho para ser feito a longo prazo, quer dizer, recuperar o rio São Francisco não é coisa que se faça em 5 anos, acho que vai levar muito tempo.

**PB:** Eu entendo...é certamente também um problema de recursos; podíamos resumir todos estes problemas a uma questão que é muitas vezes referida no Brasil, que é uma questão de haver uma extrema desigualdade entre as populações. Quer falar um pouco sobre isso Ruy?

**RAD:** Olha...falar da desigualdade é uma coisa que já é meio óbvia! No Brasil você tem um índice de desigualdade muito grande, mesmo os governos que foram de certa forma progressistas, que é o período de 2002 até 2012 por aí, você teve uma redução mínima do índice Gini, que é o que mede a diferença social.

Você mesmo tendo a fé, mesmo que tendo fornecido a educação e algumas coisas, a diferença de renda continua muito grande. Você tem um “gap” enorme entre os diferentes níveis sociais. Esse é um problema que é visível e se reflete na falta de educação – educação ambiental, de preservação, de conservação e de sustentabilidade- que, você não pode falar nenhum discurso desses com a comunidade, que tem praticamente o ensino fundamental incompleto.

Então passa um pouco por aí...você ter níveis de carência gigantescos. Você faz um levantamento no interior da Bahia, você vai ver que a maioria da população (56% ou mais) tem o nível fundamental incompleto, quer dizer são 8 anos. Os quatro anos de nível fundamental elementar às vezes não está completo. É uma carência muito grande, até para desenvolver o programa para essa pessoa poder seguir o programa. A pessoa não consegue entender o que está sendo feito ou ter uma dimensão maior disso. Então esse trabalho precisa ser atacado de várias frentes, não adianta atacar de uma frente só, não adianta só tentar recuperar o rio porque o que está justamente prejudicando o rio vai continuar acontecendo porque envolve muitas coisas.

Com a população você tem destruição do meio ambiente; uma necessidade absoluta de recursos; por outro lado você tem um setor que é muito favorecido (principalmente agora que abre um negócio) que é predatório também pelo volume de água que eles consomem, uma produção predatória por elementos regadores.

Eu sei que o consumo de água, especialmente no São Francisco perto de Juazeiro e por aí, é muito grande! Você já tem grandes produtores ali, então esse recurso é explorado muito melhor e muito mais direcionado para esse segmento e a população pobre fica sempre à margem tudo, pegando os recursos que sobram.

**PB:** Mas Rui, sei que os governos querem sempre atrair para o seu Estado e, para a sua região, novas indústrias e querem atrair mais investimento. Neste caso, o que o Ruy me está a dizer é que o investimento no agronegócio não traz grandes retornos. É isso?

**RAD:** Bom isso é complicado. Para o governo federal, o agronegócio é uma forma de exportar, enquanto puderem exportar e, quer dizer não importa que eles estejam destruindo, estiverem produzindo, está entrando o recurso.

O ponto de vista do governo é uma visão predatória, não tem uma ideia de sustentabilidade, de conservação, nada disso. Tem várias regiões na Bahia, principalmente na região de Luís Eduardo Magalhães em que o nível de agronegócio é muito grande, são enormes as propriedades e o consumo de água é absurdo naquela região.

Ao mesmo tempo, a área de Juazeiro também você tem esse tipo de situação que é: a produção de soja. Não tem grande diversidade de produção; destrói muito o solo porque você usa muito recurso; destrói usando agrotóxicos porque você precisa usar aquela enorme quantidade para manter aquilo ali saudável (usando aviões e às vezes cai até na população vizinha).

Ora você tem um negócio, que é pouco controlado, porque é poderoso em termos econômicos e políticos, e por isso cada um pode fazer o que quer, então há uma tendência de destruir tudo. Já o pequeno proprietário, ele destrói até por ignorância, por não saber como trabalhar melhor. Agora acho que até as comunidades que são tradicionais, na verdade não trazem nenhuma destruição porque a produção delas é muito pequena.

Pode-se dizer que é até sustentável, porque são tudo comunidades que vivem com pouco recurso, é mais extrativismo, mas dentro de uma área que não tem uma destruição muito grande. Acho que o problema maior, para mim, hoje, é você trabalhar melhor a ideia do agronegócio e como você pode tentar entrar no acordo aí para fazer um meio termo disso aí.

**PB:** Obrigado; têm-me falado também que um dos problemas grandes do São Francisco é a produção de energia elétrica, as barragens. As relações de comunidade sobre isso, pesca, etc. o que é que o Ruy pode dizer sobre isso?

**RAD:** Olha posso até te arranjar uma pessoa para falar melhor sobre isso depois, mas a gente tem algumas reivindicações com relação à vazão porque a comunidade que está a jusante da barragem, ela sofre com o regime que a barragem tem que estabelecer.

Quer dizer, existe um controle, existe toda uma regulamentação, mas, se você tem chuva em excesso, você é obrigado a soltar água; se você não tem chuva, você é obrigado a segurar a água, então as comunidades abaixo, que utilizam a água, ficam sem o recurso.



Do ponto de vista das populações a jusante, realmente as barragens são prejudiciais, agora tem que pensar também que a gente precisa de energia, então tem que haver um meio termo.

Eu acho que o que está acontecendo aqui de interessante na Bahia é a diversificação, quer dizer, hoje você tem uma quantidade de produção de eletricidade com usinas eólicas (isso é uma boa alternativa para você, não depender tanto dessas represas). Mas não dependendo tanto delas, eu tenho impressão que pode regularizar, de forma que beneficie toda a população, a jusante.

**PB:** Mas eu, mais uma vez, fico a com a sensação que nesse tipo de ocupação de solo e tipo de projeto, as populações locais beneficiam pouco, o recurso é utilizado, neste caso é o vento, é a água ou é o solo, mas as populações locais ficam muito à margem disso. O Ruy concorda com isto?

**RAD:** Bom, existe uma reclamação um pouco da população com relação a isso. Eu tive uma experiência em Caetité, que começaram a construir usinas eólicas e eu passei lá num período, um pouco antes de 2014. A cidade estava de certa forma muito bem, quer dizer, havia investimento que trouxe benefício para a comunidade.

Eu senti que a comunidade estava mais dinâmica, a economia estava mais dinâmica, tinha muito imóvel sendo construído, muita gente alugando imóvel, tinha muita gente construindo hotel, construindo restaurante. Tudo por conta dos técnicos e da população que tem trabalho na usina, e também os royalties, o que retorna para elas de cada vez que vem energia, tem um retorno para a prefeitura.

Repare, tem prefeituras aqui que não tem recursos algum e que vivem de repasse de recurso federal, quer dizer, você não tem recursos locais, você não tem produção nenhuma, ninguém paga imposto predial, não tem isso. São prefeituras que vivem com muito pouco recurso! Qualquer empreendimento que chegue, beneficia. Se ele não for predatório, é válido. Se ele estiver dentro de determinados limites, ele é válido. Eu voltei depois, lá em Caetité, infelizmente o que aconteceu foi que muitas empresas tinham ido embora por causa da crise, por causa da instabilidade política, e você sente que houve uma decadência da cidade. A mesma coisa que eu vivenciei aqui no estaleiro de Paraguaçu, você vai lá na época em que estavam construindo novo estaleiro e tinha um projeto da Petrobrás para construir 11 plataformas ali.

Aquilo ali estava, como diz aqui na Bahia “estava bombando”, eu sentia que a população tinha orgulho: estava dando uniforme das empresas, a cidade estava toda fervilhando de movimento, de gente e de economia. No entanto, quando o governo federal rompeu o contrato, a Petrobrás rompeu o contrato e resolveu comprar as plataformas lá fora, a economia acabou, parou, porque você só tinha um tipo de investimento.

Aí a cidade entrou numa decadência muito grande, vem problemas de violência, prostituição, tráfico de drogas, em quatro anos a cidade deteriorou completamente. Então quer dizer que: o investimento numa área dessa pobre sempre é útil, agora, tem que ter determinados cuidados, que é o que a gente faz especialmente no estudo ambiental.

Nós temos uma legislação ambiental, ou tínhamos (está mudando) mas que era muito boa porque ela estabelecia uma série de preocupações e de limites, para o empreendimento e repasses também, de forma que população pudesse usufruir de alguma coisa ou algum benefício, já que estavam cedendo seus espaços, seus recursos.

Eu acho que a legislação ambiental brasileira, no papel ela é muito boa, o que eu sempre senti é que depois que a gente faz todo o plano do estudo ambiental, a gente põe as recomendações e não há muitas fiscalizações se isso está sendo implantado ou não. O que acho que falta é o acompanhamento...

**PB:** E há uma coisa muito importante, que o Ruy está a falar, que tem a ver depois com o papel das instituições. Quer dizer, nos países desenvolvidos, mesmo quando o governo falha, as instituições existem, e elas de certo modo, complementam a atuação do governo e, de certo modo, fazem às vezes, quando é necessário, o contrapoder. Como é que são as instituições aqui, na bacia do São Francisco?

**RAD:** Olha, eu não saberia lhe dizer, na bacia de São Francisco atualmente porque tem algum tempo que a gente fez esse trabalho, e eu não sei exatamente como estão agora. Quem é o responsável... tem também o Ministério Público.

Normalmente, o Ministério Público aparece muito na época do licenciamento e às vezes fica preocupado muito mais em ouvir as questões, que não são nem da população, são mais de algumas elites preocupadas.

Por exemplo Porto Sul, nós tivemos lá o Ministério Público muito preocupado com o impacto ambiental (boa parte da região ali era de grandes proprietários e de empresas como a Natura e a Rede Globo), então a campanha que esses grupos fazem, repercute no Ministério Público. Agora, o Ministério Público é aberto para que a comunidade também caminhe para ele para reclamações, e tem funcionado, algumas vezes tem funcionado.

Eu não sei atualmente, porque todo esse processo é participativo, o papel do Ministério Público se perdeu muito nesses últimos 3/4 anos para cá, e esse governo, por exemplo, não valoriza absolutamente nada disso. Então, nós não temos avanços...até pelo contrário!

Por exemplo, quando o IBAMA fiscaliza, ele manda prender ou suspender o funcionário do IBAMA que foi fiscalizar. Então, você tem os órgãos que são para fiscalizar que seria INEMA e IBAMA, a nível federal o IBAMA. Você tem o Ministério Público, que a população pode dar entrada na solicitação, acionando o Ministério Público, ele vai tomar providência.

Quer dizer, a regulamentação ela existe, o problema é ela funcionar...eu acho que às vezes falta até conhecimento das pessoas, às vezes falta também interesse (a gente não sabe os interesses políticos que funcionam no Brasil). O Brasil tem muito disso, não é?! Então quando o povo está voltado para uma coisa... Mas se for o grupo B político, ele vai fazer vista grossa, então não sei como fica isso.

**PB:** Obrigado; mas isso é uma questão que existe em todo o mundo não é! Portanto, quando me referia a instituições estava a falar de instituições, não só do Comitê de Bacia e do Ministério Público, mas outras instituições que podem ter uma importância na bacia, por exemplo: o INEMA, o IBAMA, a Agência Nacional das Águas, estava a falar na FUNAI, estava a falar no ICMBio, há um conjunto de instituições que têm importância e têm atuado nestas regiões.

Por exemplo, estou-me a lembrar também do MacroZEE; havia o consórcio do zonamento ecológico- económico e que reunia uma série de pessoas com responsabilidades diferentes, etc. Essas instituições e outras, eventualmente, como é que o Ruy vê a atuação, mais alargada dessas instituições?

**RAD:** Sem dúvida são extremamente importantes. O que eu estou falando é que nós estamos vivendo um período em que há uma retração na atuação ambiental e social, quer dizer, você tem até atuação dessas organizações, mas a repercussão é que não é a mesma.

Há algum tempo atrás, você tinha a FUNAI, tinha um trabalho que era respeitado e que preservava a região indígena: evitava invasões, evitava que se explorasse...quando encontrava, com o apoio do IBAMA, a exploração de madeira, intervia.

Hoje, esses organismos, pelo menos os oficiais, eles estão de certa forma, quase impedidos de fazer a fiscalização. Então eu sinto que, por exemplo, essas organizações da sociedade civil, que você falou aí, hoje elas ficam mais no processo de denuncia. Mas elas não têm como acionar diretamente, a não ser que elas recorram ao Ministério Público, façam um cambiamiento com o Ministério Público para a FUNAI.

Mas nós estamos vendo aí que, por exemplo, houve invasão de terras indígenas, houve assassinato de indígenas, durante 2 ou 3 dias um grupo de garimpeiros entraram e atiraram nos índios, você não tem atuação da FUNAI como tinha antes. A polícia federal ficou de ir lá, 2 ou 3 dias depois, não prendeu ninguém até hoje, não houve nenhuma consequência.

Quer dizer, então houve um processo de deterioração institucional no Brasil muito grande, então não sei como é que as instituições de sociedade civil que você citou, como é que elas estariam hoje atuando, não sei se elas estão tendo espaço para atuar. Elas têm poder de denúncia, mas não de polícia, então elas têm de recorrer a um organismo que vá acionar ou tomar uma medida, por exemplo, o INEMA...

**PB:** Professor pode falar sobre o papel das organizações civis - ONGs, grupos de pressão, media- quer dizer, esse papel tem algum impacto na defesa do ambiente, na sustentabilidade, por exemplo, ao nível de uma bacia hidrográfica, ou esse papel é muito secundário?

**RAD:** Hoje eu vejo...olha não posso garantir porque é uma questão de estar dando uma opinião sem ter conhecimento de causa exatamente hoje, atualmente não tenho contato com eles. Mas acho que hoje, não tem nenhum efeito. Antigamente sim, acho que ele tinha efeito.

Quando a gente trabalhou aqui nesse estaleiro de Paraguaçu, a gente tinha um conselho ali que estava participando, acompanhando, exigindo, cobrando e as coisas tinham que ser atendidas. Nós temos conselhos, em vários lugares, conselhos de cidade, etc., mas não sei como é que esses conselhos estão funcionando hoje.

Honestamente, eu não estou acompanhando! Eu sinto que, pelo menos do ponto de vista da media, eles estão tendo muito pouco espaço, eu não estou vendo manifestações desse tipo de coisa. Acho que está havendo uma retração muito grande de todo esse processo de defesa ambiental no Brasil. E as queimadas que estão acontecendo aí e que continuam acontecendo?!

Depois de toda a repercussão mundial, quer dizer, se você tem um organismo mundial, os países e todo o mundo está condenando ao descaso com relação aos incêndios, no pantanal, e eles continuam acontecendo eu fico imaginando:

“Se eu tomar um país ou uma União Europeia que condena o Brasil por um descaso com a questão do meio ambiente, e não consegue obter nenhum resultado com isso, como é que uma pequena organização comunitária vai ter resultado?! Não tem resultado, não vai ter nenhum resultado hoje!”

**PB:** Certo; obrigado, basicamente era isto que queria falar. Já agora, uma última questão sobre a opinião do Ruy sobre se esta tendência que estamos a falar, de uma certa diminuição das preocupações ambientais, das preocupações também sociais, é uma tendência recente, diria que é uma tendência que tem aparecido nos últimos 4 ou 5 anos...

O Ruy acha que isto é um ciclo dinâmico e, portanto, que depois de descer vai subir novamente ou acha que há aqui um pessimismo mais prolongado?

**RAD:** Olha, tudo vai depender do que acontecer no ano que vem das eleições. A gente tem de pensar que essa política a favor do agronegócio, essa política predatória de exploração de madeira, é uma política de extrativista, de gerar recursos, de fazer empreendimentos sem respeitar o meio ambiente, essa política não é totalmente estranha a alguns partidos!

Quer dizer, o PSDB não teria uma postura muito contrária ou muito diferente da atual, porque é a base do partido deles, eles têm apoio do agronegócio! Então tanto é, que se você pegar um mapa eleitoral do país, ou da Bahia principalmente, você vai ver que a Bahia toda vota no PT (não tem nada a ver com isso não, mas estou só falando que vota).

Mas se você vai ver os municípios que não votaram no PT, é justamente o Luís Eduardo Magalhães, que é onde está o agronegócio; Barreiras, quer dizer... você tem um mapa, bem desenhado, que é onde o agronegócio está e como ele vota!

Então um problema, por exemplo: o PSDB não é um Bolsonaro, o PSDB não vai deixar que queime o pantanal, ou que queime o Amazonas, porque eles são bem mais esclarecidos, mas também não são o ideal, quer dizer, aquele que tivesse uma preocupação realmente de modificar esse quadro, mas com certeza já seriam um avanço em relação ao atual.

Qualquer partido que ganhe em 2022, eu acredito que haja um certo refluxo dessa política predatória, pelo menos pequeno, nem que seja para aparência, mas ele vai ter que refluir um pouco – cuidados com os povos tradicionais, devem aumentar de novo; a FUNAI deve ganhar alguma dimensão maior de novo, ter uma atuação mais forte; o IBAMA também talvez recupere um pouco o seu poder, porque o IBAMA não só fiscaliza como tem de poder de polícia também, porque tem os agentes do IBAMA que vão lá e prendem, e destroem os equipamentos dos garimpeiros.

Então, saindo o Bolsonaro, eu acredito que melhore, mas se há um grupo progressista, dependendo do grupo progressista que ganhe... Se for um Ciro Gomes, talvez melhore um pouco mais ainda, porque acho que aí ele tem essa preocupação. Então depende muito do que vai acontecer politicamente no 2022 né?! Porque se continua com esses aí, então acho que o Brasil acaba.

**PB:** Aqui uma questão importante: os países de uma forma geral estão cada vez mais conscientes das alterações climáticas e das alterações ambientais que já deixaram de ser um problema à escala local e passaram a ser um problema mundial e que afeta todos, ninguém fica fora de disso!

E a sensação que eu tenho, é que à medida que os países têm um nível de educação maior, estes problemas têm mais expressão. O Brasil tem feito um esforço grande na educação, eu diria que de uma forma geral, os índices de educação, os índices de literacia, até os índices de desenvolvimento humano têm vindo sempre a progredir. O Ruy não acha que isso vai ter uma influência também na pressão política da sustentabilidade?

Quer dizer, este problema da sustentabilidade começa a ser um problema em todos os países! No Brasil não será também?

**RAD:** A pergunta é interessante! Nós estamos fazendo um levantamento do Censos que deveria ter sido feito no ano de 2020, nós não fizemos, não fizemos em 2021. O último Censos é de 2010, então a gente precisa fazer um Censos agora, para ver o resultado desse desgoverno e dessa pandemia [covid 19], até porque a pandemia tem também um papel forte. Então eu não sei primeiro se a gente continua com aquele ganho que a gente vinha tendo ultimamente.

Além disso, esse governo despertou uma coisa curiosa, que a gente era um grupo de pessoas que não era visível, quer dizer essas pessoas estavam acanhadas antigamente. Se você tem uma pessoa que dissesse algo machista, até 2014, essa pessoa tinha vergonha de assumir isso publicamente, ela tinha vergonha de assumir uma série de coisas que hoje ela se sente à vontade de assumir.

A gente percebeu que, na sociedade brasileira, nós temos um segmento enorme que é muito despreparado em termos de informação, não de informação básica, mas de conscientização com relação às questões ambientais.

Eu não sei como é que ficou isso aí, mas eu acho que isso surpreendeu todo o mundo, a quantidade de pessoas que são negacionistas, que devem estar descobrindo agora aqui no Brasil tantas pessoas desse tipo: então o movimento anti vacina, que a gente nunca tinha ouvido falar aqui no Brasil, de repente aparece com uma certa força.

Então você tem um problema agora que eu não sei como é que esse seguimento, vai melhorar daqui para a frente?! Não sei como, porque não é uma questão de informação, é uma classe média; não é um problema de não ter tido acesso à escola. Eu acho que é o tipo de informação que foi dada, é o resultado de um processo de ditadura que veio lá detrás, que fez uma educação que não é muito inclusiva, pelo contrário.

Então agora é que a gente está vendo o resultado, desse atraso de informação, que a gente tem no Brasil...

**PB:** Mas Ruy, pode ser também um resultado de crise económica, não é? Sobretudo, a classe média sofreu muito nestes últimos anos, quer dizer, as classes mais desfavorecidas muito mais, mas a classe média é aquela que tem mais repercussão na media, e pelo menos alguma classe média sofreu muito com esta crise (sobretudo a classe média baixa). E isso pode também explicar este problema de negativismo, negacionistas, contrários a tudo...Não?!

**RAD:** Eu tenho as minhas dúvidas. Não estudei isso ainda, não me debrucei sobre esse assunto com mais cuidado, mas me parece que não, eu acho que é uma coisa da formação mesmo. Porque tem uma coisa que é, a falta de identificação com o outro, por exemplo: a classe média brasileira, ela não se identifica com outro. Quer dizer, o outro para ela, não faz parte do Brasil.

Ela consegue viver bem uma situação, em que noutros países as pessoas ficariam constrangidas. Quer dizer, você tem uma miséria, que está visível, mas em que essas pessoas que são miseráveis são vistas com um certo ódio. As críticas que têm feito aí, por exemplo, até é mais político do que qualquer outra coisa, mas diz assim “Ah o PT irritou a classe média mais pelos seus acertos, do que pelos seus erros”.

Porquê?! Porque deu acesso à universidade, ao filho da empregada; deu acesso à viagem de avião, ao porteiro do prédio...e é verdade! Quando você vê, uma grande *socialite*, uma mulher rica que tinha uma coluna no jornal, dizer que não tinha mais graça viajar hoje em dia, porque ela viajava e, encontrava no voo dela para Paris, a costureira dela... Quer dizer, é uma sociedade que tem uma formação que, eu acho que é meio passista, não querendo rotular.

Eu acho que é uma visão da sociedade que consegue conviver com isso como que “esses aí” não fossem gente, não fossem pessoas, não tem nenhuma autoridade com relação a essas pessoas. Eu não acho que isso seja uma coisa do momento não, eu acho que aflorou, mas acho que isso é uma coisa de formação mesmo. Por exemplo, Brasil é um país que nunca expiou suas culpas, nós tivemos escravidão e nunca se pediu desculpa por isso, para ninguém.



Até hoje, as pessoas acham que não têm nenhuma culpa com relação à escravidão. O escravo, quando foi libertado aqui no Brasil, ele não recebeu absolutamente nenhum tipo de apoio ou indenização, absurdamente nada. Nos Estados Unidos até fingiram que davam terra lá para os escravos, algum terreninho, mas lá no Brasil, nem isso foi feito. Você passou por uma revolução, uma ditadura de vários anos, 20 anos?! Mas você faz uma amnistia geral, vão esquecer tudo, vão deixar tudo para lá. Quer dizer, no Brasil, não passa por um processo de autocrítica, de revisão...eu acho que falta um pouco, na sociedade brasileira, esse tipo de reconhecer os erros e reconhecer a culpa para que não cometa de novo. É diferente da Espanha, você tem uma guerra civil e depois você reconhece aquilo, você tenta aplacar as feridas reconhecendo as coisas.

Não é como aqui não, aqui é jogando para debaixo do tapete, com se as coisas, se pudessem, continuariam como estavam. Acho que é uma questão diferente.

**PB:** Obrigado Ruy, eu acho que foi muito bom, esta entrevista, gostei muito de o ouvir! Falámos do São Francisco e falámos também de coisas mais gerais, que impactam o São Francisco, não é?

Uma bacia com aquela desigualdade, é uma bacia que tem todos estes problemas e o resultado, também se repercute na bacia. Eu agradeço. Eu acho que a entrevista, para mim, está a chegar ao fim. Não sei se o Ruy quer acrescentar mais alguma coisa?

**RAD:** Não. Eu só queria pedir desculpa porque eu gostaria de ter falado melhor sobre o São Francisco, mas é que eu não sabia que o assunto era esse, senão eu tinha recuperado e revisto o material daqui do trabalho que a gente fez para ver se eu me lembrava das coisas. Mas, infelizmente, eu não sabia...

**PB:** Obrigado Ruy; o que eu vou agora pedir é se encontrar algum *paper*, algum artigo ou alguma coisa interessante sobre estes assuntos do São Francisco que nós acabámos de falar, por favor me envia, eu gostaria de ler.

Como estou a fazer a pesquisa e estou já mesmo a terminar a Avaliação Ambiental Estratégica, esta parte social, como o Ruy sabe, é muito importante, e eu gostaria sempre de poder ler mais qualquer coisa.

**RAD:** Eu lhe mando, pode descansar.

**PB:** Muito obrigado.

**RAD:** Obrigado e abraço

**8. Interview: Pedro Bettencourt – PhD Yvonilde Medeiros  
(Bahia Federal University, *Universidade Federal da Bahia* – UFBA, Department  
of Environmental Engineering)**

**09/08/2021**

**PB:** Basicamente eu tenho duas perguntas. A primeira pergunta é: O que é que a professora entende que são os grandes problemas de uma bacia como o São Francisco? Os grandes problemas, de vários tipos, sejam eles quais forem – hidrológicos, sociais, ambientais, climáticos, etc.; e por outro lado, gostaria de falar sobre aquilo que entende serem as principais soluções.

Portanto, problemas e soluções, este será o objetivo, da nossa conversa. Antes de começar, eu ia pedir à professora que falasse um pouco da sua posição (sei que é professora na Universidade Federal da Bahia) mas queria saber um pouco mais, até para depois referenciar na tese; E queria também que a professora me falasse um pouco da sua experiência no São Francisco, e dos principais trabalhos desenvolvidos pela sua equipa no São Francisco?

Acho que isso é importante sabermos e ficar registado de uma forma sintética, para enquadramento desta nossa entrevista. Pode ser?

**Yvonilde Medeiros (YM):** Pode ser. Primeiro, você prefere que eu fale um pouco da minha posição na universidade e experiência no São Francisco. Depois, aí você faz a pergunta, certo?

**PB:** Exatamente.

**YM:** Diz quando eu posso começar.

**PB:** Pode começar já. Está a gravar, está ótimo.

**YM:** É um prazer estar fazendo parte dessa sua pesquisa. Eu sou professora da Universidade Federal da Bahia, na Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Ambiental. Eu sou titular, professora permanente, atualmente eu sou coordenadora de um mestrado profissional em rede nacional – são 14 polos, ou seja, 14 universidades que fazem parte desse mestrado profissional, em parceria com a Agência Nacional de Água.

Eu acho isso sensacional, esse mestrado é de grande importância no momento. Mas há bem mais tempo, eu faço parte do mestrado “Meio Ambiente, Águas e Saneamento”, de onde é a maior parte dos trabalhos que desenvolvi, de pesquisa no São Francisco, foi no âmbito deste mestrado, que é um mestrado multidisciplinar. Eu sigo a linha de gestão de águas, gestão e planejamento de águas.

Eu também sou professora da graduação de cursos da Engenharia Sanitária e Ambiental e, da Engenharia Civil, que são disciplinas que eu dou na graduação: basicamente, hidrologia e planejamento de recursos hídricos; no mestrado, eu continuo na linha de políticas e planejamento de recursos hídricos, nessa mesma sequência.

As minhas linhas de pesquisa têm sido basicamente...eu comecei trabalhando mais na região semiárida, e foi aí que comecei a trabalhar com o São Francisco, numa sub-bacia na Bahia, no norte da Bahia, que é a bacia do rio Salitre; é uma bacia extremamente árida na Bahia, que já faz fronteira com Pernambuco. Foi aí que eu comecei a descobrir a bacia do São Francisco; um tempo depois os meus estudos me levaram à bacia do São Francisco.

Eu participei muito na bacia do Salitre, na formação do Comitê da bacia e havia algumas dificuldades no estado da Bahia em aceitar a figura do Comitê (isso já foi há muitos anos atrás, mais de 30 anos). Na Bahia havia uma dificuldade, tendo um governo muito centralizador, de aceitar a figura de um Comitê de bacia, que achava que isso não era muito eficiente para gestão dos recursos hídricos.

Eles achavam que a gestão dos recursos hídricos deveria ocorrer de forma mais centralizada no Estado, seria mais eficiente.

Já no âmbito nacional, estava se formando o comitê da bacia do rio São Francisco e eu vi, e também os meus parceiros nesse estudo da bacia do Salitre, o engajamento da bacia do rio Salitre na formação do comitê de bacia do rio São Francisco como uma possibilidade de forçar o governo do estado da Bahia a ter uma posição mais democrática e mais participativa também com relação à bacia do Salitre.

E foi assim que eu, ajudando membros do comitê do Salitre também a se tornarem membros do Comitê do São Francisco que estava se formando, terminei também por me candidatar, na época, como suplente do Comitê do rio São Francisco.

Posteriormente, passei a titular, cheguei até a ser secretária executiva do Comitê do São Francisco, trabalhei muito no São Francisco, dentro do Comitê da bacia, no âmbito do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. E também, alinhado a isso ou paralelo a isso, eu desenvolvia pesquisas, dentro da universidade, particularmente no mestrado.

Antes, antes a UFBA não tinha mestrado, mas eu já trabalhava como aluna iniciante científica na graduação, posteriormente se formou o mestrado de “Meio Ambiente, Águas e Saneamento” - o MMAS, e aí eu comecei a orientar alunos e a desenvolver pesquisas, pesquisas financiadas pelo Fundo Nacional de Recursos Hídricos.

O Fundo Nacional de Recursos Hídricos que era, também alimentado, com vista a fomentar pesquisas na área de recursos hídricos. Então esses fundos setoriais eles favoreceram o desenvolvimento de pesquisa, principalmente no Norte e Nordeste, na área de recursos hídricos.

Eu participei de várias pesquisas, foram pesquisas: na área de plano de bacias, o Plano de Bacia do Salitre; o enquadramento de corpos de água, que é o planejamento estratégico de qualidade de água; trabalhando em algumas atividades associadas à outorga e tudo isso começando no Salitre e se estendendo depois para o São Francisco. Depois, trabalhei também com um projeto de pesquisa na área de alocação de água, já dentro de São Francisco.

Então foram as pesquisas que já foram assim, se estendendo da área/território do semiárido na Bahia, para ganhar mais uma amplitude em nível nacional no Comitê da Bacia do São Francisco, em paralelo às atividades de pesquisa. Sempre mantive as minhas atividades, eu tenho o meu caminho dentro de área de recursos e sinto que ele sempre se desenvolveu de forma paralela. Na universidade, com os alunos, com colegas, formando e às vezes, estendendo para redes nacionais, trabalhando com outras universidades – Universidade Federal de Rio de Janeiro, a Universidade Federal de Pernambuco, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte -, e trabalhando na área de instrumentos de gestão de recursos hídricos, no âmbito da bacia do São Francisco, no âmbito de um comitê de rio da união e também no âmbito de comitê de rio estadual.

Então a minha formação foi essa. A minha participação no comitê do São Francisco, enquanto membro titular, ela está terminando agora. Eu não me candidatei mais a membro titular, eu vou atuar mais na área de câmara técnica de planos e programas. Quando nós nos conhecemos Pedro, eu participava nessa câmara técnica e foi na época da elaboração do plano da bacia do rio São Francisco...

Eu já tinha participado da elaboração da 1ª versão do plano, na época eu era coordenadora dessa câmara técnica digamos que é chamada de “Câmara Técnica de Planos, Programas e Projetos – CT3P”. Então eu participei nessa “CT3P” nas duas versões do plano da bacia do São Francisco, a 1ª que foi desenvolvida por um corpo de consultores e mais algumas instituições apoiando, como a ANA (que deu grande apoio), a CODEVASF, a CHESF, o DENOX.

**PB:** Isso foi em 2004, não é?

**YM:** Sim, isso foi em 2004-2005, por aí as datas, a 1ª versão. E a 2ª versão foi essa, que a NEMUS elaborou, foi uma consultoria e a gente participou, e aí fui como membro dessa câmara técnica.

Desse trabalho, até o trabalho que eu hoje, mais recentemente, tenho foco, que é na área, já ampliando para a área ambiental, trabalhando com vazão ambiental, que foi também um projeto financiado pelo CNPQ em rede nacional, participavam universidades – Universidade de Minas Gerais, Universidade da Bahia, Universidade de Sergipe.

Aí, a minha pesquisa se aproximou mais da necessidade de a gente definir qual a vazão para atender às demandas ambientais tomando como área de estudo o Baixo São Francisco, que é a região que se estende da barragem de Xingó até à foz.

Ali, a gente começou a desenvolver esse trabalho por volta de 2007 e até hoje, a gente ainda desenvolve algumas pesquisas e tem publicações. Depois eu posso passar alguma coisa disso para você, se for interessante de você anotar. Agora, a Bacia do São Francisco é uma bacia complexa, que abriga vários Estados. Nós temos um sistema federativo no país, em que cada Estado tem autonomia para administrar, e politicamente também ser independente.

Nós temos partidos diferentes e que a gente tem que levar em consideração que a governança e a governabilidade vai se dar de forma muito diferente.

A Bacia do São Francisco abrange desde o Distrito Federal, com toda a sua complexidade de estar lá abrigado o governo federal, as decisões do Ministério, até estados com pequena participação como o Estado de Goiás, o Estado de Sergipe, de Alagoas, mas que esses estados, particularmente esses dois últimos, têm uma atuação muito grande (inclusive, o presidente do Comitê e o vice-presidente).

É uma atuação de dois Estados que embora pequenos, eles formam o Delta do São Francisco, exatamente pelo facto de receberem os efeitos dos usos, principalmente o grande uso na bacia, o predominante, que é o uso para geração da energia.

Então esses dois Estados, eles atuam de forma a ter uma posição de resistência e de recuperação de toda a degradação que ocorre ao longo da bacia, tanto em termos quantitativos como em termos qualitativos, e que vai desembocar na proximidade da sua foz. Então, esse daí foi um grande projeto de pesquisa mas que ele se vislumbrou, ainda no 1º plano da bacia, que colocava a definição da vazão.

A vazão ainda é fluente de Xingó, a última barragem da cascata de barragens, que começa em Minas Gerais, na barragem de Três Marias (administrada pela concessionária CEMIG – Companhia de Minas Gerais), e depois todas as outras pela CHESF – a Barragem de Sobradinho, a Barragem de Itaparica, a Barragem de Paulo Afonso e a última barragem, Xingó.

Todas essas barragens, muitas delas de grandes dimensões como é a de Sobradinho, que regulariza uma quantidade de água muito grande, que varia em torno de 4 a 10300 m<sup>3</sup>, isso causa impactos muito grandes em toda a bacia.

O outro uso muito intensivo na bacia, é o uso agrícola, principalmente em Minas Gerais e na Bahia, que têm usos muito intensivos. Esses são os dois grandes usuários e que causam grandes impactos na bacia. Ora nós temos uma governança, de 5 ou 6 Estados e 1 Distrito Federal, já são 6 unidades da federação e grandes usuários que estão além dos limites administrativos e políticos.

Então temos aí uma necessidade de governança em dois níveis: no nível da União, como é a geração da energia por exemplo, que é um sistema unitário no país, a coordenação e a administração se dão num âmbito da União – ONS (teve um peso muito grande), o Ministério de Minas e Energia.

As decisões são do governo federal, como recentemente tivemos na crise hídrica; e outros que são de definição de Estados e às vezes, esses Estados têm uma força política muito pequena porque não têm uma estrutura política bem organizada, e em tudo isso também tem uma sociedade civil que não é bem organizada. Principalmente os estados que estão mais a norte e nordeste como o estado da Bahia, o estado de Pernambuco...

Aí a gente vê também as organizações mais fortes no Estado de Minas Gerais mas não é o suficiente porque é variável a cada governo. Nós tínhamos uma organização mais efetiva, mais eficiente envolvendo os passados golpes de estado de Minas, e hoje, isso aí mostra já fragilidades que de alguma forma está afetando a governança da bacia.

Eu diria que entre os problemas mais críticos da bacia, talvez os maiores problemas da bacia estejam na alocação da água. Eu já vinha dizendo isto há algum tempo, ainda na época do plano de bacia, é um problema de grande dimensão que não cabe dentro de um edital de um plano de bacia, precisaria de um estudo aprofundado e com certeza é um estudo aprofundado de longos anos, que precisa de muita articulação política.

Agora mesmo, o presidente [do comitê de bacia] desde a reunião passada que vem tentando trazer essa discussão para o âmbito de uma plenária do Comitê e não consegue contratar consultoria, que também não consegue avançar, porque não estão dispostos a discutir esse assunto, se sentem prejudicados, que vão perder.

O Estado de Minas acha que vai perder poder, quantidade de água, se essa alocação traz mais dominialidade, vai trazer uma quantidade de água alocada maior para Estados que têm mais necessidade de água como a Bahia ou, outros estados como Pernambuco, ou o Baixo São Francisco, com a questão da alocação de água para atender o meio ambiente.

Então este é um problema político, e enquanto os problemas políticos não se resolvem também, ou pelo menos não têm uma estabilidade, no âmbito da União e também dos Estados, a gente não tem uma coordenação.

No âmbito da União, eu acho que a gente não vai conseguir coordenação no Comitê porque ele se torna frágil, e muito menos nos Estados, que cada um vai tentar trabalhar de forma individual, muito isolada.



Este é o grande problema de bacias com características transfronteiriças! Embora dentro da União, a Bacia do rio São Francisco ela tem essa característica de bacia transfronteiriça porque cada unidade da federação tem autonomia administrativa e política, então isso traz uma dificuldade nessa alocação, nós precisaríamos avançar mais em termos de governança.

Nesse momento também temos relações difíceis, entre Estado e a União, estamos vivendo um momento muito complicado em termos dessas relações, eu acho que este é o problema real, que nós estamos enfrentando e que eu não vejo solução de curto prazo, nem mesmo, eu me ousaria dizer, nem de médio prazo!

Nós precisamos começar a trabalhar, a gente não tem dúvida, e eu acho que o Comitê da bacia está inclusive percebendo isso e está no caminho da solução. Pelo menos a gente percebe que há uma vontade de buscar soluções mais consensuais e reduzir os conflitos que estamos percebendo nas administrações dos Estados e, dos Estados com a União.

Os membros do Comitê neste momento, representado pela sua diretoria, têm essa preocupação de buscar uma “nova gestão”, estamos num momento de eleição, que seja tomada de forma mais consensual porque vamos poder tratar e pactuar melhor, que é o que precisamos. Dentro de um esquema de alocação de água precisamos de uma pactuação, mesmo que ela vá ocorrer por estágios, por etapas, então: o que vamos precisar fazer primeiro?

É tentar entender como é que os usuários que estão dentro da bacia estão; quais as são as quantidades que estão ali alocadas; quais são os limites de disponibilidade de água; antes de fazer um conhecimento de tudo isso (que o plano da bacia já vislumbra), mas de lá para cá tivemos crises hídricas que se estão prolongando.

Primeiro, foi a crise hídrica no Nordeste, passámos aí uns 6 anos com uma crise hídrica muito forte na bacia do São Francisco, que veio a terminar por volta do ano de 2019; e agora, essa crise que se dá no Sudeste, mais propriamente na bacia do rio Paraná e que afeta todo o sistema nacional de geração de energia – porque é um sistema único, interligado, um sistema integrado nacionalmente.

Então quando tem crise hídrica e energética no sudeste do Brasil, isso de alguma forma, e de forma muito intensa, está afetando também a Bacia do rio São Francisco, embora neste momento os défices hídricos não estejam tão grandes.

Estamos vivendo hoje uma época de normalidade hídrica na bacia do São Francisco, mas que está sendo afetada pelos outros grandes centros que estão sendo afetados pela crise energética. Você percebe que o nosso sistema de bacias não é tão independente, existe uma dependência porque o grande uso de água, que é para gerar energia, num país que tem potencialidade energética muito grande, as bacias de alguma forma têm uma interligação.

Aí, vêm outros problemas como a irrigação, nós estamos hoje com um problema que é, bem clássico: há nexos, a energia que afeta a produção de alimentos, que por sua vez, afeta também a água para abastecimento humano em regiões mais densamente povoadas e afeta a qualidade de água para usos humanos e para o ecossistema.

Este é um outro problema que precisa também ser resolvido, a questão dos outros grandes usuários: a agricultura, e o abastecimento, que embora o consumo humano não seja, em termos de volumes, muito grande, a lei nº 9433 estabelece que este é um uso prioritário e, que em caso de escassez, a prioridade é para consumo humano. Então neste momento, ela torna-se muito relevante porque em qualquer conflito a água para consumo humano e para dessedentação animal é prioritária.

A solução para isso começa pela solução de uma melhor governança na bacia, de tentar resolver o problema de alocação da água e de pactuações entre Estados e pactuação entre usuários. Não sei se tem alguma coisa que não ficou muito clara...

**PB:** Eu queria que a professora pudesse fazer, uma referência que devíamos fazer às instituições, que são muito importantes. Falámos da relação entre os Estados e a União, falámos da relação entre Comitê e os Estados e a União, portanto estes aspetos da complexa governança de uma bacia transfronteiriça.

Mas, muitas vezes independentemente de questões específicas de governança, as instituições têm um papel muito importante na solução ou nas soluções e, às vezes, as instituições tomam iniciativas por si. O que é que a professora acha do quadro das instituições presentes no São Francisco e quais é que são importantes para a governança?

**YM:** Então, existe uma diferença muito grande, até posso dizer um desequilíbrio, entre a estrutura institucional da União, particularmente a Agência Nacional de Águas, que foi estruturada para fazer a gestão dos recursos hídricos das bacias e rios da União, e os Estados.

Eu quando falo 'Os Estados', estou falando de diferentes Estados: quando olhamos Estados mais estruturados, com maior recursos financeiros, económicos, pessoal, institucional - Bahia, Pernambuco, Minas, e você olha outros Estados menos estruturados; o Distrito Federal também tem essa participação e tem-na organizado. Quando a gente olha a ANA, a ANA tem um quadro institucional, ela tem uma estrutura bem formada, ela tem um quadro técnico de ponta - de pessoas bem formadas, competentes e comprometidas com o trabalho que se está fazendo. Pessoas olhando sempre com um olhar muito avançado, bem na frente e, um compromisso em estar ajudando também outras instituições estaduais.

Por outro lado, a gente tem uma diferença muito grande nos Estados... eu posso até citar os meus Estados para não estar citando outros que conheço menos.

Recurso hídrico não é prioridade, gestão de recursos hídricos não é prioridade para esses outros Estados, então a gente vai ver desigualdades muito grandes - Estados que têm uma estrutura no governo boa e depois num outro, menos. E aí o que é que eu vou dizer? Nós temos uma ANA, uma Agência Nacional de Águas, que vai estar sempre ciente se eu cito a questão crise hídrica do São Francisco?!

A ANA criou uma sala de situação, formada e coordenada por eles mesmos, mas que tinha a participação da ONS, da CHESF, dos órgãos gestores estaduais, ou seja, ela tinha essa competência e autoridade de fazer reuniões, inicialmente semanais, e que estavam todos presentes porque sabiam que a decisão tomada ali seria respeitada. Ora, nós tentámos várias vezes fazer isso no âmbito do Comitê e, não conseguimos! Há instituições que têm autoridade para isso como o caso da ANA (por sua competência, por seu quadro técnico, pelos seus recursos...), ela tem autoridade e liderança no São Francisco quase que há 3 anos, 3 anos fazendo reuniões semanais, depois quando a crise foi sendo solucionada, com resoluções e resoluções.

Por exemplo, o IBAMA não conseguia fazer isso, enquanto ela tinha o mesmo papel, de órgão regulador – do aspeto quantidade (ANA) e do outro do aspeto qualidade ambiental – e o IBAMA não tinha força política, nem autoridade técnica, nem competência técnica para fazer uma provocação e, muitas vezes nem estava presente. Os Estados participavam, e na maioria das vezes concordavam com o que a ANA, na hora propunha e sem muita discussão.

Então há uma desigualdade muito gritante nestas instituições. O que é que se tenta? Através de formação, de trocas, de parceiras, de convênios, se fizermos transferências financeiras para os estados, como por exemplo: a gente tem acordo do Progestão, visando melhorar a gestão de recursos hídricos do nível estadual. Mas isso é uma coisa que não vemos continuidade, num governo acontece e num outro não, não tem continuo como é o caso da União com a ANA.

Mesmo assim, agora, a gente vê que a mesma ANA ela está dentro de um processo de conflito interno, porque desde o governo passado para este, havia uma proposta (que depois foi um projeto de lei e depois, foi aprovada) que é trazer para dentro da Agência Nacional de Águas da gestão de recursos hídricos, a gestão do saneamento. Isso criou um grande desajuste dentro do órgão gestor de recursos hídricos porque ele passou a ter de abraçar competências que antes não tinha, inclusive com o corpo técnico e com a estrutura. Essa estruturação está tirando muita energia e recursos da ANA!

Depois, ainda nesse governo, houve uma mudança de ministério: a Agência Nacional de Águas estava no Ministério de Meio Ambiente, voltado para a questão do espaço, do território, das águas; agora está dentro de um Ministério de Desenvolvimento Regional, ou seja, a gestão de recursos hídricos passa ter um foco muito mais voltado para o desenvolvimento do que para proteção das águas proteção dos recursos hídricos, gestão participativa.

Isso aí, de alguma forma, também vem enfraquecer a participação dos comitês de bacia, essa força e ligação muito grande que têm entre a Agência, os órgãos gestores estaduais e comitês de bacia de rios da União. Então, institucionalmente, nós temos essa questão, não muito estabelecida...

O governo federal, no âmbito da União, a estrutura institucional para fazer gestão de recursos hídricos ser muito mais forte, muito mais equipada, muito mais bem estruturada do que a gente vê nos Estados.

Quando olhamos a bacia do rio São Francisco, no que se refere à gestão das águas, do domínio da União, ela tem uma gestão mais eficiente, mais efetiva do que vemos em cada sub-bacia no âmbito estadual ou, quando olhamos para o rio Corrente, o rio Grande, as bacias como a bacia do rio Salitre...os Comitês são mal estruturados, não se reúnem, o Estado não dá condições e incentivo para essa participação...

Eu estou falando sempre da Bahia porque eu não quero falar o que eu não tenho conhecimento mais profundo como é, por exemplo o Estado de Minas. Eu tenho ouvido muito falar do enfraquecimento dos Comitês de rios do Estado de Minas, do domínio de Minas Gerais e isso já era conhecido quando se refere ao Estado de Alagoas, ao Estado de Sergipe e ao Estado de Goiás.

Ou seja, até Estados que tinham uma estrutura melhor, hoje, estão passando por alguns enfraquecimentos institucionais. Eu ainda continuo falando da parte institucional que a gente não via antes né? É um momento que eu vejo que as instituições precisam se fortalecer, principalmente Estado; o Instituto Federal até que está bem, mas principalmente os Estados... E a Bahia é um dos que tem a situação, das mais críticas também!

Eu acho que não há prioridade para a gestão dos recursos hídricos, nas instituições estaduais.

**PB:** Obrigado Professora, eu acho que cobrimos os temas. Da minha parte, agradeço suas respostas. Eu agradeço muito a sua participação, acho que fez aqui um quadro muito completo dos problemas do São Francisco.

De facto, são os problemas da articulação, da governança, e depois, os problemas relacionados com quantidade e a qualidade das águas.

**YM:** Eu só queria acrescentar, Pedro, uma coisa. A gente falou muito das instituições, mas vamos olhar os Comitês de bacia como também uma instituição. Se nos Estados, a gestão de recurso hídricos não tem prioridade, os Comitês de rio estaduais estão muito fragilizados. A participação, não só da sociedade civil, mas também das instituições é muito frágil. As instituições de participação, elas são frágeis, são pouco representativas, elas não têm força de buscar soluções mais de base, que venham da sociedade para o Estado.

A fragilidade dos Comitês, enquanto instituições de gestão, a fragilidade dos Comitês de rios estaduais, é um dos grandes problemas também para a gestão de recursos hídricos.

**PB:** Certo.

**YM:** Está bom?

**PB:** Está ótimo! Eu só posso agradecer, por esta sua lição.

**YM:** Pedro, quem é teu orientador ou orientadora?

**PB:** Como orientador tenho professor Júlio Wasserman que é titular na UFF, Universidade Federal Fluminense e, também o Professor Sérgio Barros. O Júlio é especialista em geoquímica e tem trabalhado muito nas questões ambientais e, o Sérgio Barros é economista, tem trabalhado também em sustentabilidade e desenvolvimento de bacias hidrográficas e zonas costeiras.

**YM:** Ah, economia?! Que bom, eu estava até querendo algumas referências de pessoal que trabalha com economia..., mas é com economia de recursos hídricos?

**PB:** Sim, também Economia de recursos hídricos. Ele fez um doutorado, com um modelo económico de uma bacia hidrográfica, eu penso que até do São João, eu agora não posso dar a certeza.

**YM:** Ah, depois você manda para mim esse contato dele? Eu gostaria muito de conversar ou talvez até convidar para uma banca porque, aqui na Bahia, nós já estivemos forte nessa área, mas hoje está um pouco fraca. Com a saída, nesse momento, do professor Garrido, que ele também se aposentou e depois esteve doente... então eu gostaria de ter uma referência nessa área.

É um problema que nós estamos tendo muito grave, no momento, é essa questão da crise energética hídrica. Esse é um problema económico, mas as pessoas ainda tentam trabalhar isso como se fosse uma questão de solidariedade e, eu até fico muito chateada quando eu participo das reuniões e diz assim: “ah, mas é uma questão de solidariedade, o São Francisco agora tem de ser solidário com as bacias do Sudeste...”.

Eu digo: “gente o problema não é de solidariedade, o problema é muito económico!”. Se o São Francisco vai ceder água ou vai ter que armazenar, comprometer os seus usos, principalmente para o meio ambiente e para a sociedade. Para se manter a produção energética no Sudeste, tem que haver compensação, e a compensação é financeira.”.

**PB:** Certo.

**YM:** Estamos precisando de estudos mais efetivos nessa área, para que possamos tratar da água como um bem económico, de fato. Isso é muito importante, que a água seja tratada também como bem económico e essencial para o desenvolvimento regional.

**PB:** Certo. Professora, muito obrigado por sua participação neste estudo.

**YM:** Está bom, vai dando notícias. Depois eu quero ver esse doutorado e essa tese viu?! Vou gostar de ver!

**9. Interview: Pedro Bettencourt – Presidente Anivaldo Miranda  
(São Francisco River Basin Committee President)**

**10/08/2021**

**PB:** De início, queria pedir ao Presidente Anivaldo para se apresentar, uma vez que estamos a fazer uma entrevista gravada.

Pedia também para falar sobre a sua experiência com a bacia do São Francisco.

**Anivaldo Miranda (AM):** Bem, eu sou o Anivaldo de Miranda Pinto e sou presidente reeleito do Comité da bacia hidrográfica do São Francisco. Sou jornalista profissional. Há muito tempo que me liguei à questão ambiental, desde finais da década de 1970, enquanto jornalista e também enquanto ambientalista. Nessa condição, entrei para o Comité da bacia de São Francisco desde o ano de 2003, quando da primeira reunião colegiada e da eleição da sua primeira diretoria.

Estive em várias funções ligadas ao Comité e a última delas enquanto presidente. Por conta de toda essa atividade, eu fiz também um mestrado em meio ambiente e desenvolvimento sustentável pela Universidade Federal de Alagoas. Também representei o Estado de Alagoas quando era Secretário do Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos no Comité.

Portanto a minha experiência tem sido praticamente nessas quase duas décadas muito gratificante, não só enquanto jornalista, mas também enquanto ambientalista. Tentando articular, de facto, institucionalmente através do Comité, todas as forças vivas da bacia hidrográfica, em função de uma gestão participativa, descentralizada e compartilhada das águas. Então é isso.

**PB:** Muito obrigado. Então eu passaria à questão talvez mais importante. Quais são os grandes problemas da bacia do São Francisco?

**AM:** Bem, eu diria inicialmente que o maior problema, do ponto de vista institucional ou até político-institucional, é de facto o nível insatisfatório da governança hídrica no contexto da bacia, que é uma bacia muito grande. Ocupa praticamente 8 % do território nacional. A bacia está inserida no território de 5 Estados. E ainda é um pequeno pedaço do Distrito Federal.



Ela, em seus territórios abriga partes de 3 grandes biomas nacionais, atende uma população entre 14 e 18 milhões de habitantes. Abriga territórios de mais de 500 municípios, portanto, tem uma dimensão tão vasta, o nível de massa de água deixa muito a desejar, é muito insuficiente. Quando eu falo em nível insatisfatório da governança hídrica, eu quero dizer o seguinte. O estado da implementação concreta dos instrumentos da gestão hídrica na bacia do São Francisco, ele é muito insatisfatório, ou seja, sobretudo o poder público não tem cumprido o seu dever. E eu falo de dever público em todas as suas vertentes: judiciário, legislativo e sobretudo do poder executivo.

Portanto o poder público deixa muito a desejar na implementação concreta dos instrumentos da gestão hídrica impostos através da lei 9433, e de toda a legislação que regula o uso da água no Brasil, tanto no plano nacional como no plano dos Estados e dos Municípios. Portanto eu acho que um dos maiores problemas é esse. E a que instrumentos eu me estou referindo? Estou me referindo ao grau insatisfatório da implementação dos instrumentos da cobrança na bacia e nas suas sub-bacias e do nível insatisfatório do desenvolvimento dos sistemas de outorga pelo direito de uso das águas. E onde esses sistemas de outorga funcionam, funcionam mal.

O sistema geral das outorgas é feito sobre uma base científica muito precária, ou seja, existe pouco conhecimento da dinâmica dos recursos hídricos da bacia, no que diz respeito a águas de superfície e a águas subterrâneas. Também me refiro ao instrumento do enquadramento dos corpos hídricos, praticamente inexistente.

Só agora o Comitê do São Francisco, de facto, começou a implementar os processos de enquadramento, começando pela parte alta da bacia, englobando não só a calha central, como grandes afluentes do alto São Francisco. Mas de qualquer maneira, no contexto geral, o instrumento de enquadramento, ele é muito precário e também considerando como instrumentos, as redes de monitoramento, tanto meteorológico como hidrológico.

Considerando também a Rede Institucional como instrumento para, de facto, fazer a governança hídrica, a articulação institucional expressa sobretudo na existência de Comitês de bacia hidrográfica fortes e empoderados nos grandes afluentes do rio de São Francisco. De uma maneira geral, eu acho que esse nível de governança hídrica deixa muito a desejar.

Além desses problemas que são de ordem institucional, eu considero que os grandes problemas do rio de São Francisco estão ligados também às ameaças que os corpos hídricos, sobretudo a calha central, têm que enfrentar neste século de grandes dificuldades que é o século XXI, do ponto de vista do aquecimento global.

Aqui eu me refiro sobretudo ao facto de que nós até hoje desprezamos a gestão da oferta, e continuamos a privilegiar, além dos limites sensatos, a demanda e a gestão da demanda. Então, hoje se exige muito mais do que os corpos hídricos podem oferecer e essa gestão inexistente da demanda faz com que o uso das águas, de grosso modo, na bacia do São Francisco esteja decorrendo dentro de uma arquitetura de muita desordem.

Eu quero dizer que esses principais desafios estão localizados onde? Em primeiro lugar, no uso intensivo e desordenado das águas subterrâneas e aqui eu considero que um dos grandes problemas da bacia está localizado nos aquíferos e na maneira desordenada que eles estão sendo explorados. Em primeiro lugar, aqui o aquífero é o Uruquia, esse aquífero é importantíssimo para a vazão de alguns dos seus principais afluentes.

É importante porque o escoamento de base do rio São Francisco no período seco, que vai de março/abril até novembro/dezembro, ele depende em mais de 90% do aquífero de Uruquia. Entretanto, há uma fronteira agrícola em franco desenvolvimento nessa área do aquífero Uruquia, e essa fronteira tem imposto grande pressão sobre as águas subterrâneas.

Isso porque ela se desenvolve, em grande parte, a margem da lei, ou seja, há muitos postos subterrâneos, completamente clandestinos. Não há um sistema de outorgas confiáveis. Não há um monitoramento sistemático. Enfim, então isso eu considero um grande desafio.

Outros desafios são apresentados por ameaças diretas aos corpos hídricos e à calha central, e aqui eu me refiro a fatores de ameaça de diversa natureza, começando pelas ameaças apresentadas na atividade de mineração. Chamo à atenção a existência de muitas barragens que funcionam como espadas em cima do pescoço (digamos assim) do rio de São Francisco.

Tivemos aí um acidente promovido pela empresa Vale do Rio Doce, ou seja, o rompimento da barragem teve efeitos no município de Minas Gerais, que praticamente comprometeu o rio Paraopeba. É um dos grandes afluentes do rio São Francisco e considerado no território brasileiro um rio de grande potencial, mesmo para as condições do território brasileiro.

Esta barragem de rejeitos não é a única, ali no Quadrilátero Ferrífero, você tem várias barragens de rejeitos que representam ameaças reais. E em contexto geral, há muitas barragens de rejeitos, que de uma forma ou de outra, estão no caminho de vários afluentes que levam diretamente ao rio de São Francisco. E o rio de São Francisco, como eu sempre tenho repetido, não tem plano B.

Não tem plano B e é um rio importantíssimo para o Brasil, sobretudo pela sua missão solitária de ser a única fonte real de disponibilidade hídrica para norte de Minas Gerais, para todo o recorte do semiárido brasileiro, que representa mais de 50 % do território da bacia do São Francisco, além de corresponder a 70 % da disponibilidade hídrica da região nordeste setentrional. E como eu disse, não tem plano B.

Qualquer acidente que possa comprometer as águas do rio São Francisco, apresentará, de facto, um problema de altas proporções para o Brasil enquanto país, visto que o rio São Francisco atende a milhões de pessoas e não haveria alternativas para um comprometimento grave das suas águas.

Aqui eu me refiro não só à ameaça presente das barragens sobretudo de rejeitos, mas também projetos do tipo do projeto de implantação de uma usina nuclear no município de Itacuruba, que é sertão do rio de São Francisco. Está a pouquíssima distância do lago de Itaparica e é evidente que a implantação de uma central nuclear com 6 reatores que usarão águas do rio São Francisco é preocupante.

É preocupante porque é claro que essas águas retornam ao leito do rio a uma temperatura mais elevada, mas esse não é o único problema. O Brasil dificilmente suportaria ter que afrontar um acidente nuclear em uma das regiões mais complexas do país, exatamente a região do semiárido.

Portanto, essa é uma ameaça concreta. Há um grande movimento de rejeição dessa alternativa de colocar uma central nuclear com 6 reatores que usará tecnologia seguramente obsoleta. É claro que isso levanta muita preocupação. Mas não é a única ameaça de grande porte.

A bacia do São Francisco é alvo de muitos interesses económicos e recentemente já foram revelados projetos de exploração de petróleo em águas do entorno da foz do rio de São Francisco, ou seja, a exploração de petróleo em águas oceânicas próximas da foz. E sem falar nos grandes projetos de canais que servirão a uma expansão ainda maior da irrigação feita através de tecnologias já obsoletas e com uso intensivo de pivôs centrais.

Eu falo da expansão dos pivôs centrais no noroeste de Minas Gerais, no oeste da baía e futuramente no contexto de outros canais que estão previstos, além da conclusão do canal do sertão de Alagoas, por exemplo. Estão previstas obras de um canal para o Estado de Sergipe e de um canal no sul da Bahia. O governo demonstrou interesse em captar água no lago de Sobradinho para uma nova transposição.

Enfim, quer dizer, há, de facto, todo um contexto de retirada de águas do rio São Francisco em uma condição onde a vazão disponível já está praticamente toda comprometida por outorgas que precisam ser mais bem gerenciadas. E tudo isso correspondendo a um balanço hídrico que é concreto. Então todas essas ideias apresentam problemas que precisam ser resolvidos.

Além de tudo isso, temos o problema da fragmentação institucional no que diz respeito à gestão de recursos hídricos. Cada Estado da bacia toca as suas políticas de gestão das águas de forma completamente compartimentada e independente dos demais entes da federação, no contexto da bacia. Isso significa que não há uma articulação entre as políticas estaduais de recursos hídricos e isso é muito grave.

Cada Estado faz o seu planejamento ou desenvolve a sua política, sem levar em conta a visão de bacia que é necessária na moderna gestão de recursos hídricos. E é aquilo que está disposto na lei 9433, ou seja, um dos princípios desta lei é que o planejamento da gestão das águas tem que se fazer a partir da unidade bacia-hidrográfica, e isso, de facto, ainda não acontece por vários motivos.

A própria lei 9433 previu esse princípio fundamental que é o planejamento do uso e ocupação do território a partir da unidade bacia hidrográfica, mas não criou os instrumentos mandatários para que os governos desenvolvam as suas políticas levando em conta essa visão moderna do que é a gestão das águas.

O único instrumento que pode garantir minimamente essa visão seria o Plano de Recursos Hídricos aprovado pelo Comité da Bacia Hidrográfica porque é uma das suas competências. Embora o Comité esteja já na segunda versão do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia, este plano muito bem articulado, elaborado e aprovado com as suas metas e as suas diretrizes, não encontra guarida nos orçamentos, sejam dos Municípios, Estados ou União.

Isto no que diz respeito à obrigatoriedade de o poder público de facto mobilizar recursos para cumprir as metas do Plano. O Plano é aprovado pelo Comité e homologado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, mas o seu conteúdo e as suas metas não são de execução obrigatória pelos diversos entes do poder público.

Para a sua execução, de maneira sistemática, só conta com os recursos da cobrança pelo uso da água na calha do São Francisco, só que os recursos pela cobrança da água são de uma escala infinitamente limitada para o contexto e a grandeza do plano.

O grande desafio para o Comité é criar um instrumento institucional que permita superar este impasse, ou seja, o Plano é de uma escala astronómica (um pouco exagerado, mas é para dar a ideia de grandeza) enquanto os recursos da cobrança são bastante limitados. Então para superar isso, na ausência de dispositivos que obriguem o orçamento da União e dos Estados a criar as condições para o atingimento para as metas do Plano, só existe um caminho.

O caminho é criar um instrumental político institucional que leve os Estados a voluntariamente se comprometerem com as metas do plano. Uma das grandes metas do Comité é promover o Pacto das Águas porque ele é exatamente o instrumento político institucional que pode permitir que as ações da implementação do plano diretor se façam na escala que é necessária para garantir a segurança hídrica na bacia do São Francisco no decurso do século atual.

O Comité já aprovou conceptualmente o que é o plano e o Pacto das Águas que futuramente vai partir então através de deliberações que já foram aprovadas para a sua diretoria. Vai partir para as ações práticas que permitam uma maior agressividade nas ações para a articulação dos diferentes entes da bacia, sobretudo dos poderes públicos, no sentido de fazer cumprir os planos.

Então foi aprovada uma deliberação que institui as atividades para que se conseguiu o pacto das águas. Nessas atividades o Comité vai privilegiar sobretudo a atração dos Estados para que eles assumam compromissos conjuntos, principalmente na implementação conjunta do estabelecimento dos instrumentos da gestão na bacia.

E aqui eu volto a referir que há planos de bacia, enquadramentos de rio, sistemas de outorga confiáveis, investimentos em ciência para conhecer melhor o potencial dos nossos recursos hídricos, sistemas de monitoramento da quantidade e qualidade da água, empoderamento dos comités estaduais da bacia...

Ou seja, todas essas ações que conjuntamente poderão fazer avançar a gestão das águas na bacia. E finalmente, elencaria também aos problemas a questão institucional mais geral. E aqui eu estou me referindo ao projeto de privatização da Eletrobras, empresa estatal que tem poderes no contexto da bacia, principalmente no rio São Francisco.

Hidroelétricas importantes como CHESF e CEMIG, que são estatais, no decorrer desse processo poderão passar para um controle maior do setor privado. É claro que essa privatização da Eletrobras deixou muito a desejar no ponto de vista de uma discussão mais madura desse projeto para com a sociedade.

Nós a princípio não temos nenhum preconceito, seja quanto aos processos de estatização ou de privatização de empresas e setores, visto que cada privatização deve ser vista de modo absolutamente específico. Você pode ter estatizações ou privatizações que são de interesse público, ou você também pode ter privatizações fraudulentas ou estatizações que permaneçam completamente ineficazes, do ponto de vista do interesse público.

Portanto, cada caso é um caso em particular. No caso específico da bacia do São Francisco, essa privatização feita sem discussão com a sociedade preocupa-me, uma vez que estamos tratando de uma situação muito particular como eu já disse. O rio de São Francisco não tem plano B, ele tem uma missão muito solitária de atender 3 grandes regiões: Norte de Minas Gerais, semiárido brasileiro e a região nordeste setentrional.

Qualquer intervenção institucional no contexto do controle das águas do rio de São Francisco, ela tem que ser muito bem estruturada em conjunto com a sociedade. Deve definir, de facto, o que é mais interessante do ponto de vista da definição de um uso tão importante para o rio São Francisco como é o uso para a geração de energia hidroelétrica.

Uma privatização feita a toque de caixa, pelos defeitos que ela seguramente trará se feita de forma arbitrária, poderá trazer agravamento de conflitos, sobretudo para o uso múltiplo das águas.

Enquanto toda a bacia, neste século do aquecimento global, se orienta para privilegiar o princípio do uso múltiplo da água, essa privatização da Eletrobrás feita a toque de caixa sem discussão com a sociedade, ela sinaliza no sentido contrário, uma vez que o rio São Francisco já esgotou o seu potencial de geração de energia hidroelétrica.

Isso foi demonstrado na última crise prolongada de escassez hídrica, que durou de 2003 a 2017, ocasião em que várias das turbinas em hidroelétricas já existentes ficaram ociosas, exatamente por conta de todos os problemas que estão afetando e reduzindo as vazões do São Francisco.

Nesse momento, é completamente não recomendável que você privatize, até porque quem de facto assumiu controlo das barragens hidroelétricas no rio São Francisco, se for setor privado, vai ter interesse em ter retorno em forma de lucro. Toda a iniciativa privada deve, legitimamente, prever margens de lucro.

Você imagina retirar lucros satisfatórios numa condição já precária, como é a condição das vazões do rio de São Francisco, isso poderá agravar contradições já existentes entre a geração de energia hidroelétrica e os usos crescentes, seja para a irrigação e abastecimento humano ou para usos não consultivos como navegação, turismo e lazer.

Isto inclui outros usos tradicionais, que já sofrem bastante, como é o caso da pesca artesanal e outros usos que exigem muito, evidentemente, da manutenção de políticas de vazão democráticas, compartilhadas e muito discutidas. E nesse contexto, essa privatização da Eletrobras, no que diz respeito especificamente à calha do São Francisco, ela é um problema complexo que deverá ser resolvido.

E finalmente, há outros problemas graves como resultado de todo o processo de degradação ambiental do território da bacia, que precisam ser observados e que, dizem respeito à quantidade e à qualidade das águas. Mais uma vez, projetos aparecem agravando a condição ambiental como um todo. Projetos que também aprofundam o potencial de conflitos futuros.

E aqui eu estou-me referindo à ideia de construir mais um barramento hidroelétrico a montante de Pirapora, no Estado de Minas Gerais. E construir mais um barramento hidroelétrico significa você causar um impacto ainda mais grave sobre um uso que é absolutamente determinante no contexto da bacia, o uso referente à vida aquática.

Visto que, de entre os usuários das águas, peixes e plantas, também deveriam aparecer como usuários e serem respeitados. Como são os usuários que não falam, ou seja, não têm voz, e esse é um dos grandes problemas também. Nós temos uma modelagem mental que continua encarando os rios como se fossem canais de cimento por onde escorrem apenas águas consideradas recursos hídricos.

Ou seja, não existe ainda um olhar institucional e legítimo que trate os rios como ecossistemas. E no caso do São Francisco, que é um grande rio com os seus afluentes, esses rios enquanto ecossistemas são importantíssimos, sobretudo a partir do elemento biodiversidade. O Brasil é signatário de várias convenções internacionais sobre preservação da biodiversidade e, de facto, não respeita nenhum desses acordos e diplomas que assina.

E no caso da questão da biodiversidade, o rio do São Francisco e os seus afluentes têm sofrido muito com a diminuição das suas espécies vivas, e isso é um grande problema.

Porque enquanto estes não forem encarados como ecossistemas, a degradação das suas margens, a destruição das suas nascentes, o aterramento das suas áreas de recargas, a poluição das suas águas sobretudo por esgotos e agrotóxicos, os processos erosivos, o mau uso e ocupação do solo... todos esses fatores tenderam a se agravar. E estão se agravando!

Portanto há necessidade de refazer esse caminho, ou seja, de respeitar o rio enquanto ecossistema e estabelecer os limites mínimos que garantem essa qualidade para os nossos corpos hídricos. Então eu diria que esse seria o conjunto dos problemas mais complexos, aduzindo talvez aí no final o facto de que na bacia do São Francisco precisamos de começar a discutir as políticas de adaptação e de ação proativa referente aos efeitos do aquecimento global.

Aí o nosso olhar deve estar sobretudo voltado para os biomas da bacia, e aqui eu citaria o bioma do Cerrado em primeiro lugar, que está sendo impiedosamente devastado e que é fundamental. Principalmente porque, no contexto do bioma do Cerrado, nascem algumas das principais bacias brasileiras, nomeadamente a do São Francisco.



A questão da preservação desse bioma é fundamental e ele já vem sofrendo talvez mais do que a floresta Amazônica no contexto da sua devastação. A questão da floresta Amazônica mobiliza a atenção do mundo inteiro, não poderia ser diferente. Ela é fundamental no contexto do equilíbrio planetário, sobretudo no que diz respeito ao regime de chuva e ao funcionamento do ciclo hidrológico etc.

É bom que o mundo esteja preocupado com isso, mas essa importância que tem a Amazônica, também por sua biodiversidade, isso deixa em segundo plano aquilo que acontece com outros biomas fundamentais no grande território brasileiro, como o bioma do Cerrado. E colateralmente o bioma da Caatinga também. São 2 biomas que estão sendo impiedosamente destruídos por conta de interesses econômicos absolutamente ilegítimos.

Esses interesses que querem agir à margem da lei, inclusive se fizeram presentes na elaboração da última constituição brasileira em 1988, quando conseguiram impedir que exatamente os biomas da Caatinga e do Cerrado fossem declarados como patrimônio nacional. A mata Atlântica, a floresta Amazônica e o Pantanal conseguiram esses status dentro da constituição, mas o Cerrado e a Caatinga não.

Isso nos dá uma ideia da pressão ilegítima que se está exercendo para que as políticas ambientais não cheguem à sua consequência prática. Então era isso, eu sei que fica um pouco prolixo e prolongado, mas eu diria que esse é o contexto dos desafios lá na nossa bacia.

**PB:** Obrigado Anivaldo; foi longo, mas de facto o Anivaldo falou um pouco de tudo e falou com detalhe, bons exemplos e muitas informações. Portanto, eu estou muito agradecido, acho que fez aqui um retrato do São Francisco a que haverá pouco a acrescentar. Vou, no entanto, fazer uma última pergunta sobre a transposição: O Anivaldo não falou sobre a transposição, falou um bocadinho dos canais, etc. Quando nós trabalhamos em conjunto no Plano de Recursos Hídricos em 2015-2016 a transposição era uma grande ameaça. O que é hoje a transposição?

**AM:** Olhe, a transposição, ela era uma ameaça para o bolso dos contribuintes brasileiros. Era uma ameaça não pelo princípio de justiça social no que diz respeito às águas. Falando de forma mais clara: quando o Comité da bacia questionou o projeto da transposição lá nos seus primórdios, fez não porque fosse contrário à ideia de transpor as águas do São Francisco para atender o nordeste setentrional.

O Comité sempre admitiu que havia possibilidade real de transpor águas para atender as necessidades do abastecimento humano no Nordeste e isso não iria comprometer de forma grave a disponibilidade hídrica na própria bacia do São Francisco. O Comité imaginava que era possível fazer a transposição, mas em primeiro lugar, com uma ampla discussão com a sociedade, tanto com as populações da bacia doadora, como com as receptoras.

Em segundo lugar, era necessário fazer a transposição ouvindo a comunidade técnica que se ocupa da gestão das águas, inclusive ouvindo experiências internacionais acerca desse assunto para então se chegar a um projeto razoavelmente maduro e adaptado às condições específicas da própria bacia. Enfim, uma coisa bem planejada e discutida.

Essa era a ideia do Comité, sobretudo voltada para o abastecimento humano, visto que o Comité já via com bastantes restrições qualquer ideia de transpor água do São Francisco para fazer irrigação de grande escala no Nordeste setentrional. Isto porque não há disponibilidade de água no São Francisco sequer para você irrigar todos os milhões de hectares que existem na própria Bacia do São Francisco.

Então imaginar você fazer isso no Nordeste setentrional, onde as águas seriam transpostas, isso aí era exercício de uma certa narrativa demagógica, como, de facto, hoje a realidade está nos mostrando.

Entretanto, a transposição foi feita muito mais para atender interesses das empreiteiras das grandes obras físicas, como também foi feita para atender interesses eleitoreiros de políticos nacionais e regionais que ainda vivem num contexto que encara a arte de governar como a arte de fazer grandes obras, entendeu?

Uma coisa absolutamente ultrapassada, uma vez que nós hoje estamos no século da gestão. Hoje é muito mais importante você fazer gestão de qualidade do que propriamente governar colecionando obras físicas, sejam elas quais forem, que são feitas sem planejamento e debate democrático. Então, o que é que resultou disso? Resultou um projeto de transposição megalômano.

De facto, o planejamento foi absolutamente feito a toque de caixa. Um planejamento que deixou a desejar desde o início. Se eu não me engano, apenas os projetos base foram, de facto, concluídos. Isso tudo colecionou uma série de problemas e impasses que fazem com que a transposição opere com absoluta deficiência até hoje. Está muito longe de operar para cumprir todo o elenco de missões que a ela se atribuiu. Então, a transposição se revela hoje como mais uma das obras megalômanas que a burocracia de estado e a elite empresarial faz no Brasil. Uma cultura que se aprofundou sobretudo durante o período da ditadura militar, quando a ausência de democracia permitiu que os generais ditadores exercitassem seu delírio megalômano em muitas grandes obras que só resultaram em desperdício de dinheiro no nosso país.

Um exemplo é a rodovia do aço que nunca terminou e a estrada transamazônica que, ao invés de solucionar problemas, permitiu a abertura de uma ferida profunda em pleno bioma amazônico, resultando numa ocupação absolutamente desordenada de uma área de riqueza em biodiversidade fantástica que representa o maior patrimônio do Brasil.

A Transamazônica além de nunca ter sido concluída, ela só serviu para funcionar como entrada para um processo de ocupação destrutiva, como foi o caso de outras grandes obras megalômanas brasileiras no tempo da ditadura. Estas obras ou não foram concluídas, ou foram concluídas sem atender à expectativa que geraram.

Então a transposição é filha dessa mentalidade dessa época e sendo assim, ela até hoje não justificou os investimentos que foram feitos. Ela foi projetada de tal forma que a grande preocupação era privilegiar grandes investimentos.

O Comitê desde o início defendia que a transposição poderia ser feita de uma maneira mais barata, com um retorno mais rápido e conjugada com soluções como aquelas apontadas pelo ATLAS 910 da ANA, que são soluções de menor porte, mais rápidas, mais baratas, enfim...

Teria que ter havido todo um contexto para, em primeiro lugar, fazer o diagnóstico das necessidades do nordeste setentrional e depois, aproveitando todo um processo de debate e planejamento, conjugar a solução da transposição com outras soluções que implicassem investimentos mais sóbrios e com retorno mais rápido, tendo em vista sobretudo a questão do abastecimento humano.

Não foi isso que aconteceu, projetar a obra com 2 canais megalômanos: o Eixo Norte e o Eixo Leste. O Eixo Leste até hoje apresenta problemas sérios de conclusão das suas obras. Ele foi feito sobretudo para atender à região mais árida, que é aquela de Campina Grande e próxima da Paraíba. É um recorte engloba cerca de 18 municípios, centrados sobretudo a Sul de Boqueirão.

O Eixo Leste que foi previsto para isso, até hoje por conta de problemas do processo da sua constituição, não funciona bem. O Eixo Norte também apresentou problemas de ordem estrutural, mas como o Estado do Ceará tem já uma tradição em política e estruturas de recursos hídricos mais sofisticadas, o Eixo Norte de facto promete um funcionamento melhor do que o Eixo Leste.

Mas muitas obras complementares ainda não são feitas e há Estados como o do Rio Grande do Norte que praticamente ainda nem vislumbram como, de facto, vão aproveitar as águas da transposição e até discutem se é válido ou não fazer uso dessas águas pelo custo que elas terão. E esse é um problema comum aos quatro Estados que vão receber essas águas: Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará.

É um problema, visto que, esse é um dos grandes impasses institucionais ainda presentes e um dos defeitos de origem da execução da transposição. É necessário um gasto absurdo de energia para poder permitir a transposição das águas. E esse gasto de energia é cobrado dos Estados receptores. E em torno dessa conta salgada, ainda existem grandes impasses entre os quatro Estados receptores e o governo federal.

Isto que o governo federal entrega a água na porta dos Estados e a partir daí, com os Estados pagando por essa água, eles vão estabelecer as suas políticas locais para uso dessas águas. Esse impasse continua e o preço é, de facto, muito salgado, mas o país já investiu mais de 12 bilhões nessas obras da transposição.

Entretanto, faltam ainda vários canais complementares e falta ainda, em cada município aonde a água chegar, você fazer implantação de redes de distribuição. No final desses limites, você ainda terá problemas com tratamento da água em cada município aonde ela chegar, porque isso vai gerar esgoto. Enfim...

As obras complementares da transposição fazem com que a conta, que hoje está em 12 bilhões, possa ser projetada no futuro para chegar até 30 bilhões de investimentos ou mais, para poder justificar o funcionamento de todo o projeto da transposição. Quanto ao rio São Francisco, é claro que a negociação inicial que foi feita determina que, nas situações mais frequentes, os canais da transposição utilizem 26 m<sup>3</sup>/s da vazão do São Francisco.

Mas eles foram projetados, os dois, para uma vazão de até 120 m<sup>3</sup>/s. Esse é um problema que pronuncia conflitos futuros, visto que devido à redução das vazões naturais do rio São Francisco e ao aumento já abusivo das demandas de água na bacia. Como é que você vai atender às demandas crescentes que vêm futuramente dos estados das bacias da transposição?

Então, tudo isso pode, de facto, criar um cenário de conflitos que não está claro e que ainda não está resolvido. E esse é um dos outros males do projeto da transposição, da forma como ele foi feito. É claro que os canais ainda não entraram sequer em condições de funcionar em toda a sua potencialidade.

E já há movimentos nos Estados do Nordeste setentrional para romper esse acordo inicial e aumentar as vazões que o São Francisco poderá fornecer à transposição. Pelas regras atuais, só em condições em que os reservatórios do São Francisco estejam praticamente no seu volume total é que você pode em condições de cheias atender à vazão completa dos dois canais da transposição.

Mas essa situação favorável está cada dia mais distante no cenário do nosso século de aquecimento global, portanto não há nada que indique que a vazão total desses dois canais será usada, senão às custas da mudança das regras do jogo e conflitos com os interesses para os estados da bacia do São Francisco.

Quem viver verá, mas não há dúvida que esse é também um ponto de impasse em relação à transposição.

**PB:** Obrigado Anivaldo, muito bom, gostei de o ouvir. Na questão da transposição, estou de acordo que tem potencial de conflito no futuro.

Ficámos aqui com uma boa síntese daquilo que são os desafios do São Francisco e sempre que falou de desafios, o Anivaldo apontou soluções: reforço institucional, empoderamento dos comités, o dinheiro que é preciso... Portanto, eu acho que só posso agradecer a entrevista.

**AM:** Não, eu é que agradeço e como palavras finais, desejar sucesso. Para mim, já é um sucesso de antemão completamente assegurado e parabenizar e saudar o facto de que você é uma das pessoas que estudou a bacia do São Francisco.

Sem dúvida que agora, não na qualidade de consultor, mas na qualidade de estudioso, você poderá explicitar com absoluta liberdade exatamente aquilo que você estudou e observou. E de carácter conclusivo, o que você poderá trazer será de grande ajuda para aclarar o futuro da gestão da bacia do São Francisco.

Eu como jornalista, uma coisa que consegui amadurecer imenso na minha trajetória é de que sem o concurso da ciência, pouco se poderá fazer para que possamos atingir uma gestão segura das águas. De facto, sem conhecimento, você age no escuro. Embora no Brasil haja nesse momento uma grande adversidade no que diz respeito à compreensão do papel da ciência.

Eu acho que apesar dessas adversidades, há sempre aquelas forças que apostam na inteligência, no conhecimento e na ciência como o caminho inevitável, ao lado evidentemente da ação política, institucional e administrativa inteligente.

Mas o uso da ciência é um elemento indispensável. Você, sem dúvida, vai nos brindar com mais uma reflexão bastante amadurecida que nos servirá em muito para exatamente aqueles dilemas que vamos ter de enfrentar neste século. Então, sucesso, parabéns e obrigado. Eu é que digo obrigado porque estou sempre gratificado quando posso falar um pouco das minhas experiências.

Eu cultivei essa experiência com a esperança de que ela possa, de facto, contribuir também numa questão tão importante que é garantir a água de qualidade nesse século. E garantir que, para terminar, os rios sejam considerados enquanto rios. Eu sempre digo, os rios são rios, não são canais por onde passa água. É isso aí.

**PB:** Anivaldo, eu tenho um último pedido. Agora não é uma questão, mas um pedido que lhe vou fazer que é o seguinte. No âmbito desta tese, eu tenho que publicar artigos em revistas internacionais e preparei 2 artigos sobre a sustentabilidade do São Francisco, sobre as vazões e os problemas hídricos.

Os artigos não são só esse material, mas uso bastante material que desenvolvi com os meus colegas no âmbito do Plano de Recursos Hídricos 2016- 2025. Esse material já existe no Plano de Recursos Hídricos 2016-2025, mas nós agora estamos a atualizar e estamos a fazer uma versão para revistas científicas internacionais.

Eu vou enviar-lhe esses artigos na versão *draft* como eles estão, antes de serem postos à consideração das revistas internacionais e queria pedir a autorização do comitê para essas publicações.

**AM:** Sem dúvida! Você me envia e mais do que enviar os artigos, enviem uma espécie de ofício também.

**PB:** Certo.

**AM:** Referindo aos dois materiais e solicitando a autorização. Nós vamos dar isso de imediato porque umas das questões que eu sempre discuto no Comitê é de que informações e conhecimentos conseguidos com dinheiro público inevitavelmente devem ser consideradas como ações para alcance amplo e público também.

Então não há nenhuma dificuldade. Mandem que eu vou autorizar imediatamente. Isso até ao dia 20 de setembro que eu vou deixar de ser o presidente. Já cumpri o meu papel.

**PB:** Certo, então eu vou mandar isso o mais depressa possível. Anivaldo, muito obrigado por esta longa conversa.

**AM:** Está bom! Obrigado, foi um prazer.

**10. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Irani Braga Ramos  
(Ministry of Regional Development, Water Security National Secretariate,  
Infrastructure Specialist)**

**18/08/2021**

**PB:** Irani, para começar eu ia pedir que o Irani se identificasse, falasse um pouco sobre a sua experiência, quer com o São Francisco, quer no lugar onde trabalha e qual é sua posição atual, para termos aqui um referencial e, depois, passamos para as perguntas, pode ser?

**IR:** Pode ser. Ótimo.

**PB:** Muito obrigado.

**IR:** Meu nome é Irani Braga Ramos, sou paulista de nascimento, sou servidor público federal da carreira de especialista de infraestruturas sénior, ligado à economia. Estou ligado ao governo federal desde 2008, na verdade no período 2005-2008 no Ministério Público do Distrito Federal e, depois de 2008 para cá, eu tenho atuado no governo federal, sempre no Ministério da Integração Nacional (ou atualmente Ministério do Desenvolvimento Regional), e sempre na pauta da infraestrutura hídrica ou recursos hídricos.

Na verdade, houve um período entre 2014 e 2015 em que eu assumi funções administrativas no Ministério: fui secretário executivo, secretário de desenvolvimento regional, assumi a posição de assessor especial do ministro – onde trabalhei no programa de revitalização da bacia de São Francisco.

Desde o início de 2019, atuo na Secretaria Nacional de Segurança Hídrica, dentro do departamento de Recursos Hídricos e Revitalização de Bacias, dando suporte ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

**PB:** Obrigado; vamos então à primeira pergunta, que é precisamente: quais são os grandes problemas do São Francisco?



E quando estou a falar da Bacia Hidrográfica do São Francisco, estou a falar também de um território, não são só os problemas da água, mas também os problemas do próprio território na sua complexidade – população, os problemas sociais, os problemas culturais, os problemas inclusive de ocupação de solo, etc.

Mas obviamente que, também nos interessam muito os problemas da água. O que é que o Irani considera que é mais importante?

**IR:** Bom, temos grandes problemas, eu acho que...é uma pergunta bastante complexa. Eu diria que existe uma dificuldade do ser humano de encontrar uma convivência, com a situação natural da região, que é bastante diversa. Então, eu acredito que a gente pensando nas regiões fisiográficas da bacia, eu diria que...

Eu vou tratar por regiões fisiográficas, acho que facilita! Acho que no Alto São Francisco temos um problema de pressão ambiental muito forte, uma pressão contra o ambiente, pela ocupação do solo, uma pressão sobre o Parque da Serra da Canastra, sobre as matas que ainda existem nas cabeceiras da bacia. Esse seria um grande problema, a ocupação do solo pressionando a possibilidade de recarga da bacia no Alto do São Francisco.

Aí, chegamos à região metropolitana de Belo Horizonte, eu diria que dali até próximo da divisa com a Bahia, temos uma pressão muito forte dos usos urbanos e da contaminação pela exploração minerária.

Eu diria até que nem é uma questão da contaminação propriamente dita, mas é do risco que está lá imanente de pressão sobre a bacia, isso e claro um problema de contaminação proveniente dos usos urbanos relacionados principalmente com saneamento.

Depois, entramos na Bahia, e em todo o Médio e Submédio, temos um conflito e uma contradição relacionada com os usos agrícolas: com a monocultura ou quase monocultura que se instalou no Oeste da Bahia e com a própria convivência com o semiárido, com as populações pobres que não alcançou um ponto de equilíbrio favorável, ainda.

Acho que chegando mais no Baixo (do São Francisco), enfrentamos muitos problemas relacionados com disponibilidade; eu diria que o Baixo (do São Francisco) sofre de uma questão relacionada com toda a bacia, relacionada com a gestão dos reservatórios e o estabelecimento de vazões mínimas e, que afetam os usos tradicionais e também os novos usos como captações ou mesmo a exploração na bacia no Baixo do São Francisco.

Eu acho que essas questões são sendo agravadas, no momento, pelas perspectivas e pelos resultados já das mudanças climáticas, que se têm acentuado. Acho que depois podemos explorar mais alguma coisa, se você achar importante.

**PB:** Em toda esta sua explicação, o Irani está sempre a falar de duas vertentes, está a falar em duas vertentes que são quantidade de água e qualidade da água. Pode falar um pouco mais sobre isso, o que é que considera importante?

**IR:** Bom, eu acho que a gente percebe que a bacia de São Francisco é muito interessante, é uma lição, é um aprendizado cada vez que olhamos para ela. E eu diria que os problemas de 2014 até agora, continuamos tendo, mas acho que deu uma minimizada nesses últimos tempos, relacionando-se à contaminação por algas no Submédio, no Médio de São Francisco, ali perto de Petrolina.

Eu acho que elas mostram como quantidade e qualidade são indissociáveis ou se pensarmos água-recursos hídricos. O que é que me preocupa? Podemos fazer um monte de divagações históricas sobre as causas disso, mas eu acho que isso você vai fazer muito melhor do que a nossa conversa aqui pode explorar. Mas eu fico pensando no futuro, no presente e no futuro.

No presente, percebemos uma pressão muito grande dos meios políticos, da população, para que a gente dê e encontre água, no fim das contas, para que as atividades económicas, para que a vida da população continue se mantendo – irrigações, o próprio abastecimento.

A gente lembra ali, na beira do São Francisco, que a gente tem cidades de Pernambuco que ficam 40 dias sem água, o que é muito grave!

E essa falta de água, ou melhor, eu acho que isso vem...e aí, olhando no futuro, o que é que me preocupa e, junto isso com os cenários de mudanças climáticas, eu nem vi ainda o último relatório do IPCC, mas a gente percebe que, já constatamos matematicamente, a variabilidade dos regimes hídricos da bacia está rompendo a história hidrológica, então não temos como afirmar com tanto trabalho.

Estamos entrando num ambiente de incerteza, e saindo de um ambiente de risco; agora estamos gerindo um risco, agora a gente está gerindo uma incerteza, então isso a gente já sabia. Agora, com as perspectivas das mudanças climáticas, percebemos que existem cenários de agravamento da disponibilidade hídrica.

Bom, se tivéssemos numa situação em que tivéssemos resolvido todos os contaminantes, portanto: os de saneamento, que são muito graves em alguns lugares, como os contaminantes provenientes na agricultura, os contaminantes químicos; mas também a produção de sedimentos, que vão para os tributários e para a calha. Eu diria que a gente teria uma perspectiva de conviver melhor com esse ambiente de mudanças climáticas.

Mas dentro da perspectiva de diminuição hídrica sem uma perspectiva de conviver melhor ou acima da proporção de diminuição dos contaminantes, tendemos a ter um agravamento também da disponibilidade qualitativa que reverbera na disponibilidade quantitativa.

Se eu tenho menos água com qualidade boa, eu tenho menos água disponível, conseqüentemente tenho impactos mais sérios nos custos para tratamento dessa água. Então, eu diria que isso é uma preocupação muito grave para o futuro. Soluções para isso?

Bom, não há dúvida que a gente precisa de acelerar, nas zonas urbanas, a questão do saneamento; precisamos melhorar o uso e ocupação do solo nas áreas urbanas, para coleta, tratamento de resíduos sólidos, toda a gente sabe que é um problema.

Mas o que me preocupa, no momento, de uma forma bastante séria, porque eu acho mais difícil de resolver politicamente até, é a questão do sobre-exploração dos aquíferos, a perspectiva de sobre-exploração, até por uma ausência de mecanismos adequados de gestão de águas subterrâneas em conjunto com as águas superficiais. É assim o principal vetor econômico do Brasil, no momento, está relacionado com esse ambiente da monocultura extensiva, que exige muita água naquela região do oeste da Bahia e, que provoca um conflito de decisões políticas entre a economia e o ambiente, que eu acho que a gente não encontrou ainda um caminho para a solução, sem encontrar os embates inter-federativos e tudo mais.

Eu diria que isso é uma preocupação grande. Acho que se você me perguntar mais, eu vou conseguir responder melhor.

**PB:** Posso perguntar com certeza: um dos grandes problemas, uma das grandes falhas que me tem sido indicada como sendo fonte de problemas no São Francisco, é o problema da governança.

O facto de haver um modelo de governança para o São Francisco mal articulado nos Estados, nos Municípios, no Federal, mal-organizado, com muitas falhas... O que é que o Irani pensa sobre isso?

**IR:** Olha, achei essa sua pergunta ótima! É uma coisa que a gente tem de facto, que observamos que não tem essa divisão de atribuições e competências entre os vários atores governamentais e também entre os atores não governamentais, ela não está bem resolvida.

Acho que em bacias, não temos uma solução boa para a integração entre os Comitês, quando existem, os estaduais, os tributários estaduais com os comitês federais que temos na bacia. Eu diria que nem entre os dois comitês federais que temos na bacia! Então a gente tem muita dificuldade de utilizar os instrumentos que a política nacional de recursos hídricos nos oferece, como a “outorga” e a “cobrança”, de forma a melhorar o uso e ocupação do solo e, criar e reutilizar esses instrumentos económicos e, outros instrumentos económicos como, o “pagamento de serviços ambientais”, não de forma sinérgica.

Você percebe que alguns produtores, algumas companhias de saneamento, alguns usuários de modo geral, que estão muito próximos da calha, que estão em tributários do rio São Francisco, acabam tendo isenções, mesmo da cobrança ou um controlo menos firme da outorga, do que aqueles que estão diretamente na calha principal do rio.

Eu achei isso uma dificuldade muito grande, isso quase impede que o setor de recursos hídricos, interfira de forma consistente no uso e na ocupação do solo na bacia, considerada como um todo.

Eu acho que isso tende a dificultar na hora que pensamos nessa integração ente águas superficiais e águas subterrâneas, na verdade, eu diria que temos alguma integração no nível de produção de informação ou de obtenção de informação, mas essa integração para a gestão, de facto, ela não tem ocorrido.

Eu não tenho conseguido verificar isso e, acho que os sinais que os vários governos, os vários gestores, passam para os produtores agrícolas, para os municípios e para a população em geral são conflitantes e contraditórios. Então dificulta muito a gestão, acho que exige mesmo...

Vou até voltar um pouquinho, eu acho que isso é menos sensível em muitas outras bacias do país, mas porque tem uma ausência dos Estados/governos estaduais ou talvez, em outros lugares, porque tem uma presença muito forte. Agora na bacia do São Francisco, ainda não encontramos o ponto, todas as presenças são insuficientes, a gente vê-se destacarem aonde cada um dos atores não está presente.

**PB:** Obrigado; uma das coisas que me tem sido muito falada e, o Irani de certo modo já falou sobre isso, embora muito rapidamente, é a questão do fraco empoderamento dos comitês de bacia.

Eu queria que falasse um pouco sobre isso, sobretudo nas sub-bacias. Eu queria que o Irani falasse sobre isso e, já agora, que me esclarecesse: quando o Irani falou que havia “dois Comitês federais”, eu conheço o Comitê de bacias de São Francisco, mas o segundo, não estou a ver o que é.

**IR:** É o do Verde Grande, não é?

**PB:** Certo; também é um Comitê federal.

**IR:** Bom, a questão dos Comitês de bacia.... Eu acho que houve uma falha grave na construção do modelo de gestão dos recursos hídricos, que passa muito por não termos agências de bacias, efetivamente, estatais, porque eu acho que isso interfere na questão dos Comitês de bacia.

Eu acho que talvez o ponto nevrálgico esteja aí, nas agências e não nos Comitês, porque eu acho que a gente precisa pensar no que é que as agências deviam fazer. Eu acho que quando, todo o mundo, fala (e eu vejo esse parentesco com o modelo francês) a gente vê que (pelo que estudei do modelo francês) não há dúvida sobre o caráter estatal da atuação dos comitês de bacia.

Então não é porque os Comitês de bacia são organismos de gestão participativa, dentro do Estado, há uma clareza de que eles são do Estado e, as agências de bacias são também estatais. Não há dúvida sobre isso e, de que o funcionário público que responde pelas decisões, ele responde como funcionário público, como servidor público e assume as suas responsabilidades conforme a lei exige.

Aqui, como as agências de bacias ficaram sem esse caráter estatal, e sem assumirem uma posição paraestatal, empoderada, elas acabaram virando, eu diria que se distanciando da gestão operacional da bacia e se focando numa assessoria quase “política” do Comitê.

Esse papel acabou ficando muito fortalecido em detrimento de uma atuação mais operacional, mais técnica. Eu acho que isso acabou enfatizando uma dualidade nos Comitês de bacia, que está relacionada com o seu caráter, da sua não clareza entre um caráter deliberativo e um caráter consultivo.

Então, eu não posso, nem tenho como falar pelo Ministério sobre isso, eu acho improvável que a minha visão seja a mesma que a do Ministério do Desenvolvimento Regional, mas eu tenho uma visão de que devíamos enfatizar um caráter mais consultivo para os Comitês de bacia.

Deixar o caráter consultivo não é tirar poder dele! Eu acho que é ao dar um caráter consultivo forte, eliminar a dualidade, que faz com que os setores do estado trabalhem contra essa distribuição de poder com o caráter deliberativo que também está colocado na lei. Isso faz com que gente acabe tendo uma diminuição do caráter participativo ou da visão participativa e da própria contribuição das visões que surgem da bacia nas decisões do Estado.

A gente acaba tendo os Comitês de bacia apartados do Estado e aí, as decisões do Estado, que são as decisões sobre os investimentos em infraestruturas, em saneamento, as decisões do uso e ocupação do solo, acabam se dando à margem dos Comitês de bacia. Eu diria que eu preferia que fossem Comitês consultivos com um papel claro e forte, do que Comitês deliberativos, que competem com o Estado e acabam não contribuindo para as decisões do Estado.

Acho que tem um problema aí, e que passa por fortalecer os Comitês, para mim, é clarificar o seu papel consultivo; fortalecer o seu papel operacional na bacia com a criação de agências estatais e que estejam diretamente relacionadas com essa gestão operacional.

**PB:** Obrigado; Então e em termos de política? Nós temos hoje ou tínhamos, pelo menos nos últimos anos, uma grande preocupação, uma grande aposta no São Francisco como sendo uma bacia ao mesmo tempo exemplar, até como uma bacia solidária (com a transposição e a influência sobre o Nordeste), uma bacia exemplar também do ponto de vista cultural, do ponto de vista da integração nacional!

O rio era um fator de união de várias regiões muito diferentes, o Alto e o semiárido, são completamente diferentes...E havia aqui uma política, que eu diria que era marcada, nos anos em que trabalhei mais no São Francisco, entre 2016 e 2018, pela urgência de revitalização. Um grande programa de revitalização!

O que é que, hoje, é esta política? O que é que hoje está na prioridade da política em relação a estas bacias hidrográficas?

**IR:** Bom, primeiro: eu acho que é assim, o rio São Francisco, eu acho que ele continua e acho que continuará sendo, enquanto o Brasil for Brasil, o rio de integração nacional. Eu acho que ele liga o Su-sudeste ao Nordeste e que essas diferenças e diversidade cultural, ambiental, econômica...a diversidade está presente em todos os qualificadores que você puder imaginar, eles estão presentes e exigem essa construção da gestão, ela existe, existe uma gestão integrada do São Francisco.

Não é porque ela tem falhas, que a gente pode dizer que ela não existe, ela existe e ela tem virtudes. Eu acho que ela vai continuar, porque ela vai sempre continuar com protagonismo, mas acho que ela perdeu um protagonismo. Como a gente já imaginava que isso pudesse acontecer e, no momento em que, a situação aguda da crise hídrica, da grande seca de 2012 a 2016 ou 2017, ela se esvaziou.

No momento, a gente vive uma crise hídrica que se espalhou para outras regiões do país, então acho que essa visibilidade, esse holofote que havia em cima do São Francisco, ele diminuiu o destaque na bacia. Ao diminuir o destaque fez com que esforços do estado, do governo nacional e dos governos estaduais também migrassem para outros lugares, para resolver questões agudas de outros lugares.

Bom, aí, como é que eu vejo que existe isso agora? Acho que de 2016 para cá houve uma mudança na sociedade brasileira, como um todo, no sentido de repensar o papel do Estado e isso, acabou.... Uma coisa que era importante para a bacia do São Francisco, diria que exemplarmente para a bacia do São Francisco, eliminou ou quase eliminou, um papel indutor que o Estado teve, num período anterior na bacia.

Então a gente pega na própria região metropolitana de Belo Horizonte e vimos melhorias nos indicadores do saneamento da região, com reflexo inclusive, em enquadramento em alguns corpos de água, isso se deveu muito a um papel forte indutor dos investimentos estatais em saneamento.

Acho que, quando pegamos em algumas grandes obras que aconteciam em Pernambuco, a transposição, a obra da ferrovia transnordestina, que passavam nas margens, que se alimentavam no São Francisco ou passavam nas margens do São Francisco, que isso enchia a economia da região e favorecia um desenvolvimento socioeconômico para a região que eu acho que impulsionava os investimentos privados.

Umás questões até acessórias, mas que eu acho que são simbolicamente muito fortes e, mais do que simbolicamente muito fortes, têm um impacto forte na região, como os investimentos em educação, investimentos estatais, a própria criação da Universidade do Vale de São Francisco e outros centros de pesquisa e tal. Isso deu um destaque! Agora, a sociedade brasileira ela está revendo o papel do Estado, então o Estado se retraiu dessa possibilidade de impulsionar, que era muito mais marcada no São Francisco pelas suas carências do que, por exemplo numa sua região como São Paulo, em que o papel do Estado já era menor, mas as carências também eram menores.

Essa retração faz com que a sensação de diminuição da prioridade da região do São Francisco frente ao país, dê a impressão de que houve essa diminuição. Pode até ser dito uma diminuição da prioridade para o Estado, mas acho que não houve uma diminuição da prioridade para a sociedade.

Eu acho que o novo ponto de equilíbrio vai ter que ser construído, nessa atuação estadual indutor, nessa atuação do setor privado induzido... Num novo ambiente de crise, a gente já percebe que a gente tem uma agudização da situação hídrica, já se restabelecendo, então vamos ter, acho que talvez no ano que vem, uma situação aguda de novo.

Então acho que tudo isso tem de abortar novamente, os holofotes ali dentro da bacia, a gente via que teve uma pressão muito grande, nesse período agudo da crise hídrica, por ações que dessem resultados imediatos e todos nós sabemos que os resultados eles não são imediatos.

É importante dragar algumas regiões do rio; é importante, mas isso não traz resultados imediatos e talvez nem traga resultados definitivos, se você continua gerando sedimentos nos tributários, para dar um exemplo.



E aí, conteve-se a geração de sedimentos nos tributários, é uma coisa que envolve uso e ocupação do solo, envolve práticas agrícolas, envolve capacitação, formação, indução económica, disponibilidade de crédito, fiscalização, e os resultados são de médio-longo prazo.

A gente precisa de criar esse ambiente também esse ambiente de paciência! Tem que ter a pressão permanente para que exista atuação urgente, imediata e permanente, para ter os resultados no longo prazo. Acho que os problemas que criamos em 500 anos de ocupação, não vamos desfazer em 5 anos ou em 1 ano.

**PB:** Obrigado; estamos a chegar ao fim, penso que falámos das questões mais importantes. Uma última questão, que tem a ver com duas coisas complementares que é: dinheiro e alterações climáticas!

A sensação que eu tenho, e eu estou a gerir bacias hidrográficas noutros locais, estou neste momento inclusive a fazer uma Avaliação estratégica de uma Bacia Hidrográfica que é maior do que o São Francisco, é uma bacia também muito importante em África que é o Okavango.

Ela começa em Angola, passa pela Namíbia, pelo Botsuana e termina no Zimbabué e, é uma bacia com 700 000 km<sup>2</sup>. O São Francisco tem 640 000 km<sup>2</sup>. Mas, isto para dizer o quê?

Que da minha experiência, um pouco por várias bacias hidrográficas, e em particular em várias bacias hidrográficas no Brasil, fico com a sensação de que há um grande distanciamento, em termos do investimento necessário, em termos de dinheiro aplicado, há um grande distanciamento para as necessidades.

Isto é, as alterações climáticas, que estão aí, e que se vão intensificar, estão a causar desafios tão grandes, que nos parece que os montantes que estão a ser investidos - quer em prevenção, quer em requalificação, quer em educação, quer em capacitação - , estão muito além daquilo que irá ser necessário... O que é que o Irani me pode dizer sobre isso?

**IR:** Eu creio que você tem toda a razão, está muito, muito baixo o investimento. Na época em que eu estive envolvido com a essa questão... Eu disse no começo que eu fui Secretário de Desenvolvimento Regional do Ministério e, houve uma preocupação grande naquele momento, da gente discutir indicadores, para priorizar as ações do Ministério.

A gente percebia que indicadores – económicos, sociais -, eles variam num prazo que não é o prazo da nossa atuação estatal e, os indicadores eles variam muitas vezes muito mais condicionados, por ações de uma política que é externa à política de uso e ocupação do solo ou à política de recursos hídricos.

Eu diria assim, uma variação de 5% ou 1% no salário mínimo, ou de 1% na taxa de câmbio, ela acaba impactando as condições de crescimento e de desenvolvimento, muito mais do que os orçamentos que a gente tinha para manejar, dentro do governo. Os orçamentos e os instrumentos.

Bom, eu fiz isso, eu comentei isso porque eu queria dizer que, não acho que isso é um sinal, de que a gente não tem nada para fazer, pelo contrário, é um sinal de que a gente precisa de ter muito mais dinheiro, mas também precisa ter instrumentos muito mais poderosos para usar esse dinheiro.

Então, eu diria...existe um economista que eu estive lendo há pouco tempo: Hirschman, Albert Hirschman, que trabalhou no Banco Mundial e, ele escreveu um livro sobre estratégias de desenvolvimento.

Na década de 50, ele apoiou vários projetos de irrigação, inclusive na Bacia do São Francisco e faz uma avaliação, depois de visitar esses projetos e ele diz o seguinte: existe um conflito permanente entre a tomada de decisão participativa e a tomada de decisão centralizada, e é um conflito que não tem solução.

A tomada de decisão participativa, acaba dificultando ou impedindo, o investimento económico para o desenvolvimento, porque a participação leva à distribuição dos recursos irremediavelmente entre todos. E aí impede que haja uma concentração de investimento focalizada em atividades, ou em ações, que podem trazer a mudança qualitativa.

Bom, antes que alguém fique assustado e pense que eu sou antidemocrático, que eu acredito na “ditadura de um só”, não é isso que quero dizer! Eu quero dizer que precisa haver uma reserva no orçamento, entre aquilo que precisa ser distribuído para a participação, que precisa ser distribuído onde as pessoas estão, efetivamente onde as pessoas estão. Então, a educação precisa de chegar em todos, é um direito de todos e todos devem participar da discussão dessa parte do orçamento!

Mas uma parte, e não só da educação, mas da educação, da saúde, acho que uma parte dos investimentos económicos que garantem a segurança alimentar, que garantem a segurança da própria produção económica, isso tudo tem que ser distribuído uniformemente.

Uma parte do orçamento, tem de ser focada, e essa parte do orçamento que tem de ser focada, ela tem de ser focada no seguinte sentido: acho que a sociedade, democraticamente, tem que decidir “Olha, revitalização de bacia é uma prioridade”, uma vez definida que é uma parte do orçamento, porque isso é uma prioridade, essa parte deve ir para a revitalização de bacias.

Ela não pode ser distribuída, uniformemente, conforme a força política da sociedade, ela tem que ser distribuída com conhecimento técnico de maior impacto no longo prazo, eu acho que tem de ter impacto em todos os prazos na verdade, mas maior impacto em alguns indicadores que a gente irremediavelmente definiu como critérios necessários.

Eu digo, que essa talvez seja a parte mais difícil, e numa bacia do tamanho do São Francisco, acho que a gente não pode ter um indicador só, ou um indicativo, só para isso, a gente tem de ter vários indicativos regionalizados/localizados. Então eu lembro, que a bacia do Tama, lá em Tóquio, ela definiu que o que ela queria é que o rio ele fosse “balneável” de novo, demorou 50 anos para atingir isso.

A bacia do Tâmsa definiu que o critério era que precisava voltar a ter um peixe (não me lembro qual que era o peixe), que ainda não voltou, a revitalização não terminou. Numa bacia de 50 -100 km, de extensão, é complicado, mas é mais viável você fazer isso. Numa bacia como o São Francisco, você precisaria ter alguns indicativos sub-regionais para isso e aí esse orçamento precisaria ser focado nisso.

Então resumindo: sim, precisamos aumentar, imensamente, o orçamento; precisamos redefinir o papel do Estado; precisamos redefinir a importância do orçamento estatal como indutor; e precisamos muito mais orçamento estatal, para que ele atraia o orçamento privado para fazer esses investimentos.

E, não basta só aumentar o volume, a gente precisa aumentar a qualidade desse investimento, e acho que a qualidade passa por redefinir e rediscutir os mecanismos de definição para aplicação desse orçamento. Eu acho que é isso!

Eu só queria, Pedro, não sei se você vai ter mais alguma pergunta, mas só para não passar uma impressão errada, eu queria deixar bem claro que assim: eu acho que a gente precisava aumentar a democracia participativa, eu acho que precisa aumentar o poder dos Comitês de bacia, mas deixando eles mais deliberativos, mas deixando eles consultivos fortes. OK. Não sei se tem mais alguma pergunta...

**PB:** Não Irani, muito obrigado. Já disse muito, disse coisas bem interessantes, o Irani, tem uma perspectiva da governança muito estratégica, eu diria.

Gostei, estou de acordo consigo com a questão da diversidade, também estou de acordo consigo com necessidade de aprofundar a democracia participativa. Portanto, gostei desta entrevista, acho que contribuiu. Eu só posso agradecer, pelo seu tempo.

**IR:** OK, muito obrigada Pedro. É sempre um prazer conversar com você e conte com a gente, sempre que precisar.

**PB:** Muito obrigado, vou então fechar a reunião.

**IR:** OK, felicidades nos trabalhos e no doutorado. Até breve.

**11. Interview: Pedro Bettencourt – MSc Athadeu Ferreira da Silva  
(Development Agency of São Francisco and Parnaíba Rivers Valleys,  
Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba –  
CODEVASF)**

**18/08/2021**

**PB:** A primeira coisa que eu queria pedir era, se o Athadeu se podia apresentar e falar um pouco sobre da sua ligação ao São Francisco. Qual é a sua experiência no São Francisco?

**Athadeu Ferreira da Silva (AFS):** Bom, eu trabalho no São Francisco desde 1976. Eu sou formado na Universidade Federal de Lavras e, fui contratado pela CODEVASF em Janeiro de '76 para trabalhar com irrigação e drenagem no São Francisco.

Então, eu trabalhei num programa chamado “Projeto Isolado”, ajudei e fiz o estudo básico do projeto “Jaíba”, o projeto “Gorutuba”, que são projetos grandes que tem na região Norte-Mineira. Eu participei da implantação de ambos. Fui chefe de distrito, no Jaíba -2 anos, e do Gorutuba - 7 anos.

Posteriormente, eu fui fazer Pós-Graduação, fiz na USP. E ambas as pesquisas, ambos os casos que eu levei, que foi inclusivamente estudo de tese, dissertação de mestrado, referente ao aspeto de gestão hídrica da bacia do rio Gorutuba, um afluente do rio São Francisco, região onde está o projeto Gorutuba e que deu um atrito muito grande, à época, de uso de água.

Como não tinha lei de recurso hídrico no Brasil ainda esse fato ocorreu na década de 80 e a lei de recurso hídrico do Brasil é de '97, então eu tive em mãos um problema para resolver que eu não tinha por onde socorrer. Mas dentro da literatura, o que sempre trilha a boa engenharia da água, para você fazer projeto, a gente fez uns contornos que deu para equacionar.

Eu levei esse assunto para a universidade, e desenvolvi uma dissertação de mestrado em cima do caso lá da área. Esse trabalho me ajudou muito, posteriormente, lá para final da década de '90, a ANA que está sendo implantada Agência Nacional de Água, ela acabou fazendo o primeiro piloto dela de gestão de água em cima dessa área que eu trabalhei.

A partir daí, eu passei a atuar na bacia de São Francisco, como um todo.

**PB:** Obrigado; nós estávamos a falar da sua experiência no São Francisco e eu agora ia-lhe fazer as duas perguntas que tenho para fazer: quais são os principais problemas do São Francisco? Esta é a primeira pergunta, e a segunda é: quais são, no seu entender, as principais soluções para esses problemas? Vamos então continuar?

**AFS:** O problema do São Francisco é a parte de gestão, o primeiro momento é gestão. Você tem que fazer o uso da água, com usos múltiplos, mas dentro de contexto de racionalidade.

O São Francisco tem um uso muito pesado, usando a energia hidráulica, que corresponde, quer dizer, a energia hidráulica no Brasil é mais de 80% ainda. O São Francisco está melhorando, mas está tendo um consumo elevado, a água por energia é hidráulica, está tendo também um consumo importante para irrigação e tem os outros usos para o abastecimento humano, que é pequeno.

A crise que tem, que eu vejo é irrigação e geração de energia elétrica. O que é que é a questão? A questão é que a irrigação, além de tirar água do rio, da própria calha do rio, você faz um uso múltiplo das sub-bacias hidrográficas, o caso da bacia do Paracatu, Urucu, Velhas, Rio Grande lá na Bahia, Carinhanha.

Então como você começa a tirar água da cabeceira, começa a faltar água dentro da calha do rio... Uma maneira que poderia solucionar o que está buscando para equacionar isso, já respondi na segunda pergunta é: primeiro passo, você tem que, hoje, ajustar o que tem de gestão, só que nós estamos numa crise hídrica, aqui no Brasil, então a demanda é grande de água, para a geração de energia elétrica; Energia elétrica, mas como o cabeamento está sendo dado, melhorando a planta de eólica (que são as energias alternativas) – a eólica no São Francisco, ela já representa em torno dos 28%-, mas só que a eólica também é meio temporal, ela tem um período temporal de uso, você tem período que não tem vento e, a fotovoltaica, só que a fotovoltaica...

**AFS:** Parei onde?

**PB:** Estava-me a falar do fotovoltaico, das energias alternativas...

**AFS:** O fotovoltaico vai poder ser uma solução, fala-se também em colocar duas centrais de energia atômica lá em Pernambuco naquela região, você deve ter conhecimento...

**PB:** Sim.

**AFS:** Mas isso ainda está em discussão, mas o propósito, passando essa crise aqui, que nós estamos tendo na política, é de fato equacionar a gestão e implementar estações de que te estou falando.

Outra questão que eu vejo é, você fazer uma revisão, e tem que fazer uma revisão de outorga, tanto de água subterrânea como das outorgas de água superficial, e dar um ordenamento de mãe de água compatível com a disponibilidade hídrica.

Não tem outra saída... e é a irrigação que é muito importante aqui no São Francisco, ninguém discute isso, mas, ela tem que melhorar muito essa ciência da água, melhorar muito sua eficácia... você tem que multiplicar o que tem com a água existente, estas são as alternativas de imediato.

A médio-prazo, você tem 4-5 barragens para serem feitas: no Alto de São Francisco, que é no fim das Velhas, 3 no Paracatu e no Urucuia, poderia melhorar. A outra é fazer transposição de bacia, buscar água numa outra bacia hidrográfica, já se falou no Tocantins...

**AFS:** Parei onde?

**PB:** Estava a falar da transposição de bacias.

**AFS:** Transposição de Tocantins, trazer água de lá, ou então trazer água do Rio Grande, mas ambas as bacias estão comprometidas, pelas suas necessidades básicas.

Então você tem que resolver o problema interno aqui, o problema interno aqui que vejo, é aquilo que eu te falei: aumentar a fotovoltaica, aumentar as energias alternativas – fotovoltaica e eólica – e também melhorar e fazer a transposição de bacias e de energia via cabeamento. Você trazer mais energia de Tucuruí, mais energia de Taipu, que ela lá tem energia sobrando...o problema é que a linha de transmissão não tem capacidade para atender a essa demanda maior.

Então você deixaria a água de São Francisco, evidentemente com um uso racional, voltado para a irrigação que é importante, sem regar ela não tem produz, não fixa o ano no campo. Você tem também com a transposição do São Francisco que é outra demanda importante, nesse nível. O outro lado é você buscar futuramente, pensar nestas transformações eu estou comentando, em suma é isso.



**12. Written Interview: Pedro Bettencourt – PhD Marília Melo  
(Minas Gerais State, Secretary for Environment and Sustainable Development)**

**30/08/2021**

**PB:** Quais os principais problemas da Bacia Hidrográfica do São Francisco, com foco no Estado de Minas Gerais?

**Marília Melo (MM):**

Introdução

O rio São Francisco tem 2.853 km de extensão e sua bacia possui 505 municípios ribeirinhos (cerca de 9% do total de municípios do País) e abrange sete unidades da Federação. A região que compreende sua bacia é extensa e, por isso, onde se encontram vegetações, ecossistemas e características humanas diferentes. O rio também se modifica em seu percurso, com volume hídrico e usos diferenciados.

Sua bacia tem grande importância para o País não apenas pelo volume de água transportado em uma região semiárida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento, além de sua contribuição histórica e econômica para a região. É chamado de “rio da integração nacional”. Essa denominação vem do fato de ele ligar o Brasil desde o Sudeste – serra da Canastra, em Minas Gerais, onde nasce – até o Nordeste, exatamente na divisa dos Estados de Alagoas e Sergipe, onde desagua no oceano Atlântico.

Recebe água de vários afluentes, sendo a produção de água de sua bacia concentrada nos Cerrados do Brasil Central. A maior produção de água se forma realmente entre sua nascente e a cidade de Carinhanha, na divisa de Bahia e Minas Gerais.

Problemas - geral

Uma lista dos principais problemas do São Francisco segundo seu Comitê de Bacia Hidrográfica está disponível no website do mesmo.

“Da nascente à sua foz, o rio São Francisco vem sofrendo degradações que levam a bacia hidrográfica do rio São Francisco a sofrer sérios impactos ambientais. Confira os 5 principais problemas que afetam o Velho Chico:”

- O desmatamento para as monoculturas e para as carvoarias que compromete os mananciais e provoca o assoreamento;

- A poluição urbana, industrial, minerária e agrícola;
- A irrigação, que além dos agrotóxicos, consome água demais;
- As barragens e hidrelétricas que realocam comunidades inteiras e que impedem os ciclos naturais do rio;
- A pobreza e o abandono da população, a que mais sofre com as consequências desses abusos.

(Disponível em [https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/sustentabilidade\\_blog/os-principais-problemas-que-afetam-o-velho-chico/](https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/sustentabilidade_blog/os-principais-problemas-que-afetam-o-velho-chico/))

### Problemas - MG

(Extrato da - Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2019: resumo executivo anual / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte: Igam, 2021).

A deterioração da qualidade das águas superficiais, em Minas Gerais, é consequência, principalmente, dos lançamentos de esgotos domésticos e de efluentes industriais, além das atividades minerárias, pecuária, agricultura e o aporte de cargas difusas de origem urbana ou rural.

**IQA (contaminação por carga orgânica e fecal):** uma das bacias com piores condições registradas foi a São Francisco, apresentando maiores percentuais de IQA Ruim.

**CT (contaminantes tóxicos):** predominância de ocorrência de CT Baixa ao longo de toda a série histórica, sendo que no ano de 2019 a CT Baixa representou 85% dos resultados. Bacia do Velhas: 35% dos resultados estiveram na condição de CT Alta.

**IET (enriquecimento por nutrientes):** ampla predominância dos níveis de trofia mais baixos. Bacia do rio São Francisco é uma das que possui piores condições em termos de trofia, causada principalmente pelos resultados das sub-bacias do rio das Velhas (SF5) e dos afluentes do rio Verde Grande (SF10).

**Cianobacterias:** As maiores densidades de cianobactérias registradas ocorreram, sobretudo, na calha do rio das Velhas (nos municípios de Santana de Pirapama, Augusto de Lima e Corinto, Várzea da Palma, Santo Hipólito e Lassance) e na bacia do rio Paraopeba (nos municípios de Ibitiré e Três Marias). De modo geral, esses resultados refletem os impactos do aporte de nutrientes para corpos de água dessas bacias, proveniente, principalmente, de lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como das atividades de agropecuária desenvolvidas nessas regiões.

**Ensaio Ecotoxicológico:** Em 2019, o Efeito Agudo, que indica a letalidade dos organismos, foi observado em 2% das amostras, sendo este resultado encontrado nas bacias hidrográficas dos rios Médio/Baixo Jequitinhonha, Alto Rio Paranaíba, Afluentes do Rio Verde Grande, Paraopeba, Velhas e Jequitaí e Pacuí.

**Fósforo:** Os maiores valores de cargas de fósforo total foram registrados nas estações SF023, no rio São Francisco no município de Ibiá e na estação SF019, também no rio São Francisco no município de Pirapora, resultados associados às condições de vazão registradas.

**PB:** Quais as principais soluções para uma melhoria, sejam elas políticas, infraestruturas, manutenção, revitalização ou outras, com foco no Estado de Minas Gerais?

**MM:**

#### Soluções - Geral

Com base nos problemas encontrados e cenário que corresponde à visão ideal que se projeta para a Bacia: o Plano Diretor da Bacia do São Francisco trabalha com ações visando grandes objetivos orientadores da estratégia para sua implementação:

1. Melhorar significativamente a governança e participação social da bacia hidrográfica;
2. Aumentar a presença e a visibilidade do CBHSF, garantindo uma crescente consciencialização das questões chave para gestão sustentável dos recursos hídricos;
3. Melhorar significativamente a qualidade ecológica dos sistemas fluviais e a qualidade das águas;
4. Prevenir a contaminação e superexploração dos aquíferos subterrâneos;

5. Garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos;
6. Melhorar a qualidade de vida no semiárido;
7. Garantir um desenvolvimento equilibrado e sustentável do território da bacia hidrográfica.

#### Exemplos de ações MG

2021 - Plano diretor da Bacia dos Afluentes do Alto São Francisco terá consulta pública <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2644--plano-diretor-da-bacia-dos-afluentes-do-alto-sao-francisco-tera-consulta-publica>

Realizada em (23/08): apresentação do resultado preliminar do prognóstico para elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) e Enquadramento dos Corpos de Água (ECA) da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Alto São Francisco.

2021 - Protocolo de intenções otimiza uso sustentável na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2634-protocolo-de-intencoes-otimiza-uso-sustentavel-na-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco>

Novas medidas de gestão e promoção do uso sustentável dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco estão previstas pelo protocolo de intenções celebrado entre o Governo de Minas Gerais, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e a Agência Peixe Vivo, assinado em 3/8. A ação tem como objetivo a implementação de programas, projetos e atividades que constam no Plano de Recursos Hídricos da Bacia (PRH-SF) 2016-2025, que contenham interfaces com as ações planejadas pelo Estado de Minas Gerais para a porção mineira da Bacia.

2020 - Esforço conjunto em Minas contribui para revitalizar a Bacia do Rio São Francisco <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2330-esforco-conjunto-em-minas-contribui-para-revitalizar-a-bacia-do-rio-sao-francisco>

Proteção de nascentes, construção de barraginhas e terraços, adequação ambiental de estradas vicinais e proteção de matas ciliares em sub-bacias hidrográficas. Estas são apenas algumas das ações desempenhadas por diferentes órgãos do Governo de Minas Gerais e que têm contribuído para a revitalização da calha da Bacia do Rio São Francisco no Estado.

No Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), o Instituto Estadual de Florestas (IEF) é um dos órgãos responsáveis por desenvolver e apoiar projetos que visam melhorar a oferta de quantidade e qualidade de água no manancial. O “Meu Rio” é um dos projetos desenvolvidos pelo IEF, juntamente ao Instituto Grande Sertão (IGS) de Montes Claros.

As atividades concentram-se na Bacia do Verde Grande, afluente da margem direita do São Francisco, na comunidade de João Moreira, em São João da Ponte, no Norte do Estado. O projeto começou a ser desenvolvido em junho de 2019 e chegou, ao final do primeiro trimestre de 2020, com resultados expressivos. Cerca de 20 mil mudas foram plantadas, após doação do IEF, em 16,6 dos 940 hectares de abrangência da bacia. Além disso, foram construídas 26 barraginhas para captar água da chuva. Manutenções e ações de limpeza também ocorreram em 70 barraginhas que já existiam na bacia do Verde Grande.

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**ANNEX II – A Summary of SF RBP 2016-2025 Action  
Plan Mid Term Update**

## CONTENTS

1.	Introduction	406
2.	CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance	407
3.	CDF 2 - Water Quality and Sanitation	426
4.	CDF 3 - Water Availability and Sustainability	454
5.	CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	470
6.	CDF 5 - Biodiversity and Conservation	486
7.	CDF 6 – Land Use and Dam Safety	504

## 1. Introduction

The present Annex includes a Summary Mid Term Update (2021) of the SF RBP 2016-2025 Action Plan.

The information is organized by CDF (Critical Decision Factor) and, within each, by EC (Evaluation Criterium), as defined in the Thesis Chapter 3- Materials and Methods. The information is sourced for several relevant indicators established in the SF RBP 2016-2025 Action Plan, consulting several sources, for the period 2016-2021.

The collected information provides a valuable database for the assessment of the SF RBP action plan implementation. Several indicators presented in Annex 2 were compared with the SF RBP 2015- 2025 targets, thus allowing the scoring of the evaluation criteria and the assessment of the critical decision factors in the São Francisco Basin Sustainability Assessment (see thesis ch.8, SEA of SF RBP).



## 2. CDF 1 – RIVER BASIN PLANNING AND WATER GOVERNANCE

### Evaluation Criteria 1.1 – Water Management Framework

#### **Activity I.1.a - Implementation of water resource management tools in the basin**

Target I.1: Present all the management tools defined and in implementation by 2025

**Indicator 1.** User registration framework

**Indicator 2.** Proportion of registered users in relation to the estimated universe of water users in the basin

**Indicator 3.** Difference between the volumes of water captured and the demands of estimated water resources

**Indicator 4.** Number of surface water bodies in the Basin with framework approved in accordance with CONAMA Resolution No. 357/2005 of March 17th, and CNRH Resolution No. 91/2008 of November 5th.

**Indicator 5.** Number of aquifers with proposed framework

**Indicator 6.** SNIRH installed and in operation in the equipment of the São Francisco River Basin Committee / Water Agency (or delegated entity), as an instrument to support the management of water resources in the basin.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicators 1 and 2**

- List of registered users that have been charged for their use of water has increased significantly between 2015 and 2020 (Source: Agência Peixe Vivo, Reports “Lista de Usuários cadastrados e valores pagos”, <https://agenciapeixevivo.org.br/transparencia/usuarios-e-valores/>).

Charges registered are differentiated by objective (irrigation, human consumption, etc.) and company:

- 2015: approx. 1960
- 2016: approx. 2150
- 2017: approx. 2040
- 2018: approx. 3100

- 2019: approx. 9090
- 2020: approx. 10050
- As of 2018, reports about finances (“Relatório Gerencial das Demonstrações Financeiras”) began to be published (Source: CBHSF, <https://cbhsaofrancisco.org.br/contrato-de-gestao/usuarios-e-valores/>)

### Indicator 3

- Data on Captured Water versus Water Demand found in the National Water Agency (ANA) Conjuncture Reports
  - 2017 Conjuncture Report:
    - Water captured = 266,66 m<sup>3</sup>/s
    - Water demand = 163,06 m<sup>3</sup>/s
    - Water returned = 59,54 m<sup>3</sup>/s
  - 2016 Conjuncture Report:
    - Water captured = 226,66 m<sup>3</sup>/s
    - Demanda de água = 164,06 m<sup>3</sup>/s
    - Water returned = 59,54 m<sup>3</sup>/s

### Indicator 4

- According to the Framework 2019 Conjuncture Report by ANA: “No basin within the union domain has had their framing approved by the CNRH (Nacional Board for Water Resources) [Conselho Nacional de Recursos Hídricos] until today, even if they have developed proposals during the process of implementation or revision of the water resources plans”. They have also stated that the three interstate hydrographic basins where there are water bodies framed are those of the São Francisco River, all subject to review under current regulations since they were based on the CONAMA Resolution no. 29 of 1986, which has been substituted and updated by the CONAMA Resolution no. 357/2005.
  - Additional information per committee ([comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais](http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais)):
    - CBH Alto São Francisco: framework in development
    - CBH Rio Pará: framework under review
    - CBH Rio Paraopeba: framework under review

- CBH Rio das Velhas: framework in place (1997)
- CBH Rios Jequitaí e Pacuí: framework in preparation
- CBH Rio Paracatu: framework in development
- CBH Rio Urucuia: framework in the approval phase
- CBH Médio São Francisco: framework in the approval phase
- CBH Rio Verde Grande: framework in development
- CBH Entorno da Represa de Três Marias: framework in development
- CBH Rio Corrente: framework in development

(<https://www.prhcorrenteba.com/página-inicial>)

- CBH Alto Rio Grande: framework in place (2018)
- CBH Médio Rio Grande: framework to be developed
- CBH Baixo Rio Grande: framework to be developed
- CBH Rio Salitre: framework in the approval phase

(<http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/1149.00-PF-04-R01.pdf>)

- CBH Rios Paramirim e Santo Onofre: framework approved (2017)

(<http://www.bahia.ba.gov.br/2017/09/noticias/meio-ambiente/plano-das-bacias-hidrograficas-dos-rios-paramirim-e-santo-onofre-e-aprovado/>)

([http://www.inema.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/PRHPASO\\_PF04\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/PRHPASO_PF04_R00.pdf))

- CBH Rios Verde e Jacaré: framework approved by CONERH (2017)

(<http://www.meioambiente.ba.gov.br/2017/10/11363/Conerh-aprova-propostas-de-Enquadramento-dos-Corpos-da-Agua-das-Bacias-dos-rios-Verde-e-Jacare-Salitre-Paramirim-e-Onofre.html>)

([http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ\\_PF04\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ_PF04_R00.pdf))

- CBH Rio Pajeú: without information

## Indicator 6

- SNIRH: two studies were published (by ANA teams) about the São Francisco River basin, both in 2017 (Source: SNIRH

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/search?keyword=São%20Francisco>)

- Several monitoring tools are installed and in operation, the data of which can be accessed through the SNIRH platform

([www.snirh.gov.br/hidroweb.mapa](http://www.snirh.gov.br/hidroweb.mapa))

- Additional note: The National Water Resources Information System (SNIRH), whose objective is to "collect, treat, store, retrieve, make available and

disseminate information that subsidizes the management of water resources" is still under construction for the São Francisco River and its affluents.

### **Activity I.1.b – Update of Master Plans of Basins of affluents rivers**

#### **Indicator 1. Number of Master Plans of Water Resources developed**

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

- The most up-to-date plans of the affluents of the SF River:
  - Water Resources Master Plan of the Upper São Francisco hydrographic basin (2020)
  - Paraopeba River Water Resources Master Plan: in development
  - Water Resources Master Plan of the Rio das Velhas hydrographic basin (2015)
  - Water Resources Master Plan of the hydrographic basins of the Jequitaí and Pacuí rivers, among other (2010)
  - Water Resources Master Plan of the Paracatu River hydrographic basin (2006)
  - Water Resources Master Plan of the Urucuia River hydrographic basin (2011)
  - Water Resources Master Plan of the Middle São Francisco hydrographic basin (2011)
  - Water Resources Master Plan of the Rio Verde Grande hydrographic basin (2011)
  - Water Resources Master Plan of the Pará River hydrographic basin (2006)
  - Water Resources Master Plan of the Três Marias dam surroundings (2015)
  - Water Resources Master Plan of the Rio Corrente hydrographic basin: not found
  - Water Resources Master Plan of the Alto Rio Grande hydrographic basin (2011)

- Water Resources Master Plan of the middle Rio Grande hydrographic basin (in the process of contracting)
  - Water Resources Master Plan of the lower Rio Grande hydrographic basin (in the process of contracting)
  - Water Resources Master Plan of the middle Rio Salitre hydrographic basin (2017)
  - (<http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/1149.00-PF-03-R01.pdf>)
  - Water Resources Master Plan of the Paramirim and Santo Onofre River Basins (2017)  
([http://www.inema.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/PRHPASO\\_PF03\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wpcontent/uploads/2018/05/PRHPASO_PF03_R00.pdf))
  - Water Resources Master Plan of the Rio Verde and Jacaré River Basins (2017)  
([http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ\\_PF03\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ_PF03_R00.pdf))
  - Water Resources Master Plan of the Rio Pajeú River Basin (1998)  
([https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e\\_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS))
  - Water Resources Master Plan of the Rio Piauí River Basin (2015)  
([https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e\\_0/explore?location=-18.470144%2C43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e_0/explore?location=-18.470144%2C43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS))
- Source: [comites.igam.mg.gov.br/comitesestaduais](http://comites.igam.mg.gov.br/comitesestaduais);  
<http://www.inema.ba.gov.br/planos-de-bacias/>

More information:

[https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e\\_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS)

### **Activity I.2.a – Management of the plan and articulation of the actions of the organs in the basin**

Target I.2: By 2025 to implement at least 80% of the estimated financial resources

**Indicator 1.** Number of active partnerships with the Water Agency (or delegated entity)

**Indicator 2.** % Execution of financial resources (actions under the responsibility of CBHSF)

**Indicator 3.** % Achievement of the goals set out in the water resources plan

## Updates 2016- 2021

### Indicator 1

- Partnerships with ANA [Administrative/Management Contracts] (<https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/licitacoes/contratos>)
  - 2020
    - Contract nº036/2020/ANA: State of Minas Gerais, through the Instituto Mineiro de Gestão de Águas [IGAM] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_036\\_2020\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_036_2020_ANA.pdf))
    - Contract nº028/2020/ANA: Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo [Agência Peixe Vivo] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_028\\_2020\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_028_2020_ANA.pdf))
    - 2019
      - Contract nº006/2020/ANA: Federal District, through the Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal [ADASA] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_006-2019-ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_006-2019-ANA.pdf))
      - Contract nº012/2019/ANA: State of Alagoas, through the Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos [SEMARH] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_012\\_2019\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_012_2019_ANA.pdf))
      - Contract nº017/2019/ANA: Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal [ADASA] ([https://www.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_017\\_2019\\_ANA.pdf](https://www.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_017_2019_ANA.pdf))
      - Contract nº030/2019/ANA: State of Minas Gerais, through the Instituto Mineiro de Gestão das Águas [IGAM] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_030\\_2019\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_030_2019_ANA.pdf))
      - 2018

- Contract nº040/2018/ANA: Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos [SECIMA] [State of Goiás] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_040\\_2018\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_040_2018_ANA.pdf))
- Contract nº054/2018/ANA: State of Pernambuco, through the Agência Pernambucana de Água e Clima [APAC] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_054\\_2018\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_054_2018_ANA.pdf))
- Contract nº049/2018/ANA: State of the Bahia, through the Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos [INEMA] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_049\\_2018\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_049_2018_ANA.pdf))
- 2017
  - Contract nº003/2017/ANA: Agência Pernambucana de Água e Clima [APAC] [State of Pernambuco] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_003-2017-ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_003-2017-ANA.pdf))
  - Contract nº047/2017/ANA: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas [SEMARH Alagoas] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_047-2017-ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_047-2017-ANA.pdf))
  - Contract nº055/2017/ANA: State of Alagoas, through the Secretaria e Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos [SEMARH Alagoas] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_055-2017-ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_055-2017-ANA.pdf))
  - Contract nº059/2017/ANA: State of Goiás, through the Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos [SECIMA] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_059-2017-ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_059-2017-ANA.pdf))
  - Contract nº064/2017/ANA: State of Pernambuco, through the Agência Pernambucana de Águas e Clima [APAC]

([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_064-ANA-2017..pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_064-ANA-2017..pdf))

– Contract nº065/2017/ANA: State of Sergipe, through the Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos [SEMARH] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_065-2017-ANA-PROGEST%C3%83O.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_065-2017-ANA-PROGEST%C3%83O.pdf))

– Contract nº078/2017/ANA: State of Goiás, through the Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos [SECIMA] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_078\\_2017\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_078_2017_ANA.pdf))

– Contract nº079/2017/ANA: State of Bahia, through the Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos [INEMA] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_079\\_2017\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_079_2017_ANA.pdf))

– Contract nº082/2017/ANA: State of Sergipe, through the Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos [SEMARH] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_082-2017-ANA-PROCOMIT%C3%8AS.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_082-2017-ANA-PROCOMIT%C3%8AS.pdf))

– Contract nº083/2017/ANA: Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo [Agência Peixe Vivo] ([https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO\\_083\\_2017\\_ANA.pdf](https://www.ana.gov.br/contratos/api/VerPDFAnexoContrato/CONTRATO_083_2017_ANA.pdf))

## Indicator 2

• Action Monitoring Report 2018 – 2020 [Agência Peixe Vivo] (<https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2021/02/Ap%C3%AAndice-IV-Relat%C3%B3rio-Anual-de-Acompanhamento-2019.pdf>)

Note: “Budget Available” = budget planned for 2019 + balance of 2018

○ Axis I

– Budget Available (2019) = 25,4 M \$R

– Balance (December 2019) = 18,6 M \$R

▪ % Execution of Financial Resources = 27%



- Axis II
  - Budget Available (2019) = 16,8 M \$R
  - Balance (December 2019) = 14,4 M \$R
  - % Execution of Financial Resources = 15%
- Axis III
  - Budget Available (2019) = 12,9 M \$R
  - Balance (December 2019) = 10,5 M \$R
  - % Execution of Financial Resources = 19%
- Axis IV
  - Budget Available (2019) = 2,9 M \$R
  - Balance (December 2019) = 2,6 M \$R
  - % Execution of Financial Resources = 11%
- Axis V
  - Budget Available (2019) = 27,1 M \$R
  - Balance (December 2019) = 25,6 M \$R
  - % Execution of Financial Resources = 6%
- Axis VI
  - Budget Available (2019) = 0,2 M \$R
  - Balance (December 2019) = 0 \$R
  - % Execution of Financial Resources = 100%
- GENERAL (2018 has no data per Axis) (2018 -

<https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2021/01/RELAT%C3%93RIO-DE-REVIS%C3%83O-DO-PAP-2016-2018-APENDICE-2-VFINAL.pdf>)

- 2018
  - Budget Available = 51,4 M \$R
  - Balance (December 2018) = 32,3 M \$R
  - % Execution of Financial Resources = 37%
- 2019
  - Budget Available = 53,0 M \$R (2019) + 32,3 M \$R (2018)
  - Balance (December 2019) = 71,6 M \$R
  - % Execution of Financial Resources (budget only 2019) = 26%
  - % Execution of Financial Resources (budget 2019 + Balance 2018) =

16%

More information [Indicator 2]:

<https://agenciapeixe vivo.org.br/transparencia/aplicacao-dos-recursos/plano-de-aplicacao-dos-recursos-da-cobranca-pelo-uso-da-agua-na-bacia-do-rio-sao-francisco/>

More information [Water Pact]: Planned to be finished in 2022 (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/pacto-das-aguas-e-apresentado-em-reuniao-da-ccr-submedio-sao-francisco/>)

### **Evaluation Criteria 1.2 – River Basin Environmental Awareness**

#### **Activity I.2.b – Institutional Strengthening of the CBHSF**

Target I.2: By 2025 to implement at least 80% of the estimated financial resources

**Indicator 1.** Number of empowerment plans drawn up

**Indicator 2.** Number of assisted empowerment actions

#### **Update 2016- 2021:**

##### **Indicators 1 and 2**

- Source: “Relatório de Gestão do CBHSF (2016 – 2020)” [Note: no activity report was found for the period prior to 2016]
  - Workshop on Water Quality Monitoring (Maceió, Alagoas, 2018)
  - Goal: the establishment of a cooperation network to ensure monitoring of water quality so that the CBHSF has access to the monitoring data of the various responsible entities in a facilitated manner
    - Events: participants presented suggestions for the preparation of a "reference term";
    - Participants: ANA, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), Companhia de Abastecimento de Sergipe (Deso), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Companhia de Abastecimento de Alagoas (Casal), Universidade Federal da

Bahia (UFBA), Prefeitura de Arapiraca, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), etc

- Action Planning Workshop (Maceió, Alagoas, 2019)
- Objective: to improve the performance of internal management of the SF basin
- Events: deliberation on the role of the instances and the redefinition of their first priorities; improving the flow of communication between the Collegiate Board of Directors and the instances
- Participants: Câmaras Consultivas Regionais (CCRs), Câmaras Técnicas (CTs), Agência Peixo Vivo
- Capacity improvement on Governance Indicators (Salvador, Bahia, 2019)
- Goal: improvement of the implementation of water governance indicators, with the aim of contributing to the diagnosis and better management of the water
- Topics: Institutional Environment, Implementation of Management Instruments; Integration of Water Resources Management with Environmental Management; Integration of Water Resources Management with Sectoral Policies; Operation of the Hydrographic Basin Committees and the Water Resources Management Bodies
- Participants: members of the CBHSF
- National Meeting of Hydrographic Basin Committees
- Goal: enable basin committees to identify opportunities and challenges for promoting integrated water management in a participatory and decentralised manner
- Media Training and communication workshop for BCHSF members, related to social communications

### **Activity I.3.a – Environmental Education Program of São Francisco River Basin**

Target I.3: By 2025 develop environmental education activities, actions and information in at least 10% of BHSF users and population

**Indicator 1.** Number of actions of the Continuing Plan of Mobilization and Environmental Education, per year, per unit of the Federation

**Indicator 2.** Number of participants in the Continuing Plan for Mobilization and Environmental Education, per year, per unit of the Federation

#### **Updates 2016- 2021:**

- No information found on the "Continued Plan of Mobilization and Environmental Education"
- General activities of environmental education and dissemination of knowledge:
  - “Sou Mais Velho Chico”, Environmental Education Manual (2019)
  - “Olhares do Velho Chico” expedition (2018)
  - World Water Forum (2018)
  - Brazilian Symposium on Water Resources (2017, 2019)
  - Northeast Water Resources Symposium (2016, 2018)
  - 20º Brazilian Groundwater Congress [CABAS] (2018)
  - Activities by Federation (Source: “Relatório de Gestão do CBHSF (2016 – 2020)” & others)
    - Bahia
      - Event: Environmental Training and Education (2017)
    - Minas Gerais
      - Event: Environmental Training and Education(2017)
      - 2º Latin American Symposium on Groundwater Monitoring(2018)
      - Expedition Rio Paracatu (2019)
      - Hydroviable Dialogues (2019)
    - Pernambuco
    - Alagoas
      - Penedo Film Circuit [University Film Festival of Alagoas] (2018, 2019)

- Seminar Sertão Cangaço (2017)
- 2nd Workshop of Geomorphology and Geoarchaeology of the Northeast (2018)
  - Sergipe
  - Goiás

### **Activity I.5.a – Program and communication of the BHSF**

Target I.5: By 2025 increase by at least 30%, compared to the 2004-2013 10-year-old plan, participation rates in river basin management decisions.

**Indicator 1.** Making information available

**Indicator 2.** Social recognition

**Indicator 3.** Total number of participants in public consultations, sector workshops and homologous actions, organized in the context of updating the Plans compared to the levels of participation of the PRHSF 2016-2025

### **Updates 2016- 2021:**

#### **Indicator 3**

- IGAM [Instituto Mineiro de Gestão de Águas], Minas Gerais
  - Terms of Reference – Water Safety Mining Plan (2021) (<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/16-duvidas/2576--consulta-publica-termo-de-referencia-plano-mineiro-de-seguranca-hidrica>)
  - Water Resources and Framing Plan for The Water Bodies of the Upper São Francisco Hydrographic Basin (2021) (<http://www.faemg.org.br/sindicatos/noticias/consulta-publica-afluentes-do-alto-sao-francisco>)
  - Series of Public Consultations: Water Resources Master Plan of the Paraopeba river (2019) (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2245-consultas-publicas-discutem-gestao-de-bacias-hidrograficas-mineiras>)
  - Public Consultation: Law 12.334/2010, Rupture of the Vale Dam (2019) (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2147-sisema-mantem-atuacao-ambiental-6-meses-apos-o-rompimento-da-barragem-da-vale>)

- 3 Public Consultations: Results of the Prognosis of the Paraopeba River Hydrographic Basin Master Plan update (2018) (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2004-consultas-publicas-reunem-sociedade-para-analisar-prognostico-sobre-rio-paraopeba>)
  - APAC [Agência Pernambucana de Águas e Clima], Pernambuco
- Public Consultations: Study of Water Use Collection Mechanisms (2017) ([http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/noticias.php?noticia\\_id=993](http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/noticias.php?noticia_id=993))
  - Government of the State of Bahia
- Public Consultation: Preparation of the Water Plan of the Rio Grande and Rio Corrente basins (2021) (<http://www.meioambiente.ba.gov.br/2021/01/12129/Aberta-Consulta-Publica-para-elaboracao-de-plano-hidrico-da-Bacia-do-Rio-Grande-BA-e-do-Rio-Corrente.html>)

#### Additional Information

##### **Symposia of São Francisco**

- 3rd Symposium (<https://sbhsf.com.br/>)
  - December 2020
  - Themes: Governance and Social Mobilization, Water Quality and Sanitation, Water Quantity and Multiple Uses, Semi-arid Water Sustainability, Biodiversity and Environmental Requalification, Land Use and Dam Safety
    - Round tables and lectures:
      - The importance of science for the future of the Basin
      - Axis 1 – Governance and Social Mobilization
        - Dilemmas between the Public vs. Private in Water Management
        - The conflicts of Electronuclear Energy in the São Francisco River Basin
        - Book release “Guerreiros do Velho Chico”
      - Axis 2 – Water Quality and Sanitation
        - Revitalization of Rio Willamette (Oregon, EUA): Chemistry, Physics, Biological and Social
          - Impact of Sanitation on Water Safety
          - Biomonitoring and environmental conditions in the Lower São Francisco
      - Axis 3 – Amount of Water and Multiple Uses
        - Water Sustainability Challenge and Multiple Uses of BHSF Water Resources

- Hydro-complexity: new paradigm for water resources
- Axis 4 – Water Sustainability of the Semi-arid
- Weather conditions and coexistence with water scarcity
- Reuse of Water in the Semi-arid
- Axis 5 – Biodiversity and Environmental Requalification
- Biodiversity Preservation and Recovery at BHSF
- Recovery of Degraded Areas
- Axis 6 – Land Use and Dam Safety
- Mining and Dam Safety
- Urban Water Management
- 2nd Symposium (<https://www.ufs.br/agenda/468-ii-simposio-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco-2018-6-3>)
  - June 2018
  - Themes: "Governance", "Quality and Quantity", "Conservation, Biodiversity and Hydroenvironmental Requalification", "Mobilization and Social Dimension", "Quality of Life and Health"
  - 1st Symposium  
(<https://ufrb.edu.br/portal/component/chronoforms5/?chronoform=ver-evento&id=21>)
    - Junho 2016
    - Themes: "Governance", "Water Quality", "Water Quantity", "Environmental Recovery", "Social Dimension"

### **Evaluation Criterium 1.3 - Capacity Building, Control and Inspection**

#### **Activity I.4.a – User training and empowerment program**

Target I.4: By 2025 to train and/or improve at least 10% of BHSF's actors

**Indicator 1.** Number of training and improvement actions of users of the hydrographic basin, per year

**Indicator 2.** Number of participants in training and improvement actions of users of the hydrographic basin, per year

**Indicator 3.** Number of sectors (types of users) that have been targeted specifically for their activity by 2025

**Indicator 4.** Number of follow-up and certification actions of users who practice or intend to practice traditional activities

**Indicator 5.** Number of participants in actions and monitoring and certification of users who practice or intend to practice traditional activities

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **All indicators**

- Training and/or improvement activities by CBHSF (Sources: CBHSF & “Relatório de Gestão do CBHSF (2016 – 2020)”) (Number of participants has not been published)
  - 2021 (CBSHF as a supporter)
    - Empowering of a Working Group (Bahia)
    - Empowering of a Working Group (Pernambuco)
    - Empowering of Working Groups (Pernambuco, Alagoas)
  - 2020 (CBSHF as a supporter)
    - Hiring a training company and technical support to irrigation
  - 2019
    - Water Sustainability Workshop (Alagoas)
      - Target audience: residents
    - Dam Safety Seminar (Federal District)



- Target audience: local governments, responsible entities, basin committees
- 1st Meeting of the Carrancas (Alagoas)
  - Target audience: local governments
- 2018
  - Flood Workshops in São Francisco (Sergipe [Lower SF], Pernambuco [Middle SF] e Minas Gerais [Upper SF])
    - Target audience: residents in riverside areas
  - 2017 (CBHSF active and present)
    - Capacitation of Working Groups of the Upper SF (Minas Gerais)
    - Environmental capacitation and education (Bahia)
    - Environmental capacitation and education (Minas Gerais)
    - Capacitation of technicians to act in the electoral process (Minas Gerais)
    - Capacitation activities by institutes of Minas Gerais (<http://www.igam.mg.gov.br/component/search/?searchword=capacita%C3%A7%C3%A3o&ordering=&searchphrase=all>)
      - 2021
        - 2nd Capacitation for municipalities on environmental services
        - Target audience: representatives, general population
        - Capacitation on the use of the EcoSistemas digital platform (aggregates environmental services offered by the State)
          - Target audience: general population
          - Technical capacitation and qualification of personnel in relation to the use of important services for the environmental management of the State
            - Target audience: municipal representatives
            - 1st capacitation for Municipalities on Environmental Services
            - Target audience: representatives, general population
        - 2019
          - Course: "Dam Safety Inspection"
            - Target audience: professionals from various agencies linked to environmental surveillance
              - Course: "Hydrogeology: Analysis of Groundwater Behavior"

- Target audience: servers and members of the technical staff working in environmental licensing processes
  - Capacitation of Geology students of the Federal University of Minas Gerais (UFMG)
    - 38 workshops by the State Secretariat of Environment and Sustainable Development (Semad) and the State Environmental Foundation (Feam). 2 171 trained people. Topic: training of users who will be responsible for the operation of the system MTR (Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos) (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2183-copam-discute-definicao-de-areas-protegidas-e-politica-de-residuos-em-mg>)
      - Capacitation activities by institutes of Pernambuco (<http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/busca.php> - “Capacitation”)
        - 2019
          - Capacitation of members of the Pajeú river Hydrographic Basin Committee
            - Capacitation on basic hydrology and technical notions of dams
            - ArcGIS system Capacitation
            - Capacitation on the functioning of COBH's for basin committees
          - 2018
            - Capacitation for Reservoir User Councils
          - 2017
            - Capacitation on water quality modelling
          - Capacitation activities by institutes in Bahia (<http://www.inema.ba.gov.br/?s=Capacita%C3%A7%C3%A3o#>)
            - 2019
              - Capacitation workshop for DIFIS technicians
              - Capacitation workshop for servers of regional units
            - 2017
              - Server capacitation course
              - Capacitation activities by institutes of Alagoas (<https://bit.ly/2U5AQWs>)
            - 2021
              - Capacitation of municipalities for the implementation of selective collective

- 2020
  - Capacitation technical assistance to farmers in Canal do Sertão
- 2019
  - 5th State Program Meeting of Água Doce: capacitation for the operation of desalination systems
  - Capacitation Cycle to empower basin members

#### **Indicators 4 and 5**

- 1st Artisanal Fishing Seminar of the São Francisco hydrographic basin ([https://issuu.com/cbhsaofrancisco/docs/revista\\_\\_chico\\_06\\_-\\_issuu](https://issuu.com/cbhsaofrancisco/docs/revista__chico_06_-_issuu))

#### **Activity I.6.a – Fiscalization of water resources**

Target I.6: By 2025, support water resource surveillance actions in the hydrographic basin states

**Indicator 1.** % of the basin covered by integrated preventive fiscalization actions

**Indicator 2.** Number of fiscalization implementation reports drawn up by water resource management bodies

#### **Updates 2016- 2021:**

Information about FPI reports not found.

### 3. CDF 2 – WATER QUALITY AND SANITATION

#### Evaluation Criteria 2.1 – Water Quality Assessment and Monitoring of Surface Water and Groundwater Bodies

##### **Activity II.1.a - Improvement of surface water quality monitoring network**

Target II.1: By 2020, to carry out systematic, regular and articulated monitoring of the quality of the main surface water bodies (in line with the planned implementation of the RNQA)

**Indicator 1.** Number of units of the Basin Federation participating in the Program QUALIÁGUA;

**Indicator 2.** % of monitoring points of the National Water Quality Network (RNQA) in full operation in the territory of the Basin in each Federation Unit per year;

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

All federative units adopt QUALIÁGUA

- Minas Gerais: contract nº 058/2015/ANA – QUALIÁGUA. Signed with IGAM.
  - Value: R\$ 10,8 M (estimate);
  - Duration: 11/01/2016 to 10/01/2021.
- Sergipe: On April 27, 2015, ANA, the State of Sergipe and the SEMARH signed the Technical Cooperation Agreement nº 4/2015/ANA for the implementation of QUALIÁGUA.
  - Effective until December 31, 2020
  - Source: <https://www.se.gov.br/noticias/desenvolvimento/sergipe-e-o-novo-estado-participante-do-qualiagua>
- Bahia: joined in 2015.
  - Source: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/2016/05/10822/Rede-de-monitoramento-dos-recursos-hidricos-e-tema-de-reuniao-do-Conerh.html>
- Federal District: is adherent
  - Source: contract nº 017/2019 ANA

- Goiás: is adherent. "The State Government of Goiás is part of the QUALIAGUA program, with 120 points currently monitored. " (2021 news)
  - Source: <https://www.meioambiente.go.gov.br/monitoramento-h%C3%ADrico/programa-quali%C3%A1gua.html>
- Pernambuco: is adherent. Contract nº 003/2017 ANA.
  - Duration: 07/03/2017 a 06/03/2022
  - Investment: R\$ 2,09 M.
- Alagoas: joined in 2015
  - Duration: 31/12/2015
  - Source: <https://www.revistatae.com.br/Noticia/9068/alagoas-adere-ao-qualiagua>

## Indicator 2

- In the 2017 RNQA database: monitoring stations in Bahia, Minas Gerais, Distrito Federal, Pernambuco, Sergipe. Thus, missing in Alagoas e Goiás.
  - Source: <https://dados.gov.br/dataset/rede-nacional-de-monitoramento-da-qualidade-da-agua-rnqa-e-rede-hidrologica-nacional-de-re-2017>

Additional information on surface and groundwater quality monitoring:

- SIGA São Francisco: has information about the monitoring network in the basin as a whole mapped (map module).
  - Source: <https://siga.cbhsaofrancisco.org.br/sfmap/#>
- Report of flows and macroprocesses: Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin Siga – SF (2020)
  - Summary table of the state of monitoring of surface and groundwater in each federative unit (p.25 of the report) – Available in the supplementary information.
  - Table summary of information on surface and groundwater (quality, quantity and water use) that the federative units send to the ANA (p.43) - Available in the supplementary information.

## Activity II.2.a – Implementation of an underground water monitoring network

Target II.2: By 2025 implement a groundwater monitoring network

**Indicator 1.** Number of monitoring stations installed per year in the basin and by aquifer system;

**Indicator 2.** Aquifer systems with assessment of critical contamination situations (%);

**Indicator 3.** Number of aquifers with overexploitation evaluation.

### Updates 2016-2021:

#### Indicator 1

- Federal District: there are 42 stations and 84 monitoring wells (2021). CPRM is the responsible entity.

- Source: <http://www.adasa.df.gov.br/monitoramento/mapas>

- Minas Gerais: in 2017, the network comprised 143 monitoring wells in river basins of São Francisco, Grande and Paraíba. The points mainly monitored production wells, shallow wells and springs. The main monitored parameters correspond to 60 physical-chemical parameters, in addition to the static groundwater level.

- Groundwater monitoring has been underway since 2005. IGAM Responsibility.

- Source: <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1707-monitoramento-da-qualidade-das-aguas-comemora-20-anos>

- Map access with the state's groundwater monitoring network (2016) in: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/595>

- Goiás: No monitoring

- Source: Flow and macroprocess reporting - Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin – SF (2020)

- Bahia: No monitoring

- Source: Flow and macroprocess reporting - Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin – SF (2020)

- Pernambuco: has quality and flow monitoring

- Source: Flow and macroprocess reporting - Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin – SF (2020)
  - Alagoas: No monitoring
- Source: Flow and macro-processes report - Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin – SF (2020)
  - Sergipe: information on groundwater quality in applications for the granting of.
- Source: Flow and macroprocess reporting - Development of Design and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin – SF (2020)

### **Indicator 2 and 3**

Studies on aquifers present in the BHSF:

- Hydrogeological and Vulnerability Studies of the Urucuia Aquifer System and Proposition of Integrated and Shared Management Model (ANA, 2017):
  - Urucuia Aquifer System (extends from the extreme south of the states of Piauí and Maranhão, southeast of Tocantins, arriving in the north of Minas Gerais, has a greater expressiveness in western Bahia) and Areado (located throughout its length in Minas Gerais) have been studied (area of approximately 142 mil km<sup>2</sup>).
  - Thematic studies conducted: Climate, Hydrology (objective of evaluating the contribution of aquifers to the base runoff), Geology and Tectonics, Geomorphology and Soils (main product: pedological map of the Aquifer System analyzed), Land Use and Vegetation Cover.
  - Field surveys: Registration of wells and springs (mapping of tubular wells and springs); Potential sources of contamination (mapping of the location of pollution sources, use of secondary and primary data), Geophysical investigations (mapping of geophysical tests, map with Urucuia thickness); Infiltration tests; Hydrogeochemistry (two sampling campaigns made, 44 parameters analyzed)
  - Hydrological Evaluation: water balance was made, mapped the recharge and discharge areas of Urucuia and Areado; analysis of reserves (permanent regulatory) and water availability; Natural vulnerability and risks

- Proposals for sustainable management actions of the Urucuia and Areado systems.

- Hydrogeology of The Cartic Environments of the São Francisco River Basin for Water Resources Management (ANA, 2018):

- Study objectives: geology of the cartic and physsuro-cartic aquifers; aquifer recharge and water balance; water reserves and assessment of water availability; relationship of the cartic aquifers with the Urucuia aquifer system; contributions of aquifers to the São Francisco River; hydrochemical characteristics and aquifer vulnerability; assessment of the relationship between availability and demand in the pilot areas.

- Study area: area of about 110,951.00km<sup>2</sup>; highlighting three large aquifer systems the Bambuí, Urucuia and Saltpeter, with predominance of the subsystems of cartic and physsuro-carstic aquifers.

- The study focuses on the Bambuí and Salitre Systems and expands the knowledge about the relationship of these systems with the Urucuia Aquifer System.

- The Rio Vieira basin (MG), the Juá stream (BA) basin and São Desidério (BA) river basin were studied in more detail.

- There are, by calculating the explottable balance, considerations regarding the conditions of operation of aquifers. Results were spatialized in two large zones: the first corresponds to the Bambuí and Urucuia Aquifer System and the second to the Salitre Aquifer System.

- Knowledge obtained supported a proposal for an Integrated and Shared Management Plan for Surface and Groundwater in the São Francisco Hydrographic Region.

- Studies for the implementation of integrated surface and groundwater management in the São Francisco hydrographic basin: sub-basins of the Verde Grande and Carinhanha rivers (under preparation by ANA).

- Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/plenarias-galeria-de-fotos-2012/ana-e-cprm-apresentam-estudo-para-a-implementacao-da-gestao-integrada-de-aguas-superficiais-e-subterraneas-na-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco/>

- Publications:



- Vulnerability of the Cárstico Bambuí Aquifer, lower Rio Corrente hydrographic basin, Western Bahia: Application of Pi E Cop Methods (2019). Brazilian Groundwater Congress.
- Vulnerability and hydrochemistry of the Salitre karst aquifer in the municipality of Cafarnaum, Bahia (2018). Master's thesis.
- Evaluation of the intrinsic vulnerability of the karst aquifer of the Lagoa Santa APA, MG, using the COP method (2016)
  - Wells in crystalline geology revitalization program is suggested, in partnership with federal, state and municipalities' institutions
- Source: Water Resources Strategic Plan in Brazilian Northeast: groundwater sustainable use to increase water availability.

### **Evaluation Criterium 2.2 – Environmental Remediation of Degraded Mining Areas, Agro-industrial Fields and Intensive Pastures**

#### **Activity II.3.a – Environmental recovery of areas affected by mining activities in the basin**

Target II.3: By 2025 implement an integrated investment plan in surface and groundwater pollution prevention and control

**Indicator 1.** Number of studies developed covering the area of influence of public supply sources

**Indicator 2.** Action plan with interventions aimed at minimizing and reversion of water quality problems related to mining activity

**Indicator 3.** % Degraded area subject to environmental recovery action

**Indicator 4.** % Recurrence of erosive processes after the adoption of control measures

**Indicator 5.** Number of pollution control interventions originated by planned mining activities

**Indicator 6.** % of pollution control projects originated by mining activities implemented  
Research: CPRM, IBRAM, CETEM, DNPM, MME.

## Updates 2016- 2021:

### Indicator 1

- Geochemical Atlas of the São Francisco River Basin – Minas Gerais (CPRM, 2018).
  - Geochemical maps of 53 elements for soil media, river waste sediment and 27 cations, 7 anions and 4 parameters for surface water and public water. Study area: 236 municipalities of Minas Gerais.
- “Severe impacts of the Brumadinho dam failure (Minas Gerais, Brazil) on the water quality of the Paraopeba River” (2020).
  - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719359091>
- “Evaluation of violations in water quality standards in the monitoring network of São Francisco River basin, the third largest in Brazil” (2017)
  - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29086029/>
- “Hydrogeochemistry of arsenic pollution in watersheds influenced by gold mining activities in Paracatu” (Minas Gerais State, Brazil) (2016).
  - <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-6089-3>

### Indicator 2

- Kinross Mining (operates the Morro de Ouro Mine – largest open pit gold mining plant) it has been rebuilding springs of the Paracatu River since 2010, covering 1650 ha. In addition, according to the company's website, the mining company recovers all areas altered by its activities as soon as it is released.
  - Source: <http://www.kinross.com.br/project/protecao-de-nascentes-2/>
- Detailing Rupture of the ore tailings dam of the Córrego Feijão mine, Brumadinho (2019):
  - Information taken from the ANA's conjuncture report (2019)
  - In 2019, the B-1dam of the Córrego do Feijão mine owned by VALE S/A located in the municipality of Brumadinho (MG) was ruptured. Tailings were deposited along the Ferro-Coal Stream valley (7.7 million m<sup>3</sup> tailings) and in the Paraopeba River (2.8 million m<sup>3</sup> beaded to the São Francisco sub-basin)
- Signature in 2021 of the Term of Reparation Measures in the amount of R\$ 37,689.8 M.
  - Government of Minas Gerais, Public Prosecutor's Office of Minas Gerais, Federal Prosecutor's Office and the Public Defender's Office of the State of Minas

Gerais signed a reparation agreement that ensures that Vale S.A. is immediately liable for damages.

- It includes transfer of income and direct demands of those affected, socioeconomic investments in the Paraopeba basin, comprehensive socio-environmental repair, water security (Paraopeba river and Rio das Velhas), mobility, improvement of public services and repairs already initiated and emergency measures).

- Source: <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/perguntas-e-respostas-sobre-o-termo-de-medidas-de-reparacao-dos-danos-causados-pelo-rompimento-da-barragem-em-brumadinho>

- Paraopeba River Basin Socio-environmental Repair Plan (in development, medium to long-term measures, environmental, social and economic repair). Values for implementation of the Plan are not limited to the value of the Term of Reparation Measures, the obligation to recover environmental damage prevails.

- Plan is being prepared by a company contracted and funded by Vale.

- Approval of the plan is up to the State Government, The Public Prosecutor's Office of Minas Gerais, the Federal Public Prosecutor's Office and the State's Public Defender's Office.

- Documents filed in 2019 - Past diagnosis, post-disruption characterization and evaluation of impacts and plans, programs and repair projects. They're still in the readjustment phase.

- The agencies that are part of the Minas Gerais State Environment System (SISEMA) – Secretariat of Environment and Sustainable Development, State Forestry Institute, Minas Gerais Institute of Water Management and State Environmental Foundation were the bodies that carried out the analysis of the document.

- Proposals prepared by Vale are forwarded and analyzed by the external audit (Aecom), followed for analysis by Sisema for further validation of the Comprotoentes (State Government, Public Prosecutor's Office of Minas Gerais, Federal Public Prosecutor's Office and Public Defender's Office of the State).

- SISEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente) monitors environmental recovery actions. Coordination of SISEMA's actions in the face of the disaster oversees the Feam (Fundação Estadual do Meio Ambiente) through the Integrated Environmental Recovery Management.

- Pró-Brumadinho Committee: objective of organizing and integrating the various state actions aimed at the socioeconomic and socio-environmental recovery of the Paraopeba river basin. Coordinated by Seplag (Secretária de Estado de Planejamento e Gestão), brings together several government agencies that act in a coordinated and intersectorial manner.
- In summary: preparation by company contracted and funded by Vale, who monitors, authorizes and supervises is the Pro-Brumadinho Committee and its components (SISEMA is one of the components). Implementation of the Plan is Vale's responsibility (the fight to make Vale - company will pay and execute).
- Estimated value for implementation of the Plan is up to R\$ 5,000 M.

### **Activity II.3.b – Environmental recovery of areas affected by agricultural and livestock activities in the Basin**

**Indicators 1.** Number of studies developed covering the area of influence of public supply sources

**Indicators 2.** Action plan with interventions aimed at minimizing and reversion of water quality problems related to agricultural and livestock activities

**Indicators 3.** Number of planned agricultural and livestock pollution control projects

**Indicators 4.** % of agricultural pollution and livestock pollution control interventions implemented

**Indicators 5.** Number of empty pesticide packaging reception centers implemented

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

No data found

##### **Indicators 2,3,4**

- Report AGB Peixe Vivo 2017: Hydroenvironmental Recovery Projects related to agriculture
  - Hydroenvironmental recovery project in the Córrego Confusão basin (MG).
  - Hydroenvironmental Basin Recovery Project in the Córrego Pasto dos Bois basin (Uruana de Minas - MG).

- Hydroambiental Recovery Project of the Ribeirão São Pedro Basin (MG).
- Hydroenvironmental Recovery Project of the Riacho Caldeirão basin (Igaporã - BA).
- Hydroenvironmental Recovery Project of the Rio Veredas Basin, in Caatinga (Jacobina - BA)
- Hydroenvironmental Recovery Project of the Rio Preto basin (Mirangaba - BA)
- Hydroenvironmental recovery project in the Curitiba river basin (Canindé de São Francisco - SE)
  - Report AGB Peixe Vivo 2019: Hydro-environmental recovery projects related to agriculture
    - Execution of environmental requalification works and services in the Riacho das Pedras river basin, in the municipality of Bonfinópolis de Minas/MG
    - Hydroenvironmental recovery project in the Curitiba river basin (Canindé de São Francisco - SE)
    - Hydroenvironmental diagnosis of springs in the Betume river basin (State of Sergipe, Lower São Francisco)
    - Hydroenvironmental diagnosis of springs in the Boacica river basin (State of Alagoas, Lower São Francisco).
  - São Francisco River Spring Plan (CODEVASF, 2016)
    - Planned interventions: Characterization and elaboration of technical projects for the preservation and recovery of springs; App fence from the spring; regeneration of APPs; terracement in a minimum area of 2 hectares located in the recharging area of the spring; Actions of social mobilization, awareness raising, training and environmental education; Acquisition of equipment and continuous monitoring of the quantity and quality of water from all springs.
      - Investment: R\$ 160 M, 5-year time horizon (2021)
    - Project: Plantando Águas para o Rio São Francisco (2021)
      - Performance in the Upper São Francisco (MG). Rural Producer with a central role.
        - 100 municipalities of Minas Gerais, three sub-basins, total coverage of 4,8 million hectares, of these 3 thousand will be recovered.
        - Basically, planting seedlings. There are 4 goals (sensitize, mobilize and engage landowners, rural producers and social leaders; develop and implement

projects for the recomposition of native vegetation and soil and water conservation: monitoring of 3,000 hectares, maintenance 3,000 hectares).

- Investment required: R\$ 157.8 M
- Source:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-aguas-brasileiras/projetos/bacia-do-sao-francisco/projeto-plantando-aguas-para-o-rio-sao-francisco-inovacao-em-restauracao-florestal-e-conservacao-de-solo-e-agua>

- Project Águas da Canastra (2018)
  - Context of the Programa Produtor de Águas
  - Local: São Roque de Minas (MG)
  - Coverage: 49 street properties.
  - Objective: implementation of actions to improve the environmental quality of rural properties, providing increased quantity and improvement in water quality, encouraging owners to recover permanent preservation areas, legal reserves and water recharge areas on their property in the municipality of São Roque de Minas (MG).
    - Planned financial support will be extended for a period of at least 5 years and may be extended.
    - Project Management Unit: Public Power (Municipal, State and Federal), Organized civil society, private institutions and NGOs.
    - Investment: R\$ 0.5 M (ANA will subsidize)
    - Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/8o-forum-mundial-das-aguas/programa-produtor-de-agua-da-ana-e-apresentado-no-fala-chico/>
    - In addition to this case, regions of Upper and Lower São Francisco were awarded the project Produtor de Águas.
      - Municipal Law nº 1717/2018 creates the project Águas da Canastra
      - PSA mode: PSA with characteristic limitation of use (reward per farmer abdicate the use of the area) and RESTORATION PSA (Recompose vegetation).

#### **Indicator 5**

- São Francisco Valley Agricultural Trade Association (Acavasf)
  - Campaign in 2018 in Pernambuco

- <https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/recebimento-de-embalagens-vazias-de-defensivos-agricolas-sera-realizado-em-santa-maria-da-boa-vista-pe.ghtml>
- System Campo Limpo: Brazilian reverse logistics program for agricultural pesticide packaging (start of operation in 2002). The National Institute of Empty Packaging Processing (inpEV) acts as an intelligence core. Information 2020:
  - Sergipe: 1 receiving unit.
  - Alagoas: 1 receiving unit
  - Pernambuco: 2 receiving units
  - Minas Gerais: 8 receiving units
  - Bahia: 12 receiving units
  - Distrito Federal: 2 receiving units
  - Goiás: 20 receiving units
  - Source:

<https://www.inpev.org.br/logistica-reversa/unidades-recebimento/>

### **Activity II.3.c – Control of industrial pollution in the Basin**

**Indicator 1.** Number of reports produced

**Indicator 2.** Number of industrial pollution control projects planned

**Indicator 3.** % of industrial pollution control interventions implemented

#### **Updates 2016- 2021:**

Research covered: FIEMG, FIEB e FIEPE, rio das Velhas, rio Paraopeba, rio Pará e rio Verde Grande

#### **Indicator 1**

- The value of the waters of the Rio das Velhas basin in the face of industrial sector enterprises (FIEMG,2016)
  - Study objective: evaluate water quality and interference from the industrial and mining sectors between 1997 and the end of 2016. Database is the result

of the Project Águas de Minas (monitoring of surface and groundwater in Minas Gerais by IGAM).

- Diagnosis of the Waters of the Paraopeba Basin In the face of the Enterprises of the Mínero-Industrial Sector in the period of 1997 to 2018 and post-Rupture of dam B1 – Brumadinho (2019), published by FIEMG and authored by IB CONSULTORIA.

- Report not found.

- Source:

<https://www7.fiemg.com.br/publicacoes-internas/artigoqualidadeagua>

- Annual Surface Water Quality Assessment Reports in Minas Gerais (published by the IGAM) –sometimes there's a relation of the values of quality indices to the release of industrial effluents.

- Reuse of effluents for industrial supply: evaluation of supply and demand in the State of Pernambuco (National Confederation of Industry, 2019).

<http://fiepe.org.br/pe-reuso-de-efluentes-para-abastecimento-industrial/>

### **Indicator 2 and 3**

- Program Revitaliza Rio das Velhas (Approved under the CBH Velhas in 2017): FIEMG (Federation of Industries of the State of Minas Gerais) Participates.

- "Mobilize and sensitize the mining industry about the need to implement an environmental management focused on eco-efficiency, especially through the Minas Sustentável Program."

- Source: <https://www7.fiemg.com.br/Noticias/detalhe/-fiemg-orienta-industrias-para-gestao-ambiental-eficiente>

- Preventive Environmental Inspection Program in Industry – Secretary of State for Environment and Sustainable Development (SEMAD), Military Police of Minas Gerais and FIEMG

- Objective: to inform, educate and sensitize entrepreneurs about the best environmental practices.

- Source: <https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/lancamento-fapi-2021>

- Program Águas Brasileiras has three axes, one of which is destined to the development sector of the productive sector. Some connection with FIEMG, but there is no detail of industrial pollution control actions.



- <https://www7.fiemg.com.br/noticias/detalhe/agua-insumo-estrategico->

### **Activity II.3.d – Delimitation of well protection perimeters for public supply**

**Indicator 1.** Wells sealed by aquifer and Federation Unit (%)

**Indicator 2.** Wells replaced by lack of adequate conditions for exploration (%)

#### **Updates 2016- 2021:**

- Hydrogeological and Vulnerability Studies of the Urucuia Aquifer System
  - Examples of the perimeter of well protection in Urucuia and Areado, in BA, MG and TO.
  - Calculation of the protection perimeter using the Calculated Fixed Radius method
  - Immediate perimeter of sanitary protection: it is recommended to delineate a fixed radius of 10 meters from the capture point
  - Perimeter alert: defined by the transit time that a contaminant by advection, takes to reach the well.
- Methodological Proposal for The Delimitation of Perimeters for the Protection of Groundwater Captures: Application in the Federal District (2018). Master's thesis. São Bartolomeu River Basin (not in the SF hydrographic region).
  - Proposal for the contribution zone. From vulnerability map, lining, and flow direction.
- Delimitation of Well Protection Perimeters (Ppp), Obeying the German Criteria, for the Riacho Reginaldo basin (2019). Study area is in Maceió (it is not in BHSF).
 

Research covered: COPASA, EMBASA, COMPESA, CASAL, DESO, conjuncture reports ANA

  - COMPESA: on the company's website there are two models of deep tubular well protection area.
    - <https://servicos.compesa.com.br/engenharia/normas-e-padroes/>

### Activity II.3.e – Sealing of abandoned wells

Research covered: SEMAD, INEMA, SRHE, SEMARH (AL and SE), ADASA, IGAM

**Indicator 1.** Wells sealed by aquifer and Federative Unit (%)

**Indicator 2.** Wells replaced by lack of adequate conditions for exploitation (%)

#### Updates 2016- 2021:

The activity includes the definition of similar procedures to be adopted by the different States for the sealing of wells

- Minas Gerais (IGAM): technical note of 2006 - Criteria and procedures to be adopted for tamponade of deep tubular wells and manual wells.
  - <http://igam.mg.gov.br/outorga/notas-tecnicas-e-planilhas-de-apoio>
- Goiás: Manual for tamponade of tubular wells (2018)
  - [https://www.meioambiente.go.gov.br/images/imagens\\_migradas/upload/arquivos/2018-07/manual-paratamponamento--secima.pdf](https://www.meioambiente.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2018-07/manual-paratamponamento--secima.pdf)
- Federal District (ADASA)
  - Missing
- Pernambuco (SRHE)
  - Missing
- Bahia (INEMA)
  - Missing
- Sergipe
  - Missing
- Alagoas
  - Missing
- Publications:
  - Hydrodynamic parameters of the Tacaratu/Inajá aquifer system in Passagem das Pedras (2019)
    - Results: The results of the analyses point to construction problems of the wells, as a probable cause of their low efficiencies. These problems influenced the measured drawdowns and masked the actual hydrodynamic parameters of the aquifer.

- <https://periodicos.ufpe.br/revistas/estudosgeologicos/article/view/24241>

4

### **Evaluation Criterium 2.3 – Municipal Sanitation Plans**

Target II.4: By 2025 cover all municipalities with basic sanitation plans

**Indicator 1.** % of municipalities in the São Francisco Hydrographic Basin with Municipal Basic Sanitation Plans

#### **Updates 2016- 2021:**

- According to the Monitoring Report AGB Peixe Vivo 2017:
  - Multiannual implementation plan (2016-2018) allocated significant amounts for the preparation of PMSB (R\$ 3 M) and projects of water supply systems in rural areas (R\$ 1.5 M).
    - 42 PMSB foram contratados neste ano
- According to AGB Peixe Vivo 2019:
  - About R\$ 1.8 M was spent on the execution of PMSBs.
- According to the Management Activities Report 2016-2020 CBHSF:
  - In the current management, 54 PMSBs projects were completed
  - In the Upper SF (6 completed in 2016; 5 in 2019; 4 in 2018), Medium (6 in 2016; 6 in 2019; 7 in 2018; 4 in progress); Submedium (4 in 2018), Low (12 in 2018).
    - In 2019, 48 more PMSB (under preparation); 12 in each region (Upper, Medium, Sub-medium and Lower).

### **Evaluation Criterium 2.4 – Key Water, Sewage, Drainage and Solid Waste Infrastructure**

#### **Activity II.5.a – Implementation of Water Supply Systems**

Target II.5: By 2023 supply 93% of total households with water

**Indicator 1.** Total households supplied by water, by Federation Unit and in the São Francisco Hydrographic Basin (%)

**Indicator 2.** % of the municipalities in the São Francisco Hydrographic Basin with information in the SNIS on levels of care in the water supply component

## Updates 2016- 2021:

### Indicator 1

- According to the SNIS 2019 data base - Total water care index per Federative Unit (%)

- Minas Gerais: 82,07
- Bahia: 81,11
- Pernambuco: 81,15
- Sergipe: 85,98
- Alagoas: 75,41
- Goiás: 88,52
- Federal District: 99

- According to the SNIS 2018 data base – Total water care index per Federative Unit (%)

- Minas Gerais: 82,09
- Bahia: 81,62
- Pernambuco: 80,52
- Sergipe: 86,86
- Alagoas: 74,62
- Goiás: 85,55
- Federal District: 99

- According to the SNIS 2017 data base – Total water care index per Federative Unit (%)

- Minas Gerais: 81,76
- Bahia: 79,69
- Pernambuco: 79,13
- Sergipe: 85,33
- Alagoas: 74,35
- Goiás: 88,86
- Federal District: 98,71

- According to the SNIS 2016 data base – Total water care index per Federative Unit (%)

- Minas Gerais: 82,25
- Bahia: 80
- Pernambuco: 77,69

- Sergipe: 86,36
- Alagoas: 76,74
- Goiás: 87,99
- Federal District: 99,06

## **Indicator 2**

- Diagnosis of Water and Sewage Services (2019)
  - Only 1.82% of the country's urban population resides in municipalities that do not present data in the SNIS.
    - Map of Brazilian municipalities regarding the presence or not of information in the SNIS on water supply data (Full diagnosis, p.36).
- Diagnosis of Water and Sewage Services (2018)
  - Only 1.89% of the country's urban population resides in municipalities that do not present data in the SNIS.
    - Map of Brazilian municipalities regarding the presence or not of information in the SNIS on water supply data (Full diagnosis, p.36).
- Diagnosis of Water and Sewage Services (2017):
  - 1.98% of the country's urban population resides in municipalities that do not present data in the SNIS.
    - Map of Brazilian municipalities with data on water supply in SNIS 2017 (Complete Diagnosis, p. 13)
- Diagnosis of Water and Sewage Services (2016):
  - 1.88% of the country's urban population resides in municipalities that do not present data in the SNIS.
    - Map of Brazilian municipalities with data on water supply in SNIS 2017 (Complete Diagnosis, p. 12)

## **Activity II.6.a – Implementation of Sewage Systems, Solid Waste and Urban Drainage**

Target II.6: By 2023 serve 76% of total households with sanitary sewage and serve 95% of urban households with garbage collection

**Indicator 1.** Total households served by sanitary sewage, by Federation Unit and BHSF (%)

**Indicator 2.** Urban households served by waste collection, by Federation Unit and BHSF (%)

**Indicator 3.** % of municipalities in the São Francisco Hydrographic Basin with information in the SNIS on the levels of care in the components of sewage and waste collection.

### **Updates 2016- 2021:**

#### **Indicator 1**

- SNIS database (2019) – Sewage collection index (%)
  - Minas Gerais: 66,78
  - Bahia: 52,57
  - Pernambuco: 31,56
  - Sergipe: 27,66
  - Alagoas: 17,14
  - Goiás: 60,52
  - Federal District: 82,28
- SNIS database (2018) – Sewage collection index (%)
  - Minas Gerais: 65,19
  - Bahia: 57,29
  - Pernambuco: 31,54
  - Sergipe: 31,98
  - Alagoas: 17,86
  - Goiás: 55,66
  - Federal District: 85,36
- SNIS database (2017) – Sewage collection index (%)
  - Minas Gerais: 64,47

- Bahia: 54,65
- Pernambuco: 31,06
- Sergipe: 30,86
- Alagoas: 22,35
- Goiás: 54,62
- Federal District: 84,42
- SNIS database (2016) – Sewage collection index (%)
  - Minas Gerais: 64,41
  - Bahia: 55,71
  - Pernambuco: 30,4
  - Sergipe: 29,08
  - Alagoas: 44,73
  - Goiás: 56,16
  - Federal District: 84,42

## Indicator 2

SNIS indicator consulted: Regular coverage rate of the RDO (Household Waste) collection service in relation to the total population.

Indicator is provided by municipality. Average calculated per federative unit.

- SNIS database (2019) - (%)
  - Minas Gerais: 79,81
  - Bahia: 68,19
  - Pernambuco: 71,67
  - Sergipe: 72,37
  - Alagoas: 67,67
  - Goiás: 82,3
  - Federal District: 97,98
- SNIS database (2018) - (%)
  - Minas Gerais: 79,41
  - Bahia: 66,5
  - Pernambuco: 71,55
  - Sergipe: 76,61
  - Alagoas: 64,45
  - Goiás: 82,01

- Federal District:97,32
- SNIS database (2017) - (%)
- Minas Gerais: 79,59
- Bahia: 66,11
- Pernambuco: 71,04
- Sergipe: 73,74
- Alagoas: 66,04
- Goiás: 82,66
- Federal District: 98,29
- SNIS database (2016) - (%)
- Minas Gerais: 77,58
- Bahia: 65,07
- Pernambuco: 69,04
- Sergipe: 71,54
- Alagoas: 68,21
- Goiás: 84,42
- Federal District: 98,29

### **Indicator 3:**

- Diagnosis of Water and Sewage Services (2019)
  - 7.02% of the urban population resides in municipalities that did not respond to SNIS forms in 2019.
    - Map of Brazilian municipalities regarding the presence or no information in the SNIS on sewage data (Complete diagnosis, p.37).
- Diagnosis of Water and Sewage Services (2018)
  - 6.8% of the urban population resides in municipalities that did not respond to SNIS forms in 2018.
    - Map of Brazilian municipalities regarding the presence or no information in the SNIS on sewage data (Complete diagnosis, p.37).
- Diagnosis of Water and Sewage Services (2017)
  - 8.1% of the urban population resides in municipalities that did not respond to SNIS forms in 2017.



- Map of Brazilian municipalities regarding the presence or no information in the SNIS on sewage data (Complete diagnosis, p.14).
  - Diagnosis of Water and Sewage Services (2016)
- 6.93% of the urban population resides in municipalities that did not respond to SNIS forms in 2016.
- Map of Brazilian municipalities regarding the presence or no information in the SNIS on sewage data (Complete diagnosis, p.13).
  - Diagnosis of Urban Solid Waste Management (2019)
- Northeast: 47.9% of the municipalities participated in the 2019 SNIS information collection.
  - Midwest: 67.2% of the municipalities participated
  - Southeast: 78.2% participated.
- Map with distribution and spatial of the municipalities participating in the SNIS solid waste component (Complete diagnosis p. 33)
  - 33.4% of the Brazilian municipalities did not participate.
  - Diagnosis of Urban Solid Waste Management (2018)
- Northeast: 44.5% of the municipalities participated in the 2018 SNIS information collection.
  - Midwest: 58.9% of municipalities participated
  - Southeast: 71.9% participated.
- Map with distribution and spatial of the municipalities participating in the SNIS solid waste component (Complete diagnosis p. 38).
  - 37.7% municipalities did not participate
  - Diagnosis of Urban Solid Waste Management (2017)
- Northeast: 44.9% of the municipalities participated in the 2017 SNIS information collection.
  - Midwest: 62.5% of the municipalities participated
  - Southeast: 75.9% participated.
- Map with distribution and spatial distribution of the municipalities participating in the SNIS component solid waste (Complete diagnosis p. 16).
  - 36.2% municipalities did not participate
  - Diagnosis of Urban Solid Waste Management (2016)

- Northeast: 48.6% of the municipalities participated in the 2016 SNIS information collection.
- Midwest: 61.9% of municipalities participated
- Southeast: 78.4% participated.
- Map with distribution and spatial of the municipalities participating in the SNIS component solid waste (Complete diagnosis p. 8).
- 16% of the urban population in 2016 lived in a municipality that did not have data in the SNIS RS 2016.

### Additional information

- Summary table of surface and groundwater quality monitoring in federative units - Taken from Design Development and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin - SF (2020)

Table 29- Summary of the data collected on the information on water resources of the São Francisco River Basin generated in the States and DF

UF	Water Resources Management Corporation	Surface Waters	Groundwater	Use
MG	Minas Gerais Institute of Water Management – IGAM	Quality monitoring: <a href="#">Qualiágua</a> + self Rainfall and fluviometric monitoring: Portal <a href="#">Infohidro</a> SCQA – Water Quality Calculation System (access) IDE- <a href="#">Sistema</a>	Moved on to hydrological and critical event monitoring	System of Registration of Users of Water Resources of the State of Minas Gerais – <a href="#">Siscad</a> Digital granting processes - Electronic Information Systems – SEI CNARH - ANA
GO	Secretary of the State for Environment and Sustainable Development – SEMAD	Monitoring: <a href="#">Qualiágua</a> (ANA)	No monitoring	Grant request: Web Grants Integration with CNARH until the end of 2020
DF	Water, Energy and Basic Sanitation Regulatory Agency of the Federal District – ADASA	Monitoring quality rainfall and fluviometric monitoring currently maintained and operated by CPRM. Water Resources Information System – SIRH/DF	Monitoring in the pore domain and fractured domain	Registration and application grant through application
BA	SEMA – Executing Body: Institute of the Environment and Water Resources – <a href="#">Inema</a>	Quality monitoring: Program <a href="#">Monitora</a> Rainfall and fluviometric monitoring: Monitoring Situation Room State System of Environmental Information and Water Resources	No monitoring	State Registry of Water Resource Users – CERH (under review) Possible to view the coordinates of the grants in the system GEOBAHIA
PE	Pernambuco Water and Climate Agency – APAC	Quality monitoring River flow monitoring in Pernambuco is done by CPRM	It has quality and flow monitoring	Registration and application grant through application
AL	Secretary of State for the Environment and Water Resources	Monitoring: <a href="#">Qualiágua</a> (ANA) Flow monitoring in reservoirs	No monitoring	Registration and request granted through the secretariat: SEI In the process of migrating to CNARH
SE	Secretary of State for Urban Development and Sustainability	Quality monitoring: <a href="#">Qualiágua</a> Fluviometric monitoring: currently awaiting a new contract	Information on quality of requests in grant requests	Request for granting via the web, through the Sergipe Water Resources Grant System – SORHSE (under test) Data sent to CNARH annually

- Table Summary of the information that the Federative Units send to ANA - Taken from The Design Development and Implementation of the Information System on Water Resources of the São Francisco River Basin - SF (2020)

Table 30-Information sent to Ana

Temas		SEMARH (AL)	ADASA (DF)	SEMA (BA)	APAC (PE)	SEDURBS (SE)	SEMAD (GO)	IGAM (MG)
Surface Waters	Water quality	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Water quantity	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes
	Uses of Water	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Underground Waters	Water quality	No	No	No	No	No	No	No
	Water quantity	No	No	Yes	No	Yes	No	<sup>2</sup>
	Uses of Water	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	<sup>2</sup>

- Program Águas Brasileiras:
  - Created in 2020
  - Objective: to increase the quantity and quality of water available for consumption and for the productive sector, in order to foster regional development and ensure a better quality of life for the population. It seeks to leverage initiatives to recover degraded areas with the use of advanced technologies in partnership with the rural productive sector.
    - It also aims to consolidate and recover Permanent Preservation Areas, advance mechanisms for the conversion of environmental fines and payments for environmental services and improve management and governance measures that ensure water security. Program provides for citizen awareness and support and recognition of projects coordinated by state governments (first stage of the program supported the projects “Juntos pelo Araguaia” and “Plantando Águas para o Rio São Francisco”).
      - <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-aguas-brasileiras>
    - Program is from the Ministry of Regional Development. Also participating in the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), Ministry of the Environment (MMA), Ministry of Science, Technology and Innovations (MCTI) and the General-Control of the Union (CGU).
    - Actions that integrate the program were constituted by the MDR collectively with ANA and Codevasf, as well as federal government agencies.
    - Territorial section of the Program: São Francisco Hydrographic Basin plus the area of influence of the São Francisco River Integration Project (PISF), parnaíba hydrographic basin, Tocantins-Araguaia and Taquari.

- Establishment of short, medium and long-term targets for each of the basins and for the area of influence of the PISF.
- Program has three thematic axes: water infrastructure works (water infrastructure and environmental sanitation – Codevasf, SNSH, DNOCS), productive development (irrigated agriculture and local productive arrangements - Codevasf, DNOCS, SMDRU, SNSH) and environmental revitalization (springs, permanent preservation areas and legal reserve, soil, degraded areas, erosion).
- It is expected that in July 2021 there will be the launch of the Águas Brasileiras Platform. This will be a digital tool that will connect between hydrographic basins revitalization projects and organizations to companies that want to finance it.
- Source: Cartilha Programa Águas Brasileiras (MDR, 2020)
- Within the context of the Águas Brasileiras:
  - The Ministry of Regional Development made a public call in 2021 for the registration of river basin revitalization projects (São Francisco, Parnaíba, Taquari and Tocantins-Araguaia).
  - Projects that include the sustainable use of natural resources and the improvement of water availability (quantity and quality).
  - Private nonprofits may participate.
  - In 2021, 16 projects were approved in the São Francisco River Basin.
  - Water Producer (2001, ANA)
    - ANA program that uses environmental service payment concept
    - Payment for Environmental Services: amount paid per hectare to participating farmers is always proportional to the environmental service provided. These values vary regionally, since the projects of the Water Producer Program have autonomy to define their own evaluation methodology.
  - Source: <https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua/psa>
  - In practice: street producers join the projects; the partner institutions carry out the adequacy actions on the property and then the owner carries out the conservation actions (financially and technically supported by the project).
  - Two groups: service providers (street producers) and funding agents - are the municipalities, legislative chambers of municipalities, agricultural companies, technical assistance agencies, research and education institutions, environmental agencies, industries, sewage sanitation company, power generation companies, non-

governmental organizations, basin committees, local community. This whole group is organized through the Cooperation Agreement.

- Source of financial resources: mechanisms or funders to pool specific PSA resources in the project region itself, so that it sustains itself in time.
  - Source: Information note - ANA Water Producer Program 2018.
- Payments: Value of environmental services is based on a Reference Value (VRE) which is the opportunity cost of using one hectare of the study area (R\$/hectare/year). Value obtained through an economic study conducted in the region (ranging from project to project).
  - In the case of existing native vegetation conservation projects (total area prevented from use) the maximum value is  $1.25 \times \text{VRE}$ . In the case of recovery of native vegetation payment is equal to the VRE (can be reduced depending on the care provided by the farmer). In the case of practices for soil conservation the value is  $0.5 \times \text{VRE}$  (may vary according to the reduction of the erosion provided).
- Project Management: Project Management Unit in which representatives of all interested partners participate.
- Step-by-step implementation of the program: Definition of the basin and priority areas; Identification of actors; Institutional Arrangement; Assessment of environmental liabilities; Mobilization (mobilizing actors, leveling knowledge about environmental services and good practices); Launch of the project selection notice; Individual property project (interventions in rural properties); Selection and Execution; Surveys and Payments; Incentive payments.
- Contracting of the provision of environmental services must be done by contract for a minimum period of 5 years (Marra, 2021)
  - <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40900>
  - Water Producer Projects (active):
    - <https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua/projetos>
    - Total of 28 projects (currently). In the Federative Units that make up the São Francisco River basin:
      - DF (2); GO (2); MG (12); SE (1)
- Program does not establish a model for implementation of PSA schemes and the projects currently in force differ greatly in aspect.

- Observation: Law nº 14119/2021: establishes the National Payment Policy for Environmental Services
  - It includes the National Register of Payment for Environmental Services and the Federal Payment Program for Environmental Services.
  - Revitalization actions of Codevasf:
    - Sewage Systems: Codevasf implements SES in the urban areas of the municipalities that are part of the São Francisco River basin
      - <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/revitalizacao/esgotamento-sanitario>
      - Intra-household connections (link between the household health environment to the public sewage system) and Home Sanitary Modules (households of low-income families without toilets): performs this service in the São Francisco River basin with the objective of expanding coverage and improving the quality of sanitation services in urban areas.
        - <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/revitalizacao/ligacoes-intradomiciliares-e-modulos-sanitarios-domiciliares>
        - Water supply systems: implements, expands or improves water supply systems in urban and rural areas, located in the municipalities that integrate the company's area of operation.
          - <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/revitalizacao/sistemas-de-abastecimento-de-agua>
          - Protection of springs and conservation of water, soil and forest resources:
            - Focus on the recharge area of springs and watercourses in watersheds. Partnerships with farmers. Execution of conservation practices aimed at the protection and recovery of permanent preservation areas, containment of erosion in aquifer recharge areas and increased infiltration of rainwater.
            - Specifically, in BHSF: 1,300 springs have been protected throughout the basin and 40,000 floodwater catchment basins have been built. database with conservation practices and actions carried out by Codevasf in Minas Gerais \*(in preparation, but already has some information).

- [\\*https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiN2ViZWJlYWUtZjA2YS00ZDE3LWI3YjktODMwNjFjOTgzYjg4IiwidCI6IjY0MTI2MTM5LTQzNTItNGNkNy1iMWZiLTJhOTcxYzZmNjIhNiJ9&pageName=ReportSection1](https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiN2ViZWJlYWUtZjA2YS00ZDE3LWI3YjktODMwNjFjOTgzYjg4IiwidCI6IjY0MTI2MTM5LTQzNTItNGNkNy1iMWZiLTJhOTcxYzZmNjIhNiJ9&pageName=ReportSection1)
- \* Revitalization actions are divided into 5 axes: Flood catchment basins (objective: control of erosive processes and water infiltration in the soil), fence (objective: to avoid trampling and optimize the vegetative regeneration process), spring, readjustment of roads (vicinal roads, decrease erosive processes and better traffic conditions), terracement (controlling erosive processes and increasing water infiltration).
- \* In the link there is an interactive map of the location of the actions
- Consulting management reports of CODEVASF - lines and business of CODEVASF organized into strategic themes. It is these Water Security, Irrigated Agriculture and Sustainable Economy. The revitalization actions are within the theme of water security.
- In the management reports of CODEVASF, indicators are available to monitor compliance with and implemented actions.
  - São Francisco Basin Model (2014)
- A study was done by CODEVASF in partnership with the United States Army Corps of Engineers
- Development of a model to analyze the hydrological and sediment dynamics in the basin.
- Objective: to develop a reference of existing sedimentary conditions by constructing a tool that can calculate a sedimentary budget for the river basin. It will be used to analyze future sediment production conditions on the São Francisco River under a variety of basin management scenarios. Model can determine which sub-basins are primary sources of sediment.

#### 4. CDF 3 – WATER AVAILABILITY AND SUSTAINABILITY

##### Evaluation Criterium 3.1 – Surface Water Availability and Monitoring

###### **Activity 3.1.b – Quantitative monitoring of the surface water resources.**

Target 3.1: By 2025 improve the knowledge on the availability of surface and underground waters and on the environmental flow required to protect the ecosystems.

**Indicator 1.** Number of fluviometric stations installed in the basin.

**Indicator 2.** Number of rain gauges.

**Indicator 3.** % of flow and rainfall entries that had to be corrected

###### **Updates 2016- 2021:**

###### **Indicators 1 and 2**

- Number of measurement stations installed in the São Francisco River basin ([www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/mapa)):
  - Fluviometric: 914 installed and in operation.
  - Of which 136 were installed (or received updates) between 2016 and 2021.
  - Rain gauges: 1086 installed and in operation.
  - Of which 24 were installed (or received updates) between 2016 and 2021.

###### **Activity 3.1.c – Study of alternative strategies to increase water availability.**

**Indicator 1.** Study of alternative strategies to increase water availability in the affluents of the São Francisco River.

**Indicator 2.** Number of Terms of Reference prepared related to revitalization projects for the basin.

**Indicator 3.** Number of investigations undergone whose objective is the development of processes of reutilization of treated effluents.



## Updates 2016- 2021:

### Indicator 1

- Regeneration Project of the Source of the Feijão River in the Municipality of Mulungu do Morro, in the State of Bahia (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/projeto-hidroambiental-de-recuperacao-de-nascente-em-mulungu-do-morro-ba-avanca-com-a-entrega-do-termo-de-referencia/>)
- Regeneration Project of the Source of the Olho D'água River within the Environmental Requalification Project in Itaguaçu (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-apresenta-termo-de-referencia-para-projeto-de-requalificacao-ambiental-em-itaguacu-da-bahia/>)
- Revitalization Project of the River Sources of the Municipality of Érico Cardoso in the State of Bahia, within the Environmental Requalification Project of the Region (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ccr-medio-e-ong-zabumbao-apresentam-termo-de-referencia-para-revitalizacao-do-rio-paramirim/>)

### Indicator 2

- Term of Reference: Regeneration Project of the Source of the Feijão River (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/projeto-hidroambiental-de-recuperacao-de-nascente-em-mulungu-do-morro-ba-avanca-com-a-entrega-do-termo-de-referencia/>)
- Term of Reference: Environmental Requalification Project in Itaguaçu (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-apresenta-termo-de-referencia-para-projeto-de-requalificacao-ambiental-em-itaguacu-da-bahia/>)
- Term of Reference: Construction of 55 Rainwater Tanks in Barra do Mendes (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/reuniao-de-apresentacao-do-termo-de-referencia-para-construcao-de-55-cisternas-em-barra-do-mendes-ba/>)
- Term of Reference: Construction of 80 Rainwater Tanks in Brotas de Macaúbas (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/apresentacao-do-termo-de-referencia-para-construcao-de-80-cisternas-em-brotas-de-macaubas-ba/>)
- Term of Reference: Forestry Seed Plot that will Use Treated Water Effluents in Santana do Ipanema

(<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/termo-de-referencia-e-apresentado-em-santana-do-ipanema-pelo-cbhsf/>)

- Term of Reference: Environmental Requalification Project in Paulo Afonso (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/empresa-conclui-e-apresenta-termo-de-referencia-do-projeto-paulo-afonso-em-verdes-lagos/>)
- Term of Reference (2019): Hydro-environmental Recovery of the Paramirim River bank (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ccr-medio-e-ong-zabumbao-apresentam-termo-de-referencia-para-revitalizacao-do-rio-paramirim/>)
- Term of Reference (2019): Native Plant Seed Plot to Combat Desertification (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-apresenta-termo-de-referencia-para-implatacao-de-viveiro-de-mudas-em-lapao-ba/>)
- Term of Reference (2019): Restoration of the Slopes and Riparian Forest (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-inicia-aco-es-para-elaboracao-de-termo-de-referencia-para-recomposicao-de-talude-e-mata-ciliar-do-riacho-do-pontal-em-lagoa-grande/>)
- Term of Reference (2019): Environmental Education and Reforestation of the Berçário das Águas Forest (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/comunidade-da-foz-do-sao-francisco-conhece-termo-de-referencia-do-projeto-bercario-das-aguas/>)
- Term of Reference (2019): Environmental Requalification of the Indigenous Land of the Caiçara in the São Pedro Island [river island] (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/termo-de-referencia-do-projeto-caicara-e-apresentado-na-ilha-de-sao-pedro-para-tribo-xoco/>)
- Term of Reference (2019): Construction and Installation of Sustainable and Environmentally-Friendly Housing Effluent Treatment Technology (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-apresenta-termo-de-referencia-na-comunidade-sitio-nazario-em-penedo-al/>)

### **Indicator 3**

- Permanent installation of a forestry seed plot that will be using and reusing treated effluents (Municipality of Santana do Ipanema in the State of Alagoas)

(<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/termo-de-referencia-e-apresentado-em-santana-do-ipanema-pelo-cbhsf/>)

### **Activity 3.2.e – Prevention of impacts from extreme hydrological events.**

Target 3.2: By 2025 reduce the water deficits and the conflict situations that arise from water use.

**Indicator 1.** Number of municipalities with hydrological risk analyses and mapping.

#### **Updates 2016- 2021:**

<http://www2.cemaden.gov.br/municipios-monitorados-2/> – “Monitored municipalities have their geological and hydrological risk areas identified, mapped, and georeferenced.” [List of municipalities is general and not related to any specific watershed]

#### **Minas Gerais**

- Aimorés, Alto Jequitibá, Alvinópolis, Além Paraíba, Astolfo Dutra, Barbacena, Barra Longa, Belo Horizonte, Belo Oriente, Belo Vale, Betim, Boa Esperança, Brumadinho, Buritizeiro, Caeté, Campanário, Cantagalo, Capelinha, Caputira, Carandaí, Carangola, Caratinga, Caraí, Careaçú, Carlos Chagas, Carmo de Minas, Carmópolis de Minas, Cataguases, Chalé, Chapada do Norte, Chácara, Conceição do Mato Dentro, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Contagem, Coroaci, Coronel Fabriciano, Delfim Moreira, Diogo de Vasconcelos, Divinésia, Dom Cavati, Dom Joaquim, Dona Eusébia, Engenheiro Caldas, Ervália, Espera Feliz, Ewbank da Câmara, Fernandes Tourinho, Francisco Sá, Frei Inocência, Governador Valadares, Guaraciaba, Guidoal, Guiricema, Iapu, Ibirité, Inhapim, Ipatinga, Itabira, Itacarambi, Itajubá, Itambacuri, Itamonte, Itanhomi, Itapeçerica, Jampruca, Januária, Jeceaba, João Monlevade, Juiz de Fora, Ladainha, Lagoa Grande, Lajinha, Lambari, Malacacheta, Manhuaçu, Manhumirim, Mantena, Mariana, Marmelópolis, Materlândia, Matias Barbosa, Matias Cardoso, Miraí, Monte Formoso, Montes Claros, Morro do Pilar, Muriaé, Mutum, Nanuque, Naque, Nova Belém, Nova Lima, Novo Cruzeiro, Ouro Preto, Padre Paraíso, Passa-Vinte, Patrocínio do Muriaé, Perdões, Periquito, Piau, Piranga, Pirapetinga, Pirapora, Ponte Nova, Pouso Alegre, Presidente Olegário, Raposos, Raul Soares, Reduto, Resplendor, Ribeirão das Neves, Rio Acima, Rio

Casca, Rio Piracicaba, Rochedo de Minas, Sabará, Sabinópolis, Santa Luzia, Santa Rita do Sapucaí, Santo Antônio do Itambé, Santos Dumont, Sardoá, Senhora de Oliveira, Simão Pereira, São Francisco, São João da Mata, São João Del Rei, São João Nepomuceno, São Pedro do Suaçuí, São Pedro dos Ferros, Teófilo Otoni, Timóteo, Três Corações, Três Marias, Ubá, Unaí, Vazante, Vespasiano, Virgolândia, Visconde do Rio Branco, Viçosa

- 142 of 853 municipalities are monitored (16.6%)

### **Alagoas**

Barra de São Miguel, Branquinha, Cajueiro, Campestre, Colônia Leopoldina, Coruripe, Feliz Deserto, Joaquim Gomes, Limoeiro de Anadia, Maceió, Maragogi, Marechal Deodoro, Matriz de Camaragibe, Murici, Paripueira, Paulo Jacinto, Quebrangulo, Santana do Mundaú, Satuba, São José da Laje, São Luís do Quitunde, São Miguel dos Campos, União dos Palmares, Viçosa

- 24 of 102 municipalities are monitored (23.5%)

### **Goiás**

Alexânia, Anápolis, Baliza, Ceres, Formosa, Goiás, Itumbiara, Novo Gama, Uruaçu

- 9 of 246 municipalities are monitored (3.7%)

### **Sergipe**

- Aracaju, Maruim, Poço Redondo
- 4 of 75 municipalities are monitored (5.3%)

### **Bahia**

Amélia Rodrigues, América Dourada, Barra do Rocha, Belmonte, Bom Jesus da Lapa, Cachoeira, Camacan, Candeias, Caravelas, Gandu, Guaratinga, Igrapiúna, Ilhéus, Itabuna, Itacaré, Itagimirim, Itamaraju, Itapetinga, Itororó, Ituberá, Jacobina, Jaguquara, Juazeiro, Lajedinho, Lapão, Lauro de Freitas, Malhada, Maragogipe, Medeiros Neto, Morpará, Mutuípe, Nazaré, Nova Viçosa, Pau Brasil, Porto Seguro, Prado, Salvador, Santa Cruz Cabralia, Santa Luzia, Santo Amaro, Senhor do Bonfim, Simões Filho, São Félix, Taperoá, Valença, Vitória da Conquista

- 46 of 417 municipalities are monitored (11.0%)

### **Pernambuco**

Abreu e Lima, Altinho, Amaraji, Barra de Guabiraba, Barreiros, Belo Jardim, Belém de Maria, Bezerros, Cabo de Santo Agostinho, Cabroró, Cachoeirinha, Camaragibe, Caruaru, Catende, Chã Grande, Correntes, Cortês, Escada, Floresta,

Gameleira, Garanhuns, Goiana, Ibimirim, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Ipubi, Itapissuma, Jaboatão dos Guararapes, Jaqueira, Joaquim Nabuco, Jurema, Lagoa Grande, Lajedo, Macaparana, Maraiá, Moreno, Nazaré da Mata, Olinda, Orocó, Palmares, Paulista, Pesqueira, Petrolina, Pombos, Poção, Primavera, Quipapá, Recife, Ribeirão, Rio Formoso, Sairé, Sanharó, Serra Talhada, Sertânia, Sirinhaém, São Benedito do Sul, São Joaquim do Monte, São Lourenço da Mata, São Vicente Ferrer, Tacaimbó, Vicência, Vitória de Santo Antão, Xexéu.

- 64 of 185 municipalities are monitored (34.6%)

### **Evaluation Criterium 3.2 – Action Programme for Groundwater**

#### **Activity 3.1.a – Action program for groundwater.**

Target 3.1: By 2025 improve the knowledge on the availability of surface and underground waters and on the environmental flow required to protect the ecosystems.

**Indicator 1.** Number of hydrogeological studies.

**Indicator 2.** Number of completed workshops to disclose the findings.

**Indicator 3.** Number of studies made on the saline intrusion phenomenon.

**Indicator 4.** Number of hydrogeological studies made on the connection between surface waters and ecosystems dependent on them.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

- ‘Hidrogeologia do Sistema Aquífero Urucuia’, Doctoral Thesis, Nataniel da Silva Barbosa, Federal University of Bahia, 2016

(<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/22502>)

- ‘Estudos para a Implantação da Gestão Integrada de Água Superficiais e Subterrâneas na Bacia Hidrográfica do São Francisco: Sub-bacias dos Rios Verde Grande e Carinhanha’, CPRM-ANA, 2018, study supervised by CBHSF (<https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2021/02/1-PROPOSTA-TÉCNICA-CPRM.pdf>)

- ‘Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada’, ANA, 2017 (<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b26a6c8e-affa-4766-8cb7-ccdaaadb3453>)
- ‘Hidrogeologia dos Ambientes Cársticos da Bacia do Rio Francisco para a Gestão dos Recursos Hídricos’, ANA, 2018 (<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/11828587-8176-4eb9-a367-0e4cdf9b2e3d>)

### **Indicator 2**

- World Forum 2 [Fórum Mundial 2] (<https://pt.slideshare.net/comcbhvelhas/estudos-recursos-hdricos-so-franciscoforummundial2>)

### **Indicator 3**

- ‘Hidrodinâmica Ambiental no Baixo São Francisco e suas Relações Antrópicas’, Doctoral Thesis, Neuma Rubia Figueiredo Santana, Federal University of Sergipe, 2017.
- ‘Avaliação do Impacto Ambiental da Redução de Vazão na Foz do Rio São Francisco’, 1st Symposium on the Hydrographic Basin of the São Francisco River (<https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2019/06/Avalizacao-do-impacto-ambiental-da-reducao-de-vazao-na-foz-do-Rio-SF.pdf>).
- ‘Projeto Opará: Águas do Rio São Francisco’, Scientific expedition for the qualitative and quantitative hydrological monitoring of the mouth of the São Francisco River.
- “Efeito da Redução da Vazão de Restrição Defluente da Barragem de Xingó na Salinidade da Água no Baixo Trecho do Rio São Francisco”; Master’s Thesis, Sândira L. M. Fonseca, Federal University of Bahia, 2018 ([https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/58\\_efeito\\_da\\_reducao\\_da\\_vazao\\_de\\_restricao\\_defluente\\_da\\_barragem\\_de\\_xingo\\_na\\_salinidade\\_da\\_agua\\_no\\_baixo\\_trecho\\_do\\_rio\\_sao\\_francisco.pdf](https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/58_efeito_da_reducao_da_vazao_de_restricao_defluente_da_barragem_de_xingo_na_salinidade_da_agua_no_baixo_trecho_do_rio_sao_francisco.pdf))

### **Activity 3.2.a – Protection of infiltration zones.**

Target 3.2: By 2025 reduce the water deficits and the conflict situations that arise from water use.

**Indicator 1.** Revegetation activities in areas of maximum infiltration of karst and porous aquifer systems (%)

#### **Updates 2016- 2021:**

- Environmental requalification project in the municipality of Paulo Afonso in the State of Bahia (Project: “Paulo Afonso in Green Lakes”) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/empresa-conclui-e-apresenta-termo-de-referencia-do-projeto-paulo-afonso-em-verdes-lagos/>)
  - Reforestation and revitalization of three lakes; one of the lakes (Lake Itapoã) is considered extremely important for aquifer recharge.
- Environmental requalification project in the municipality of Érico Cardoso in the State of Bahia (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/ccr-medio-e-ong-zabumbao-apresentam-termo-de-referencia-para-revitalizacao-do-rio-paramirim/>) (Began in 2019; To end in 2021)
  - Reforest the Environmental Protection Area of the Paramirim river, to recover native flora and stabilize the erosion of the soil.
- Requalification of a Riparian Forest area around Riacho do Pontal in Lagoa Grande in the State of Pernambuco (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-inicia-acoes-para-elaboracao-de-termo-de-referencia-para-recomposicao-de-talude-e-mata-ciliar-do-riacho-do-pontal-em-lagoa-grande/>) (Began in 2019)

### **Evaluation Criterium 3.3 – Water Storage/Supply Systems, Water Efficiency and Sustainability of Multiple Uses**

#### **Activity 3.2.b – Increasing water supply.**

Target 3.2: By 2025 reduce the water deficits and the conflict situations that arise from water use.

**Indicator 1.** Number of projects under implementation (construction of dams and water reservoirs, water supply systems through underground water wells, and tanks to capture and store rainwater)

**Indicator 2.** Number of water recycling programs

**Indicator 3.** Degree of variation of the minimum and maximum flow values (%)

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

- Transposition Project
  - Goal: supply water to the most water-deprived regions of the water basin (semiarid region)
    - At the end of 2019 construction was at 90% (<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/12/21/com-mais-de-90percent-da-transposicao-concluida-impactos-ambientais-no-rio-sao-francisco-ainda-sao-incertos.ghtml>)
      - Construction work is predicted to end by the first half of 2022 ([https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2021/06/01/interna\\_nacional,1272660/p-osts-enganam-ao-exaltar-bolsonaro-pela-transposicao-do-rio-sao-francisco.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2021/06/01/interna_nacional,1272660/p-osts-enganam-ao-exaltar-bolsonaro-pela-transposicao-do-rio-sao-francisco.shtml))
      - Extra information (<https://www.ecodebate.com.br/2020/12/28/a-publicidade-enganosa-da-transposicao-do-rio-sao-francisco/>) ([repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1418/1/TD\\_1577.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1418/1/TD_1577.pdf))
        - 600 km of waterways in 2 main axes.
        - Crosses 4 arid and dry states: Pernambuco, Paraíba, Ceará, and Rio Grande do Norte.



– Water use: remove 26.4 m<sup>3</sup>/s from the São Francisco River at any time and 127 m<sup>3</sup>/s if the Sobradinho reservoir is at above 94% capacity (Artigo 1, 1º, Resolução nº29 de 2005, ANA):

- North Axis dimensioned to carry 99 m<sup>3</sup>/s (16.4 m<sup>3</sup>/s for human consumption).

- East Axis dimensioned to carry 28 m<sup>3</sup>/s (10.0 m<sup>3</sup>/s for human consumption).

- Water Sustainability in the Semiarid Project (Serra dos Morgados and Serra Beringela, both in the State of Bahia) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/termo-de-referencia-para-execucao-de-obras-na-serra-dos-morgados-e-apresentado-em-reuniao-virtual/>)

- Install:

- 15 tanks to capture rainwater (52 m<sup>3</sup> each).

- 15 “Base Zero” dams

- 3 underground dams

- Project: “Water and Life in the Semiarid: Producing Food and Rescuing the Financial Autonomy of Farmers” (Municipality of Barra do Mendes in the State of Bahia) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/reuniao-de-apresentacao-do-termo-de-referencia-para-construcao-de-55-cisternas-em-barra-do-mendes-ba/>)

- 30 tanks to capture rainwater (52 m<sup>3</sup> each)

- 25 tanks to capture rainwater (16 m<sup>3</sup> each)

- Project: “Harvesting Rainwater and Rescuing the Rights and Duties of the People of the Semiarid in the Paramirim River Basin” (Brotas de Macaúbas in the State of Bahia) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/apresentacao-do-termo-de-referencia-para-construcao-de-80-cisternas-em-brotas-de-macaubas-ba/>)

- 80 tanks to capture rainwater (16 m<sup>3</sup> each) – Note: for human consumption.

- Plan for the construction of a new hydropower plant (dam and reservoir for the generation of electricity) [UHE Formoso] has advanced under Bolsonaro (2020) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/governo-federal-avanca-com-projeto-de-construcao-de-usina-hidreletrica-em-formoso-mg/>) (Negative impacts of the dam: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/construcao-da-uhe-tera-impactos-negativos-na-biodiversidade/>)

- 1 800 M \$R of investment

- Installed Power: 306 MW [For comparison: Três Marias (396 MW), Sobradinho (1050 MW), Itaparica (1500 MW), Xingó (3000 MW)]

### **Indicator 2**

Minas Gerais is the only State (in the São Francisco River basin) that has made reusing water from wastewater treatment plants legal (not for human consumption, however) [2020] (<https://www.ana.gov.br/noticias/minas-gerais-regulamenta-reuso-de-agua-nao-potavel>) (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2374--minas-regulamenta-norma-e-passa-a-ser-o-terceiro-estado-no-pais-a-fazer-reuso-de-agua-nao-potavel>)

- Recycled water can be used for: fertigation of crops that will not be ingested raw, cleaning of public spaces, car washes, and toilet use in commercial or industrial settings. (<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/2483--igam-inicia-cadastramento-para-reuso-de-agua-nao-potavel-em-minas>)

### **Indicator 3**

- Minimum flow values at main reservoirs:
  - Três Marias Reservoir: 150 m<sup>3</sup>/s (2019)
  - Sobradinho Reservoir: 800 m<sup>3</sup>/s (2019)
  - Itaparica Reservoir:
  - Xingó Reservoir: 800 m<sup>3</sup>/s (2019)

## **Activity 3.2.c – Improving water use efficiency.**

**Indicator 1.** Percentage water loss in urban water supply/distribution systems.

**Indicator 2.** Number of industrial units supported.

**Indicator 3.** Number of projects on water consumption rationing technologies for irrigation.

**Indicator 4.** Certifications handed out to rural producers in the watershed (%).

**Indicator 5.** Design study of assessment and monitoring systems for irrigation areas.

**Indicator 6.** Reduction of water consumption per hectare (%)

**Indicator 7.** Evolution of water flows removed for urban and industrial consumption and irrigation in the watershed (%)

## Updates 2016- 2021:

### Indicator 1

Data available is per State, not per watershed. Data is in % water losses: (<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos>)

- Bahia: 38.4% (2016), 36.8% (2017), 37.5% (2018), 40.2% (2019)
- Minas Gerais: 35.1% (2016), 35.6% (2017), 36.4% (2018), 36.7% (2019)
- Pernambuco: 52.6% (2016), 52.0% (2017), 50.7% (2018), 50.1% (2019)
- Alagoas: 45.9% (2016), 44.9% (2017), 33.9% (2018), 29.8% (2019)
- Sergipe: 47.7% (2016), 47.7% (2017), 48.7% (2018), 43.6% (2019)
- Goiás: 30.2% (2016), 26.4% (2017), 30.2% (2018), 29.2% (2019)
- Distrito Federal: 35.2% (2016), 33.8% (2017), 34.5% (2018), 32.1% (2019)

### Indicator 3

- Implementation and construction of water gates in irrigation channels in Vale do Paramirim, in order to decrease water losses and distribute the available water appropriately with all local farmers

(<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/visita-tecnica-marca-inicio-para-implantacao-de-comportas-nos-canais-de-irrigacao-do-vale-do-paramirim-a-jusante-do-zabumbao/>)

### Indicator 7

Information found for country in general (Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos, ANA). Amount of water removed (raw and % of total):

- Industry: 193,02 m<sup>3</sup>/s (9,2%) (2017), 189,55 m<sup>3</sup>/s (9,1%) (2018), 196,61 m<sup>3</sup>/s (9,6%) (2019), 202,05 m<sup>3</sup>/s (9,7%) (2020)
- Urban consumption: 488,83 m<sup>3</sup>/s (23,3%) (2017), 495,75 m<sup>3</sup>/s (23,8%) (2018), 499,71 m<sup>3</sup>/s (24,4%) (2019), 506,17 m<sup>3</sup>/s (24,3%) (2020)
- Irrigation: 969,28 m<sup>3</sup>/s (46,2%) (2017), 1083,16 m<sup>3</sup>/s (52,0%) (2018), 1019,90 m<sup>3</sup>/s (49,8%) (2019), 1037,33 m<sup>3</sup>/s (49,8%) (2020)

### **Activity 3.2.d – Encouraging multiple uses of water and reducing conflicts.**

**Indicator 1.** Number of initiatives supported that aim to increase the feasibility of the waterway in the main river and/or in its main tributaries.

**Indicator 2.** Number of studies undergone to determine the fish stock in the watershed.

**Indicator 3.** Number of studies undergone to determine the aquaculture potential of the watershed.

**Indicator 4.** Number of actions supported that aim to strengthen fishery and aquaculture production chains.

**Indicator 5.** Number of actions supported that aim to sustainably develop tourism associated with water resources.

**Indicator 6.** Strategies for conflict management.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

General data: economically navigated waterways in the São Francisco hydrographic region:

([http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/VEN\\_2018\\_Finalizado.pdf](http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/VEN_2018_Finalizado.pdf))

- 576 km (2013), 0 km (2016), 0 km (2018)

##### **Indicators 2 and 3**

- “Perfil da ictiofauna da bacia do rio São Francisco” / “Profile of the fish fauna of the São Francisco River basin”, José M Barbosa, et al., Federal University of Sergipe, Federal University of Alagoas, Rural Federal University of the Amazon ([https://www.researchgate.net/publication/315648335\\_Perfil\\_da\\_ictiofauna\\_da\\_bacia\\_do\\_rio\\_Sao\\_Francisco\\_Profile\\_of\\_the\\_fish\\_fauna\\_of\\_the\\_Sao\\_Francisco\\_river\\_basin](https://www.researchgate.net/publication/315648335_Perfil_da_ictiofauna_da_bacia_do_rio_Sao_Francisco_Profile_of_the_fish_fauna_of_the_Sao_Francisco_river_basin))

- “Avaliação da Produção da Pesca Artesanal na Vazão Reduzida – Jusante de Sobradinho, Submédio da Bacia do Rio São Francisco” / “Evaluation of the Production of Artisanal Fishing in the Reduced Flow – Rule of Sobradinho, Sub-

Middle of the São Francisco River Basin”, Ericarlos N. Lima & Abelardo A. A. Montenegro (2017)

(<http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/60/PAP023199.pdf>)

- “Desafios para a Sustentabilidade da Piscicultura na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco”, Erika A. T. Marques et al. (2018)

(<http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/5214>)

- “Efeitos da Regulação da Vazão sobre os Atributos Ecológicos da Ictiofauna no Baixo Curso do Rio São Francisco”, Alba V. A. Figueiredo, (2018), Master’s Thesis, Federal University of Bahia

([https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/dissertacao\\_\\_alba\\_vivian\\_amaral\\_figueiredo.pdf](https://maasa.ufba.br/sites/maasa.ufba.br/files/dissertacao__alba_vivian_amaral_figueiredo.pdf))

- “Importância do Médio e Submédio São Francisco para a Renovação de Estoques Pesqueiros, Semiárido Brasileiro” / “Importance of the San Francisco Middle and Submediate for the Renewal of Fishing Stocks, Brazilian Semi-Arid”, Ana K. A. Montenegro et al. (2020)

(<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/20808>)

#### **Indicator 4**

- CODEVASF [Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba] repopulates the Três Marias lagoon with indigenous fish to restore the fish fauna and ensure local fishermen have items to sell in order to sustain their families [2020] (<https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/codevasf-repovoalago-de-tres-marias/>)

- CODEVASF released 50 thousand fingerlings (a fish species) into the São Francisco River stream. The goal is to release a further 50 thousand at a later date [2019] (<http://barra.ba.gov.br/prefeitura-de-barra-e-codevasf-realizam-soltura-de-50-mil-alevinos-no-rio-sao-francisco/>)

- CODEVASF releases 5 thousand fish underneath the São Leão bridge in Piumhi (São Francisco River). 35 thousand have hence already been released [2017] (<https://g1.globo.com/mg/centro-oeste/noticia/cinco-mil-peixes-sao-soltos-no-leito-do-rio-sao-francisco-em-piumhi-mg.ghtml>)

- CODEVASF release 1.57 million fingerlings into the São Francisco River in the first semester of 2017

(<https://www.pescamadora.com.br/2017/06/codevasf-inseriu-16-milhao-de-alevinos-no-rio-sao-francisco-no-1-semester-de-2017/>)

- 155 million fingerlings have been released into the São Francisco River across the Alagoas, Bahia, Sergipe, Minas Gerais, and Pernambuco States. The first 72 million were released starting in 2007 and aided in the reestablishment of the fauna in the region. The remaining 83 million increased the development of aquaculture. 2500 people have been capacitated on aquaculture and fishery practices. [2018] (<https://www.pescamadora.com.br/2018/06/cerca-de-155-milhoes-de-alevinos-ja-foram-introduzidos-para-a-revitalizacao-do-rio-sao-francisco/>)

- 1st Seminar on Artisanal Fishing on the São Francisco River Basin (2019) (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-promove-i-seminario-de-pesca-artesanal-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco-em-penedo-al/>)

#### **Indicator 6**

- Minas Gerais
  - Law Decree No. 47.705 of September 4th, 2019 – IGAM has the authority to review water distribution if conflicts arise.

#### **Evaluation Criterium C 3.4 – Ecological Flows**

##### **Activity 3.1.d – Study to define ecological flows compatible with the conservation of the environment.**

Target 3.1: By 2025 improve the knowledge on the availability of surface and underground waters and on the environmental flow required to protect the ecosystems.

**Indicator 1.** Studies defining the ecological flow regimes to be applied to the Higher, Middle and Sub-Middle stretches of the São Francisco River.

#### **Updates 2016- 2021:**

- “Determinação das vazões ecológicas, pelo método de Tennant, para gestão das águas do baixo São Francisco”

([www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/poster\\_86.pdf](http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/poster_86.pdf))

([www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/ID\\_86.pdf](http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/ID_86.pdf)) – 2nd International Congress, RESAG 2015

- “Indicadores de Alteração Hidrológica: O Declínio das Vazões no Baixo Rio São Francisco”; Doctoral Thesis, Anderson Nascimento do Vasco, Federal University of Sergipe, 2015

- “Condicionantes da Vazão Ecológica – Análise do Regime de Vazão do Rio São Francisco no Período de 1931 a 2006: Considerações Preliminares”, Ribeiro, M. et al.,

([https://abrh.s3.saeast1.amazonaws.com/Sumarios/110/1685a24041b5c57a457b6b3de25c554d\\_c1fc10a553c6f58323c66e5e3069d6ec.pdf](https://abrh.s3.saeast1.amazonaws.com/Sumarios/110/1685a24041b5c57a457b6b3de25c554d_c1fc10a553c6f58323c66e5e3069d6ec.pdf))

- “Efeito da redução da vazão efluente do reservatório de Sobradinho na qualidade da água a jusante, sob o enfoque da vazão ecológica”; Doctoral Thesis, Karina W. L. Rossiter, Federal University of Pernambuco, 2017

(<https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/27861/4/TESE%20Karina%20Waleska%20Lopes%20Rossiter.pdf>) [Tennant Method and Q95% Method]

- “Abordagem Multicriterial Difusa como Apoio ao Processo Decisório para a Identificação de um Regime de Vazões Ecológicas no Baixo Curso do Rio São Francisco”; Master’s Thesis, Edilson R. Silva, Federal University of Bahia, 2010 (<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/18487>)

- “The Instream Flow State of the Art, in Brazil and in the World”; Robson Sarmiento (2007) ([https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb\\_dl=1582](https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=1582))

- Term of Reference:

[https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb\\_dl=1584](https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=1584)

## 5. CDF 4 – CLIMATE RESILIENCE IN THE SEMIARID REGION

### Evaluation Criterium 4.1 – Planning for Climate Change

#### IV.3.a. Activity – Planning for climate changes

Targetl V.3: By 2025 implement climate change coping mechanisms in the semi-arid region

**Indicator 1.** N° of artificial recharge pilot projects in the semi-arid region

**Indicator 2.** N° of underground dams (zero-based concept) built in the semi-arid, by 2025

**Indicator 3.** N° of fodder palm seedlings made available, per year, per Federative Unit, inserted in the semi-arid region

**Indicator 4.** N° of units of irrigated forage production implemented, per year, per Federative Unit inserted in the semi-arid region

**Indicator 5.** N° of community seed banks established per year, per Federative Unit in the semi-arid region

**Indicator 6.** Completion of the study to analyze the social, environmental and economic feasibility of reactivating grazing funds in the Federative Units inserted in the semi-arid by Dec, 2018

**Indicator 7.** Number of grazing funds created, per year, per Federative Unit in the semi-arid region

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

Institutions searched: CBHSF, AGB Peixe Vivo, SUDENE, CODEVASF, INSA (National Institute of the Semi-arid), ASA (Brazilian Semi-arid Articulation), Federative Units of SF Basin, State forum for coexistence with the semi-arid (BA), Governmental Committee for coexistence with the semi-arid (BA).

- Forecast of 6 pilot projects of artificial recharge by the Strategic Plan for Water Resources in the Brazilian Northeast: sustainable use of groundwater to increase water supply (CPRM, 2019)

- Source: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/21488>



- Guidelines for the development of artificial recharge of aquifers in the Federal District (2015) – not in the semi-arid region, but inserted in the São Francisco River basin.

- Source:

[http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area\\_de\\_atuacao/recursos\\_hidricos/regulacao/resolucoes\\_estudos/recarga\\_artificial\\_aquiferos\\_df.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/recursos_hidricos/regulacao/resolucoes_estudos/recarga_artificial_aquiferos_df.pdf)

- Study: Feasibility assessment of the application of artificial recharge techniques in salinized, fractured aquifers, Petrolina - PE (2016)

- <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17641>

## Indicator 2

- Management report São Francisco River Basin Committee (2016-2020)  
– Public call for projects 2019

- Sub-medium region - project “São Francisco blessings – socio-environmental, water, energy, food and nutritional sustainability in the Sub-medium São Francisco region.” Municipality: Jaguarari (BA); Benefits: construction of underground dams, “barreiros” and other structures for aquifer recharge.

- Sub-medium São Francisco region - project "Saving the veins of São Francisco - the struggle to recover rivers and springs in the mountains of Jaguarari, Bahia". Municipalities: Macururé (BA), Pariconha (AL), Betânia (PE), Carnaíba (PE), Carnaubeira da Penha (PE), Iguaraci (PE), Mirandiba (PE), Santa Cruz da Baixa Verde (PE) and Triunfo (PE). Benefits: among others, the construction of zero-based concept dams.

- Lower São Francisco region - project "Blessings of the São Francisco - socio-environmental, water, energy, food and nutritional sustainability in the Lower São Francisco". Municipalities: Cacimbinhas (AL), Canapi (AL), Dois Riachos (AL), Ouro Branco (AL), Poço das Trincheiras (AL), Pedro Alexandre (BA), Santa Brígida (BA), Iati (PE), Paranatana (PE), Saloá (PE), Cedro de São João (SE), Feira Nova (SE), Gracho Cardoso (SE), Itabi (SE) and Monte Alegre de Sergipe (SE). Benefits: one of them is the construction of zero-based concept dams.

- Publication - Underground dams: a technology for water access in the semi-arid region (Federal Institute of Education, Science and Technology, 2020)

- [https://ifce.edu.br/proext/producoes-tecnicas/cartilha-tecnologias-para-o-campo/barragem-subterranea\\_uma-tecnologia-para-acesso-a-agua-no-semiarido.pdf](https://ifce.edu.br/proext/producoes-tecnicas/cartilha-tecnologias-para-o-campo/barragem-subterranea_uma-tecnologia-para-acesso-a-agua-no-semiarido.pdf)
- Publication: Underground Dams - Transforming Lives in the Brazilian Semi-arid (Alagoas State Government, ASA, Embrapa, 2021)
- <https://www.senar-al.org.br/wp-content/uploads/2021/04/Folder-Barragem-subterranea-2021.pdf>
- (2019) Alagoas has a State Program for Underground Dams: 50 dams planned in 38 municipalities.
- Source:  
<http://www.semarh.al.gov.br/sala-de-imprensa/noticias/2019/dezembro-2019/governo-de-alagoas-lanca-programa-estadual-de-barragens-subterraneas>
- Embrapa soil conducted a mapping of potential areas for construction of underground dams in Alagoas.
- <http://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/2626>
- Codevasf: investment in backhoe loaders and training of professionals to build underground dams in the Medium São Francisco region (2017)
- Source:  
<https://www.codevasf.gov.br/noticias/2017-1/codevasf-promove-capacitacao-de-profissionais-para-construcao-de-barragens-subterraneas>
- One Land and Two Waters Program (ASA) from 2007 to 2018 built 1.301 underground dams, benefiting 5.415 people
- Source: Technologies for coexistence with the semi-arid (Embrapa, 2019)
- Available:  
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112121/tecnologias-de-convivencia-com-o-semiarido-brasileiro>
- Construction of 24 underground dams distributed throughout the states of the semi-arid region on alluvial deposits. Execution period 2020-2021.
- Source: Strategic Plan on Water Resources in the Brazilian Northeast: sustainable use of groundwater to increase water supply (CPRM, 2019)

**Indicator 3 (For the Federative Units of the semi-arid that are inserted in SF Basin)**

- 2021: Minas Gerais Agricultural Research Company (EPAMIG) – making forage palm rackets available to producers in the semi-arid region of Minas Gerais
  - <https://epamig.wordpress.com/2021/06/25/epamig-trabalha-para-aumentar-a-disponibilidade-de-mudas-de-palma-forrageira-no-semiarido-mineiro/>
- Palm Network (2017) project that aims to distribute and multiply forage palm seedlings in SUDENE’s area of action.
  - Minas Gerais: Each producer member of the palm network receives, annually, 1500 seedlings.
  - <https://epamig.wordpress.com/2020/01/17/rede-palma-distribui-e-multiplica-mudas-de-palma-forrageira-no-norte-de-minas-gerais/>
- Pernambuco: Agronomic Institute of Pernambuco has been carrying out the distribution since 2008. In the last 5 years (2020) IPA distributed 60 million rackets.
  - Source: <http://www.ipa.br/novo/noticia?n=2164>
- Alagoas: “Propaga Palma” (2020) 5 million seedlings expected (resistant to the Cochonilha do Carmim pest). In the first moment of the project 42 beneficiaries will receive 15 thousand seedlings.
  - Source: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2020/alagoas-sedia-primeiro-polo-de-propagacao-de-mudas-de-palmas-resistentes-a-cochonilha-do-carmim>
- Sergipe:
  - 2019 distribution of 4 million fodder palm rackets. (<https://www.emdagro.se.gov.br/agricultores-constatam-alta-produtividade-da-palma-forrageira-distribuida-pelo-governo-em-2019/>)
- Bahia: From 01/27/2021 to 02/01/2021 100 thousand seedlings were delivered. In 2020 there were 3.5 million seedlings distributed.
  - Source: <http://www.bahia.ba.gov.br/2021/02/noticias/desenvolvimento-rural/mudas-de-palma-garantem-seguranca-alimentar-do-rebanho-em-comunidades-rurais-da-bahia/>
  - In Bahia from 2015 to 2019, 21 million seedlings were delivered. Action is executed by the Superintendence of Family Agriculture (Suaf) in partnership with the Bahia Superintendence of Technical Assistance and Rural Extension (Bahiater) and the Company for Regional Development and Action (CAR)

- Source: <http://www.adab.ba.gov.br/2019/06/1936/Mudas-de-palmar-garantem-seguranca-alimentar-do-rebanho-no-semiarido-baiano.html>

#### **Indicator 4**

- Project “Forrageiras para o semiárido” (2017): an initiative of Embrapa and the Confederation of Agriculture and Livestock of Brazil (CNA).
  - 13 Technological Reference Units were implemented in the semi-arid region - Batalha (AL), Baixa Grande (BA), Carlos Chagas (MG), Fortuna (MA), Ibaretama (CE), Ipirá (BA), Montes Claros (MG), São João (PE), São Raimundo Nonato (PI), Lajes (RN), Tenório (PB), Itapetinga (BA).
  - The project evaluates the productive potential and the adaptation of forage plants to the climatic conditions of the semi-arid region.
  - <https://www.cnabrazil.org.br/projetos-e-programas/forrageiras-para-o-semi%C3%A1rido>
    - Sergipe: Project Sergipe to fight desertification
    - Distribution of seeds to farmers of forage palm and gliricium seedlings to create a field for intercropping production (2020).
    - Source: [https://www.se.gov.br/noticias/governo/projeto\\_de\\_combate\\_a\\_desertificacao\\_distribuir\\_mudas\\_de\\_gliricidia\\_e\\_palma\\_forrageira\\_para\\_pequenos\\_pecuaristas](https://www.se.gov.br/noticias/governo/projeto_de_combate_a_desertificacao_distribuir_mudas_de_gliricidia_e_palma_forrageira_para_pequenos_pecuaristas)

#### **Indicator 5**

- (2015): ASA launched “Sementes do Semiárido” project.
- 2016:
  - Semi-arid region: partnership BNDES, MDS and ASA - implementation of 400 units of seed banks in the semi-arid region.
    - Source: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/combate-a-seca-1/arquivos-combate-a-seca/95.pdf>
      - Semi-arid region: Seed Exchange Network had 76 community seed houses in 11 municipalities
        - Source: <http://www.asabrasil.org.br/26-noticias/ultimas-noticias/9645-rede-de-intercambio-de-sementes-da-microrregiao-norte-de-sobral-realiza-a-vi-festa-regional-da-colheita>

- Semi-arid region: Management Report of the Ministry of Social and Agrarian Development (2016): 600 community seed banks implemented since 2015

- Source:

[http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/aceso\\_informacao/auditoria/secretaria-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional-sesan/2016\\_Relatorio\\_Gestao.pdf](http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/aceso_informacao/auditoria/secretaria-nacional-de-seguranca-alimentar-e-nutricional-sesan/2016_Relatorio_Gestao.pdf)

- Northeast: Special Secretariat for Family Agriculture and Agrarian Development (SEAD) - implemented 640 seed banks in the Northeast (2016)

- Source: <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/455564/>

- MG, SE, PE, AL no information found.

- BA: seed bank implementation in the Southern Coast of Bahia. Banks will be implanted in 12 communities.

- Source: <https://www.jornalgrandebahia.com.br/2016/10/governo-da-bahia-apoia-implantacao-de-bancos-de-sementes-em-comunidades-do-litoral-sul-da-bahia/>

- 2017:

- Semi-arid region – no information found

- MG, BA, SE, AL, PE – no information found

- 2018:

- Semi-arid region: (2018) Partnership between Brazilian Semi-arid Articulation (ASA) and Brazil Bank (BB). 180 community seed banks in the semi-arid region. Nine states will be benefited (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe Minas Gerais). Each state will have 20 seed banks. 3600 families will benefit from the project.

- Source: <https://www.fbb.org.br/pt-br/ra/conteudo/projeto-constroi-180-bancos-comunitarios-de-sementes-no-semiarido>

- MG, BA, AL, PE, SE – no information found

- 2019:

- Semi-arid region: project “Agrobiodiversity in the Semi-arid” (Embrapa e ASA)

- Acting in five states (Sergipe, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Piauí)

- 3 years of duration, about 3 thousand families benefited

- BA: investment of R\$ 0.181 M benefiting 20 families

- Source: <http://www.car.ba.gov.br/noticias/governo-do-estado-apoia-implantacao-de-banco-de-sementes-em-janio-quadros>
  - MG – Unconventional vegetable bank - in 2019 there were 55 banks
- Source: [https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/cultivo-de-hortalias-nao-convencionais-e-aposta-de-produtores-de-manhuacu/?flagweb=novosite\\_pagina\\_interna&id=23928](https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/cultivo-de-hortalias-nao-convencionais-e-aposta-de-produtores-de-manhuacu/?flagweb=novosite_pagina_interna&id=23928)
  - AL, PE, SE – no information found
  - 2020
  - Semi-arid: number of seed houses and seed banks installed in the semi-arid around 1.000.
- Source: “Semi-Arid Seeds Program: Some Aspects, Reflections and Results” (2020)
  - MG, BA, AL, PE – no information found
  - SE: implantation of 16 community seed houses is foreseen
- Source: <https://sergipemais.com.br/se/sergipe-investe-na-producao-agroecologica/>
  - 2021:
    - Semi-arid region – no information found
    - MG, BA, PE, AL – no information found
    - SE: creation of two fodder palm seed banks
- Source: <https://www.f5news.com.br/cotidiano/governo-cria-bancos-de-sementes-para-multiplicar-palma-forrageira-.html>

### **Indicator 6**

No information found

### **Indicator 7**

- In the state of Bahia, the "Fundo de Pasto" community is more representative than in the other federative units of the semi-arid.
  - Source: <https://reporterbrasil.org.br/2009/09/comunidades-de-fundos-de-pasto-resistem-a-pressoes/>
- BA: SEPRMI is the institution that recognize the communities of “fundo de pasto”.

- 2021: the government of Bahia authorized the certification of 146 communities of "fundo e fecho de pasto".

- Source:

<http://www.bahia.ba.gov.br/2021/03/noticias/igualdade/governo-autoriza-certificacao-de-146-comunidades-de-fundos-e-fechos-de-pasto/>

- 2020: mapping of 980 "fundos e fechos de pasto" communities in the state of Bahia. The objective is to elaborate a georeferenced database of self-identified pastureland communities with a land regularization process open in the Bahia State Agrarian Development Coordination (CDA).

- Source: <http://www.bahia.ba.gov.br/2020/07/destaques/b2-destaque-sem-foto/sepromi-e-ufba-apresentam-mapeamento-de-comunidades-de-fundo-e-fecho-de-pasto/>

- Source: Final Report SEPRMI, UFBA, 2020. Available: [https://geografar.ufba.br/sites/geografar.ufba.br/files/relatoriofinal\\_mapeamentoffp\\_vf.pdf](https://geografar.ufba.br/sites/geografar.ufba.br/files/relatoriofinal_mapeamentoffp_vf.pdf)

- 2019: Secretariat for the Promotion of Racial Equality authorizes the certification for 27 communities in Bahia.

- Source: <https://agenciasertao.com/2019/06/28/27-comunidades-sao-reconhecidas-como-fundo-de-pasto-na-bahia/>

- 2018: about 18 identified communities ("Fundo e Fecho de Pasto" communities auto identified and certified by SEPRMI, BA, 2018).

- Source: <https://geografar.ufba.br/mapas-e-tabelas-de-fundos-e-fechos-de-pasto>

- 2018: List of the Fundo e Fecho de Pasto communities self-identified and certified with SEPRMI. Bahia, 2018

- <https://geografar.ufba.br/mapas-e-tabelas-de-fundos-e-fechos-de-pasto>

- 2017: Portaria nº 0010 de 06/07 – Instituted the registry of "Fundo e fecho de pasto" communities in the State of Bahia

- <http://www.sepromi.ba.gov.br/arquivos/File/portaria0010cadastodefundoefechodepasto.pdf>

- MG, PE, SE, AL – no information found.

## **Evaluation Criterium 4.2 – Water Collection and Management**

### **Activity IV.1.a – Water collection and management**

Target IV.1: Triple, by 2025, the number of settlements with 20,000 inhabitants or less, served by water cisterns for human consumption and production

**Indicator 1.** Number of municipalities in the semi-arid region that completed the census of dispersed rural settlements and cities with less than 20,000 inhabitants, to determine which ones have/do not have effective water storage systems that allow the populations to maintain their production and their social and economic activities during dry seasons

**Indicator 2.** Completion of the study to analyze the economic feasibility of building and implementing water cisterns (for human consumption and for production) for families living in cities of up to 20000 inhabitants by December 2018

**Indicator 3.** N° of scattered rural settlements or cities with less than 20,000 inhabitants which, having been identified as being in need of an "effective water storage system that allows populations to maintain their production and their social and economic activities during dry seasons", have benefited from water cistern installations for human consumption and for production

**Indicator 4.** N° of desalination systems rehabilitated or newly implanted

**Indicator 5.** N°. of people served by desalination system

### **Updates 2016- 2021:**

#### **Indicator 1**

- Synopsis of the demographic census of the Brazilian semi-arid region (INSA, 2012)
  - In 2010 there were 827 municipalities in the semi-arid region with up to 20,000 inhabitants.
  - According to the 2010 Census: 38.03% of the population of the semi-arid region live in rural areas.
- New delimitation of the Brazilian semi-arid (SUDENE, 2018)
  - Consequently, there is a new list of municipalities that integrate the region: 1.262 municipalities (an increase of 127 municipalities), from the states of



Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, and Minas Gerais.

- Source: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=sobre>

## Indicator 2

- Feasibility study on the implementation of cisterns in the Brazilian semi-arid region (2020).

- Three focuses:

- Public policies for access to water - discussion about the implementation of the One Million Cisterns Program and its effectiveness in decentralizing access to water in the semi-arid region – conclusion: the program makes possible to partially confront situations of drought.

- Feasibility of the implementation of the cisterns (users' perception) – conclusion: cisterns are an effective alternative for access to water in the semi-arid region. One of the studies analyzed points out that their use enabled the continuity of agriculture and animal creation in dry periods.

- Quality of water stored in cisterns – conclusion: unsatisfactory quality.

- Available:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/20081>

- Rainwater capture and use in rural residences in the Municipality of Nazarezinho – Paraíba (2017)

- Regarding economic viability, through consultations with the population (20 families): 85% said that rainwater catchment technologies are economically viable and 15% said they are not.

- Use: human consumption, domestic and agricultural

- Available:

[https://www.researchgate.net/publication/337318668\\_Captacao\\_e\\_aproveitamento\\_de\\_agua\\_da\\_chuva\\_em\\_residencias\\_rurais\\_no\\_Municipio\\_de\\_Nazarezinho\\_-\\_Paraiba](https://www.researchgate.net/publication/337318668_Captacao_e_aproveitamento_de_agua_da_chuva_em_residencias_rurais_no_Municipio_de_Nazarezinho_-_Paraiba)

- Financial Evaluation of Water Catchment, Accumulation and Supply Actions in the State of Ceará (2017).

- Cistern installation in rural community context proved to be economically unviable from a private perspective. Indicators used: benefit/cost ratio, net present value and internal rate of return.

- Available:

[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/32896/1/2017\\_art\\_mlssales.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/32896/1/2017_art_mlssales.pdf)

### **Indicator 3**

- Demand of water for human consumption (Plate Cisterns - low cost): 76.1% of demand met, 357,535 new cisterns remain to be built, that's 343,033 families that in 2019 did not have a safe source of water (ASA - Brazilian Semi-arid Articulation, 2019).

- Source: Access to water for the population of the Brazilian semi-arid region (ASA,2019)

- Available:

[https://www.asabrasil.org.br/acervo/publicacoes?artigo\\_id=10981](https://www.asabrasil.org.br/acervo/publicacoes?artigo_id=10981)

- Water demand for food production - 20% of demand met: for the federal government's Multi-Year Plan 2020-2023 ASA's proposal is to meet 30% of demand. Multi-annual Plan 2024-2027 is to attend 35% and for 2028-2031 35% (ASA, 2019).

- Cistern Program overview (2019) - extracted from: The Effects of the Cisterns Program on Access to Water in the Semi-arid Region (2020)

- Available: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/73378>

- Until 2019 the Cistern Program promoted access to water to 1,1 million homes in the semi-arid region (first water usage: drinking and cooking; second water: productive activities such as agriculture).

Federative Unit	First water	Second water	Cisterns in schools	Total
AL	49.619	12.869	506	62.994
BA	298.174	68.437	1.408	368.019
CE	251.061	31.051	991	283.103
MG	65.368	13.209	426	79.003
PB	111.063	12.770	917	124.750
PE	157.725	36.614	1.068	195.407
PI	68.026	12.043	460	80.529
RN	79.367	13.738	465	93.570
SE	22.322	3.168	230	25.720
Total	110.2725	203.899	6.471	1.313.095

#### Indicators 4 e 5

- The most used method in the Brazilian semi-arid region is reverse osmosis
- “Água Doce” Program (MDR, 2004): aims to establish a permanent public policy of access to quality water for human consumption through the sustainable use of groundwater, incorporating technical, environmental and social care in the implementation and management of desalination systems, with priority in the Brazilian semi-arid region
  - On average R\$ 0.25 M to implement a desalination system.
  - 10 agreements in execution with an investment of around R\$ 330 M to supply water to 1200 communities in the semi-arid region.
  - (2020) 29 systems in Sergipe, 94 systems in Alagoas and 286 system in Bahia.
  - Source: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/programa-agua-doce-1>
  - Desalination systems installed per state - goals for the São Francisco Basin states:
    - <http://aguadoce.mdr.gov.br/>
    - MG: 69 – completed 0
    - BA: 295 – completed 236
    - SE: 29 – completed 29

- PE: 170 – completed 0
- AL: 101 - completed 86
- GO: does not participate
- DF: does not participate
- Desalination systems implemented so far by the “Água Doce” Program (2020) have an installed capacity to produce about 3.5 million liters of drinking water per day and directly serve 214 thousand people with quality water.

- Source:

<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/programa-agua-doce-1>

- (2018) In the São Francisco River Basin, “Água Doce” passes through regions in Alagoas, Bahia, Sergipe, Pernambuco, and Northern Minas Gerais (the last two in the implementation phase).

- Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/agua-de-beber/>

- (2020-2021) Implantation of 5 desalination plants. Expected to directly benefit a population of 50,000 inhabitants.

- Source: Strategic Plan for Water Resources in the Brazilian Northeast (CPRM, 2019)

- Available:

[https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/21488/1/rel\\_plano\\_estrategico\\_recursos\\_hidricos.pdf](https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/21488/1/rel_plano_estrategico_recursos_hidricos.pdf)

### **Evaluation Criterium 4.3 – New Energy Matrix**

#### **IV.2.a. Activity – New energy matrix less dependent on wood**

Target IV.2: By 2025 several demonstrative projects for the application of alternative energies to wood will be implemented

**Indicator 1.** Completion of studies related to improving energy efficiency and the use of alternative energy sources to wood by December 2020

**Indicator 2.** Nº of demonstration projects for the use of alternative energy sources and/or application of innovative methods for greater energy efficiency created, per year, per Federative Unit inserted in the semi-arid region.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1:**

- Overview of the use of improved cookstoves in the Brazilian semi-arid region (2019)

- Stoves that include adaptations that improve energy efficiency and decrease impacts on indoor air quality. The sector is little developed in the semi-arid region, but has attracted interest.

- Available:

[https://www.researchgate.net/publication/335601172\\_Overview\\_of\\_the\\_use\\_of\\_clean\\_cookstoves\\_in\\_the\\_Brazilian\\_semiarid\\_region\\_Panorama\\_do\\_uso\\_de\\_fogoes\\_melhorados\\_no\\_Semiarido\\_brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/335601172_Overview_of_the_use_of_clean_cookstoves_in_the_Brazilian_semiarid_region_Panorama_do_uso_de_fogoes_melhorados_no_Semiarido_brasileiro)

- Research group: Study of the improved cookstoves sector in the Brazilian Semi-arid region

- Available:

[https://www.researchgate.net/publication/335057342\\_Estado\\_do\\_Setor\\_dos\\_Fogoes\\_Melhorados\\_no\\_Semiarido\\_brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/335057342_Estado_do_Setor_dos_Fogoes_Melhorados_no_Semiarido_brasileiro)

- Opportunities and challenges of solar photovoltaic generation in the Brazilian semi-arid region (IPEA,2020)

- Available: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9680>

- Biomass for energy in the Northeast: current situation and perspectives (MMA, UNDP, 2017)

- Objective: update the biomass demand and supply estimated for the Northeast region.
- Source:  
[https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/planeta/biomassa\\_se.html](https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/planeta/biomassa_se.html)
  - “Rede Clima” mapping the potential for solar and wind power generation throughout the São Francisco River Basin. Next step will be to finalize the potential for biomass energy generation (in progress).
  - Source: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=4580](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=4580)
  - Water-energy nexus: Floating photovoltaic systems promoting water security and energy generation in the semi-arid region of Brazil (2020)
  - <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620320576>

#### **Indicator 2:**

- Management report São Francisco River Basin Committee (2016-2020):
  - Public Call for projects (2019) - one of the prioritized lines was the implementation of photovoltaic panels and accessory structures for energy generation in rural communities
    - Sub-medium São Francisco region - project: “Saving the veins of São Francisco – the struggle to recover rivers and springs in the mountains of Jaguarari, Bahia”. Municipalities: Macurué (BA), Pariconha (AL), Betânia (PE), Carnaíba (PE), Carnaubeira da Penha (PE), Iguaraci (PE), Mirandiba (PE), Santa Cruz da Baixa Verde (PE), Triunfo (PE). Benefits: among others, the implantation of geo-agroecological stoves (reduce the consumption of firewood) and photovoltaic energy systems.
    - Lower São Francisco region – project: “Water security and desertification control through photovoltaic energy and agroforestry systems”. Municipality: Inhapi (AL). Benefit: Photovoltaic system implementation for agroforestry systems.
    - Lower São Francisco region: project – “Blessings of the São Francisco - socio-environmental, water, energy, food and nutritional sustainability in the Lower São Francisco”. Municipalities: Cacimbinhas (AL), Canapi (AL), Dois Riachos (AL), Ouro Branco (AL), Poços das Trincheiras (AL), Pedro Alexandre (BA), Santa Brígida (BA), Iati (PE), Paranatana (PE), Saloá (PE), Cedro de São João (SE), Feira Nova (SE),

Gracho Cardoso (SE), Itabi (SE), Monte Alegre de Sergipe (SE). Benefits: among others, the installation of geo-agroecological stoves and photovoltaic energy systems.

- 2021: launch of "Renova Semiárido" platform (INSA) - disseminate renewable and sustainable energy projects in the semi-arid region.

- <http://renovasemiarido.insa.gov.br/>

- Wind energy: 56 (PB). Total of 498 hydraulic wind turbines installed.

3.671 families benefited

- Solar energy: 11 (BA), 2 (SE), 5 (PB) 6 (PI). Total 2.722 photovoltaic installations and 8461 families benefited

- Biodigester: 8 (CE), 17 (BA), 1 (SE). In total 258 installations and 1.308 beneficiaries.

- Eco-cooker: 9 (CE), 19 (BA). 994 units installed and 2.982 families benefited.

- Bioágua (water treatment for less noble uses, such as irrigation): 5 (PI), 8 (CE), 2 (PB), 5 (BA).

#### Complementary information

- Technologies for Living with the Brazilian Semi-arid (2019) - EMBRAPA and Bank of the Northeast

- The book brings together research results, covering four themes: Natural and agro-socioeconomic aspects of the semi-arid Northeast; Technological aspects related to rainwater capture and storage; Forage alternatives; Vegetable food species; Complementary income alternatives; Sustainable extractivism.

- Available:

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48330641/livro-sobre-tecnologias-de-convivencia-com-o-semiarido-foi-lancado-em-feira-na-regiao>

- National Water Security Plan (2019)

- Available: <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>

## 6. CDF 5 – BIODIVERSITY AND CONSERVATION

### Evaluation Criterium 5.1 – Protection of Important Natural Areas

#### **Activity 5.1.a – Protection of important natural spaces for the watershed.**

Target 5.1: By 2025 halve the current deforestation rates in each State.

**Indicator 1.** Deforested area per State (consider only that within the watershed) per year for land use change (agriculture, industrial, others).

**Indicator 2.** Deforested area per State (consider only that within the watershed) per year due to lack of protective measures (e.g., riverbank and embankment zones destroyed by water or other meteorological elements and by erosion).

**Indicator 3.** Number of actions financed by mechanisms of payment for environmental services [PSA, Pagamento por Serviços Ambientais] (distinguish between actions initiated by the people and projects of the Committee [CBHSF] or other entities) per year per State.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

Values found are general to the States and not specific to the watershed.

- Bahia: 12 288 ha (2016), 4 050 ha (2017), 1 985 ha (2018)
- Minas Gerais: 7 410 ha (2016), 3 128 ha (2017), 3 379 ha (2018)
- Pernambuco: 354 ha (2017), 90 ha (2018)
- Sergipe: 340 ha (2017), 98 ha (2018)
- Alagoas: 259 ha (2017), 8 ha (2018)
- Goiás: 165 ha (2017)

Sources:

[https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2019/10/AF\\_RA\\_SOSMA\\_2017\\_web.pdf](https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2019/10/AF_RA_SOSMA_2017_web.pdf) (2016),

[https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2019/11/RA\\_SOSMA\\_2018\\_DIGITAL.pdf](https://www.sosma.org.br/wpcontent/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf) (2017), <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relat%C3%B3rio-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf> (2018)



## Indicator 2

No information found.

## Indicator 3

- Goiás
  - “Produtores de Águas” (“Water Producers”) – Verde River
    - Promotes the adoption of good practices of conservation of water and soil by rewarding rural producers financially, following the Payment for Environmental Services (PSA) policy.
      - Conducted by institutions in partnership with the National Water and Sanitation Agency (ANA).
        - <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecercerh/bitstream/ana/3015/1/TEXT0-7-EXPERIENCIA-Rio-Verde.pdf>
        - <https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua/projetos>
  - Minas Gerais
    - Project: “Recuperação e Preservação do Solo e Recursos Hídricos do Rio Capivari” (Recovery and Preservation of the Soil and Water Resources of the Capivari River)
      - 1-year partnership between the Bom Despacho city hall and the company Cooperativa de Crédito Credibom Ltda that “could be renovated”.
        - In the first year of the project they: built 80 small dams, enclosed 19 km of conservations areas, planted 8 thousand sprouts, and constructed elevation contour lines.
          - Year: 2020
          - <https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/acoes-no-estado-incentivam-praticas-de-conservacao-no-agro/>
          - <https://www.bomdespacho.mg.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Apresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
      - “Projeto Produtor de Água – Projeto Perobas” (Water Producer Project – Perobas Project)
        - Sub-(sub-)basin of Córrego Perobas of the sub-basin Upper São Francisco River

- Promotes the improvement of environmental quality by developing actions of soil and water conservation, recovery and protection of conservation areas, and revitalization of water supply and sanitation systems.
  - Do the above whilst implementing the Payment for Environmental Services (PSA) policy.
- <https://www.doresopolis.mg.gov.br/projeto-perobas>

### **Evaluation Criterion 5.2 – Remediation of Important Natural Habitats**

#### **Activity 5.3.a – Recovery of degraded areas, riparian forests, and river sources.**

Target 5.3: By 2025 implement and replicate pilot projects of recovery of degraded areas, riparian forests, and river sources.

**Indicator 1.** Number of new pilot projects of recovery of degraded areas, riparian forests, and river sources per year per State.

**Indicator 2.** Number of actions that replicate successful pilot projects in degraded areas, riparian forests, and river sources per year per State.

**Indicator 3.** Number of actions (creation or structuring) of CRAD [Centros de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas / Reference Centres for the Recovery of Degraded Areas] or homologous units per year.

**Indicator 4.** Number of revegetation or environmental recovery actions of riparian forests, river sources, hilltops, riverbanks, and aquifer recharge zones successfully carried out per year (whose new vegetation has held on for at least 5 years).

**Indicator 5.** Number of native seedlings produced a year considering the total amount of seed plots in the São Francisco River basin dedicated to revegetation.

#### **Updates 20169- 2021:**

##### **Indicators 1 to 5 (except 3)**

- **Alagoas**
  - Passo do Camaragibe has recovered 1.37 hectare of native vegetation after the shutdown of a mining facility. Such was done under the Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD / RPDA, Recovery Plan of Degraded Areas) of the State of Alagoas (2017 – 2020)

- <https://www.ima.al.gov.br/ima-monitora-recuperacao-de-areas-degradadas/>
  - 30 thousand native tree sprouts were planted in the Agreste and Sertão regions of the Lower São Francisco River basin. Activity was carried out by Codevasf (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco) and CRAD/UFAL (Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Baixo São Francisco) to heal degraded areas (2011 – 2017)
- <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/mais-de-30-mil-mudas-foram-plantadas-para-reflorestar-alagoas/>
  - Deal to recover an environmentally degraded area where a landfill once stood (now closed) in the municipality of Olho d'Águas das Flores was signed to comply with the PRAD (2018)
- <https://www.gazetaweb.com/noticias/interior/mpf-firma-acordo-para-recuperacao-de-area-degradada-no-sertao-de-alagoas/>
  - **Bahia**
    - “Floresta Legal” Project: aims to ensure environmental recovery activities are done legally and within standards.
      - <https://www.mpba.mp.br/projeto/floresta-legal>
    - Floresta+ Project: a ministry-led project that aims to incentivize financially or otherwise those whose role is to conserve and recover natural habitats.
      - <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2021/01/floresta-recupera-mata-nativa-em-bacia-hidrografica-na-bahia>
    - Arboretum Project: brings together a series of people and institutions to safeguard the forest biomes of Mata Atlântica. They preserve, restore, and valorize the biomes whilst using traditional and scientific knowledge.
      - <https://www.programaarboretum.eco.br/>
    - SEMA (Secretaria Estadual do Meio Ambiente / State Secretary of the Environment) published 6 documents with technical and pedagogical content under the Cerrado Project. The goal is to educate and aid those who are involved in activities of vegetation recovery and environmental revitalization. (2017)
      - <http://www.meioambiente.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=443>

- **Distrito Federal**

- “Mapping Degraded Areas and Phyto-physiognomies of Distrito Federal”. (2018 – 2019)
  - <http://www.ibram.df.gov.br/projeto-mapear-mapeamento-de-areas-degradadas-e-fitofisionomias-do-df/>
- “Recupera Cerrado” – Recover the Savannah (closest biome type in EN language): Writing of new legislation that established the legal, financial, institutional, and social conditions that were necessary to promote the rebuilding of the deforested and degraded regions so as to transform them into environments that are resilient (2016 – ongoing)
  - <http://www.sema.df.gov.br/recupera-cerrado/>
- **Goiás**
  - Reforestation effort by the company RECITEC, hired to aid another company with their compliance with PRAD (2017)
    - <https://www.recitecambiental.com.br/portfolio/detalhe/reflorestamento-plantio-de-mudas-nativas-execucao-de-prad-2>
- **Minas Gerais**
  - “Conexão Mata Atlântica” Project (Connecting the Atlantic Forest): municipalities, institutions, and individuals can apply, and the project will supply them with technical and material assistance to carry out the environmental recovery project outlined by the candidate. (Ongoing)
    - Carried out in the States of Minas Gerais, Rio de Janeiro, and São Paulo
    - <http://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/projeto-destina-recursos-para-proprietarios-rurais-de-minas-gerais>
    - <https://conexaomataatlantica.mctic.gov.br/cma/portal/>
  - “Projeto de Plantio e Recuperação de Nascentes e Áreas Degradadas – Plantando o Futuro” (Planting and Recovery Project of River Sources and Degraded Areas – Planting the Future) (2016 – 2018)
    - Project aims to: plant 30 million trees and recovering 40 thousand river sources, 6 thousand hectares of riparian forest, and 2 thousand hectares of degraded areas until 2018.
    - <http://static.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-lanca-projeto-para-recuperacao-de-nascentes-e-areas-degradadas>

- <http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-clipping/ler/7656/governo-lanca-projeto-para-recuperacao-de-nascentes-e-areas-degradadas>
  - Project to recover soil quality and vegetation cover near the municipality of Montes Claros. (2020 – ongoing)
  - Alongside the project looks to: install 500 rainwater accumulation basins, the construction of 35 km of local roads, the construction of 70 km of terraces in the elevation curves, and the recovery of 167 hectares of pastures.
  - <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/ministerio-do-meio-ambiente-investe-em-recuperacao-do-solo-no-norte-de-minas>
- **Pernambuco**
  - Programa de Recuperação de Áreas Degradadas do Projeto de Integração do Rio São Francisco [PISF] em Ibimirim (Program of Recovery of Degraded Areas, part of the Integration Project of the São Francisco River) (2019)
    - <https://portais.univasf.edu.br/noticias/nema-apresenta-programa-de-recuperacao-de-areas-degradadas-do-pisf-em-ibimirim-pe-a-representantes-do-governo-de-pernambuco>
      - Local government has released a statement where it claims it is accepting project proposals whose goals are to recovery forest areas and water sources and is willing to finance them.
      - <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2021/03/22/governo-de-pe-lanca-edital-para-financiar-projetos-de-recuperacao-florestal-de-areas-de-nascentes.ghtml>
        - Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA / Ecology and Environmental Monitoring Center) plants 44 thousand sprouts in the PISF and Ramal do Agreste regions in an attempt to recover the Caatinga biome. (2021)
          - 3.6 metric tons of seeds; intervention area of 518 hectares
          - <https://www.institutojurumi.org.br/2021/04/mais-mudas-para-recuperar-areas.html>
  - **Sergipe**
    - “Manejo do Uso Sustentável de Terras do Semiárido do Nordeste Brasileiro (Sergipe)” (Management of the Sustainable Use of Land in the Northeastern Brazilian Semiarid)
      - Municipalities of Canindé de São Francisco and Poço Redondo

- Goal: combat desertification
- <http://www4.planalto.gov.br/ods/noticias/recuperacao-de-areas-degradadas-em-sergipe-ajuda-no-combate-a-desertificacao>
  - Plan to recover a degraded subsidence area is launched (late 2020)
  - <https://antigo.incra.gov.br/pt/acordo-planeja-recuperar-area-degradada-em-assentamento-de-sergipe.html>

### Indicator 3

- Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Baixo São Francisco (CRAD/UFAL, Reference Centre for the Recovery of Degraded Areas of the Lower São Francisco River basin)
  - Projects: (<https://ufal.br/crad/start/frame/projetos.php>)
    - Study of the Potential use of Ouricuri Palm tree to produce biodiesel (2013).
    - PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica / Institutional Program of Initiation to Scientific Research)
      - “Nucleração na Restauração de Áreas Degradadas”, Ana. C.M.C. Santos
      - “Adequação da Metodologia do Teste de Tetrazólio para Avaliação da qualidade Fisiológica de Semestes de *Triplaris Brasiliensis*”, Yolanda M. Oliveira
      - “Aplicação do Teste de Tetrazólio em Semestes de *Bauhinia Forficata* Link”, Johnclecio D. Teixeira
      - “Avaliação da Germinação de Cinco Espécies da Flora da Caatinga Alagoana: Análise de Dados Primários e Secundários”, Dayane M. R. Silva
      - “Avaliação da Germinação e Estabelecimento de Plântulas de Cinco Espécies da Flora da Caatinga Alagoana sob Condições de Telado”, Renato N. Costa
      - “Análise Anato-morfológica de Sementes de Cinco Espécies da Flora da Caatinga Alagoana”, Jânia C. C. Santos
      - “Biometria da Germinação e Estabelecimento de Plântulas de Cinco Espécies da Flora da Caatinga Alagoana sob Condições de Telado”, Carlos H. Silva”
  - Actions: (<https://ufal.br/crad/start/frame/acoes.php>)
    - All actions carried out refer to the years 2009 to 2012.

- Centro de Referência para Recuperação de Áreas Degradadas da Caatinga (CRAD/UNIVASF, Reference Centre for the Recovery of Degraded Areas of the Caatinga Region)
  - Projects: (<https://crad.univasf.edu.br/index.php?pagina=projetos>)
  - “Perturbação Antrópica, Invasão Biológica e Biologia Reprodutiva no Parque Nacional de Catimbau” (2012 – 2014)
  - Events: (<https://crad.univasf.edu.br/index.php?pagina=page12>)
  - Last events were in 2012.
- Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas do Médio São Francisco (CRAD/UNB, Reference Centre for the Preservation of Nature and the Recovery of Degraded Areas of the Middle São Francisco River basin)
  - Inaugurated in 2012: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2007/com-apoio-da-codevasf-centro-para-recuperacao-de-areas-degradadas-e-implantado-na-unb>.
  - Site appears under construction: <http://www.crad.unb.br/>.
  - No activities or actions to show.
- Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Alto São Francisco (CRAD/UFLA, Reference Centre for the Recovery of Degraded Areas of the Upper São Francisco River basin)
  - Inaugurated in 2008: <https://www.ufla.br/dcom/2008/04/14/inauguracao-do-centro-de-referencia-em-recuperacao-de-areas-degradadas-cr-ad-do-alto-sao-francisco/>.
  - No other information found.
- Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas do Sub-médio São Francisco (CRAD/UNIVASF, Reference Centre for the Recovery of Degraded Areas of the Sub-Middle São Francisco River basin)
  - No information found.
- Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas de Barreiras (CRAD/UFOB, Reference Centre for the Recovery of Degraded Areas of Barreiras)
  - Inaugurated in 2018: <https://falabarreiras.com/sem-categoria/ufob-inaugura-sede-do-centro-de-referencia-em-recuperacao-de-areas-degradadas/>.

- No other information found.
- Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas de Montes Carlos
  - Inaugurated in 2014: <https://unimontes.br/centro-de-referencia-em-recuperacao-de-areas-degradadas-sera-inaugurado-nesta-sexta/>.
  - No other information found.

### **Evaluation Criterium 5.3 – Creation of a Green Network**

#### **Activity 5.2.a – Creation of a “green network”.**

Target 5.2: By 2025 outline a “green network” on the São Francisco River basin that includes conservation areas and ecological corridors.

**Indicator 1.** Area (in hectares) of the “important areas for conservation” identified in the Economic-Ecological Macro-zoning Diagnostic [Diagnóstico do Macrozoneamento Económico-Ecológico] that were targeted for assessment of their condition (in 2018, 2020, 2022, and 2025).

**Indicator B.** Number of municipalities that outlined their APP (in 2018, 2020, 2022, and 2025).

**Indicator B.** Number of green corridors clearly outlined.

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

- **Alagoas**
  - APA Piaçabuçu [Federal] [Domínio Mata Atlântica] (9 107 ha)
    - Management plan (2010): [http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano\\_manejo/apadepiacabucu.pdf](http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/apadepiacabucu.pdf).
    - No recent assessments have been found.
  - APA Marituba do Peixe [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (10 900 ha)
    - Management plan (2006): [http://ima.al.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/Plano\\_de\\_Manejo\\_APA\\_Marituba\\_do\\_Peixe.pdf](http://ima.al.gov.br/wp-content/uploads/2015/03/Plano_de_Manejo_APA_Marituba_do_Peixe.pdf).
    - No recent assessments have been found.



- **Bahia**
  - APA Serra Branca / Raso da Catarina [Estadual] [Outros] (67 000 ha)
    - Created in 2001: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/serra-branca-raso-da-catarina/>
    - There is no management plan (Master's Thesis confirms this: <http://www.planterr.uefs.br/arquivos/File/TCC2018/ADRIANO.pdf>, Chapter 2.4, page 27).
    - Recent assessment on deforestation (2017): <http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/2533>.
    - Recent assessment on local flora (2020): <https://periodicos.ufsb.edu.br/index.php/paubrasilia/article/view/30>.
  - APA Ararinha Azul [Federal] [Outros] (90 661 ha)
    - Created in 2018: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/9673-ararinhas-azuis-ganham-unidades-de-conservacao>.
    - Management plan not found. Supposedly under development.
    - No recent assessments have been found.
  - APA Boqueirão de Onça [Federal] [Outros] (505 692 ha)
    - Created in 2018: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10272-boqueirao-da-onca-refugio-para-26-especies-de-mamiferos>.
    - Management plan not found. Supposedly under development.
    - No recent assessments have been found.
  - APA Lago do Sobradinho [Estadual] [Outros] (1 018 000 ha)
    - Created in 2006: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-lago-do-sobradinho/>.
    - Management plan not found.
    - Recent assessment on land cover and conflicts (2018): <https://periodicos.ufpe.br/revistas/jhrs/article/view/237481> (“Identificação de Conflitos de Uso e Cobertura da Terra na Área de Proteção Ambiental – APA do Lago de Sobradinho, Bahia”, Saulo M. dos Santos, et al. (2018))
  - APA Gruta dos Brejões / Vereda do Romão Gramacho [Estadual] [Outros] (11 900 ha)
    - Created in 1985, zoned in 2002: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-gruta-dos-brejoes-vereda-do-romao-gramacho/>.

- Management plan not found.
- Recent assessment on adverse environmental impacts (2017): <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/18074> (“Adverse environmental impacts assessment in the Environmental Protection Area of Gruta dos Brejões / Vereda do Romão Gramacho in the state of Bahia”, Elton F. da Silva, Bachelor’s Thesis (2017))
  - APA Dunas e Veredas do Baixo-Médio São Francisco [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (1 085 000 ha)
    - Created in 1997: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-dunas-e-veredas-do-baixo-medio-sao-francisco/>.
    - Management plan not found.
    - No recent assessments found.
  - APA Lagoa Itaparica [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (78 450 ha)
    - Created in 1997: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-lagoa-de-itaparica/>.
    - Management plan not found.
    - No recent assessments found.
  - APA Marimbus / Iraquara [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (125 400 ha)
    - Created in 1993, zoned in 1997: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-marimbus-iraquara/>.
    - Management plan (1997): [http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/files/PM\\_de\\_Marimbus.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/files/PM_de_Marimbus.pdf).
    - Recent assessment on biodiversity (2019): [http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:SduAvyTH0FYJ:scholar.google.com/+apa+marimbus+iraquara&hl=pt-PT&as\\_sdt=0,5&as\\_ylo=2017](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:SduAvyTH0FYJ:scholar.google.com/+apa+marimbus+iraquara&hl=pt-PT&as_sdt=0,5&as_ylo=2017).
  - APA Serra do Barbado [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (63 652 ha)
    - Created in 1993, zoned in 2002: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/serra-do-barbado/>.
    - Management plan not found.
    - Recent assessment on fire risk and media coverage (2020): <https://www.revistas.uneb.br/index.php/garimpus/article/view/4393> (“Mídia e Incêndios Florestais na Chapada Diamantina”

- **Distrito Federal**
  - APA Cafuringa [Estadual] [Outros] (46 510 ha)
    - Created in 1988, zoned in 2003: <http://www.ibram.df.gov.br/area-de-protecao-ambiental-de-cafuringa/>.
    - Recent assessment on environmental impacts from the expansion of mining activities (2018): <https://bdm.unb.br/handle/10483/20885> (“Avaliação de Impactos Ambientais Causados pela Expansão da Exploração Mineral na Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem – Área de Proteção Ambiental de Cafuringa – DF”, Letícia F. Borges, Bachelor’s Thesis (2018))
    - Recent assessment on the community agroecological transition in a network of eco-villages (2020): <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/3536> (“Transição Agroecológica Comunitária na Rede de Ecovilas da Cafuringa, no Distrito Federal”, Antonio A. N. Júnior, et al. (2020))
    - APA Bacia do Rio Descoberto [Federal] [Outros] (32 100 ha)
      - Management plan (2014): [http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2016/03/08/16\\_14\\_49\\_247\\_apa\\_bacia\\_do\\_ri\\_o\\_descoberto\\_pm\\_encartes\\_12\\_e\\_3.pdf](http://www.mpggo.mp.br/portal/arquivos/2016/03/08/16_14_49_247_apa_bacia_do_ri_o_descoberto_pm_encartes_12_e_3.pdf).
      - Recent assessment on soil use, erosion, and vegetation (2019): <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34426> (“Land Use and Land Cover Changes, Soil Erosion and Vegetation Fragmentation in the Rio Descoberto Basin in Distrito Federal and Goiás”, Ivo I. L. Teixeira, Master’s Thesis (2019))
      - Recent assessment on toxic substances (2020): <https://repositorio.unb.br/handle/10482/38997> (“Avaliação de Espécies Químicas Potencialmente Tóxicas na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Descoberto, Brasília / Distrito Federal – Brasil”, Joelma F. Portela, Doctoral Thesis (2020))
      - APA Lago Paranoá [Estadual] [Outros] (16 000 ha)
        - Created in 1989, zoned in 2012: <http://www.ibram.df.gov.br/apa-do-lago-paranoa/>.
        - Management plan (2011): <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/Plano-de-Manejo-APALP-versao-compactada.pdf>.
        - Recent assessment on inadequate sewage systems (2017): <https://bdm.unb.br/handle/10483/16538> (“O Descarte Inadequado de Resíduos na

Orla do Lago Paranoá: A Necessidade de uma Educação Ambiental Crítica”, Nathalia C. Rodrigues, Bachelor’s Thesis (2017))

- APA Bacia do Rio São Bartolomeu [Federal] [Outros] (84 100 ha)
- Created in 1983; management plan under construction: <http://www.ibram.df.gov.br/apa-do-sao-bartolomeu/>.

- Recent assessment on economical analysis of the environmental zoning of this APA (2018): <https://repositorio.unb.br/handle/10482/31002> (“Análise Econômica do Zoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São Bartolomeu – Distrito Federal / Brasil”, Paulo R. M. A. Filho (2018))

- APA Bacias do Gama e Cabeça-do-Veado [Estadual] [Outros] (25 000 ha)

- Created in 1986: <http://www.ibram.df.gov.br/apa-gama-e-cabeca-de-veado/>.

- Recent assessment on soil uses (2019): <https://bdm.unb.br/handle/10483/22164> (“Efeitos de Diferentes Cenários de Uso do Solo Sobre o Regime Hídricos na Bacia do Ribeirão do Gama – DF”, Raina S. Ferreira (2019))

- APA Planalto Central [Federal] [Outros] (504 160 ha)

- Created in 2002: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10802-apa-do-planalto-central-completa-18-anos-de-criacao>.

- Recent assessment on the fauna (2019): <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/10504-apa-planalto-central-pesquisa-sobre-grandes-mamiferos>.

- **Goiás:** The relevant APA’s are covered in neighboring states.

- **Minas Gerais**

- APA Águas Vertentes [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (76 310 ha)

- Created in 1998: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).

- Recent assessment on management tools and tourism (2018): <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1154/115459330007/115459330007.pdf> (“Águas Vertentes Environmental Protected Area: Management Tools and Tourist Potential”, Raquel F. Scalco & Daniella E. de Souza (2018))

- APA Morro da Pedreira [Federal] [Domínio Mata Atlântica] (66 200 ha)
  - Management plan (2009): <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/planos-manejo/971-plano-de-manejo-parque-nacional-da-serra-do-cipo-e-area-de-protecao-ambiental-morro-da-pedreira-encarte-1-e-2>.
  - No recent assessments found.
- APA Carste de Lagoa Santa [Federal] [Domínio Mata Atlântica] (35 600 ha)
  - Environmental zoning (1998): <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/10191>
  - Recent assessment on soil characteristics (2020): <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/25236>.
  - Recent assessment on aquifers (2019): <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29148> (“Análise dos Fluxos nos Aquíferos Cárstico-Fissurais da Região da APA Carste de Lagoa Santa, MG”, Carolina G. Ribeiro, et al. (2019))
- APA Fazenda Capitão Eduardo [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (260 ha)
  - APA Vargem das Flores [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (12 263 ha)
    - Created in 2006: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).
    - Recent assessment of wastewater systems (2018): <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/140604> (“Recolhimento de Esgoto na Área de Proteção Ambiental Vargem das Flores / MG”, Andre L. V. Santos, et al. (2018))
  - APA Sul RMBH [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (163 000 ha)
    - Created in 1994: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/140604>.
    - No recent assessments found.
  - APA Cachoeira das Andorinhas [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (18 700 ha)
    - Created in 1989: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf)

- No recent assessments found.
- APA Semiárido Menor de Mariana [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (285 ha)
  - Created in 1984:  
[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).
- No recent assessments found.
- APA Serra de São José [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (4 758 ha)
  - Created in 1990:  
[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).
  - Recent assessment on species protection (2020): <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/37383> (“Conflitos entre Usos e Proteção de Espécies Vegetais nas Unidades de Conservação da Serra de São José, Minas Gerais”, Jorge S. J. Wanderley, et al. (2020))
  - Recent assessment on environmental impacts (2020): <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7283559> (“Impactos Ambientais na Vertente Oeste da Serra de São José, Rio Grande do Norte, Brasil”, José I. Chaves, et al. (2020))
  - APA Lagedão [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (12 000 ha)
    - Created in 1998:  
[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).
  - No recent assessments found.
  - APA Cavernas do Peruaçu [Federal] [Domínio Mata Atlântica] (143 866 ha)
    - No recent assessments found.
    - APA Cochá e Gibão [Estadual] [Outros] (296 423 ha)
      - Created in 2004:  
[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sutentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sutentavel/APAS_atualizado.pdf).
    - No recent assessments found.
    - APA Rio Pandeiros [Estadual] [Outros] (210 000 ha)

- Created in 1995:

[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sustentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sustentavel/APAS_atualizado.pdf).

- Recent assessment on the impacts on human settlements (2018):

[https://congressods.com.br/sexta/anais\\_sexta/ARTIGOS\\_GT08/A%20INFLUENCIA%20DA%20CRIACAO%20DE%20UNIDADES%20DE%20CONSERVACAO%20E%20DA%20POBREZA%20NOS%20HABITOS%20ALIMENTARES,%20CONDICOES%20DE%20VIDA.pdf](https://congressods.com.br/sexta/anais_sexta/ARTIGOS_GT08/A%20INFLUENCIA%20DA%20CRIACAO%20DE%20UNIDADES%20DE%20CONSERVACAO%20E%20DA%20POBREZA%20NOS%20HABITOS%20ALIMENTARES,%20CONDICOES%20DE%20VIDA.pdf) (“A Influência da Criação de Unidades de Conservação e da Pobreza nas Condições de Vida e Saúde de Veredeiros Residentes na APA do Rio Pandeiros – MG”, Daniella S. Mendonça, et al. (2018))

- Recent assessment on surface temperatures based on soil occupations

(2018): “Geotecnologias Aplicadas a Estimativa da Temperatura de Superfície em Diferentes Usos e Ocupações do Solo na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros – Minas Gerais”, Marcos E. Leite, et al. (2018)

- APA Serra do Sabonetal [Estadual] [Domínio Mata Atlântica] (82 500 ha)

- Created in 1998:

[http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso\\_sustentavel/APAS\\_atualizado.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2019/UCs/TABELAS/uso_sustentavel/APAS_atualizado.pdf).

- No recent assessments found.

- **Pernambuco**

- APA Chapada do Araripe [Federal] [Outros] (1 063 000 ha)

– Recent assessment on the influence of farming practices on the vegetation cover (2020): “Influência da Indústria do Gesso e da Agropecuária na Dinâmica da Cobertura Vegetal no Polo Gesseiro do Araripe”, Daniel J. S. Lima, et al. (2020)

- **Sergipe:** there are no APA’s within the limits of the São Francisco River basin.

Information on the existing APA [Áreas de Proteção Ambiental / Environmental Protection Areas (EPA)] and other Conservation Units can be found in: <https://uc.socioambiental.org/pt-br>

Information on the Conservation Units of the Lower São Francisco River area can be found in: <https://canoadetolda.org.br/o-baixo-sao-francisco/unidades-de-conservacao/>

## Indicator 2

Of the 85 municipalities (out of 505) analyzed, 19 showed evidence (whether in governmental sources or otherwise) they had APPs (Áreas de Preservação Permanente) outlined.

- Araçai (Minas Gerais):

<https://coresab.com.br/wp-content/uploads/2019/08/P2-Aracai.pdf>

- Arcos (Minas Gerais): <https://bit.ly/3jNWSYI>

- Arinos (Minas Gerais):

[http://arinos.mg.gov.br/web/conteudo/anexos/pmsb\\_\\_de\\_arinos-mg.pdf](http://arinos.mg.gov.br/web/conteudo/anexos/pmsb__de_arinos-mg.pdf)

- Bom Despacho (Minas Gerais): <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/03/PRODUTO-2-BOMDESPACHO.pdf>

- Capim Branco (Minas Gerais): <http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/Produto-7-Capim-Branco.pdf>

- Contagem (Minas Gerais):

<http://www.contagem.mg.gov.br/?legislacao=459225>

- Cordisburgo (Minas Gerais):

<https://cbhvelhas.org.br/wp-content/uploads/2018/12/P2-CORDISBURGO-20-04-2015-Vers%C3%A3o-Final.pdf>

- Corinto (Minas Gerais):

[https://coresab.com.br/wp-content/uploads/2019/08/P8\\_Corinto.pdf](https://coresab.com.br/wp-content/uploads/2019/08/P8_Corinto.pdf)

- Córrego Danta (Minas Gerais)

[http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/consultaintervencao/uploads/052021/7069\\_9EW4rt7XN\\_JMA9Otx\\_eS.pdf](http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/consultaintervencao/uploads/052021/7069_9EW4rt7XN_JMA9Otx_eS.pdf)

- Córrego Fundo (Minas Gerais):

<https://corregofundo.mg.gov.br/2018/03/26/dia-mundial-da-agua-e-celebrado-em-corrego-fundo/>

- Cristalina (Goiás): <https://leismunicipais.com.br/a/go/c/cristalina/lei-complementar/2010/2/18/lei-complementar-n-18-2010-dispoe-sobre-o-codigo-ambiental-de-cristalina-estado-de-goias-e-da-outras-providencias>

- Cristiano Otoni (Minas Gerais): <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/2634-nove-nascentes-sao-cercadas-pelo-ief-na-regiao-de-cristiano-otoni>

- Curvelo (Minas Gerais):

<http://curvelo.mg.gov.br/site/wp-content/uploads/2017/08/148-P6-SINTESE-LEITURAS-R12-170721-2.pdf>



- Desterro de Entre Rios (Minas Gerais):  
<http://www.jornalcorreiodacidade.com.br/noticias/17572-desterro-de-entre-rios-area-de-preservacao-permanente-e-desmatada-e-autor-e-autuado-em-quase-15-mil->
- Engenheiro Navarro (Minas Gerais):  
[https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb\\_dl=1970](https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=1970)
- Esmeraldas (Minas Gerais): <https://bit.ly/3yt4V17>
- Formiga (Minas Gerais):  
[https://www.formiga.mg.gov.br/arquivos/recursos\\_humanos/versopreliminaradopiano\\_municipaldesaneamentobsicovolumei.pdf](https://www.formiga.mg.gov.br/arquivos/recursos_humanos/versopreliminaradopiano_municipaldesaneamentobsicovolumei.pdf)
- Formoso (Minas Gerais):  
<https://www.campograndenews.com.br/meio-ambiente/margens-do-rio-formoso-podem-se-tornar-areas-de-preservacao-permanente>
- Francisco Dumont (Minas Gerais):  
[https://franciscodumont.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com\\_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=74&id=776&Itemid=1000000000000](https://franciscodumont.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=74&id=776&Itemid=1000000000000)

### Indicator 3

- Project: Green Corridor of the Jalapão Region
  - Encompasses municipalities in the States of Bahia, Maranhão, Piauí, and Tocantis, and a part of it is within the São Francisco River Basin
    - <https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/corredor-2/localizacao.html>
  - Green Corridor of Caatinga
    - <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/4472>
  - Green Corridor that connects “Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda” and “Estação Ecológica Estadual Arêdes”
    - Still a proposal
      - <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/2741-acoes-de-combate-ao-desmatamento-em-minas-gerais-sao-apresentadas-em-reuniao-da-cpb>

## 7. CDF 6 – LAND USE AND DAM SAFETY

### Evaluation Criterium 6.1 – Planning Water Resources and Land Uses at Regional and Municipal Levels

#### **Activity VI.1.a – Support to municipalities for sustainable management of land and environment**

Target VI.1: By 2025, improve the coordination between water resources and land use policies

**Indicator 1.** Number of municipalities participating in technical support meetings of the São Francisco River Hydrographic Basin Committee/Water Agency (or delegating entity)

**Indicator 2.** Number of municipal master plans articulated with the PBH-SF 2016-2025

**Indicator 3.** Number of actions to support municipalities in their search for financing for sanitation actions

**Indicator 4.** Number of hydro-environmental projects proposed by municipalities

#### **Updates 2016- 2021:**

##### **Indicator 1**

- Management Report of the São Francisco River Basin Committee (2016-2020) – Technical chamber meetings:
  - 2016: one meeting of FIENPE (Forum of Teaching and Research Institutions of the São Francisco River Basin)
  - 2017: 5 (CTIL - Institutional and Legal Technical Chamber), 7 (CTPPP - Technical Chamber of Plans, Programs and Projects), 4 (CTOC - Technical Chamber of Granting and Charging), 1 (CTCT - Technical Chamber of Traditional Communities), 1 (CTAI - Institutional Articulation Technical Chamber), 1 (FIENPE)
  - 2018: 4 (CTIL), 4 (CTPPP), 3 (CTOC), 1 (CTCT), 3 (CTAI), 4 (GACG - Management Contract Follow-up Group)
  - 2019: 6 (CITIL), 6 (CTPPP), 1 (CTOC), 2 (CTCT), 2 (CTAS - Groundwater Technical Chamber), 6 (GACG), 2 (FIENPE)
  - 2020: 4(CTIL), 2(CTPPP), 1(CTOC), 2(CTAS), 4 (FIENPE)

- Consulting CBHSF’s website, using the keywords “apoio técnico”, “encontro”, oficina”, “seminário”, “workshop” and “capacitação.”
  - 2016
    - IV Indigenous Peoples' Seminar. More than 200 participants. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/povos-indigenas-debatem-demandas-em-seminario/>)
    - II Quilombola Seminar. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/seminario-quilombola-comeca-em-penedo/>)
  - 2017
    - IV Meeting of the São Francisco affluents committees will discuss water scarcity. 9 participating committees, and specialists from the National Water Agency. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/encontro-dos-comites-afluentas-do-sao-francisco-discutira-a-escassez-hidrica/>)
    - Sectorial workshops on municipal sanitation plans - happened in about 4 municipalities.
    - Producers from the Alto São Francisco participate in workshops about small dams construction. 1 municipality. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/produtores-do-alto-sao-francisco-participam-de-oficinas-sobre-barraginhas/>)
    - 1st Training and Environmental Education Workshop of the Project of Hydro-environmental Recovery in the Ribeirão São Pedro watershed. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/evento/1a-oficina-de-capacitacao-e-educacao-ambiental-do-projeto-de-recuperacao-hidroambiental-na-microbacia-do-ribeirao-sao-pedro/>)
    - Four municipalities in the Upper São Francisco received training on Municipal Sanitation Plans. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/quatro-municipios-do-alto-sao-francisco-recebem-capacitacao-sobre-planos-municipais-de-saneamento-basico/>)
    - CBHSF concludes training and environmental education course in Jacobina. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/destaques-capa/cbhsf-conclui-em-jacobina-curso-de-capacitacao-e-educacao-ambiental/>)
  - 2018

- Committee holds workshop to discuss water quality monitoring (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/comite-realiza-oficina-para-discutir-monitoramento-da-qualidade-da-agua/>)
- Workshop for the Improvement of the Surface Water Monitoring Network in the Lower São Francisco River Region. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/evento/oficina-de-aprimoramento-da-rede-de-monitoramento-de-aguas-superficiais-na-regiao-do-baixo-sao-francisco/>)
- 1st Seminar - Water for All: in defense of the Paracatu River (<https://cbhsaofrancisco.org.br/evento/1o-seminario-agua-para-todos-em-defesa-do-rio-paracatu/>).
- CBHSF) promoted a course on conflict mediation with a socio-environmental emphasis. Participants: members of the Institutional and Legal Technical Chamber, Regional Consultative Chambers (CCRs), Affluent Committees and the Peixe Vivo Agency. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-promove-curso-de-mediacao-de-conflitos/>).
  - 2019
  - São Francisco River Basin Committee holds seminar on Dam Safety, in Brasília. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/comite-da-bacia-do-rio-sao-francisco-realiza-seminario-sobre-seguranca-de-barragens-em-brasilia/>)
  - CBHSF holds Semi-Arid Water Sustainability Workshop in Petrolina. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-realizara-em-petrolina-oficina-de-sustentabilidade-hidrica-do-semiarido/>)
  - FPI/SE holds environmental education workshops to guide managers on UN Agenda 2030 actions. 10 municipalities. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/fpi-se-realiza-oficinas-de-educacao-ambiental-para-orientar-gestores-sobre-acoes-da-agenda-2030-da-onu/>)
  - CBHSF members participate, in Salvador, in a workshop on the application of water governance indicators. (<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/membros-do-cbhsf-participam-em-salvador-de-oficina-sobre-aplicacao-de-indicadores-de-governanca-das-aguas/>)
    - 2020 (no information found).
    - 2021

– Sectorial workshops on municipal sanitation plans. Happened in about 31 municipalities

– Working groups for the elaboration of PMSB in the Sub-medium São Francisco region participate in training. 5 municipalities.

(<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/em-fase-de-diagnostico-do-pmsb-membros-do-gt-de-dormentes-recebem-capacitacao/>)

- Management Report AGB Peixe Vivo (2020):
  - The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0,1 M (for 2020) in technical-institutional support for the implementation of dam safety policies and management of multiple use reservoirs. Not executed.

- The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0,1 M in technical-institutional implementation of land use policies in the municipalities. Not executed.

- Management Report AGB Peixe Vivo (2019):
  - The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0,1 M (for 2019). No information about how much were effectively allocated to technical-institutional support for the implementation of dam safety policies and management of multiple use reservoirs.

- The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0,1 M (for 2019). No information about how much were allocated to technical-institutional support for the implementation of land use policies in the municipalities.

- Management Report AGB Peixe Vivo (2018):
  - The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0 (for 2018) to technical-institutional support for the implementation of dam safety policies and management of multiple use reservoirs.

- The multi-annual plan foresaw the application of R\$ 0 (for 2018) to technical-institutional support for the implementation of land use policies in the municipalities of the basin.

## **Indicator 2**

- Municipalities that are members of the Basin Committee: (<https://cbhsaofrancisco.org.br/o-cbhsf/composicao/membros-do-cbhsf/>)

- Correntina (BA) – no information found

- Igaporã (BA) – no information found

- Itaúna (MG) - Municipal master plan revision in 2018

- [https://www.itauna.mg.gov.br/arquivos/12823\\_PLANO%20DIRETOR%20DO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20ITA%C3%9ANA.pdf](https://www.itauna.mg.gov.br/arquivos/12823_PLANO%20DIRETOR%20DO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20ITA%C3%9ANA.pdf)
- Pompéu (MG) – no information found
- Juazeiro (BA) – no information found
- Abaré (BA) – no information found
- Lagoa da Prata (MG) – Municipal master plan for 2017-2026
- [https://sapl.lagoadaprata.mg.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/4234/4234\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.lagoadaprata.mg.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2017/4234/4234_texto_integral.pdf)
- Patos de Minas (MG) – Municipal master plan revision in 2017
- <http://patosdeminas.mg.gov.br/home/acoes-de-revisao-do-plano-diretor-participativo-de-patos-de-minas-continuam/29/10/2020/>
- Penedo (AL) – Municipal Master Plan 2007
- <https://drive.google.com/file/d/0By9VK2RcwLYdZDRmZmdnbWJxWms/view?resourcekey=0-zJwxapPnkNGRzEkOzD-IUg>
- Pão de Açúcar (AL) – no information found
- Propriá (SE) – municipal master plan 2013
- Law nº 649, 2013
- Pacatuba (SE) – no information found
- Serra Talhada (PE) – municipal master plan 2007
- <http://api.serratalhada.pe.gov.br/wp-content/uploads/2017/01/Lei-Complementar-n%C2%BA-052.2007-PLANO-DIRETOR-PARTICIPATIVO.pdf>
- Terra Nova (PE) – no information found
- Três Marias (MG) – Municipal Master Plan 2008
- [https://www.tresmarias.mg.gov.br/abrir\\_arquivo.aspx/Lei\\_Complementar\\_1\\_2008?cdLocal=5&arquivo={C02CDBD4-53DA-60D8-AD6B4DD3B484EECC}.pdf](https://www.tresmarias.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Lei_Complementar_1_2008?cdLocal=5&arquivo={C02CDBD4-53DA-60D8-AD6B4DD3B484EECC}.pdf)
- Tiros (MG) – No information found.
- Therefore, the municipalities that might have their master plan articulated with the PBH SF (2016-2025) are: Itaúna, Lagoa da Prata and Patos de Minas.

### Indicator 3

- Management Report of the São Francisco River Basin Committee (2016-2020)

- Between 2016 and 2020: 54 PMSB (Municipal Sanitation Plans) financed by São Francisco River Basin Committee (R\$ 8,179 M).
- 48 plans in elaboration (2020)
- CBHSF (2016): Resolution DIREC/CBHSF nº 42 of 27 of January, 2016: authorization of the selection of municipalities by AGB Peixe Vivo for the elaboration of the Municipal Sanitation Plans. Result: 42 plans were contracted in 2017.
  - [https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb\\_dl=2112](https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=2112)
  - CBHSF (2018): Resolution DIREC/CBHSF Nº 66 – public call for projects
  - [https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb\\_dl=2629](https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/2017/?wpfb_dl=2629)
  - CBHSF (2019): Public call - Resolution DIREC/CBHSF nº 74 of 2, 2019: authorized the selection of 40 municipalities by AGB Peixe for the elaboration of their Municipal Sanitation Plan.
    - Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/cbhsf-abre-chamamento-publico-para-elaboracao-de-pmsb/>
      - CBHSF (2020): no information found
      - CBHSF (2021): Public call of CBHSF for the elaboration of projects of collective sewage systems
    - Selected municipalities: Pompéu (MG), Xique-Xique (BA), Chorrochó (BA), Traipu (AL).
    - <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/confira-o-procedimento-de-manifestacao-para-elaboracao-de-projetos-de-esgotamento-sanitario-em-municipios-da-bacia-do-rio-sao-francisco/>
      - Management Report AGB Peixe Vivo (2017)
    - Pluriannual Plan of Applications (2016-2018): allocation of R\$ 3 M to the elaboration of Municipal Sanitation Plans and R\$ 1.5 M to the elaboration of water distribution systems projects.
      - Management Report AGB Peixe Vivo (2019)
    - Pluriannual Plan of application (2018-2020)
    - R\$ 2,25 M foresaw to the elaboration of sanitation plans and projects in 2019
      - R\$ 1,783 M effectively allocated to the elaboration of Municipal Sanitation Plans.
    - Resolution DIREC/CBHSF nº 86 of 18 of June, 2019: inclusion of more 8 municipalities for the elaboration of Municipal Sanitation Plans.

- Velhas River CBH:
  - Public call for projects deliberation nº 01/2015: studies, projects and constructions aiming at rationalizing the use and improving the qualitative and quantitative aspects of water resources: 9 sanitation projects suggested.
    - Available:  
[https://issuu.com/cbhriodasvelhas/docs/revista\\_3\\_2016\\_02\\_29\\_issuu](https://issuu.com/cbhriodasvelhas/docs/revista_3_2016_02_29_issuu)
    - Public call 2017 for projects (07/02)
      - Source: <https://cbhvelhas.org.br/noticias/chamamento-publico-selecionara-projetos-para-a-bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas/>
  - Verde Grande CBH: no information found
  - SUDENE (2020): resources for projects of sustainable development and land use planning. Hydric infrastructure and sanitation projects are foreseen.
    - Source: <https://abm.org.br/sudene-disponibiliza-recursos-para-projetos-de-ordenamento-territorial-e-desenvolvimento-sustentavel/>

#### **Indicator 4**

- Management Report of the São Francisco River Basin Committee (2016-2020)
  - Hydro-environmental projects requalification projects concluded between 2017 and 2019
    - Upper São Francisco Region: Confusão Stream Basin (São Gotardo, MG), Pasto dos Bois Stream Basin (Uruana de Minas, MG), Pardo River Basin (Chapada Gaúcha, MG), Ribeirão de São Pedro Basin (São Sebastião do Oeste, MG)
    - Medium São Francisco Region: White River Basin (Barreiras, BA), Tinguis Creek Basin (Macaúbas, BA), Caldeirão Creek Basin (Igaporã, BA).
    - Sub-medium São Francisco region: Black River Basin (Mirangaba, BA), Veredas Caatinga River Basin (Jacobina, BA), Pajeú River Basin (Serra Talhada, PE)
    - Lower São Francisco Region: Curitiba River Basin (Canindé do São Francisco, SE), Boacica River Basin (Feira Grande, AL), Perucaba River Basin (Penedo, AL), Betume River Springs (Pacatuba, SE), Piauí River lower and Middle regions (Coruípe and surroundings)
  - Hydro-environmental projects requalification projects ongoing in 2020:



- Upper São Francisco region: Waste lagoon and Bagre Stream (Felixlândia, MG), Pasto dos Bois Creek (multiple municipalities, MG), Pedras Creek (multiple municipalities, MG), Ribeirão Extrema Grande basin (Três Marias, MG), Confusão Stream (São Gotardo, MG)
  - Medium São Francisco Region: Milagres River (Barra dos Mendes, BA),
  - Sub-medium São Francisco Region: Upper Ipaneama Basin (Pesqueira, PE), Mocambo Creek micro-basin and affluents (Curaçá, BA).
    - 2021: ongoing
  - Medium São Francisco Region: Springs of Feijão River (Mulungu do Morro, BA)
    - Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/noticias/projeto-hidroambiental-de-recuperacao-de-nascente-em-mulungu-do-morro-ba-avanca-com-a-entrega-do-termo-de-referencia/>
  - Upper São Francisco Region: Novilha Brava Creek (Pompéu, MG)
    - Source: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/projeto-de-requalificacao-ambiental-do-corrego-novilha-brava-e-apresentado-para-a-comunidade-em-webinario/>
  - AGB Peixe Vivo Management Report (2017)
  - Medium São Francisco Region: Santa Rita Stream (Bom Jesus da Lapa, BA) - 2016
    - Sub-medium São Francisco Region: Moxotó River Basin (Ibimirim, PE) – 2016/2017
    - AGB Peixe Vivo Management Report (2019)
    - Upper São Francisco Region: Rocks Stream (Bonfinópolis de Minas, MG) - ongoing
    - AGB Peixe Vivo Management Report (2020)
    - Mapping of the hydro-environmental projects done in the SF basin (p. 66-67).
    - [https://issuu.com/cbhriodasvelhas/docs/livro\\_relatorio\\_apv\\_21x28\\_issuu](https://issuu.com/cbhriodasvelhas/docs/livro_relatorio_apv_21x28_issuu)
    - Verde Grande Hydrographic Basin Committee

- Project: “Águas do Verde Grande” (Verde Grande Waters). Objective: implement actions towards the hydro-environmental improvement of priority areas in the basin.
- Local: Juramento River sub-basin, Verde Grande River basin
- Hydro-Environmental improvement services to carry out the diagnosis of the quality and availability of water and actions to promote sustainable agriculture with an agro-ecological (Sabará, MG)
  - Velhas river CBH: Revitalize Program
- Velhas river CBH, COPASA, city halls of the municipalities of the basin (51 municipalities), Espinhaço Institute, Minas Gerais State Government (through SEMAD)
  - Up to 2020 were invested R\$ 50 M in the program
  - Source: <https://cbhvelhas.org.br/programarevitaliza/o-programa/>
  - Salitre River CBH: 2018 - Salitre river basin (Morro do Chapéu, BA)
  - Minas Gerais’s affluents of the middle São Francisco CBH, Surroundings of the dam Três Maria CBH, Pará River CBH, Paracatu River CBH, Paraopeba CBH, Urucuia CBH, Upper São Francisco’s affluents CBH, Jequitaí e Pacuí river, Corente River CBH, Grande River CBH, Paramirim and Santo Onofre rivers CBH, Verde and Jacaré rivers CBH, Sobradinho Lake CBH, Pajeú River CBH, Piauí river CBH (no information found)

### **Evaluation Criterium 6.2 – Dam Safety**

#### **VI.2.a. Activity – Support to the implementation of the dam safety policy in the basin**

Target VI.2: By 2025 to study, monitor and disseminate the status of implementation of the dam safety policy

**Indicator 1.** Number of dissemination sessions on the emergency procedures to be adopted, according to the PAE (Emergency action plan)

**Indicator 2.** Diagnosis of existing dams in the hydrographic basin, their hazard potential, monitoring tools, prevention and response in case of accident.

## Updates 2016- 2021:

### Indicator 1:

- (2019) Seminar on Dam Safety in the São Francisco River Basin. Promoted by CBHSF.

- <https://cbhsaofrancisco.org.br/evento/seguranca-de-barragens-sera-tema-de-seminario-do-cbhsf/>

Consulting SNISB annual report (2016) the following entrepreneurs were selected (criteria for the selection: dams present in the federative units that integrate SF Basin and number of dams)

- CHESF:

- (2018) – State Civil Defense discusses Emergency Action Plan for the Xingó Hydroelectric Power Plant (representants of SE and AL)

- Source: <https://www.seit.se.gov.br/defesa-civil-estadual-discute-plano-de-acao-de-emergencia-para-a-usina-hidreletrica-de-xingo/>

- (2019) – Dam Safety Seminars: 28 municipalities in AL and SE (near Xingó power plant) and 20 municipalities in BA (near Sobradinho power plant).

- Source:

[https://www.chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=342](https://www.chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=342)

- (2020): Chesf conducts training in Boa Esperança plant (Guadalupe, PI)

- Source:

[https://www.chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=722](https://www.chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=722)

- (2020): All the plants installed in the São Francisco River basin carried out the area abandonment simulation with dam safety scenario.

- Source:

[https://www.chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=700](https://www.chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=700)

- (2020): First Seminar of Dam Safety of Chesf

- Source:

[https://www.chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=725](https://www.chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=725)

- (2021): Emergency Action Plan is the theme of the meeting between Civil Defense and Chesf. Municipalities involved: 2 (SE, AL). Related with the Xingó plant.

- Source:

<https://www.defesacivil.se.gov.br/plano-de-acao-de-emergencia-e-tema-de-reuniao-entre-defesa-civil-e-chesf/>

- CEMIG

- Actions: <https://www.cemig.com.br/plano-de-acao-de-emergencia-pae/>

- Proximity Program: one of the objectives is to explain to the population operating procedures, operational and structural (civil) safety adopted in the company's hydroelectric plants.

- <https://www.cemig.com.br/programa-sustentabilidade/proximidade/>

- Furnas Electric Centers

- (2019): Presentation of Furnas power plant emergency action plan to municipalities.

- <https://www.furnas.com.br/noticia/103/noticias/73>

- (2019): Presentation of the Funil plant Emergency action plan.

- <https://www.furnas.com.br/noticia/103/noticias/133>

- Vale S/A:

- Emergency Action Plan for Mining Dams.

- Available:

<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/Paginas/Projetos.aspx>

- Emergency training: 14 in 2019

- [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/confira-as-ultimas-noticias-sobre-reparacao.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/confira-as-ultimas-noticias-sobre-reparacao.aspx)

- Usiminas S.A.:

- (2019) Training for the workers and population

- <https://santanafm.com.br/usiminas-realiza-testes-nas-sirenes-de-emergencia-de-barragens-e-simulados/>

- DNOCS:

- (2019): Course about dam safety

- <https://antigo.dnocs.gov.br/gab-cs/noticias/4732-capacitacao-para-seguranca-de-barragens-e-ofertada-no-dnocs>
  - CODEVASF:
    - (2019) - Codevasf participates in technical meeting about Emergency Plans for Dams
- <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2017-1/codevasf-participa-de-encontro-tecnico-sobre-plano-de-emergencia-de-barragens>
  - COMPESA: no information found

### Indicator 2:

- Safety dam report (ANA, 2016)
  - Available:
    - <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/rsb-2016>
      - Number of dams registered in the São Francisco hydrographic region: 8 dams identified
        - Risk Category: 6 (medium) | 2 not analyzed
        - Associated potential damage: 6 (high) | 1 (medium) | 1 (low).
        - No information about the strategic action and safety plans associated with the dams.
          - Dams per federative unit (not only in the SF Basin): database – registered dams in the Safety dam report 2016: inspected by state entities
            - 3 (AL) | 2 (medium risk) | 2 (high associated potential damage)
            - 12 (BA) | 2 (High risk) | 4 (high associated potential damage)
            - 12 (DF) | 2 (high risk) | 4 (high associated potential damage)
            - 13 (GO) | 5 (high risk) | 1 (high associated potential damage)
            - 2 (MG) | 1 (medium risk) | 2 (high associated potential damage)
            - 15 (PE) | 1 (high risk) | 24 (high associated potential damage)
            - 2 (SE) | 1 (high risk) | 2 high associated potential damage
          - Dams indicated by inspectors with major structural impairment (2016)
            - 7 (AL) | 1 (PE)
          - Accidents and incidents that occurred in 2016
            - 6 (MG), 2 (BA), 1 (GO), 1 (PE), 6 (AL)
          - Inspection

- 96% of the registered dams were not inspected in 2016 (for all dams in Brazil registered in SNISB).
- 4% were inspected (2% by federal entities and 2 % by state entities)
  - Dam safety plans in 2016
  - 594 (increase of 449 plans in comparison with 2015) – low number when compared to the universe of dams.
    - Regular Safety Inspections (identify anomalies and potential and imminent hazards: 642 dams with at least one regular inspection)
      - 5 (AL), 2 (BA), 1 (GO).
      - Action Plan of Emergence: 1.5% of currently registered dams covered by the PNSB
        - Safety dam report (ANA, 2017)
        - Available: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017>
        - Number of dams registered in the São Francisco hydrographic region: 638 dams registered.
          - Risk Category: 150 not classified | 152 (high risk) | 57 (medium risk) | 279 (low risk)
          - Associated potential damage: 28 not classified | 265 (high) | 81 (medium) | 264 (low)
          - Emergence action plan: 115 with no information | 128 have PAE | 395 do not have PAE
          - Safety plan: 105 no information | 327 do not have | 206 have
          - Periodic safety inspection: 53 with no information | 537 do not have | 48 have
          - Dams per federative unit (not only in the SF Basin): inspected by state entities
            - AL (12 high associated potential damage, 21 with high risk)
            - BA (286 with high associated potential damage, 204 with high risk)
            - DF (0 with high associated potential damage, 0 with high risk)
            - GO (0 dams classified)
            - MG (30 with high associated potential damage, 1 with high risk)
            - PE (74 with high associated potential damage, 99 with high risk)

- SE (9 with high associated potential damage, 10 with high risk)
- Dams indicated by inspectors with major structural impairment (2017)
- 6 (AL), 10 (BA), 1 (PE), 1 (SE), 5 (MG)
- Accidents and incidents that occurred in 2017
- 2 (PE), 3 (MG), 1 (AL), 1 (GO)
- Safety dam report (ANA, 2018)
- Available: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/anteriores/2018>
- Number of dams registered in the São Francisco hydrographic region: 483 dams registered.
- Risk Category: 46 not classified | 135 (high risk) | 45 (medium risk) | 257 (low risk)
- Associated potential damage: 33 not classified | 147 (high) | 37 (medium) | 266 (low)
- Emergence action plan: 35 no information | 432 do not have | 15 have
- Safety plan: 25 no information | 430 do not have | 28 have
- Periodic safety inspection: 35 no information | 441 do not have | 7 not applicable
- Inspection: 46 were inspected during 2018
- Dams per federative unit (not only in the SF Basin): inspected by state entities
- AL (0 with high associated potential damage, 7 high risk)
- BA (300 with high associated potential damage, 197 high risk)
- DF (0 with high associated potential damage, 0 with high risk)
- GO (0 damn classified)
- MG (20 with high associated potential damage, 6 high risk)
- PE (94 with high associated potential damage, 121 high risk)
- SE (9 with high associated potential damage, 10 high risk)
- Safety dam report ANA (2019)
- Available: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2019>
- Number of dams registered in the São Francisco hydrographic region: 766 dams registered.

- Risk Category: 173 not classified | 216 (high risk) | 107 (medium risk) | 270 (low risk)
- Associated potential damage: 20 not classified | 301 (high) | 75 (medium) | 370 (low)
- Emergence action plan: 135 have | 631 do not have
- Safety plan: 172 have | 594 do not have
- Periodic safety inspection: 121 have | 645 do not have
- Inspection: 111 were inspected during 2019
- Dams per federative unit (not only in the SF Basin): inspected by state entities
  - AL (26 with high associated potential damage, 8 high risk)
  - BA (326 with high associated potential damage, 208 high risk)
  - DF (1 with high associated potential damage, 0 high risk)
  - GO (19 with high associated potential damage, 12 high risk)
  - MG (29 with high associated potential damage, 20 high risk)
  - PE (152 with high associated potential damage, 120 high risk)
  - SE (9 with high associated potential damage, 10 high risk)
  - Accidents and incidents that occurred in 2019
    - BA (4), MG (22), PE (8), SE (1), GO (5)
    - Safety dam report (ANA, 2020)
    - Available: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2020>
- Number of dams registered in the São Francisco hydrographic region: 949 dams registered.
- Risk Category: 266 not classified | 276 (high risk) | 137 (medium) | 270 (low risk)
- Associated potential damage: 96 not classified | 321 (high) | 86 (medium) | 446 (low)
- Emergence action plan: 169 have | 144 do not have
- Safety plan: 731 do not have | 218 have
- Periodic safety inspection: 805 do not have
- Inspection: 81 were inspected during 2020



- Dams per federative unit (not only in the SF Basin): inspected by state entities
  - AL (26 with high associated potential damage, 8 high risk)
  - BA (353 with high associated potential damage, 231 high risk)
  - DF (1 with high associated potential damage, 0 high risk)
  - GO (28 with high associated potential damage, 28 high risk)
  - MG (37 with high associated potential damage, 29 high risk)
  - PE (152 with high associated potential damage, 156 high risk)
  - SE (8 with high associated potential damage, 8 high risk)

#### Complementary information

- Law nº 14.066/2020 alters the National Politic of Dam Safety
  - [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14066.htm)

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**ANNEX III – São Francisco River Basin Media  
Update**

**CONTENTS**

1.	Introduction	522
2.	CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance	523
3.	CDF 2 - Water Quality and Sanitation	524
4.	CDF 3 - Water Availability and Sustainability	529
5.	CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	537
6.	CDF 5 - Biodiversity and Conservation	544
7.	CDF 6 – Land Use and Dam Safety	549

## **1. Introduction**

The present Annex includes a survey of online media news referring to the São Francisco River Basin in the period 2016-2021.

The news records are organized by CDF (Critical Decision Factor), as defined in the Thesis Main Volume, and, within each, by major themes referred. The news titles are presented in Portuguese.

The collected information is considered for the SF RBP SEA CDF assessment, as presented in the Thesis.

## 2. CDF 1 – River Basin Planning and Water Governance

### **“Comitê endurece com a Copasa e exige metas para o Rio das Velhas” – Mateus Parreiras, Estado de Minas**

March 2019

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/09/23/interna\\_gerais,1188145/comite-endurece-com-a-copasa-e-exige-metas-para-o-rio-das-velhas.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/09/23/interna_gerais,1188145/comite-endurece-com-a-copasa-e-exige-metas-para-o-rio-das-velhas.shtml)

One of the biggest challenges of Velhas river is the quality of water in the upper region (near Belo Horizonte city), thanks to the organic load released there. The aggravating factor is that the region has an important role in the production of water to the rest of the watercourse. The president of Velhas River Committee pointed out the need to increase the capacity of the sewage treatment plant Ribeirão da Onça and to establish goals, together with COPASA, for collection and treatment of sewage.

### **“Governo quer privatizar serviços da transposição do Rio São Francisco” – Poder360**

November 2020

<https://www.poder360.com.br/governo/governo-que-privatizar-servicos-da-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

The federal government is looking to privatize the transposition of the São Francisco River and the auction should take place in July 2021. The winning enterprise will be taking care of the operation of the reservoirs, pumping stations, and 477 km of dikes across 4 States. The goal is so that the supply of water is not dependent on the government's budget. The annual operating costs of the system are expected to be of approximately R\$ 280 million.

### **“Compesa é multada por despejar esgoto sem tratamento no Rio São Francisco” – G1 Petrolina**

May 2018

<https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/compesa-e-multada-por-ligacao-de-irregular-em-petrolina-que-despeja-esgoto-no-rio-sao-francisco.ghtml>

Petrolina city hall fines COMPESA for releasing untreated sewage in São Francisco River. Fine of R\$ 20 M.

### 3. CDF 2 - Water Quality and Sanitation

#### Sanitation

#### **“Levantamento acha mais de 1 mil captações de água suspeitas no rio São Francisco” – O Tempo**

May 2021

<https://www.otempo.com.br/cidades/levantamento-acha-mais-de-1-mil-captacoes-de-agua-suspeitas-no-rio-sao-francisco-1.2490035>

Study to identify interferences in the São Francisco (for instance, capture of water and effluent discharge points).

Results: 2062 interferences found, 1942 representing points of water capture and 78 effluents discharge points.

Contrast: there are only 850 users registered. It is important to notice that this difference can be due to the lack of periodic updating of the water resources user's registry or due to irregularities.

#### **“Governo recebe 48 projetos de revitalização de bacias hidrográficas” – Governo do Brasil**

February 2021

<https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2021/02/governo-recebe-48-projetos-de-revitalizacao-de-bacias-hidrograficas>

25 projects for the São Francisco River Basin were proposed. The actions include sanitation in rural areas and water reuse in an urban context.

#### **“Bacias do São Francisco e Parnaíba receberam ações da Codevasf” – Cidade Verde**

February 2021

<https://cidadeverde.com/noticias/342114/bacias-do-sao-francisco-e-parnaiba-receberam-acoes-da-codevasf>

Investment of R\$ 95.5 M in 2020 in actions of revitalization of São Francisco and Parnaíba river basin. The actions include implementation of sanitary sewage systems (SSS), installation of household connections for the SSS, installation of water supply systems, execution of actions to contain erosive processes with hydro-environmental

recovery, and renovation of Codevasf's integrated centers for fishery resources and aquaculture.

In 2020 São Francisco and Paraína river basins received an investment of R\$ 71,6 M for the implementation of sanitary sewage systems. In 2020 the company invested R\$ 6,7 M for the implementation of water supply systems in the São Francisco basin.

**“Esgoto contamina mais da metade das amostras de rios de Minas Gerais” – Mateus Pereira, Estado de Minas**

January 2021

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/01/03/interna\\_gerais,1225491/esgoto-contamina-mais-da-metade-das-amostras-de-rios-de-minas-gerais.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/01/03/interna_gerais,1225491/esgoto-contamina-mais-da-metade-das-amostras-de-rios-de-minas-gerais.shtml)

54% of the water samples collected by IGAM are irregular and contaminated by industrial and domestic sewage.

Velhas River: 50,6% of the samples had irregularities related with sewage. It is important to notice that Velhas river is responsible for the water supply of 60% of Belo Horizonte's population. The most polluted segment of the river is the Upper region, near Ouro Preto. The samples also identified the presence of arsenic (usually related with mining activities) and phosphorous (usually related with agriculture and sewage). São Francisco River, in the south of Minas Gerais, showed a high concentration of phosphorus.

**“Saneamento: os municípios brasileiros que mais precisam de água e esgoto tratados” – Fernanda Trisotto, Gazeta do Povo**

January 2021

<https://www.gazetadopovo.com.br/economia/saneamento-ranking-municipios-brasileiros-agua-esgoto-tratados/>

Study made by the Institute of Applied Economic Research (Ipea) revealed that 961 of the 5.570 municipalities of Brazil, especially in the North and Northeast region, have high priority to receive resource for the improvement in sanitation. The 961 municipalities represent 19,2 million of people unassisted by sanitation systems. The study also showed that the advance towards the universalization of sanitation is happening slowly.

It was pointed out about the inequalities between the regions of Brazil, being that the North and Northeast have the worse indicators for both water and sewage.

One of the issues raised was the lack of capacity for investment of the city halls. The study used data about the structure of the sanitation systems of the municipalities and the social vulnerability index.

**“Pandemia da Covid-19 piora perspectivas de acesso universal à água potável e saneamento básico” – Iara Vidal, CBHSF**

August 2020

<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/pandemia-da-covid-19-piora-perspectivas-de-acesso-universal-a-agua-potavel-e-saneamento-basico/>

Brazil: between 2010 and 2018 water supply coverage increased from 81,1% to 83,6%, for the sewage collection system the increase was also slight for eight years. For the rural population the situation is even worse, in 2018 only 40,5% was served by an adequate water supply system.

Sanitation is a priority subject for the São Francisco River Committee. With the resources from the charging of water, the Committee already financed the elaboration of 63 Sanitation Plans and other 48 are in elaboration.

**“Apenas um tem 100% do esgoto tratado”, diz representante da Bacia do São Francisco sobre municípios.” - Ana Maria Miranda, UOL notícias**

July 2020

<https://interior.ne10.uol.com.br/noticias/2020/07/25/apenas-um-tem-100porcento-do-esgoto-tratado-diz-representante-da-bacia-do-sao-francisco-sobre-municipios-192232>

The coordinator of the regional consultive chamber of the sub-medium São Francisco region declared that only one municipality (Lagoa da Prata) has 100% of its sewage treated.

**“Com rio das Velhas em crise, Vale inicia obras para garantir captação de água para BH no Paraopeba” – Bruno Inácio, Hoje em Dia**

October 2019

<https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/cidades/com-rio-das-velhas-em-crise-vale-inicia-obras-para-garantir-capta%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-para-bh-no-paraopeba-1.753194>



New water collection point in Paraopeba river. Since the rupture of Córrego do Feijão dam, COPASA stopped capturing water from the river and the intention is to restart the operation.

A part of the investment will be dedicated to the installation of a prevention point in Velhas River to avoid compromising the water supply network in this watercourse.

### **“FPI conclui que a foz do Rio São Francisco está em estado crítico” – G1 Sergipe**

October 2017

<https://g1.globo.com/se/sergipe/noticia/fpi-conclui-que-a-foz-do-rio-sao-francisco-esta-em-estado-critico.ghtml>

São Francisco River mouth is in critical conditions. 9 municipalities in Sergipe were visited by technicians of FPI and only 3 of them have a sewage network installed. Moreover, it is very common to find discharge points of untreated sewage directly in water bodies. In all municipalities irregular dumps (“lixões”) were found.

### **“Compesa trabalha para universalizar abastecimento e saneamento em PE” – UOL Notícias**

October 2017

<https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/geral/noticia/2017/10/07/compesa-trabalha-para-universalizar-abastecimento-e-saneamento-em-pe-310436.php>

COMPESA intends to invest R\$800 M in construction works in 2017. COMPESA is also constructing Moxotó adductor to capture water from the east axis of the Transposition of São Francisco River. Investment of R\$ 4.500 M to universalize sanitation services in the Metropolitan Region of Recife, Goiana and Mata Norte in the next 12 years. The company also acts in Ipojuca and Capibaribe basins in the installation of sewage collection systems.

### **“Alento para o rio das Velhas: investimento em obras busca reduzir lançamento de esgotos na bacia” – Tatiana Lagôa, Hoje em Dia**

August 2017

<https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/alento-para-o-rio-das-velhas-investimento-em-obras-busca-reduzir-lan%C3%A7amento-de-esgotos-na-bacia-1.555437>

Velhas river received R\$ 530 M in sanitation projects by COPASA. The actions will be done in 5 years in 30 cities of Minas Gerais. Nowadays (2017) only the metropolitan

region of Belo Horizonte discharge 700 L/s of sewage in the river. The investment will focus on the expansion of the sewage collection system, improvement on the collection network, elevator stations and domiciliary connection for sewage. The investment is part of the “Revitalize Program” of Velhas river.

**“Governo lança plano para revitalização da Bacia do Rio São Francisco” – Pedro Peduzzi, Agência do Brasil**

August 2016

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-08/governo-lanca-plano-para-revitalizacao-da-bacia-do-rio-sao-francisco>

Launch of the revitalization plan of the São Francisco Basin (“*Plano Novo Chico*”) According to Hélder Barbalho (minister of National Integration) between 2016 and 2019 the actions will focus on the conclusion of sanitation projects.

**“Novo programa para rio São Francisco custará mais R\$ 10 bilhões” – Folha de São Paulo**

July 2016

<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/07/1792453-novo-programa-para-rio-sao-francisco-custara-mais-r-10-bilhoes.shtml>

New revitalization program of São Francisco River Basin is going to cost at least R\$ 10.000 M until 2026. Being that, R\$ 2.200 M is going to be allocated to 124 incomplete sanitation and sewage collection projects.

## 4. CDF 3 - Water Availability and Sustainability

### River Transposition

**“O que mudou para os cearenses um ano após a inauguração da Transposição do Rio São Francisco” – André Costa & Honório Barbosa, Diário do Nordeste**

June 2021

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/veja-o-que-mudou-para-os-cearenses-um-ano-apos-a-inauguracao-da-transposicao-do-rio-sao-francisco-1.3102051>

The transposition did not have as large of an impact as was expected, as is reported by members of the community of the state of Ceará, considered to be the largest beneficiary of the Northern Axis. Even nine months after the Northern Axis became active and even after the rainy season, the water volume at the Castanhão reservoir is 3% lower than it was at the same time of the year in 2020 (previous year). The transposition work was also expected to bring (more) fish, but such has not been observed. According to an artisanal fisherman, *‘It is like nothing has arrived. Water has disappeared and today more of it is leaving [the reservoir] than entering. The trend is [for the water level] to decrease even further in the next months. There is no way to increase fishing activities like this’*. However, engineers argue that the goal of the transposition is not to increase the water level in the reservoir, but instead to ensure the people that depend on the reservoir will have water during the dry seasons. He argues the only way to fill in a reservoir as large as the Castanhão reservoir is with rainwater during the rainy season. The waters transposed from the São Francisco River increased the useful capacity of the reservoir by 1%, equivalent to 65 billion cubic meters of water, arguably enough to safeguard water requirements if the dependent population consumes the good moderately.

**“Espécie de peixe invasora prolifera após transposição do São Francisco” – Agência Bori, Revista GALILEU**

May 2021

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2021/05/especie-de-peixe-invasora-prolifera-apos-transposicao-do-sao-francisco.html>

The *Moenkhausia costae* fish species (“tetra fortuna” in Portuguese) has been identified for the first time in the Paraíba do Norte River basin, having crossed over

from the São Francisco River after the transposition was completed. Scientists argue the presence of the species could throw the ecosystem into disarray as it competes with native species.

**“Governo aposta na irrigação para criar novo oásis ano sertão” – Márcio de Freitas, exame.**

May 2021

<https://exame.com/bussola/governo-aposta-na-irrigacao-para-criar-novo-oasis-no-sertao/>

The Regional Development minister hopes to create an “oasis” in the sertão region in the State of Rio Grande do Norte. R\$ 1 billion will be invested in the last phases of the transposition of the São Francisco River so it ensures the dikes reach the Apodi plateau, one of the most fertile regions in Brasil, but unfortunately too dry.

**“Ceará pode se tornar grande produtor de trigo com a transposição do São Francisco” – Diário do Nordeste**

May 2021

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/ceara-pode-se-tornar-grande-produtor-de-trigo-com-a-transposicao-do-sao-francisco-1.3079790>

Although wheat crops are rather recent in the State of Ceará, the place has the potential to become a large producer of it. This comes after the rapid and extremely successful plantation and harvest of the grain crop since 2019. The prospect of a higher availability of water, made possible due to the transposition of the São Francisco River, is likely to make the State a reliable source of the grain. Experimental harvest cycles could go as low as 75 days with a productivity of 5.3 metric tons of wheat per hectare. This to compare to the more common harvest found southward in the country, whose harvest cycle lasted 150 days on average and produced only 2.7 metric tons of wheat per hectare.

**“CE: Acidente em barragem da transposição do São Francisco deixa três mortos.” – Carlos Madeiro, BOL**

February 2021

<https://www.bol.uol.com.br/noticias/2021/02/08/acidente-em-barragem-da-transposicao-do-sao-francisco-deixa-3-mortos-no-ce.htm>

Rupture in the piping system of the Atalho dam has caused 3 deaths. The remaining 17 workers were unaffected. The rupture did not affect the integrity of the dam itself and hence the communities that live downstream were safe. The dam is part of the Northern Axis of the plan of transposition of waters of the São Francisco River.

**“A publicidade enganosa da Transposição do Rio São Francisco” – João Suassuna, EcoDebate**

December 2020

<https://www.ecodebate.com.br/2020/12/28/a-publicidade-enganosa-da-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

It is argued that the management of the project has been poor and has not considered the occurrence of seasonal droughts in the region. The existing imbalances in the watershed that are actively being worsened by deforestation, the dumping of untreated wastewater, and climate change, will only be enhanced by the massive transposition project. In 2017 it was so horrid that the inflow and outflow rates at the Sobradinho reservoir were of 290 m<sup>3</sup>/s and 550 m<sup>3</sup>/s, respectively, representing a useful capacity of 1% of its total volume in that year. 550 m<sup>3</sup>/s is about four times smaller than the usual outflow (2 065 m<sup>3</sup>/s). The transposition project was planned around the 2 065 m<sup>3</sup>/s value. It was also designed to carry 70 m<sup>3</sup>/s as such is what is needed to supply both the 12 million people it aims to supply and the surrounding industry. However, only 26.4 m<sup>3</sup>/s have been authorized. Authorization to remove 70 m<sup>3</sup>/s would only be granted if the Sobradinho reservoir (upstream) reached 94% capacity, an occurrence only registered to happen around four times every 10 years – the B\$ 12 billion are truly only “worth it” 40% of the time. The project, and the politicians associated, promise to deliver what they cannot afford to deliver.

**“Barragem de Jati: montagem errada de válvulas por empresa rompeu tubulação, aponta relatório final da perícia.” – Matheus Facundo, O POVO**

December 2020

<https://www.opovo.com.br/noticias/ceara/jati/2020/12/01/barragem-de-jati--montagem-errada-de-vasculas-rompeu-tubulacao.html>

3 months after part of the piping of the Jati dam ruptured (a dam that receives water from the transposition of the São Francisco River), a report came out and detailed how errors in the valve placements by the company overseeing the construction works led

to the malfunctioning of the system and to its eventual partial collapse. 2 thousand people in a 2km radius had to be evacuated. The rupture happened a day after the water gates were opened to allow the water transposed from the São Francisco River to supply the local community.

**“Com mais de 90% da transposição concluída, impactos ambientais no Rio São Francisco ainda são incertos.” – Filipe Domingues, G1 Globo**

December 2019

<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/12/21/com-mais-de-90percent-da-transposicao-concluida-impactos-ambientais-no-rio-sao-francisco-ainda-sao-incertos.ghtml>

The project is nearly done after 12 years of construction work, of which 7 were delays, and an investment of R\$ 12 billion, of which R\$ 1 billion are supposedly destined to mitigate environmental impacts. The Eastern Axis was completed in 2017, currently supplying water to 1 million people, while the Northern Axis has reached 97% of completion. Scientists claim the environment must be monitored in the long run because water will be effectively taken to places that did not have it before, but public funds for the extended research have been severely cut. The reduced river flow (that began occurring before the construction works began) has led to saline intrusion that is so severe that salty water can be found up to 40 km upstream and saltwater fish can be found up to 200 km upstream. There is an active concern that the transposition of water from the São Francisco River might worsen the problem. NEMA (Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental) has been working since 2014 to recover degraded areas brought about because of the construction works and has been able to increase soil covers near the new dikes from 10% to over 50%. They also claim over 80% of the sprouts they planted have survived. 4 metric tons of seeds have been planted so far (end of 2019) and another 5 metric tons will be planted until the end of January 2020. 40 thousand native tree sprouts have been planted as of December 2019 and another 68.7 thousand will be so until March 2020. Silting is likely to happen in the new dikes near areas with naked soil. With the transposition, it is also expected that water and terrestrial species will reach regions their species had no prior contact with; the contact between them and the species native to the new regions cannot be predicted. Migratory birds are a concern because with the Eastern Axis now in

operation, their migration paths have changed. The diffusion of invasive species up the working Axis' margins is already visible.

**“Deslocamentos, falta d’água e desmate: os impactos da transposição do São Francisco nas comunidades rurais e indígenas.” – Elida Oliveira, G1 Globo**

December 2019

<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/12/21/deslocamentos-falta-dagua-e-desmate-os-impactos-da-transposicao-do-sao-francisco-nas-comunidades-rurais-e-indigenas.ghtml>

848 families have been settled into 18 new rural communities; for many, readaptation efforts were not completed. Indigenous people have lost land that was in the legal process of being demarcated. Rural communities have been forced to split from familiar lands. Cultural and social effects have been felt across these communities:

- Loss of spatial identity.
- Water scarcity for agriculture and cattle.
- Loss of (sacred) land.
- Psychological impacts and depression.
- Deforestation of sacred trees to the indigenous people.
- Construction workers impregnating local women and abandoning them once the construction works were finished in the area.
- Increase in child prostitution cases (as young as 14).

**“Proposta define usos prioritários das águas da transposição do rio São Francisco.” – Gustavo Lima & Ralph Machado & Marcelo Oliveira, Câmara dos Deputados**

April 2019

<https://www.camara.leg.br/noticias/555792-proposta-define-usos-prioritarios-das-aguas-da-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

Bill 740/19 (at the time under advisory) had as a goal to define the priorities in the consumption and usage of water from the transposition of the São Francisco River. The proposal claimed the priority list should follow, in order: human consumption, public sanitation, irrigation for agriculture, livestock, and lastly, aquaculture.

**“PF investiga rompimento de canal de transposição do Rio São Francisco.” –  
Jornal Nacional**

August 2018

<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2018/08/13/pf-investiga-rompimento-de-canal-de-transposicao-do-rio-sao-francisco.ghtml>

A small fracture rapidly became a 30-meter wide whole through which a large volume of water escaped. No casualties. Event happened just one week after the inauguration of the last pumping station of the Northern Axis.

**“Estrutura de placas rompe em estação da Transposição do Rio São Francisco em Cabrobó, PE.” – G1 Petrolina, Globo**

February 2018

<https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/estrutura-de-placas-rompe-em-estacao-da-transposicao-do-rio-sao-francisco-em-cabrobo-pe.ghtml>

A concrete plate structure ruptured at a pumping station moments after the station was first opened for operation. No casualties.

**“Uso de água no Brasil deve crescer 24% até 2030.” – Época Negócios, Globo**

December 2018

<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/12/epoca-negocios-uso-de-agua-no-brasil-deve-crescer-24-ate-2030.html>

The National Waters Agency (ANA – Agência Nacional das Águas) states in its 2018 Water Resources Report (Conjuntura dos Recursos Hídricos) that water use in the country is expected to increase by 24% by 2030 due to predicted expansion of the industrial, urbanization, and agrobusiness sectors. Currently, irrigation consumes 52% of the total volume of water consumed and another 8% are used for livestock. Urban consumption represented 23.8% of the total consumption. The São Francisco River basin takes the third place in the rate of water extracted, standing at 282 m<sup>3</sup>/s.

Navigation

**“Navegação entre Pirapora e Juazeiro volta a ser possível pelo rio São Francisco” – Agência Brasil, O Tempo**

March 2021



<https://www.otempo.com.br/brasil/navegacao-entre-pirapora-e-juazeiro-volta-a-ser-possivel-pelo-rio-sao-francisco-1.2464984>

The Eclusa de Sobradinho transposition system began working again, allowing for navigation to restart in the section of the São Francisco River that connects the Pirapora and the Juazeiro cities (Middle São Francisco). The gate allows vessels to overcome an elevation gap of 32.5 meters and had to be temporarily closed at the end of 2018. The reason for the closure was due to the discovery that some of its mechanical and electrical parts were worn out.

**“Velho Chico está sendo soterrado.” – Luiza Baggio, Assessoria de Comunicação CBHSF**

February 2020

<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/revista-6-o-velho-chico-esta-sendo-soterrado/>

In 2019 the lowest volume of water in all its (known) history was registered in the São Francisco River. It is understood that several sections of the river can no longer be navigated by boat. A study revealed around 23 million metric tons of sediments are leaking into the river all along its margins every year. Some solutions are being studied though the public is not entirely convinced of their reliability:

- The construction of tunnels and dikes to extract water from the São Marcos and Paranaíba Rivers to the Paracatu River (a tributary of the São Francisco River).
- Divert water from the Tocantis River basin to the São Francisco River basin.
- Construct a further 5 massive reservoirs along the watershed (in the Paracatu, Velhas, and Urucuia Rivers) to increase storage capacity and normalize the flows.

As to be expected, such massive transposition and storage projects have severe environmental and social impacts. One such consequence is the possibility of an increase in the amount of sediments that actually enter the main river since its tributaries are known to be surrounded in loose sandstone.

**“Viabilidade da reativação da hidrovia do rio São Francisco é tema de debate.”  
– Portos e Navios**

November 2019

<https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/viabilidade-da-reativacao-da-hidrovia-do-rio-sao-francisco-e-tema-de-debate>

The waterway of the São Francisco River is considered the most profitable one that connects the Southern-Central regions of the country and the Northeast. Studies predict there is a yearly demand to transport 2 million metric tons of cargo, although that demand is repressed by the fact that most of the river can no longer be navigated by sizable vessels. Discussions to assess the viability of the waterway are in motion.

**“Hidrovias brasileiras são desconsideradas pelo poder público.” – Leonardo Cavalcanti & Claudia Dianni & Luiz Calcagno, Correio Braziliense**

July 2019

<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/07/29/interna-brasil,774337/hidrovias-brasileiras.shtml>

Government spending on waterways was just 3% of all the spending on roadways. Travelling by water represents lower emission of pollutants, lower rate of accidents, and generally a higher capacity for transport.

Waterways are extremely sensitive to climate change. In 2014-15, the Tietê-Paraná waterway had to be closed due to a hydrological crisis.

## 5. CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region

### Social issues

#### **“Região Nordeste possui quase metade de toda a pobreza no Brasil, segundo IBGE” – Davi César, O Povo**

November 2020

<https://www.opovo.com.br/noticias/brasil/2020/11/25/regiao-nordeste-possui-quase-metade-de-toda-a-pobreza-no-brasil--segundo-ibge.html>

A study made by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) – “Spending Profile in Brazil: Selected Indicators” - pointed out the Northeast concentrates 47,9% of Brazil's poverty. Watts's index was used to perform the calculations. The results are alarming, since the Northeast is home to 27,3% of Brazil's population and, in contrast, contributes almost with half of the country's poverty.

#### **“Só a preservação pode assegurar tradição milenar da pesca no Velho Chico” – Juciana Cavalcante, CBHSF**

June 2021

<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/campanha-eu-viro-carranca-para-defender-o-velho-chico/so-a-preservacao-pode-assegurar-tradicao-milenar-da-pesca-no-velho-chico/>

Fishing is under threat in São Francisco River Basin. A recent study made by Alagoas Federal University revealed the lack of diversity of the aquatic fauna (only 6 species of fish represented 80% of the captures made) and its contamination by heavy metals (in 15 species assessed). The fisherman attributed this issue to the lack of effective action from the government and problems of pollution and power plants installations. Moreover, since 2011 there is no systematic collection of statistical data about the national fishing activity, hampering the assessment of the current situation of fishing.

#### **“União dos povos e mulheres para frear projetos privados nos territórios é levada ao Fórum Permanente de Assuntos Indígenas da ONU” – Conselho Indigenista Missionário**

April 2021

<https://cimi.org.br/2021/04/uniao-os-povos-e-mulheres-para-frear-projetos-privados-nos-territorios-e-levada-ao-forum-permanente-de-assuntos-indigenas-da-onu/>

Indigenous women from four countries (Brazil, Bangladesh, Guatemala and Indonesia) met in an online event “Justice and Accountability in the Context of Extractive Industries: Indigenous Women Human Rights Defenders from Guatemala, Brazil, Indonesia, and Bangladesh”. A representant from the Serrote dos Campos community participated in the event. This community do not have their lands demarcated, and that is due to the negligence from the Federal Government, especially FUNAI. The representative also explained the constant threats of losing the territory and the resettlement to the so called “Agrovilas” built by CHESF. Currently the community is suffering with the possible installation of six nuclear reactors.

The responsibility of extractive companies in the attacks suffered by indigenous people in their struggle for land and their way of life was pointed out. The conflicts are usually with extractive industry, hydroelectric dams and agribusiness companies.

**“Sem água e sem raiz: a saga das famílias desalojadas pela transposição do Rio São Francisco” – Inês Campelo e Sérgio Miguel Buarque, Projeto Colabora (jornalismo independente)**

November 2020

<https://projetcocolabora.com.br/ods6/sem-agua-e-sem-raiz-a-saga-das-familias-desalojadas-pela-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

Resettlement of the population due to the transposition of São Francisco River. The population was moved to "Rural Productive Villages". The villages have an urban aspect, very different from what the population was used to, generating a feeling of not belonging. Moreover, water is lacking in most of the villages. The delay of the transposition constructions and the delay for delivery of the irrigated lots (promised in the Resettlement Plan) have contributed to the deconstruction of the family production mode and the loss of rural identity.

The ones that had their properties affected by the transposition could choose between receiving a financial compensation or being resettle to the villages. Thereby the ones that have bigger properties preferred the compensation and the more vulnerable population ended up being resettled. Despite all this situation, a part of the population resettled is satisfied.

**“O rio que dá a vida está sendo morto por mais uma barragem”, denunciam os povos que vivem e fazem viver o Velho Chico. – Conselho Indigenista Missionário**

July 2020

<https://cimi.org.br/2020/07/o-rio-que-da-a-vida-esta-sendo-morto-por-mais-uma-barragem-denunciam-os-povos-que-vivem-e-fazem-viver-o-velho-chico/>

More than 60 entities denounced the construction of the Formoso Hydroelectric Plant, in Minas Gerais. According to the public note, the project is unviable socially, economically and environmentally and the information provided by the company to IBAMA (to obtain the environmental licensing) do not represent the real environmental situation of the region. They also reported the fact that there was not any public consultation.

Besides that, in the area of influence declared by the company there are about 60 archaeological sites registered, countless water courses, protected heritage assets, permanent protection areas and threatened species of the fauna and flora.

It is clear for the local population that the construction of the power plant will negatively affect the social well-being, by increasing the incidence of sexual violence, increasing the pressure on public services and increasing poverty.

**“Desigualdade de renda cresce no Nordeste e diminui nas demais regiões, aponta IBGE” – Daniel Silveira, G1 Globo**

May 2020

<https://g1.globo.com/economia/noticia/2020/05/06/desigualdade-de-renda-cresce-no-nordeste-e-diminui-nas-demais-regioes-aponta-ibge.ghtml>

Gini index (0-1, when is close to 1 it means greater inequalities) was used to monitored economic inequality. In the whole country there was a slight decrease (irrelevant statistically), meanwhile in the Northeast there was an increase (2018 – 0.545; 2019 – 0.559), indicating a greater inequality compared to the previous year. The explanation for this increase is the shortage of financial support programs.

**“Povos tradicionais vão lançar dossiê sobre crimes contra a água” – Cida de Oliveira, Rede Brasil Atual**

March 2018

<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2018/03/povos-originais-e-tradicionais-lancam-dossie-sobre-violacoes-e-crimes-contra-a-agua/>

Traditional communities from several regions of Brazil are launching a report about the violations of traditional territories and crimes against the waters. The document is going to contain a summary of the aggressions against the rivers Araguaia, Doce, Murucupi, São Francisco, Tapajós, Teles Pires, Urariocoera, Xingu, Guarani aquifer and coastal zones.

Moreover, there are statements of violations to nature, to the communities' rights and also about crimes committed, their impacts, the struggles, challenges, and alternatives for the protection of healthy and quality life for this and future generations.

### Climate Changes

#### **“BNDES e fundo internacional lançam projeto de R\$ 1 bi para semiárido” – Agência do Brasil**

July 2021

<https://economia.uol.com.br/noticias/agencia-brasil/2021/07/04/bndes-e-fundo-internacional-lancam-projeto-de-r-1-bi-para-semiarido.htm>

Project that aims to promote sustainable development in the semiarid and decrease the effects of climate changes in the region. The project will benefit around 250 thousand families in four states (yet to be chosen). Actions to sustainable management of water and to face droughts and climate change will be implemented.

Financing from BNDES, Green Climate Fund, International Fund for Agriculture Development and Economy Ministry.

#### **“Chuvas no Nordeste podem mudar no futuro e prejudicar a segurança alimentar” – Luana Franzão, CNN Brasil**

May 2021

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/2021/05/11/chuvas-no-nordeste-podem-mudar-no-futuro-e-prejudicar-a-seguranca-alimentar>

Changes in the "tropical precipitation belt" (wettest region in the tropics). Possibly, this region is shrinking, according to studies. The process has been ongoing for at least five thousand years. The result is continually worsening drought and food security in the semi-arid region.

**“Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAS) lança estudo sobre desenvolvimento sustentável” – Folha de Pernambuco**

March 2021

<https://www.folhape.com.br/noticias/semas-lanca-estudo-sobre-areas-suscetiveis-a-desertificacao-em/174874/>

Launch of the report “Zoning of Areas Susceptible to Desertification in Pernambuco”. The document analyzes and assesses the phenomena in the state in order to subsidize public policies. Partnership between Sudene, Semarid Embrapa and SEMAS.

**“Populações rurais se unem para enfrentar crises climáticas e sanitárias” – Gabriel Valery, Rede Brasil Atual**

August 2020

<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2020/08/populacoes-rurais-se-unem-para-enfrentar-criises-climaticas-e-sanitarias/>

Associations of the civil society are united to join forces to face climate and sanitary crisis. The project, “Daki – Semiárido Vivo” is a continental initiative, with representants from the Great Chaco, Brazilian Semiárido and the Dry Corridor in Central America. Beyond the climatic fragility, the regions concentrate most of the vulnerable population of each country.

**“Ministério cria projeto para monitorar mudança climática no país” – Jonas Valente, Agência Brasil**

January 2020

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/ministerio-cria-projeto-para-monitorar-mudanca-climatica-no-pais>

The ministry of Communication, Innovation, Technology and Science launched a project to organize the monitoring of climate changes and its effects in Brazil. Initially only information about the semiárido is going to be available and the focus will be data related with hydric, energetic and food security.

**“Calor aumenta risco de desertificação de metade do Nordeste” – Gazeta do Povo**

September 2019

<https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/clima/calor-aumenta-risco-de-desertificacao-de-metade-do-nordeste-axx7r3rpzmy53skzi7mag1pg/>

Considering a scenario of non-compliance of the Paris Agreement and a temperature raise of 4 °C, the trend for the Brazilian Northeast is intense process of aridization and the increase of the area suffering with extreme drought by 51%. To fight this process the Environment Ministry initiated a project that implements Units for the Recovery of Degraded Areas. The program focuses on the recovery of vegetation and springs, the creation of adaptation mechanisms and offering an economic alternative for the communities in areas of desertification. Until now R\$ 4.5 M were invested.

**“Desertificação atinge 13% do semiárido brasileiro e ameaça conservação da caatinga” – Filipe Domingues, G1 Globo**

August 2019

<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/08/20/desertificacao-atinge-13percent-do-semiarido-brasileiro-e-ameaca-conservacao-da-caatinga.ghtml>

According to the University of Alagoas, 12,85% (about 126.336 km<sup>2</sup>) of the Brazilian semiarid is in desertification process. The scenario is even worse if we consider the Areas Susceptible for Desertification (about 1,34 million km<sup>2</sup>).

Desertification centers (areas where the problem is more evident and severe) – Seridó (RN/PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE) and Sertão do São Francisco (BA).

Deforestation is the main cause of the process.

**“Desertificação cresce e ameaça terras do Nordeste, Minas e Espírito Santo” – Otávio Augusto, Correio Braziliense**

May 2018

<https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2018/05/20/interna-brasil,681929/desertificacao-cresce-e-ameaca-terras-do-nordeste-minas-e-espirito-sa.shtml>

The area affected by desertification increased 482% in the last five years due to the deforestation of Caatinga and Cerrado, the intensive use of land, inadequate irrigation techniques and mining.

35 million people in 11 states (all Northeast, Minas Gerais and Espírito santos) might be affected.



**“Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa na história do Brasil” – Ajuri Rebello, UOL notícias**

March 2018

<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2018/03/03/seca-de-2012-a-2017-no-semiarido-foi-a-mais-longa-da-historia.htm>

According to the National Institute of Meteorology the drought between 2012 and 2017 was the worst registered, especially in the semiarid region. The meteorology models indicate that the drought event is over.

**“Nordeste brasileiro vive a pior seca dos últimos cem anos” – G1 Globo**

May 2017

<http://g1.globo.com/profissao-reporter/noticia/2017/05/nordeste-brasileiro-vive-pior-seca-dos-ultimos-cem-anos.html>

Since 2012 the states of the Northeast live the worst drought event of the last 100 years. Current situation (2017): 600 thousand of animals lost and 600 cities are in state of emergency due to the lack of water.

## 6. CDF 5 - Biodiversity and Conservation

### Biodiversity and Ecological River Flow

**“Mudanças climáticas podem ameaçar projeto de reintrodução da ararinha-azul na natureza, aponta pesquisa.” – G1 Santarém, G1, Globo**

July 2021

<https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2021/07/05/mudancas-climaticas-podem-ameacar-projeto-de-reintroducao-da-ararinha-azul-na-natureza-aponta-pesquisa.ghtml>

Studies have been carried out to attempt to predict how climate change will affect the reintroduced species' ability to thrive. Spix's Macaw has been extinct in Nature since 2000 but a breeding and research program has been planning a soft reintroduction of the species within a protected area (APA Ararinha-Azul). The prediction models used by scientists to study whether the vegetation the bird species relies on for shelter can survive climate change show that, even in the most optimistic scenario, 33% of this extremely important vegetation is likely to be lost. In this same optimistic scenario, only three conservation units will remain climatically-adequate for the survival of the bird species – in the most pessimistic scenario, no adequate conservation units are likely to exist.

**“Pesquisa analisa o impacto de peixes invasores em bacias hidrográficas do sudeste brasileiro.” – Comunicação UFLA**

June 2021

<https://www.radiotucunare.com.br/pesquisa-analisa-o-impacto-de-peixes-invasores-em-bacias-hidrograficas-do-sudeste-brasileiro/>

The presence of invasive fish species in hydrographic basins may causes changes to the ecosystem and generate socioeconomic and health problems to the Human settlements nearby. The introduction of foreign species into an ecosystem can occur in one of many ways: aquaculture activities, commerce of ornamental fish, biological control, fish stocks, live bait, and breaking of geographical barriers (installing dams, transposition dikes, etc).

**“ENGIE atua na preservação do meio ambiente em 22 estados.” – G.Lab para ENGIE, O Globo**

June 2021

<https://oglobo.globo.com/sociedade/um-so-planeta/engie-atua-na-preservacao-do-meio-ambiente-em-22-estados-25047497>

ENGIE, the largest private energy company in the country, has pledged on this year's Environment Day to do more to preserve water sources and biodiversity, reduce the amount of waste, and reduce the volume of gaseous emissions. The company aims to, by 2030, have 100% of its purchases be from suppliers certified with Science Based Targets (SBT) commitments.

In terms of biodiversity conservation, the company actively invests in the Biodiversity Matrix Program (*Programa Matriz de Biodiversidade*), whose goal is to promote the management of risk, impacts, and opportunities for biodiversity conservation in ENGIE's energy-generating compounds. The company also has 21 active programs that aim to reduce, control, and compensate the environmental impacts that arise from their activities, totaling a R\$ 21 million investment. They actively monitor fish species in the rivers and reservoirs where they operate and in 2020 donated over 360 thousand tree sprouts.

**“Parque das Andorinhas, em Ouro Preto, será revitalizado” – Nívia Machado, Estado de Minas**

June 2021

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/06/15/interna\\_gerais,1276961/parque-das-andorinhas-em-ouro-preto-sera-revitalizado.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2021/06/15/interna_gerais,1276961/parque-das-andorinhas-em-ouro-preto-sera-revitalizado.shtml)

The source of the Velhas River, a tributary to the São Francisco River can be found inside the Andorinhas Natural Park. Plans to revitalize the park, currently in a relatively degraded state, are in motion.

**“Peixamento busca aliviar danos de tragédia da Vale.” – Michelle Valverde, Diário do Comércio**

May 2021

<https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/peixamento-busca-aliviar-danos-de-tragedia-da-vale/>

The breaking of the Mina Córrego do Feijão dam in the Municipality of Brumadinho in 2019 was one of the largest industrial disasters the country has ever faced, having killed 270 people, and destroyed large natural areas with the several thousands of

cubic meters of mining waste the dam was storing. An effort to replenish the fish stocks obliterated from the mining waste pollution is ongoing in the municipality of Esmeraldas, one of the most affected regions.

**“Rio São Francisco recebeu 57 mil alevianos de espécies ameaçadas de extinção.” – Tiago Marques, Agência Sertão**

December 2020

<https://agenciasertao.com/2020/12/09/rio-sao-francisco-recebeu-57-mil-alevinos-de-especies-ameacadas-de-extincao/>

The *Lophiosilurus alexandri* fish species (“*pacamã*” in Portuguese), native to the hydrographic basin of the São Francisco River has been facing extinction. Efforts from the scientific community at CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) have successfully introduced more of this species into the Middle section of the river.

**“Construção de hidrelétrica no São Francisco pode colocar em risco o futuro do rio.” – Amélia Gomes, Brasil de Fato**

September 2020

<https://www.brasildefato.com.br/2020/09/30/construcao-de-hidreletrica-no-sao-francisco-pode-colocar-em-risco-o-futuro-do-rio>

Plans to build the Formoso dam had been halted but Bolsonaro’s government has given it the ‘go ahead’. Communities and scientists argue that the wellbeing of those that depend on the São Francisco River for water and services will be even more at risk if yet another dam is built along the river course. There is the fear that the electricity sector will be further able to control the flow of water in the river, risking further negative consequences on the surrounding ecosystems, on agriculture, and on the people. The design plans had been halted because new legislation had come out that stated dams could not be built in Permanent Preservation Areas (APP – Áreas de Preservação Permanente), as is the case of where the Formoso dam was to be built. However, this legislation was changed in 2018. Analysts claim the electricity sector is already saturated: the country has the installed capacity to generate 93 thousand MW, whilst the country’s consumption is only of 65 thousand MW; no more electricity-producing dams are, according to experts and the community, necessary.

**“Pelos canais do Rio São Francisco, ao menos três espécies chegam a lugares onde não existiam.” – Filipe Domingues, G1 Globo**

December 2019

<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/12/22/pelos-canais-do-rio-sao-francisco-ao-menos-tres-especies-de-peixes-chegam-a-lugares-onde-nao-existiam.ghtml>

Scientists have been monitoring the São Francisco River for some time and have discovered that at least three species of fish have been involuntarily carried to the Northeastern Brazil through the transposition dikes, where they had no prior presence. Barriers had been put in place to prevent such from happening, but it seems like they were not efficient in preventing the passage. Smaller fish are able to swim through the grated gates. The interaction between these species and the ones native to the Northeastern region are unknown and will be monitored.

**“Peixes que sumiram no Rio São Francisco são reproduzidos em cativeiro em Pernambuco.” – Globo Rural, G1 Globo**

October 2018

<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2018/10/28/peixes-que-sumiram-no-rio-sao-francisco-sao-reproduzidos-em-cativeiro-em-pernambuco.ghtml>

An investigation center in the State of Pernambuco is actively breeding fish species that have long disappeared from the waters of the São Francisco River due to predatory fishing activities, pollution, and construction works in dams and other infrastructures that disrupt breeding patterns. The goal will be to release them into the river once they have reached breeding age and their numbers are high enough for a sustainable growth of the species.

**“Ações do homem colocam em risco berçário de peixes do Velho Chico.” – Ana Dalla Pria, G1 Globo**

March 2016

<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2016/03/acoes-do-homem-colocam-em-risco-bercario-de-peixes-do-velho-chico.html>

The state of Minas Gerais is home to 80% of the water that circulates through the São Francisco River. The Cerrado biome, although only making up 47% of the São

Francisco River basin, produces about 90% of its water. The Cerrado soil is extremely permeable, meaning infiltration rates are high, and water is stored in it and feeds the rivers all year round. The Velhas River, the longest tributary of the São Francisco River, is also the one that pollutes it the most, carrying with its water's large amounts of mining activity waste and untreated wastewater from millions of people (80% of sewage is released untreated). The Paracatu River is underway to also becoming a burden to the São Francisco River; thousands of cattle have access to the river's banks and riparian forests in the river's shores is weak and poorly maintained, and oftentimes non-existent. Another tributary, the Pandeiros River, suffered severe deforestation near its source, an area that became extremely sensitive to rainy seasons and which has been the target of erosion because of it. Biologists that specialize in freshwater fish have been doing long term studies in several places along the São Francisco River have continuously warned that these activities near rivers are an active threat to the livelihoods of the fish and other aquatic animals that call the São Francisco their home. This team of biologists actively monitors more than 70 species of fish and claims some are already endangered.

## 7. CDF 6 – Land Use and Dam Safety

### Agrobusiness

#### **Uso de água no Brasil deve crescer 24% até 2030.” – Época Negócios, Globo**

December 2018

<https://epocanegocios.globo.com/Brasil/noticia/2018/12/epoca-negocios-uso-de-agua-no-brasil-deve-crescer-24-ate-2030.html>

The National Waters Agency (ANA – Agência Nacional das Águas) states in its 2018 Water Resources Report (Conjuntura dos Recursos Hídricos) that water use in the country is expected to increase by 24% by 2030 due to predicted expansion of the industrial, urbanization, and agrobusiness sectors. Currently, irrigation consumes 52% of the total volume of water consumed and another 8% are used for livestock. Urban consumption represented 23.8% of the total consumption. The São Francisco River basin takes the third place in the rate of water extracted, standing at 282 m<sup>3</sup>/s.

#### **“Bunge e Santander lançam linha para expansão de soja sem desmatamento no cerrado.” – Folha de S.Paulo**

August 2018

<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/08/bunge-e-santander-lancam-linha-para-expansao-de-soja-sem-desmatamento-no-cerrado.shtml>

The company Bunge, the Santander Brazil bank, and the TNC Organization (The Nature Conservancy) launched loans totaling US\$ 50 million (R\$ 206 million) to stimulate the expansion of soy production fields into areas of the Cerrado biome that are already degraded. The goal is to rehabilitate the 25 million hectares of lifeless areas that had been deforested in the years prior into productive ones. They claim the goal is to expand sustainable agricultural methods and claim to only accept farmers who have undergone a background check with Bunge.

#### **“Ribeirinhos denunciam exploração predatória de água por transnacionais em Correntina.” – Rafael Tatemoto, Brasil de Fato**

November 2017

<https://www.brasildefato.com.br/2017/11/17/ribeirinhos-denunciam-exploracao-predatoria-de-agua-por-transnacionais-em-correntina>

Public demonstrations of discontent have been carried out in the form of occupation of private farmland by residents of the city of Correntina, in the State of Bahia. The farmland belonged to a transnational agrobusiness whom the community has continually accused of misdemeanor in terms of water use and land occupation. Activists from the demonstration argue that the agrobusiness extracts in a day what the entire city of Correntina consumes in a month, leaving little to no water remaining for local plantations.

**“Manifestação em Correntina leva 4 mil pessoas contra a irrigação (n.os da PM baiana)” – Notícias Agrícolas**

November 2017

<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/202352-manifestacao-em-correntina-leva-4-mil-pessoas-contr-a-irrigacao-nos-da-pm-baiana.html#.YOgD9DOSm70>

A public demonstration of over 4 thousand people was carried out in the city of Correntina in the State of Bahia as a way to show discontent for the heavy amounts of water being actively used by local agrobusiness croplands. This protest activity came after a group of 500 activists invaded private farmland owned by a private agrobusiness and destroyed its irrigation supply in what was considered a “vandalism act” by some member of the local governments. Although said agrobusiness does extract extremely large volumes of water from the river, inspection to their operations and documentation show they are doing their extraction activities within the total volume of water allocated to them. The water level that remains in the river for other uses is also compliant with minimum limits set out in 2015. The farmland in the spotlight currently produces 3.2 thousand metric tons of beans every year, a large producer, and an important source of income.

**“Cerrado perde metade da vegetação nativa; agronegócio acelera o processo.” – Lilian Campelo, Brasil de Fato**

February 2017

<https://www.brasildefato.com.br/2017/02/08/cerrado-perde-metade-da-vegetacao-nativa-agronegocio-acelera-o-processo>

The Cerrado biome, the second largest in the South American continent, occupying 24% of the Brazilian territory, has lost half of its native vegetation in the last 40 years.



The biome is also home to three massive aquifers that supply a large percentage of the country (the Guarani, Urucuaia, and Bambuí aquifers). Livestock activities are the ones responsible for most of its destruction, with much of its deforested area having been converted into pastures.

As opposed to the Amazon rainforest, the Cerrado biome does not have a monitoring program in place, something scientists argue should change. The government has attempted to create monitoring task forces, but the lack of funding and coordination has deemed these efforts rather inefficient. Better attempts must be made because major watersheds in the country (Araguaia-Tocantins, Paraná, and São Francisco) heavily depend on the biome's health. In fact, 97% of the São Francisco River basin's waters are born in the Cerrado biome.

### **“Banco do Nordeste disponibiliza R\$ 9,5 bi no Plano Safra 2021-2022 para agronegócio sustentável” – O Tempo**

July 2021

<https://bahia.ba/economia/banco-do-nordeste-disponibiliza-r-95-bi-no-plano-safra-2021-2022-para-agronegocio-sustentavel/>

The Safra Plan 2021-2022 will make R\$9.500 M available for sustainable agrobusiness in the Northeast, North of Minas Gerais and Espírito Santos.

Plano Safra: program by Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, fostering agricultural development on a sustainable basis, since it encourages technological innovation and the application of best practices in the cultivated fields.

### **Agricultura do Nordeste ter  programa para irriga o com financiamentos de R\$ 900 milhões – G1 Globo**

April 2021

<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/04/29/agricultura-do-nordeste-tera-programa-para-irrigacao-com-financiamentos-de-r-900-milhoes.ghtml>

Launch of the Incentive Program for Irrigated Agriculture in the Northeast with the aim to improve agricultural production in the region. Investment of R\$ 900 M. The goal is to have an increase of 80 thousand hectares irrigated by 2024. The Northeast Bank will support small and medium farmers to implement or expand irrigation and drainage projects.

The bank also intends to support smart irrigation systems, that spend less water and use renewable energy sources.

The Northeast represents 26% of the irrigated agriculture in Brazil.

### **“Agricultura irrigada gera disputa por água na Bahia” – Folha de Pernambuco**

January 2020

<https://www.folhape.com.br/economia/agricultura-irrigada-gera-disputa-por-agua-na-bahia/126826/>

The reportage discusses the situation of water uses in the west of Bahia, region that in the last few decades experienced an intensive increase of agrobusiness activity. This expansion is associated with the use of water from Urucuia aquifer and concerns have been raised in relation to the possible impacts in the São Francisco River. The government of Bahia is trying to block further concessions for the use of water for irrigation until there is a study and planning about the impacts in the region's rivers.

According to the reportage, the irrigated area increased 1016%, worsening conflicts of water use, especially in Correntes river basin. The Public Ministry of Bahia and the São Francisco Basin Committee pointed out that there is no study about the impacts of the increase of water capture in the affluents of São Francisco. The expectation is that the management plan of the basins connect to Urucuia will be ready in 12 months and will allow a better decision in regard of new concessions of water use.

### **“Destruição do Cerrado compromete toda rede hidrológica do Brasil”, diz ambientalista -Vinícius Segalla, Brasil de fato**

October 2020

<https://www.brasildefato.com.br/2020/10/10/destruicao-do-cerrado-compromete-toda-rede-hidrologica-do-brasil-diz-ambientalista>

Deforestation of Cerrado biome due to agrobusiness activity. Beyond that, there was an intensification of the conflicts with the traditional communities since 1990, when soy bean plantations arrived. The reportage points out the role of agrobusiness in the destruction of Cerrado and water shortage. It is important to notice that the main aquifers (Guarani, Bambuí and Urucuia) pass under Cerrado.

### **“Pesquisadores testam cálculo do PIB Verde em fronteira agrícola” – Isabela Vieira, Agência do Brasil**

April 2019

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-04/pesquisadores-testam-calculo-do-pib-verde-em-fronteira-agricola>

Researchers from IBGE and the Federal University of Rio de Janeiro are assessing the impacts of agriculture (soy cultivation) and livestock in Grande River basin (affluent of São Francisco River). The index used was the Green Domestic Product to estimate the impacts of the activities. The Grande River region was chosen due to its location (Cerrado biome) and the large soy fields.

**“Bunge e Santander lançam linha para expansão de soja sem desmatamento no cerrado.” – Folha de S.Paulo**

August 2018

<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/08/bunge-e-santander-lancam-linha-para-expansao-de-soja-sem-desmatamento-no-cerrado.shtml>

The company Bunge, the Santander Brazil bank, and the TNC Organization (The Nature Conservancy) launched loans totaling US\$ 50 million (R\$ 206 million) to stimulate the expansion of soy production fields into areas of the Cerrado biome that are already degraded. The goal is to rehabilitate the 25 million hectares of lifeless areas that had been deforested in the years prior into productive ones. They claim the goal is to expand sustainable agricultural methods and claim to only accept farmers who have undergone a background check with Bunge.

**“Ribeirinhos denunciam exploração predatória de água por transnacionais em Correntina.” – Rafael Tatemoto, Brasil de Fato**

November 2017

<https://www.brasildefato.com.br/2017/11/17/ribeirinhos-denunciam-exploracao-predatoria-de-agua-por-transnacionais-em-correntina>

Public demonstrations of discontent have been carried out in the form of occupation of private farmland by residents of the city of Correntina, in the State of Bahia. The farmland belonged to a transnational agrobusiness whom the community has continually accused of misdemeanor in terms of water use and land occupation. Activists from the demonstration argue that the agrobusiness extracts in a day what the entire city of Correntina consumes in a month, leaving little to no water remaining for local plantations.

**“Manifestação em Correntina leva 4 mil pessoas contra a irrigação (n.os da PM baiana)” – Notícias Agrícolas**

November 2017

<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/agronegocio/202352-manifestacao-em-correntina-leva-4-mil-pessoas-contra-a-irrigacao-nos-da-pm-baiana.html#.YOgD9DOSm70>

A public demonstration of over 4 thousand people was carried out in the city of Correntina in the State of Bahia as a way to show discontent for the heavy amounts of water being actively used by local agrobusiness croplands. This protest activity came after a group of 500 activists invaded private farmland owned by a private agrobusiness and destroyed its irrigation supply in what was considered a “vandalism act” by some member of the local governments. Although said agrobusiness does extract extremely large volumes of water from the river, inspection to their operations and documentation show they are doing their extraction activities within the total volume of water allocated to them. The water level that remains in the river for other uses is also compliant with minimum limits set out in 2015. The farmland in the spotlight currently produces 3.2 thousand metric tons of beans every year, a large producer, and an important source of income.

**“Cerrado perde metade da vegetação nativa; agronegócio acelera o processo.” – Lilian Campelo, Brasil de Fato**

February 2017

<https://www.brasildefato.com.br/2017/02/08/cerrado-perde-metade-da-vegetacao-nativa-agronegocio-acelera-o-processo>

The Cerrado biome, the second largest in the South American continent, occupying 24% of the Brazilian territory, has lost half of its native vegetation in the last 40 years. The biome is also home to three massive aquifers that supply a large percentage of the country (the Guarani, Urucuaia, and Bambuí aquifers). Livestock activities are the ones responsible for most of its destruction, with much of its deforested area having been converted into pastures.

As opposed to the Amazon rainforest, the Cerrado biome does not have a monitoring program in place, something scientists argue should change. The government has attempted to create monitoring task forces, but the lack of funding and coordination

has deemed these efforts rather inefficient. Better attempts must be made because major watersheds in the country (Araguia-Tocantins, Paraná, and São Francisco) heavily depend on the biome's health. In fact, 97% of the São Francisco River basin's waters are born in the Cerrado biome.

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**ANNEX IV – SÃO FRANCISCO RIVER BASIN  
WATER MANAGEMENT BACKGROUND; A  
SUMMARY BASED ON SF RBP 2016-2025**

**CONTENTS**

1.	Introduction	558
2.	CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance	560
3.	CDF 2 - Water Quality and Sanitation	564
4.	CDF 3 - Water Availability and Sustainability	571
5.	CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region	577
6.	CDF 5 - Biodiversity and Conservation	582
7.	CDF 6 – Land Use and Dam Safety	590
8.	References	597

## 1. Introduction

The São Francisco River Basin currently covers 7,5% of the Brazilian territory, equivalent to approximately 639,000 km<sup>2</sup>, and extends over the sovereignty of 6 states (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pernambuco, Alagoas, and Sergipe) and the Federal District. As of 2016, the hydrographic basin is subdivided into four physiographic regions: Upper São Francisco (approximately 40% of the basin area), Medium São Francisco (39%), Sub-medium São Francisco (17%), and Lower São Francisco (5%). (PRHSF, 2016a)

2010 georeferenced data shows that approximately 57% of the hydrographic basin's territory is used for agricultural practices and raising livestock (in Portuguese, *agropecuária*), a number shown to have increased in recent times. The second largest soil use is for pastureland, occupying approximately 20% of the basin's territory. As of 2010, approximately 14.3 million people inhabit the basin and the urbanized area accounts for 0.9% of the basin's territory. The Brazilian agribusiness, like in many parts of the world, is known to be of intensive nature and such practices demand considerable amounts of water. However, approximately 54% of the hydrographic basin is located in the Semiarid, a region of semi-desert climatic conditions characteristic of precipitation levels lower than those of potential evaporation. As climate change worsens extreme weather conditions across the world, the future availability of water may be at stake in the region. Hence, smart and efficient management of the existing water resources in the basin is of utmost importance, as is the safeguarding of the surrounding ecosystems and geosystems that ensure the continuing supply of such an important resource. (PRHSF, 2016a)

This summary document will look at the most pressing issues the São Francisco River Basin currently faces and will have as its baseline the SF RBP for the period of 2016 – 2025, a management plan designed by NEMUS, an environmental consultancy firm, alongside River Management Committees and other relevant entities. Amongst said issues to be covered lie Water Availability and Sustainability (CDF3), Water Quality and Sanitation (CDF2), Biodiversity and Conservation (CDF5), River Basin Planning and Water Governance (CDF1), Land Use and Dam Safety (CDF6), Climate Resilience in the Semiarid Region (CDF4). Each theme will be discussed separately in different chapters, which will include the respective causes and consequences of a series of variables pertinent to each of the themes. All information provided will either



have been sourced from the documents related to the plan mentioned above, from the Macrozoning document for the region, also developed by the same consultancy company, or from information gathered from published research, news articles, or official documentation and reports, among others.

## 2. CDF 1 - River Basin Planning and Water Governance

### Institutional Aspects and Organization

The São Francisco River Basin Committee (CBHSF) holds representatives of all six states (Minas Gerais, Goiás, Bahia, Alagoas, Sergipe, and Pernambuco) and the Federal District, and assembles them from the large variety of activity and societal sectors. In numerical terms, the basin's users sum up 38.7% of the committee's members, public power at federal, state, and municipal level hold 32.2% of the memberships, 25.8% belong to civil society, and the remaining 3.3% to traditional communities. The structural organization of the committee is divided into five fronts – plenary, collegiate board, executive board, regional advisory chambers, and technical chambers, – that regulate meetings, carry out political-institutional decisions, and examine and assess technical and highly specific material of a technical-scientific or institutional nature. (PRHSF RP1 V1, 2015)

AGB Peixe Vivo (Executive Support Association for the Management of Hydrographic Basins) operates as an executive arm of the CBHSF and implements the committee's actions through the use of the financial resources attained from the charging for the use of water resources in the basin. This Hydrographic Basin Agency also provides technical assistance for the management of the water resources through the planning, execution, and monitoring of actions, programs, projects, investigations, and other procedures approved and determined by the CBHSF and all other sub-basin Committees. (PRHSF RP1 V1, 2015)

Additionally, each state (including the Federal District) has its own water resource system at state-level that encompasses a number of different independent entities that cooperate amongst each other in order to ensure the management of the state's water resources. Such entities include secretariats, institutes, agencies, state boards, departments, and sub-basin committees for the management of the waters and surrounding territory of the São Francisco River's tributaries. (PRHSF RP1 V1, 2015)

### General Overview (up to 2016)

The governance associated with the management of the water resources in the basin was found to have several important positive aspects in the SF RBP 2016 – 2025: the

existence of management systems of water issuances and charges over the use of water; the existence of a Hydrographic Basin Agency that aids the São Francisco River Basin Committee (CBHSF) in the decision-making and management processes, in the implementation of water resources management instruments, and in the promotion of public participation of users and interested parties; and the existence of State Water Resources Plans approved in all six states (and the Federal District) associated with the basin. (PRHSF, 2016b)

However, issues have been pinpointed in relation to the interinstitutional articulation and coordination in, for the most part, the management of the quantity and quality of the waters. Additionally, flaws have been identified in the management of water issuance and demand systems due to the diversity of the entities involved in the basin's territory. The update of the framework of the water bodies has also been hampered due to the diversified approaches adopted in the numerous sub-basins and federal units in the SFRB. There is also no shared management strategy for the underground and superficial waters, making the coordination between entities and states ever more complicated. However, an integrated and shared management model for the underground and superficial waters of the Urucuia aquifer was, as of 2016, ongoing. (PRHSF, 2016b)

In the creation of the SF RBP 2016 – 2025 several issues were identified relating to the lack of coordination between important entities in the management of the São Francisco River Basin. The participation of the CBHSF was found to be lacking in actions for the revitalization of the basin and in the articulation with the entities responsible for hydropower generation in terms of rules and procedures for the operation of the dams. The implementation of the management instruments necessary for the efficiency management of the SFRB's water resources was also seen to be lacking due to the poor coordination between the state-level and national management entities and the CBHSF. The basin's users were also consulted in order to gain a better insight on the lacking governance in the basin. In the Upper, Sub-medium, and Lower São Francisco regions, the major conflicts arose between the way in which hydropower dams were handled and operated and the basin's users. They claimed the hydropower sector's handling of the water was damaging other activity sectors, such as navigation and transport of cargo and people, supply of water for human consumption, fishing, irrigation, aquaculture and fish farming, and tourism. In the Medium São Francisco region, the main areas of conflict included the unmoderated use of superficial and

underground waters the inadequate management of the soil for irrigation purposes. The lack of basic sanitation infrastructure was also pinpointed as a common issue across the basin, especially the lack of wastewater treatment and the incorrect disposal of waste that end up compromising the quality of the waters used for human and animal consumption and fish reproduction. (PRHSF RP1 V1, 2015)

The majority of the population complains about a lack of water, especially in the Sub-medium São Francisco, due to a lack of management and planning of the use of water resources. Deforestation, according to the population of the Medium São Francisco, is also a variable that aids in the reduction of the volume of available water. Water quality, according to them, is also poor and sewage (the non-existing sewage collection system or the lack of treatment of the water collected) is the main culprit, followed by agriculture, the extractive industry, and the management of solid waste. The largest share of conflicts over water were found to be in the Sub-medium São Francisco, a region known to be relatively arid due to its semi-desertic climate. (PRHSF RP1 V1, 2015)

### A 2021 Update

Some fronts have already seen certain degrees of improvement. Since the publication of the SF RBP 2016 – 2025, ANA's annual water resources reports (*Conjuntura dos Recursos Hídricos*) have begun reporting data on uses and pollution of the country's water resources in a more basin-specific angle. Unfortunately, such reports are immensely inconsistent with each other in terms of the type of data that is shared and the way such data is reported. The 2016 and 2017 reports are extremely basin-specific and data on the amount of water captured and released per basin is available; however, later reports share such data in terms of sectors, rather than basins, making the assessment on the conditions of the São Francisco River Basin more limited for the general public. Nevertheless, for the years for which data is available, the volume of water extracted increased from 2016 to 2017, from 226.7 to 266.7 m<sup>3</sup>/s. The amount of water estimated for the actual demand decreased, however, from 164.1 to 163.1 m<sup>3</sup>/s, meaning that the volume of water extracted from the rivers was increasingly overestimated between 2016 and 2017, pointing towards an inefficient regulation of water extraction versus real water needs. (Conjuntura ANA, 2016; Conjuntura ANA, 2017) On the positive side, the number of registered users charged for their use of

water has increased by approximately 4,000% between 2015 and 2020 in the SFRB (AGB Peixe Vivo, 2021) and, from 2018 onwards, CBHSF began publishing detailed reports on the respective finances. (CBHSF, 2021) In terms of the framing of the superficial and underground water resources, it has been found that no single sub-basin is yet to have their framework renewed in terms of the updated Resolution CONAMA 357/2005 approved by the Nacional Council on Water Resources (CNRH), although the vast majority are currently in the process of preparation or revision of the renewed framework. (IGAM, 2021a; PRH Corrente, 2021; INEMA, 2018a; INEMA, 2018b; INEMA, 2018c) However, the vast majority of the sub-basins do have relatively up-to-date water resource plans. (ANA, 2021) No information was found on the formal framing of the aquifers.

The SF RBP 2016 – 2025 was designed with several annual goals and estimates of budgetary requirements to achieve said goals. The 2018 – 2020 Action Tracking Report by AGB Peixe Vivo details how the budget is being allocated and the extent of the plan that has been fulfilled as of the time of writing. The Report shows that only 26% of the budget assigned to the year of 2019 was executed, a drop from 37% in the previous year. (AGB Peixe Vivo, 2020)

The 2016 – 2020 CBHSF Management Report is a document that details, amongst other items, the activities carried out between 2016 and 2020 by the CBHSF with the aim of trainings its own people or educating the basin's users. From the information in said report, the amount of activities, meetings, workshops, and trainings done with the goal of improving the institution were relatively limited. However, the amount of events organized with the goal of educating the population towards the environment, the conditions of the river, environmental services, dams and reservoirs, newfound research, floods, waste, and irrigation, between other topics, was much more significant. (CBHSF, 2020; IGAM, 2021b; SEMARH, 2021; SIRH, 2021; INEMA, 2021)

### 3. CDF 2 - Water Quality and Sanitation

#### Surface Water Quality from the River's Source to the River's Mouth

In the Upper São Francisco region, both the main river and its tributaries (Pará, Paraopeba, rio das Velhas, and Jequitaiá) displayed problems in the quality of their waters as of 2016. The Rio das Velhas watercourse was the one in the worst condition due to contamination by toxic substances and a high concentration of cyanobacteria. In general, only 15% of the monitoring stations analysed in the region verified that the water quality standards were being followed, identifying the presence of *Escherichia coli* (*E. coli*), nutrients, BOD (Biochemical Oxygen Demand), phenols, cyanide, and metals as the main parameters that led to poor quality.

In the Medium São Francisco, general water quality improves due to a progressive increase in the volume of water drained and lower pollutant loads from the tributaries. The sub-basins that display best water quality standards include the Carinhanha River, the Corrente River, the Grande River, the Paramirim, Santo Onofre, and Carnaíba de Dentro Rivers, and the Verde and Jacaré Rivers, whilst the Verde Grande River lies amongst the sub-basins with the poorest water quality in the entirety of the São Francisco River Basin. In 2015 58% of the monitoring stations were able to verify compliance with quality standards. The main parameters in disagreement with the quality standards include *Escherichia coli*, thermotolerant coliforms, BOD, nutrients, dissolved oxygen, phenols, cyanide, and metals.

In the Sub-medium São Francisco region, the natural conditions are less favourable for the dilution of pollutants. Considering the monitored parameters, water quality level displays an acceptable standard and only two parameters disagree with the quality standards: Chlorophyll A and dissolved oxygen. However, some degradation situations have gone unnoticed by the installed monitoring grid, like instances of mineral and metal pollution in the river margins of some municipalities and the presence of a high concentration of cyanobacteria along strips of the São Francisco River.

In the Lower São Francisco region, there is an instance of scarce data. Nevertheless, the data that is available points towards a certain degree of degradation in the quality of the waters enhanced by the conjugation of unfavorable natural conditions and human sources of pollution. The main parameter not in agreement with the water quality standard is nutrients.

The main sources of pollution across the São Francisco River Basin can be summarized into three main areas: urbanization and sanitation, industry and agriculture, and poor infrastructure. (PRHSF, 2016b)

### Sanitation and Urbanization

Pressures originating from domestic sewage are most significant in the Upper São Francisco region, particularly around the Metropolitan Region of Belo Horizonte (in the state of Minas Gerais), in the sub-basins of Rio das Velhas and Paraopeba River, even though Minas Gerais is the state known to have the best service rates in terms of sewage collection and treatment. Urbanization also tends to be correlated with an increase in water pollution from domestic effluents, especially when sewage treatment systems are poorly constructed and managed or non-existent. Higher degree of urbanization can also increase the amount of substances deposited on the surface of streets, buildings, and other locations, that may then be washed off by rain, like oils, greases, dusts, ashes, organic substances, and heavy metals. (PRHSF, 2016b)

There is evidence that sewage treatment measures are lacking along the São Francisco River Basin due to the presence of coliform bacteria in the water, a parameter often measured by rivers' monitoring stations. *Escherichia coli* (more commonly referred to as *E. coli*) is a type of thermotolerant coliform bacterium found in the gut of warm-blooded animals, which is commonly used as indicator of contamination with faecal matter from urban sewage, rural communities, or livestock management facilities (WHO, 1996a; USGS, 2021). The contaminated water can then be used either for direct consumption or for irrigation of crops. If the contaminated water (or food) is ingested by humans, a variety of illnesses may arise, from a mild gastrointestinal discomfort to a series of other life-threatening consequences. (USGS, 2021; WHO, 2018)

The coverage of sewage systems in the six states (and the Federal District) that involve the São Francisco River Basin has gotten worse since 2016, even though there are several active programs of installation of sanitation plans across the states. Between 2016 and 2020, the number of households that had access to basic sanitation, per state, were found to be as shown in the Table 1. The only states that showed a slight overall increase in the provision of this service were Minas Gerais, Pernambuco,

and Goiás. The large drop of coverage from 45% to 17% between 2016 and 2019 in Alagoas, should be related in part to a change in the account methodology.

Table 31-Percentage (%) of household with access to basic sanitation per state per year

State	2016	2017	2018	2019
Minas Gerais	64.41%	64.47%	65.19%	66.78%
Bahia	55.71%	54.65%	57.29%	52.57%
Pernambuco	30.40%	31.06%	31.54%	31.56%
Sergipe	29.08%	30.86%	31.98%	27.66%
Alagoas	44.73%	22.35%	17.86%	17.14%
Goiás	56.16%	54.62%	55.66%	60.52%
Federal District	84.42%	84.42%	85.36%	82.28%

Source: SNIS

As exemplified by the data in the table, sewage collection conditions are not improving, and it cannot be expected that the pollution in the river that originates from inappropriate dumping of untreated wastewater declines in the near future.

### The Industry and its Poor Regulation

The sub-basins of rio das Velhas, Paraopeba River, Pará River, and Verde Grande River are heavily affected by the inadequate disposal of solid waste and industrial effluents from the food, textile, and metallurgical industries in the regions' municipalities. The sub-basin of the Grande River is heavily impaired by effluents from slaughterhouses. In the Upper São Francisco region and in parts of the Sub-medium



São Francisco, the mining sector is of special concern, especially the small-scale one, as it contaminates waters with heavy metals, leaches it, deposits inadequate waste, and degrades the soil. (PRHSF, 2016b)

The presence of phenols and cyanide in river waters are special indicators of industrial pollution. (WHO, 1996b; Anku, 2016; CDC, 2018) Phenolic compounds are often found in water bodies as a consequence of the inadequate discharge of polluted effluents of industrial and agricultural source, are toxic, and have the capacity to inflict severe and long-lasting effects on all types of animal life. Even at low concentration, phenols are considered to be carcinogenic and have been listed in both the United States and the European Union as pollutants of priority concern. Phenol compounds can easily penetrate the skin through adsorption and can be readily absorbed from the gastrointestinal tract of humans to exert toxic influence on humans. (Anku, 2016) Cyanide has several natural sources but is often used in industry to produce paper, textiles, and plastics. Cyanide crystals are used in metallurgy, electroplating, metal cleaning, and removing gold from its ore and its gas form is used to exterminate pests and vermin in buildings. Once in the water, it can be ingested by humans directly through the act of drinking or indirectly through the ingestion of food irrigated with contaminated water. Consequences of cyanide uptake range through the entire spectrum of oxygen-deprivation symptoms. (CDC, 2018)

Anthropogenic sources of metals and heavy metals include industrial production, fertilizer use, and sewage discharge. Humans can uptake these in various ways, either by directly drinking contaminated water or ingesting plants whose have accumulated dangerous levels of heavy metals. These toxic materials disturb the human body's metabolic functions if ingested in relatively large amounts and damage the biological functioning of vital organs. (Rehman, 2017)

Excess of nutrients in watercourses is often related to heavy discharge and runoffs from agricultural facilities. The excess use of fertilizers followed by irrigation of the soil can lead to the nutrients in the fertilizers, like nitrate and phosphorus, percolating through the soil and into underground water streams that then lead to superficial rivers and lakes. Although a certain level of nutrients is essential for the sustained management of aquatic life in any water system, excess concentrations of them can lead to severe imbalances. High levels of nitrate can lead to algae blooms, which then boost the amount of chlorophyll a in the water, a metric that is often measured in monitoring stations. As these algae and other organic matter die, microorganisms

break them down and require oxygen to do so. Hence, the Biochemical Oxygen Demand (BOD) in the water will increase as the dissolved oxygen in the water is consumed by microbes during decomposition activities. The levels of BOD and Dissolved Oxygen (DO) are also common parameters in monitoring stations. (EEA, 2001; US EPA, 2021) Cyanobacteria, also known as “blue-green algae”, are special bacteria that obtain energy via photosynthesis and are frequent inhabitants of freshwater and marine ecosystems. Similarly to normal algae, cyanobacteria multiply rapidly in the presence of high concentrations of nutrients and sunlight. However, contrarily to normal algae, cyanobacteria produce potent toxins, possibly as a result of anthropogenic water contamination with toxic substances, metals, and synthetic organic compounds. These toxins can be harmful to human health and may cause irritation to the skin if they come into contact with them. (WHO, 1999) In 2015, a 28-km strip of 7-meter-deep water along the São Francisco River was pinpointed as having a high density of toxic cyanobacteria. Blame was placed on the dumping of untreated sewage and on the excessive water retention in the major dams along the river. A Brazilian specialist claimed in an article for the newspaper Estado de Minas that the only way to control and eliminate cyanobacteria in rivers is by increasing the rivers’ flow. However, with the drought seasons, such becomes complicated to carry out as there is increasing pressure to retain water in reservoirs that often dry up in the dry months. Solutions hence fall in improving appropriate sewage treatment conditions in large cities and in smaller communities. (Estado de Minas, 2015)

### Groundwater Quality

The level of information on the basin’s aquifers in the Integrated Underground Water Monitoring Network (RIMAS, in Portuguese, Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas) is rather scarce as the number of monitored aquifers is limited. Hence, the conclusions about the quality of the underground waters gathered for the SF RBP 2016 – 2025 was essentially compiled from secondary sources of data: hydrochemistry maps, state plans for water resources, inventories of contaminated areas, etc. (PRHSF, 2016a)

The SF RBP found that a significant percentage of the basin holds groundwater whose quality is fit for human consumption. However, the water quality conditions do decrease the closer one is to the Sub-medium São Francisco region, where 70% of the waters

are considered improper for human consumption. In the Lower São Francisco, 55% of the water has improper quality of water for consumption, whilst approximately another 29% of the water is not even considered drinkable. In terms of water appropriateness for irrigation purposes, both the Upper, Medium, and Sub-medium São Francisco regions present good conditions, although the later does present in some region water that is inappropriate for irrigation. The underground waters in the Lower São Francisco region are considered to be inappropriate for irrigation, with some limited areas containing water appropriate for irrigation. The issues behind the inappropriateness of the underground waters in the Sub-medium and Lower São Francisco regions are due to the high electrical conductivity and salinity of the underground waters in specific aquifers that arise from the low precipitation and high evaporation levels. It is also the salinity of these waters that makes them inappropriate for irrigation purposes – approximately 12% of underground waters of the São Francisco River Basin are improper for use in irrigation. (PRHSF, 2016a; PRHSF, 2016b)

Approximately 38% of the underground waters in aquifers in the hydrographic basin have a medium level of vulnerability to pollution. Such vulnerability originates from the extensive area occupied by the large Bambuí and Urucuia aquifers, whose support grounds exhibit a higher degree of fractures, and hence admit higher permeability. Higher degrees of vulnerability to pollution are associated with unconsolidated sedimentary deposits, the Urucuia aquifer, and the karst formations, like those that support the Salitre aquifer. Most of these locations can be found in the Medium and Upper SF regions. In general, the vast majority of the aquifers in the Sub-medium and Lower SF possess low to very low vulnerability to pollution, with the exception of the Caatinga aquifer in the Medium Lower SF. (PRHSF, 2016a)

The pollution of underground waters and aquifers can be generally justified by the geological and geographical context and by the human activities associated with the regions. The geological context explains the existence of arsenic, fluoride, iron, and aluminum in the waters, whilst the geographical context, correlated with the climatic conditions, explains the high degree of mineralization/salinity of the waters in the Medium, Sub-medium, and Lower São Francisco. However, pollution of these water reservoirs with organic compounds and metals comes from human activity, such as mining, railways, the deposition of solid urban waste, the chemical/metallurgic industry, the exploitation of fuel stations, agriculture, and sanitation (or the lack thereof). These

activities have been responsible for a series of contamination episodes in the Upper and Medium São Francisco regions. (PRHSF, 2016b)

#### 4. CDF 3 - Water Availability and Sustainability

##### Irregularities in the Availability of Water along the Basin (from River Source to River Mouth)

Data extracted from Hidroweb, an online platform where the rain gauges and fluviometric probes along water courses are registered, and from a series of modelling done with the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) showed that water availability across the basin is extremely unequal. The upstream regions of the basin (Upper and Medium São Francisco) are gifted with a much higher water availability, than the downstream regions. The highest water availability discrepancies occur between the Paracatu River sub-basin (430.3 m<sup>3</sup>/s) in the Upper São Francisco region and the Seco River sub-basin (1.1 m<sup>3</sup>/s) in the Lower São Francisco. (PRHSF, 2016a)

The main natural variables that affect the flow of water in a river's tributaries include the local climate and rate of precipitation, vegetation and land cover, geology, and river-aquifer relationship, amongst others.

Rainfall and the climate present patterns across the basin that can be directly correlated to the water richness in the São Francisco River's tributaries. The Upper, Medium, and Sub-medium São Francisco regions show similar precipitation patterns, with heavier rainfall during the Southern Summer (October to March) and very low levels of it during Southern Winter. The Lower São Francisco region shows a quite literal mirrored pattern, where heavier rainfall is observed during the Southern Winter (April to September) and lower levels of it during Southern Summer. Nevertheless, both the Sub-medium and Lower regions display significantly lower overall yearly rainfall than the upstream regions of the hydrographic basin, meaning that water availability due to rainfall in these regions is expected to be lower.

Average yearly precipitation levels in the upstream region round the 900 mm – 1400 mm, whilst in the downstream such values drop to 300 mm – 1000 mm. Such is directly related to the characteristic climate of the region; the downstream regions of the basin suffer from higher average temperatures throughout the year (23 °C – 27 °C in Medium and Sub-medium SF, comparatively with 19 °C – 25 °C in Upper SF), a variable that is directly correlated with the degree of evapotranspiration, indicating, once again, lesser water availability in the downstream region of the hydrographic basin. The semi-

arid climatic conditions the lower ends of the basin are exposed to aid in the unequal distribution of water along the hydrographic basin. (PRHSF, 2016a; PRHSF, 2016b) Surface water availability is assessed through the reference flows, comprising the permanence flow  $Q_{95}$ , verified in 95% of the time, the average flow  $Q_{50}$  and the characteristic flow  $Q_{7,10}$ , corresponding to the minimum flow in a duration of 7 days and with 10 years of recurrent time.  $Q_{95}$  was assessed in  $800\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{7,10}$  as  $760\text{m}^3/\text{s}$ , and the average  $Q_{50}$  as  $2,769\text{ m}^3/\text{s}$ . No environmental flows are defined for the Basin. (PRHSF, 2016b)

In terms of the hydrogeology, it can be said that the basin in general has a hydrogeological favourability in the Variable and Weak classes. 44 aquifer units are individualized in the Basin, spread across three hydrogeological domains, being highlighted the Undifferentiated Fractured Base (*Embasamento Fraturado Indiferenciado*) which spreads for 40% of the Basin's area and occurs in all the physiographic regions. The knowledge available for the different aquifer units is very uneven among them. (PRHSF, 2016b)

Approximately 47% of the hydrographic basin has a variable hydrogeological favourability, mainly in the Upper and Medium São Francisco, while the weak favourability is found across the three most upstream regions. High hydrogeologic favourability is found sparsely in the Medium, Sub-medium and Lower São Francisco, and the latter two regions are majorly dominated by the Very Weak class.

The three main hydrogeological domains in the basin are Fractured (occupying approximately 66% of the basin), Karst (9%), and Granular (25%). The Fractured domain is rather impermeable and may at times have fractures that allow for water circulation and the individualization of the aquifer. It is associated with rocks, whether crystalline of metamorphic, metasedimentary, or igneous nature, or consolidated sedimentary ones. The Karst domain has a very high productivity when compared to both Fractured and at times Granular domains and is formed in carbonate rocks where water circulation occurs in discontinuities. The Granular (or Porous) domain, formed by dendritic sedimentary rocks with poor or no consolidation, present high permeability in the presence of reduced levels of clay and have high aquifer interest. The Fracture domain is present in all sections of the São Francisco River Basin, with higher presence in the downstream regions of the basin; the Karst domain is most commonly found in the upstream regions, with higher relevance in the Upper and Medium São Francisco regions; the Granular domain, dominated by the Urucuia aquifer (one of the

most important in the basin), can be found in all four regions, with higher relevance in the Upper and Medium São Francisco. The most efficient aquifers, Urucuia (Granular domain), Bambuí (Karst and Fractured domains), and Salitre-Caatinga (Karst domain), are located mainly in the Medium São Francisco region. The Urucuia aquifer system is the most important in the São Francisco River Basin and it holds approximately 41% of the water availability in the basin. In overall, the Upper and Medium São Francisco regions are those that hold the most amount of underground water, 42.6% and 46.6%, respectively, and hence the regions that can best supply superficial water courses. (PRHSF, 2016b)

### Climate change

Anthropogenic climate change is likely to become the single greatest threat to the stability of ecosystems and human civilizations around the globe as it increases the speed of parts of the natural water cycle with the ever-increasing average temperatures. Meteorological data from the past 50 years have allowed for the study of the past temperature, evaporation, and precipitation trends.

According to the results published in the São Francisco River's Water Resources Plan (PRHSF, 2016b), maximum temperatures have increased 0.5 and 0.3 °C/decade for the Lower and Upper São Francisco, respectively, while minimum temperatures have increased 0.5, 0.3, and 0.1 °C/decade in the Lower, Medium and Upper, and Sub-medium São Francisco, respectively. These temperature trends, measured between 1961 and 2014, are likely to continue into the future as anthropogenic greenhouse gas emissions continue to rise and they are likely to affect agricultural cycles, water retention in the soil, food quality, and the general water cycle.

When it comes to evaporation, results show, once again, increasing trends for all regions of the hydrographic basin varying from 0.2 mm/decade in the Lower and Medium Lower São Francisco, to 0.4 mm/decade in the Upper São Francisco, and to 0.5 mm/decade in the Medium SF. Higher evaporation rates are correlated with higher local temperatures and imply a decreased level of water availability stored in the soil and the acceleration of desertification and drought.

In terms of precipitation, the average values compiled point towards a general decrease in the level of rainfall in the Lower and Medium São Francisco regions.

Together with an increasing level of evaporation, the combination is likely to potentiate the process of desertification in the Brazilian northeast, where the Semiarid is located. Climate change not only manifests itself in changes in average values, but also in the frequency of occurrence of extreme ones. The SF RBP has also compiled information on the likelihood of extreme precipitation events and arrived at the conclusions that (1) will likely occur an increase of precipitation in rainy days in the Upper, Medium, and Sub-medium São Francisco and decrease in the Lower São Francisco, (2) the trend on the number of consecutive rainy days remains stable, and (3) the trend on the number of consecutive dry days in the Lower São Francisco remains unchanged, with an increase in the same trend by 4 to 5 days/decade in the remaining three regions. These results agree with the main studies contemplating the Basin area (Valverde & Marengo, 2014) (Gosling, et al., 2011) (Marengo, 2006).

### Transposition Project

The Transposition Project, formally called the “Project of Integration of the São Francisco River with the Hydrographic Basins of the Brazilian Northeast”, is one whose objective was to supply 12 million people in small, medium, and large settlements and cities in the Semiarid region with a stable source of water. Such would mean bringing the São Francisco waters across three additional states – Ceará, Paraíba and Rio Grande do Norte, – and extending its presence in the state of Pernambuco, covering a total of another 700 km or more. According to the Ministry of National Integration (MI), the entity responsible for carrying out the project (the actual Ministry of Regional Development), the transposition had to be carried out due to two main reasons: the fact that the Northeast is home to 28% of the Brazilian population, whilst holding only 3% of the country’s available water resources, and the fact that the discrepancies between the water availability for the Semiarid population that live within the São Francisco River Basin and outside the basin are colossal (2,000 - 10,000 m<sup>3</sup>/inhab/year within the basin, comparatively with 400 m<sup>3</sup>/inhab/year in the remaining Semiarid, taking into account the United Nations’ recommended value of 1,500 m<sup>3</sup>/inhab/year). (Castro, 2011)

Such a large-scale project requires, however, that both regions that give away and receive the São Francisco waters have something to gain and will not be put at a disadvantage at any stage of the project. This means that the region that gives away



the waters will not suffer economically, socially, or environmentally due to the decrease in the water availability, and that the region that receives the water receives it in proper quality conditions, without harming the surrounding ecosystems.

In 2005, the Nacional Water Agency (in Portuguese, Agência Nacional das Águas) (ANA) granted the project the authorization to remove 26.4 m<sup>3</sup>/s of water from the São Francisco River and distribute it over the two artificial dike systems (the Northern Axis and the Eastern Axis). The removal of a larger water volume (up to 127 m<sup>3</sup>/s) was allowed if and only if the Sobradinho reservoir, upstream to the water extraction points, had reached 94.0% of its storage capacity or if the reservoir was nearing its flood control standby volume. The 26.4 m<sup>3</sup>/s value was decided based on the estimated water demand for human and animal consumption in 2025. This meant that, for as long as the real demand for such ends was inferior to the projected demand, the remaining water could be used for other purposes, like irrigation. (ANA, 2005)

However, much of the dike system operates above ground and in open air and the complexity of supervising 700 km of water channels makes the illegal extraction of water from them for uses other than human or animal consumption a plausible threat. Agricultural practices are also due to increase in the near future (CBHAGRO, 2021), signifying water use for irrigation purposes is also due to increase. There have been mentions of intentions and plans to redirect some of the transposed SF waters to irrigate dry but extremely fertile regions in the states of Ceará and Rio Grande do Norte. (Diário do Nordeste, 2021; Exame, 2021) However, such could only be done at the desired levels so long as the real demand for water for human and animal consumption remained inferior to the projected demand. Since such is only predicted to occur until 2025, irrigation with the transposed SF waters could only occur until 2025, and at an ever-decreasing rate, an unsustainable measure for the receptive agricultural sector. The situation could be overturned if the Sobradinho reservoir had enough water stored, however past data shows the reservoir is only able to fill itself up until the 94% capacity threshold about four times every 10 years. (EcoDebate, 2020)

In the end, the real question lies with whether the São Francisco River Basin can handle losing 26.4 m<sup>3</sup>/s downstream of one of its largest reservoirs. According to a 2004 deliberation by the São Francisco River Basin Committee (CBHSF), the maximum yearly average recommended removal of water from the river for consumption purposes was of 360 m<sup>3</sup>/s. Of those, 335 m<sup>3</sup>/s had already been legally distributed for consumption uses, leaving out a mere 25 m<sup>3</sup>/s. The Transposition

Project had received the right to remove 26.4 m<sup>3</sup>/s in 2005, effectively creating a 1.4 m<sup>3</sup>/s deficit of the water removal at the time these grants were signed. (Castro, 2011) The maximum allowed extraction volume was later significantly increased however, (PRHSF, 2016b) but issues could arise once again during drought periods in the central regions of the São Francisco River Basin. Prior to 2017, in a normal year, the Sobradinho reservoir released a minimum of 1,300 m<sup>3</sup>/s downstream. However, the drought conditions upstream became so severe that in late 2017 the reservoir was operating at 4% of its capacity and its downstream flow was only 550 m<sup>3</sup>/s. (G1 Globo, 2017) The 26.4 m<sup>3</sup>/s calculation was done not only based on the human and animal consumption requirements at the endpoints, but also with the safeguard of the São Francisco River's ecosystems and society in mind (although no ecological flow is yet to be assigned to the river), (EcoDebate, 2020) risking the failure to take into account severe drought periods, like those registered years after the flow value was set, that climate change threatens to make the new normal. Additionally, since the value was created based on predicted consumption in 2025, it may fail to safeguard the receptive population's needs beyond said date, forcing a potential re-evaluation of the volume of the flow permitted to circulate in the new dikes, threatening to remove even more of the resource from its original course.

## 5. CDF 4 – Climate Resilience in the Semiarid Region

### Overview

Manmade climate change is set to become the single-most challenging aspect for ecosystems and human settlements in the near future, especially those in the Global South, in regions susceptible to droughts, floods, and other extreme weather events. One of the major impacts climate change is expected to have in Brazil and in the São Francisco River Basin is the enhancement of the intensity of the El Niño Southern Oscillation (ENSO), characteristic of droughts in the north and northeast of the country and a decrease in rainfall in the northeast, also known as the Semiarid, considered one of the major regions extremely vulnerable to climate change. (PRHSF RP1 V2, 2015)

### Changes to land use

One of the main current problems in the Semiarid is the steadily degrading conditions of the agricultural soils. Eroded soils become more vulnerable to climate change and lose their fertility as a consequence, especially during drought periods, that can then lead to a severe productivity fall. Their degradation also speeds up the desertification process, which will in turn lead to further economical fallouts as lands are abandoned. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Deforestation, another major problem in the basin, causes a decrease in the soil's ability to retain rainwater. This leads to an increase in the volume of water that flows superficially, which then contributes to a higher variability in the flow of rivers, potentiating the readily occurrence of floods and droughts. During wetter seasons, due to the decreased degree of infiltration, most of the rainwater will flow superficially onto rivers, potentiating floods, whilst during drier seasons, rivers and other watercourses are likely to lose large volumes of water due to the fact that the soil is unable to recharge them because it became unable to retain the rainwater during the wetter season. (PRHSF RP1 V2, 2015)

## Temperature changes

Data from 37 monitoring stations located across the basin for the time period between 1961 to 2014 already show how the temperature of air and the evaporation rate have increased, while the precipitation rate has fallen. In terms of maximum temperatures, the largest variations were observed in the Lower and Upper São Francisco regions, with 0.5 °C/decade and 0.3 °C/decade, respectively. In the Medium São Francisco, a small variation of 0.06 °C/decade was observed, whilst in the Sub-medium the variation was actually negative (-0.06 °C/decade). In terms of minimum temperatures, variations are positive in all four regions, with 0.5 °C/decade, 0.4 °C/decade, and 0.1 °C/decade in the Lower, Medium and Upper, and Sub-medium São Francisco regions, respectively. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Since temperature is one of the main climatic parameters that directly influence the growth and development of plants, increases in temperature may lead to regulations in the crop cycle, water retention, and quality of fruits and their color. This may then have direct and indirect effects on local economies and human wellbeing, as well as in the regulation of both superficial and underground watercourses. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Given that both the maximum and minimum temperatures have increased, evaporation has followed suit. Data collected for the same time period shows that there have been increasing trends across the basin, with increases of 0.5 mm/decade, 0.4 mm/decade, and 0.2 mm/decade in the Medium, Upper, and Sub-medium and Lower São Francisco regions, respectively. (PRHSF RP1 V2, 2015)

A second consequence of a temperature boost on the water cycle is the increased capability of the atmosphere to store water. This in turn decreases the amount of rainfall observed, especially in regions prone to drier weather. As it turns out, decreasing trends in rainfall have indeed been observed in both the Lower and Medium São Francisco regions, both of which with parts of them included in the Brazilian Semiarid. (PRHSF RP1 V2, 2015)

An increase in evaporation and a decrease in the volume and rate of rainfall is likely to exacerbate water-based disputes across the basin and deregulate and weaken the existing ecosystems. As agribusinesses continue to grow and as populations continue to increase, higher volumes of appropriate-quality water will be demanded, likely

triggering further debates and disputes over the ownership of the water resources available in the basin.

### The Semiarid and further desertification

The Semiarid region in north-eastern Brazil is an extremely vulnerable area that has seen high rates of deforestation to clear land for the sake of agribusinesses. It is also one characteristic of rates of evaporation higher than those of rainfall and have a generally low availability of watercourses. A UNEP dryness index shows how the Semiarid is due to become significantly drier than it is today due to climate change. It also shows how the regions immediately adjacent to it are likely to follow suit. (PRHSF RP1 V2, 2015)

With the project for the transposition of the São Francisco River's waters into regions of the Semiarid nearing its end, the government has already begun drawing plans to expand agriculture in the region. (Exame, 2021) The State of Ceará, one of the few being supplied with water from this large-scale water transposition project, is also likely to become one of the country's largest providers of wheat due to the high productivity of its soil. (Diário do Nordeste, 2021) However, with increasing temperatures and increasing rates of evaporation, these projected new agricultural fields would be yet another sink of freshwater in a place with desert-like conditions. The further deforestation of the Caatinga biome in the Semiarid in order to make space for the new agricultural land, along with the poor management of the soil, is only likely to facilitate the process of desertification.

### Extreme weather events

Along with changes to typical temperature and precipitation parameters, climate change brings with it changes in the frequency of occurrence of extreme conditions and extreme weather events. Many of the predicted changes point towards a higher probability of occurrence and higher intensity of extreme weather events, such as heat waves, uncontrolled forest fires, extreme droughts, and floods. (PRHSF RP1 V2, 2015) In order to assess these climate events, the SF RBP 2016 – 2025 carried out calculations on the extreme precipitation indices recommended by the ETCCDMI (Expert Team for Climate Detection Monitoring and Indices) – the average precipitation

of rainy days (SDII), consecutive dry days (CDD), and the consecutive wet days (CWD). Results show that the number of consecutive days with precipitation values above 1 mm have remained constant, whilst the number of consecutive days with precipitation below 1 mm have increased by 4 to 5 days per decade. The events with precipitation levels above 10 mm experienced a small increase across the basin (between 0.01 mm/day/decade and 0.2 mm/day/decade), with the exception of the Lower São Francisco region that exhibited a decreasing trend (-0.7 mm/day/decade). The results show that the number of consecutive dry days has been increasing across the basin (except in the Lower São Francisco, where the trend has remained fairly constant), whilst the number of consecutive wet days has remained constant even though rainy days have generally experienced higher volumes of water. (PRHSF RP1 V2, 2015) Such confirms what is often said about the consequences of climate change: drier days will become drier, and wetter days wetter.

#### Water availability in the basin

Following the several existing climate change models based on differing emissions trends, the SF RBP 2016 – 2025 was able to estimate the future water flows in all the basin's 34 tributary rivers based on three of the four dams studied by the National Water Agency in 2015 (Três Marias, Sobradinho, and Itaparica). The results showed that the negative impacts of climate change were likely to be felt with higher intensity in the sub-basins downstream of the Itaparica reservoir – located in the border between the Sub-medium and Lower São Francisco regions – where an expected 6% to 18% decrease in the water availability indicators was calculated. (PRHSF RP1 V2, 2015) In terms of underground water reservoirs, namely aquifers, it can be said that these structures are significantly vulnerable to climate change and the potential extreme weather events that may come because of it. Extreme events like floods, droughts, and forest fires, for example, may significantly impact the recharge of aquifers and the general underground water availability levels. They can also damage the quality of the underground waters and hence their ability to satisfy human needs for consumption, irrigation, and livestock maintenance. A rising sea level (by 2.8 – 3.0 mm/year until 2040 and above 3.6 mm/year between 2040 and 2070) as a result of climate change may further damage the qualities of the waters as the salted water may infiltrate

through the soil and reach freshwater aquifers near the shores, a process known as 'saline intrusion'. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Since a large area of the basin is located in the Semiarid, the intensification of existing problems related to underground water availability is hence expected. Data available in the SF RBP 2016 – 2025 points towards decreases in quality of underground waters in regions that are commonly dry, like the Semiarid, due to increases in evaporation rates, which then lead to significant mineralization. However, the largest increases in the rates of evaporation are in the regions (Upper and Medium São Francisco) where quality problems related to mineralization have not been identified. This is a positive sign since it is in these two regions that lies the Urucuia aquifer system, one of the most important sources of freshwater in the hydrographic basin. (PRHSF RP1 V2, 2015)

## 6. CDF 5 - Biodiversity and Conservation

### An Overview

The São Francisco River Basin is home to three of the most important Brazilian biomes when it comes to nature conservation and biodiversity: the Cerrado (approximately 57.2% of the basin), the Caatinga (39.5%), and the Mata Atlântica (3.3%). (PRHSF RP1 V2, 2015)

The Cerrado is mainly characterized by a mixture of the savannah, meadow, and seasonal forest biomes in international terms. It is characteristic of dry winters and high precipitation rates during summer, covers the majority of the Upper and Medium São Francisco territory, and is the birthplace of the vast majority of the tributaries that make up the São Francisco River Basin. It is also home to the headwaters of another two major hydrographic basins in the country (Amazônica / Tocantins and Prata). (PRHSF RP1 V2, 2015) However, between 2004 and 2009/10, there was a significant decrease in its area and the cleared land has been mainly used to advance agricultural and livestock production activities. (PRHSF, 2016b)

The Caatinga biome is one that is exclusively found in Brazil and coincides predominantly with the Semiarid region in Northeastern Brazil. Hence, the biome can be spotted mainly in the Sub-medium and Lower São Francisco, as well as in parts of the Medium region, and is one that often suffers high considerable levels of deforestation and degradation. The vegetation of this biome is one that continually supports the economy of the territory, whether directly or indirectly, as its wood, coal, and other resources are consumed, and its land cleared to give space for agriculture and livestock management activities. The majority of the deforestation observed between 2004 and 2009/10 occurred in the Medium and Lower São Francisco regions, having been essentially substituted by agriculture and livestock production areas. The biome was recognized by the UNESCO in 2001 as a Biosphere Reserve but it is one of the biomes that is least protected by conservation units in the country. (PRHSF, 2016b; PRHSF RP1 V2, 2015)

The Mata Atlântica is a tropical forest biome with an important role for the local ecology and the management of the water resources, especially in terms of regulating the fluxes of water sources. Its existence aids in ensuring soil fertility, controlling the local climate, and protecting hills and mountain slopes. The Mata Atlântica biome is most



commonly found in the Upper São Francisco region, mainly in the headwaters, and sparsely found in the Lower and Medium São Francisco. It has also suffered significant losses (only 22% of its original area remains in the basin) (PRHSF, 2016b)

As per expected, the Cerrado biome, responsible for the majority of the SFRB water courses is found in the upstream regions of the basin where higher volume of water can be found, whilst the Caatinga, a drier region correlated with the Semiarid zone, is found in the more downstream regions where water availability is scarcer in the tributaries of the São Francisco River. (PRHSF, 2016b)

The basin has a notably low level of information and knowledge of its flora, especially its conservation state and distribution. There seems to be slightly more knowledge about the existing fauna, but a great part of it is yet to receive an international conservation status. Approximately 13% and 8% of the registered flora and fauna, respectively, exhibit a threatened status at national and/or international level. The Mata Atlântica is home to the largest amount of these threatened species, even though it only makes up about 3% of the basin's territory. (PRHSF, 2016b)

### Protective Measures

The most straightforward way in which to protect species and ecosystems is to establish protection areas that are properly regulated and supervised. Protection areas in Brazil can fall under one of four categories: Conservation Units (CU), Permanent Preservation Areas (PPA), Legal Reserves (LR), or Special Protection Areas (SPA). (PRHSF RP1 V2, 2015)

The Conservation Units can serve one of two purposes: nature protection or sustainable use. The first type of CU only allows the use of the region's resources indirectly, meaning consumptive, collective, damaging, and destructive actions are not permitted. The second type attempts to make nature conservation and sustainable use of natural resources compatible with one another. At federal and state level, there are 124 CU's across the basin (67 for Nature Protection and 57 for Sustainable Use), encompassing a total of approximately 6,831,513 ha of the basin's territory (approximately 10.7% of the Basin's area), mostly in the Medium São Francisco region. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Permanent Preservation Areas are legally protected areas with the environmental objective of conserving water resources, the landscape, geological stability, and

biodiversity, protect the soil, and ensure the wellbeing of the human populations. Such areas include riverbanks, margins of lakes and natural bodies of water (whether natural or artificial), territory immediately surrounding headwaters and river sources, slopes with declinations of over 45°, mangroves, and mountain and hill tops, amongst others. However, no such mapping exists neither for the country nor for the São Francisco River Basin of the location of the PPAs and hence the SF RBP 2016 – 2025 attempted to outline them around the primary and secondary watercourses in the basin. The Plan identified a total of approximately 73,379 ha of riparian forests across the basin, the majority lying within the borders of the Medium São Francisco region. Unfortunately, only approximately 32.4% of such vegetation is covered by Conservation Units. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Legal reserves are areas located inside properties with the goal of ensuring the economic use of their natural resources in a sustainable manner. They also aim to aid in the conservation and rehabilitation of the ecological processes and biodiversity and serve as shelter for wild fauna and native flora. No mapping is available of such areas at the basin or the country level. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Special Protection Areas exist in order to protect river sources, water springs, and the cultural, historic, landscape, and archaeological heritage. Once again, there is no recorded mapping available for the basin, however the state of Minas Gerais keeps track of a list of 11 SPAs within state limits, covering an area of 110,244 ha. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The Ministry of the Environment has, however, recognized Priority Conservation Areas as a way to delineate specific areas of the territory that require in situ conservation of biodiversity, a sustainable use of their components, further research on the biodiversity existent in the areas, the restoration of degraded areas and overexploited species, and the economic valorization of the ecosystem. These areas were subdivided into 4 classes based on their established priority level: Low (54.3% of the basin), High (2.3%), Very High (25.8%), and Extremely High (6.4%). The remaining 10.7% of the basin is covered by Conservation Units. Much of the zones with Very High to Extremely High conservation priorities coincide with the basin's most urbanized regions, and also with those environmentally sensitive due to their re-appropriation into agricultural or livestock production land or to the fact they are directly connected with some of the major aquifers in the basin (like the territory directly above the Urucuia aquifer). (PRHSF RP1 V2, 2015; PRHSF, 2016a)

### Flora Across the Basin: Species Classification and Restoration Efforts

The SF RBP 2016 – 2025 compiled a list of species of flora for the hydrographic basin out of the estimated 41,000 species present in Brazil. Such list named 1194 taxa, of which 589 are endemic either to Brazil or to the São Francisco River Basin, organized under 128 families. Of the species most dependent on aquatic ecosystems, the one considered most relevant for the context of this river was the Aquatic Macrophyte, a macroscopic photosynthetic plant that inhabits the surfaces or depths of water streams and lakes and may pose problems for navigation, recreation activities, and water extraction for human consumption. (PRHSF RP1 V2, 2015) It may also pose serious threats to the well-functioning of the turbines in hydroelectric dams, (PRHSF RP1 V2, 2015) exemplified as a possibility following the damage *Egeria densa* has caused in the Paulo Afonso and Itaparica hydroelectric dams in the Sub-medium SF. (Sampaio & Oliveira, 2005)

As of 2016, the basin had 207 federal, state, and municipal Conservation Units (CU) outlined with the aim of sustainably using the spaces or protecting them. The Permanent Preservation Areas (PPA) are also spaces legally protected with the goal of conserving the water resources, the landscape, the geological stability, and biodiversity, protect the soil, and ensure the wellbeing of the human populations. The Special Protection Areas (SPA) are regions created to protect river sources or the cultural, historic, scenic, or archaeological heritage. (PRHSF, 2016b)

However, the presence of such protection delimitations did not prevent their deforestation (20% of their territory was deforested) between 2002 and 2016. (PRHSF, 2016b) Additionally, at a national level, the intersection between protected areas and threatened flora species is quite poor; approximately 86% of the territory that is home to threatened flora species is poorly protected within the conservation areas. (PRHSF RP1 V2, 2015) Habitats within these protected areas are also heavily fragmented and require investment into ecological corridors in order to connect regions with high conservation importance. The existing Caatinga Ecological Corridor in the Sub-medium and Lower São Francisco regions contribute to the dispersion and conservation of fauna and flora species that are relevant to the basin. Much of the territory that lies on top of the Urucuia aquifer, one of the most important in the hydrographic basin is still unprotected. Notably, 84.2% and 59% of the territory of the

Lower and Upper São Francisco regions, respectively, has been deforested. (PRHSF, 2016b)

Deforestation activities between 2002 and 2009/10 occurred in approximately 47% of the basin's area and stand as the main threat to nature and biodiversity conservation in the region. Such activities are also harmful for water resources as the removal of vegetation deregulates water flow and destabilizes the soil, potentiating water pollution and natural disasters, like floods. (PRHSF, 2016b) Recent 2016 – 2018 data from SOS Mata Atlântica shows that, however, the volume of forest area being cleared has been decreasing, where the largest decrease was observed in the state of Bahia (-83.8%) (from 12,288 ha in 2016 to 1,985 ha in 2018), a positive sign for this extremely important biome. (SOSMA, 2016; SOSMA, 2017; SOSMA, 2018) For scale comparison, up to 2009, 1,491,924 ha of Mata Atlântica were deforested, representing a loss of approximately 73.0% of this biome up to 2009. Equivalently, 48.2% (11,868,278 ha) and 46.4% (16,797,972 ha) of the Caatinga and Cerrado biomes were deforested up to 2009. (PRHSF RP1 V1, 2015) Current deforestation rates are estimated to be at 0.23%, 0.37%, and 0.04% for the Caatinga, Cerrado, and Mata Atlântica biomes, respectively. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Despite the importance deforestation has on the destruction of ecosystems, it is not the only factor that threatens flora species; other factors include extractivism (the extraction of natural resources), natural disasters, pollution, invasive species, changes in the dynamics between species, climate change, and intrinsic factors. A total of approximately 60.2% of all existing threats, such as the ones listed above, affect the 155 species considered at risk of extinction (13% of the species listed). (PRHSF RP1 V2, 2015)

There are a vast of ongoing efforts to recover native vegetation, degraded areas, and biomes across all the six states (and the Federal District) involved in the hydrographic basin. [See Biodiversity and Conservation, Target 5.3, in Annex II]

### Fauna Across the Basin: Species Classification and Repopulation Efforts

A second list compiled by the 2016 – 2025 Water Resources Report, this time in terms of the fauna, lists a total of 1701 taxa that are likely to inhabit the basin's territory. As part of the list are the vertebrate animals that sum up an impressive 16.6% of all vertebrate species known to inhabit Brazil (comparatively to the São Francisco River

Basin only occupying 7.5% of the country's territory). The distribution of the vertebrate species is 504, 479, 379, and 142 for the Upper, Medium, Sub-medium, and Lower SF regions, respectively. Such distribution is not only due to the territorial area each region covers, but also due to the number of studies available for species. The number of invertebrate species in the compiled list is relatively poor (339 out of the 1701) due to the lack of studies on animals of this type. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Amidst the species that depend most on the aquatic environment, those that deserve the most highlight are the fish that are traditionally targeted during fishing activities in the basin, like the *Cephalosilurus fowleri* (in Portuguese, bagre-sapo), the *Myleus micans* (pacu), the *Pygocentrus piraya* (piranha), the *Brycon orthotaenia* (matrinchã), the *Pachyurus sp.* (corvinas), the *Hypostomus sp.* (cascudos), and the *Poecilia reticulata* (barrigudinho), among others. Some of these species and other targeted by fishermen are currently considered to be under threat. One of such is the *Conorhynchos conirostris* (in Portuguese, pirá-tamanduá), a species endemic to the São Francisco River that could previously be found along the states of Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Alagoas, and Sergipe, but can now only be found in the former two. One of the main threats to the safeguarding of this species in the sections where it is still present is the fragmentation of its habitats due to the construction of dams that more often times than not interfere with the species' reproductive process during its migration season. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The main reasons for the decline in the size of the fauna populations have as a baseline human activity. They include the rapid loss of habitat and the substitution of native vegetation areas with the goal of expanding agricultural and livestock activities, the use of pesticides in agriculture, the draining of humid environments, the illegal practice of burning fields for the sake of clearing land, the illegal capture and trade of species, the pollution of watercourses, the construction of dams and reservoirs, and the introduction of exotic species. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Within the list of invertebrate species, only six species were evaluated based on their conservation status, representing a mere 2% of all invertebrate species assigned to the basin, reflecting a very poor knowledge on the actual conservation conditions of the existing species. All six species assessed shows a "Lesser Concern" status. In terms of the vertebrate species, not enough data was present to assess the status of 43 taxa. 55 species were assigned the "Almost Threatened" status and the remaining species were either not assessed (410 of the 1701), classified as "Lesser Concern"

(745), or highlighted in the Red List that encompasses species classified all the way from “Vulnerable” to “Extinct” (79). It is worth noting that the *Cyanopsitta spixii* (in Portuguese ararinha-azul, and in more common English language, the Spix’s Macaw) is classified as “Critically Endangered” in the world stage and as “Possibly Extinct in Nature” in Brazil. (PRHSF RP1 V2, 2015) There are ongoing efforts to attempt to repopulate an especially designed Environmental Protection Area (APA Ararinha-Azul) to reintroduce this delicate species back into nature in Brazil. (G1 Globo, 2021) A series of other ongoing projects to repopulation the São Francisco River with native fish are also ongoing every year. (Diário do Comércio, 2021; Agência Sertão, 2020; G1 Globo, 2018)

### Ecological Corridors

The fragmentation of habitats is one of the most important threats for biodiversity. The increasing rate of fragmentation in the basin highlights how conservation efforts must not restrict themselves to creating small “islands” of isolated vegetation and should, on the other hand, create the so-called ecological corridors, portions of natural or seminatural ecosystems that connect conservation units and allow the free exchange and movement of species within them. Such would not only allow the dispersion of species and the recolonization of degraded areas, but also aid in the maintenance of species whose populations require areas larger than those the conservation units can offer. (PRHSF RP1 V2, 2015)

Currently, only one ecological corridor exists within the boundaries of the São Francisco River Basin – the Caatinga Ecological Corridor, that connects seven natural reserves and protection areas inside the basin and an eighth outside. This corridor is an extremely important one that connects regions in the Lower and Sub-medium São Francisco. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The SF RBP 2016 – 2025 identified a project that is still ongoing as of 2021 for the creation of a second ecological corridor. Such would be named the Ecological Corridor of the Jalapão Region, and would encompass municipalities across four states – Bahia, Maranhão, Piauí, and Tocantins, – where the Cerrado biome is the one more predominant, and only a part of it would be included within the boundaries of the São Francisco River Basin. It connects just five conservation areas within the hydrographic basin under study. (PRHSF RP1 V2, 2015; ICMBio, 2021)

A second project has entered its proposal stage, one not mentioned in the SF RBP, that intends to connect the Moeda Mountain Range Natural State Monument and the Arêdes State Ecological Station, in the state of Minas Gerais. The former conservation area is partially located inside the SFRB. (IEF MG, 2019)

#### A Quick Note on the Transposition Project

As mentioned before, the Transposition Project is a major infrastructural project that aims to extract 26.4 m<sup>3</sup>/s of water from the São Francisco River and feed it to regions of the Semiarid that are under constant threat of water scarcity due to the local climate and worsening ecosystem stability.

However, the dike systems not only carry water from the São Francisco River, but also fauna that often inhabit the river. There have been reports of sightings of invasive fish species along the new dikes and the endpoint watercourses the dikes connect to which, according to specialists could throw the local ecosystems into disarray as invasive species compete with native ones. The presence of more fish may also induce changes in the migratory paths of birds as they look for sources of food over the seasons.

## 7. CDF 6 – Land Use and Dam Safety

### Indigenous Communities and Traditional Groups

Indigenous communities are present throughout the entire length of the São Francisco River Basin. Distributing them per physiographic region, we can identify four in the Upper São Francisco, 13 in the Medium São Francisco, 35 in the Sub-medium São Francisco, and 12 in the Lower São Francisco region. The vast majority of these currently find themselves in an irregular legal status, facing degrading conditions and with insufficient territories. (PRHSF, 2016b)

Traditional communities include a large variety of ethnical and cultural groups of different background, such as the gypsies, quilombolas, scavengers (in Portuguese, *catadores*), seafood collectors (*marisqueiros*), fishermen, extractivists, coconut breakers (*quebradoras de coco*), rubber tappers (*seringueiros*), caiçaras, pomeranians (*pomeranos*), and vazanteiros. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The Fundo de Pasto and Fecho de Pasto communities are mainly located in the northeastern region of Brazil, along the São Francisco River Basin, in the Semiarid of the states of Bahia, Pernambuco, and Piauí. The former of these states is home to the highest number of these communities, counting 487 Fundos de Pasto, and housing 16 thousand families. (PRHSF, 2016b)

The Vazanteiros or Lameiros communities showcase strong identity traits and are organized in several associations, such as the Association of the Vazanteiros of the Municipality of Palmeirante, the Association of the Vazanteiros of the Municipality of Itacarambí, the ASVAMA (Association of the Vazanteiros of Miguel Alves), and AVACULTURA (Association of the Vazanteiros and Farmers that Work the Land of the DNOCS), amongst others. (PRHSF, 2016b)

There are also a series of Quilombolas communities that, according to the People's Articulation for the Revitalization of the São Francisco River Basin, (São Francisco Vivo, 2021) own a history heavily interlinked with that of the Vazanteiros communities. There have been 1,023 quilombos identified across the six states of the basin (Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco, and Sergipe), of which the state of Bahia is the one most populated by these communities. (PRHSF, 2016b)

Between the communities diffused in the SFRB's territory are countless settlements from INCRA's [National Institute for Colonization and Land Reform / Instituto Nacional



de Colonização e Reforma Agrária] land reform program. According to data from the Land Geography Laboratory (LAGEA) and from the Center for Land and Territorial Studies (NEAT) there should exist approximately 980 units distributed as: 204 in the state of Minas Gerais, 240 in the state of Bahia, 54 in the state of Alagoas, 40 in the state of Goiás and Federal District, 324 in the state of Pernambuco, and 118 in the state of Sergipe. In total, 55,603 families occupy an area of 2.3 million hectares, and all have their situation regulated and under control. (PRHSF, 2016b)

The traditional fishing communities are distributed in a diffused manner along the São Francisco River. According to the People's Articulation for the Revitalization of the São Francisco River Basin, there exist approximately 30 thousand professional fishermen in the entire basin. The fishing communities are organized in colonies and have the support of the Ecclesiastical Base Communities and of the Pastoral Fisheries Commission. (PRHSF, 2016b)

### Main Conflicts and Threats

Traditional and indigenous communities exist constantly having to defend their rights to their ways of life, to their land and its natural resources, and to their identity. They are more often than not located in hard-to-access areas and rely on a very small amount of infrastructure (if any at all). (PRHSF RP1 V2, 2015)

The transformation of the São Francisco River region, the existing conflicts, the political organizations, and the varying economic cycles are all factors that have contributed to the further fragmentation of these communities and their identities. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The main conflict registered by these traditional and indigenous communities is related to land and the distribution and use of water resources, the last of which is also a conflict registered by people in more urbanized regions of the basin. The construction of dams and reservoirs has historically created conflicts and forced the resettlement of communities from their lands and changed the way in which communities that lived near the riverbanks were able to access water. (PRHSF RP1 V2, 2015)

The project of transposition of the waters of the São Francisco River into more isolated areas of the Semi-arid has been one that has generated a great number of conflicts. (PRHSF RP1 V2, 2015) As of December 2019, 848 families had to be resettled to make way for the new water dikes and were placed into 18 new rural community

spaces. However, readaptation efforts for many of these families were not completed. A significant number of indigenous people also lost large areas of land that were in the legal process of being demarcated as their own. The downsides of the large-scale infrastructure project were, however, not only environmental but also social. Many of these rural and indigenous communities have heavy spiritual and cultural connections to their land; the removal of the people from land and the deforestation of sacred trees has led to cases of loss of spatial identity and other levels of psychological impacts. The resettlement has been, in some cases, done inappropriately as some rural communities known for their small-scale agricultural and livestock production have been faced with water shortages in the resettlement space. Additionally, there have also been reports of child prostitution and cases of construction workers impregnating local women and abandoning them once construction works were finished in the area. (G1 Globo, 2019)

### Irrigation & Irrigation Perimeters

In 2010, 61.2% of the São Francisco River Basin's territory was used for agricultural fields and livestock management. In 2015, irrigation was by far the activity to which the largest amount of water was legally allocated. In 2015, 3,765 water use licenses were handed out for irrigation purposes, summing 424.1 m<sup>3</sup>/s, representing 75.8% of all water licensed that year (559.1 m<sup>3</sup>/s), the majority of which were granted to people and enterprises in the Medium and Sub-medium São Francisco regions. Total water extraction and consumption for irrigation purposes rounded the 244.4 m<sup>3</sup>/s (80.0% of total) and 195.5 m<sup>3</sup>/s (90.6% of total), respectively. (PRHSF, 2016b) It can be hence verified that irrigation is the single largest consumer of freshwater resources in the hydrographic basin under study, and hence the activity that applies the most pressure on the resource.

With climate change and with the manmade degradation of the river basin's forest ecosystems and soil, the availability of water in the basin is likely to steadily decrease in the future. As population grows and as communities develop into more urbanized centers, water demand is likely to increase. The agricultural sector is also predicted to continue growing in the near future, adding ever more pressure to the sourcing of such a precious resource. (PRHSF, 2016b)

As of 2015, nine projects were ongoing for the expansion of irrigation perimeter systems along the São Francisco River Basin, expecting to extract approximately 301 m<sup>3</sup>/s from the São Francisco River once they all finalize their construction and implementation stages. Such would increase the amount of water extracted for irrigation purposes from 244.4 m<sup>3</sup>/s to 545.4 m<sup>3</sup>/s, representing approximately 19.7% of the São Francisco River's average flow at its delta (estimated at 2,769 m<sup>3</sup>/s). The plans would potentially irrigate a total area of approximately 230,000 ha, approximately one tenth of the area of the Lower SF region (0.36% of the basin's territory). (PRHSF, 2016a; PRHSF RP1 V1, 2015) These projects are planned for the Medium, Sub-medium, and Lower São Francisco regions, encompassing territory in the states of Bahia, Pernambuco, Sergipe, Minas Gerais, and Alagoas. (PRHSF RP1 V1, 2015) As is discussed in the River Basin Planning and Water Governance section, the population that depends on the resources of the SFRB are already criticizing the diminished volume of water available to them and their economic activities and denouncing the major culprits: irrigation, hydropower generation, and the lack of coordination and leadership from the São Francisco River Basin Committee (CBHSF) and National and State Water Authorities. An increase of the amount of water used for irrigation by approximately 123% is only likely to make matters worse.

#### Weak and Poorly Monitored Infrastructure

The São Francisco River is home to seven main water reservoirs along its path, of which only two (Três Marias and Sobradinho) have enough capacity to store large volumes of water. In total, the São Francisco River Basin holds 486 artificial water reservoirs, of which 20 have as main activity the generation of electricity.

There are four main Brazilian entities – Agência Nacional de Águas [ANA], Departamento Nacional de Produção Mineral [DNPM], Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], and Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis [IBAMA] – responsible for the oversight and inspection of the different types of reservoirs in the basin: multiple uses (excluding hydropower generation), mining waste dams, generation of hydroelectric power, and industrial waste dams, respectively. However, according to reports by the National Water Agency (ANA) [Relatório de Segurança de Barragens, 2011], the only dams being supervised and

where safety regular inspections were being carried out at the time were those in the state of Minas Gerais.

In general, in 2011, the Upper São Francisco contained a total of 466 dams, of which 52% were used for mining and industrial waste given the high importance of such activities in the region. The remaining 38% and 10% of the dams were destined for multiple uses and generation of hydroelectric power, respectively. In the Medium São Francisco, 214 dams had been constructed, of which 76% were for multiple uses. The remaining 15% and 9% were destined for waste and generation of hydroelectric power, respectively. In the Sub-medium São Francisco, 100 dams were registered. Of these, 89% were for multiple uses, 8% for the generation of hydroelectric power, and 3% for waste. In the Lower São Francisco region, there had been 14 dams registered, of which 93% were for multiple uses and the remaining reservoir was used for hydroelectric power generation.

Between 2011 and 2015, the number of registered dams increased from 794 to 1081. However, of the 1081, only 290 had received some type of classification in terms of their associated potential damage and/or their risk category. Only 333 of these had been inspected in that year and, of these, 14 (4.2%) were found to be in violation of safety measures.

Following the publication of the SF RBP 2016 – 2025, the number of major dams registered in the context of the National Dam Security Plan (higher or equal to 15m, total storage larger or equal to 3,000,000m<sup>3</sup>, containing hazardous waste, related with medium or large associated damage or classified as high risk, according with Law n.º 12.334/2010) increased from 8 in 2015 to 947 in 2020. (ANA, 2016; ANA, 2020) Only after the Brumadinho dam tragedy in 2019 that left 257 dead after the dam collapse on itself, polluting eight kilometres of the Paraopeba River, a tributary to the São Francisco River, with approximately 14 million metric tons of mud, sludge, and mineral residues, (O Eco, 2019) did the number of infrastructures with safety plans increase (from 28 in 2018 to 218 in 2020). (ANA, 2018; ANA, 2020) However, measures to ensure the security and safety of the dams has not improved; 805 dams were found to not have periodic safety inspections and 276 were categorized as High Risk. (ANA, 2020)

## Navigability

Before the time period when the SF RBP 2004 – 2013 was being devised, the navigation conditions were considered to be excellent in the section between Pirapora (in Minas Gerais) and Juazeiro (in Bahia)/Petrolina (in Pernambuco) just downstream of the Sobradinho reservoir, and in the section between Piranhas (in Alagoas) and the outflow of the river. However, during the period of time in which the SF RBP 2004 – 2013 was under execution, the heavy human interventions in the basin affected the navigability of the river and reduced its waterway to almost half its original length – the only navigable section became the one between Ibotirama (in Bahia) in the Medium São Francisco region and Juazeiro/Petrolina. The higher degree of siltation and the irregular water volume released by the Sobradinho reservoir caused even further navigation difficulties within this new Ibotirama–river mouth stretch. (PRHSF RP1 V7, 2015)

The main culprit believed to be behind the worsening navigation conditions was the construction of dams for the sake of hydropower generation – especially the Três Marias and the Sobradinho dams. These infrastructures triggered a series of problems associated with siltation, loss of water depth that could support larger vessels, formation of sand banks, changes to the demarcated vessels routes, the indiscriminate use of the soil that leads to and promotes the movement of sands in the waterway, and the instability of the riverbanks. The stretch of water between Piranhas and the mouth of the river that used to support significant commercial navigation became only able to hold fishermen boats. The tributaries of the São Francisco River that were referred in the SF RBP 2004 – 2013 as navigable were the Grande and Corrente rivers and the lower ends of the Paracatu, Carinhanha, and Velhas rivers. (PRHSF RP1 V7, 2015)

The Pirapora – Petrolina/Juazeiro stretch is located in the Upper and Medium São Francisco with a length of 1,371 km and a draft that varies between 1.5 and 2 meters depending on the season. This main section of the São Francisco waterway can be divided into four stretches: (1) Pirapora (Minas Gerais) – Ibotirama (Bahia) has an extension of 720 km and a maximum depth of 1.70 meters and is a stretch where navigation faces heavy difficulties. The stretch contains a vast number of extremely shallow areas, protruding rocks, and sand banks that force the existence of constant dredging works that in turn hamper navigation. (2) Ibotirama – Pilão Arcado (Bahia) has an extension of 300 km and a maximum depth of 2 meters. This stretch of the river

has no riparian forest in its shores and carries in it a heavy amount of sediments. There is a large volume of sediments entering the Sobradinho reservoir, leading to silting and the creation of sand banks. This forces the modification of vessel routes and creates a delta-like zone, where navigation is restricted. (3) Pilão Arcado – Sobradinho Dam (Bahia) is a 314-km long stretch where there are no draft restrictions and is characterized, as previously mentioned, by a heavy degree of siltation at its beginning. Elements that hamper navigation in this stretch include the presence of shallow or rock-rich areas, the lack of signaling and docking places, and the formation of coves during period where the level of the water in the reservoir is low. (4) Sobradinho Dam – Petrolina (Pernambuco) / Juazeiro (Bahia) is a 40-km long stretch with a 1.20-meter draft that is heavily impacted by the variations in the outflow of water from the Dam. The variations can be quite large, especially during drier seasons where outflows lower than 1,100 m<sup>3</sup>/s are considered inadequate for the draft of the downstream watercourse. (PRHSF RP1 V7, 2015)

The stretch between Piranhas (Alagoas) and the outflow of the river São Francisco is located in the Sub-medium and Lower São Francisco and measures 208 km. It is considered a “functioning waterway” however, silting is visible and the most common (if not the only) vessels that navigation the stretch are fishing vessels. (PRHSF RP1 V7, 2015)

In the cases of the Corrente and Grande rivers in the state of Bahia (Medium São Francisco), only the medium- or small-sized vessels navigate their stretches. The former has an extension of 120 km and does not display any sorts of obstacles that could hamper navigation. No commercial navigation is observed, however. The navigable stretch of the Grande River is 366 km long and display some degree of sinuosity though it does not pose risks to navigation. The main goods carried along the stretch are flour, livestock, and other types of general cargo, but no large-scale commercial operations are set up. (PRHSF RP1 V7, 2015)

From the end of 2018 to the beginning of 2021, the Sobradinho levelling system that allowed vessels to overcome the 32.5 meters of height difference created by the dam was shut down due to the discovery of mechanical and electrical weaknesses in the structure. This meant that navigation between Pirapora and Juazeiro had to be interrupted. The system has now reopened and is fully functioning. (O Tempo, 2021)

## References

(AGB Peixe Vivo, 2020)

<https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2021/01/RELAT%C3%93RIO-DE-REVIS%C3%83O-DO-PAP-2016-2018-APENDICE-2-VFINAL.pdf>

(AGB Peixe Vivo, 2021) <https://agenciapeixevivo.org.br/transparencia/usuarios-e-valores/> Accessed: July 2021

(Agência Sertão, 2020) <https://agenciasertao.com/2020/12/09/rio-sao-francisco-recebeu-57-mil-alevinos-de-especies-ameacadas-de-extincao/>

(ANA, 2005)

<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/AGENCIAS/ANA/RE0029-180105.PDF>

(ANA, 2016) <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/rsb-2016>

(ANA, 2017) <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017>

(ANA, 2018) <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/anteriores/2018>

(ANA, 2019) <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2019>

(ANA, 2020) <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2020>

(ANA, 2021)

[https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e\\_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS](https://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e7c6383ef36f49daabc0a64433c9af7e_0/explore?location=-18.470144%2C-43.118631%2C5.34&showTable=true&style=CBHS)

(Anku, 2016) <https://www.intechopen.com/chapters/53973>

(Castro, 2011) [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1418/1/TD\\_1577.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1418/1/TD_1577.pdf)

(CBHAGRO, 2021) <https://blog.chbagro.com.br/pib-e-crescimento-do-agronegocio-em-2021>

(CBHSF, 2004)

[https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2019/06/DeliberacaoCBHSF\\_n\\_08.pdf](https://cdn.agenciapeixevivo.org.br/media/2019/06/DeliberacaoCBHSF_n_08.pdf)

(CBHSF, 2020) CBHSF Management Report (2016 – 2020)

(CBHSF, 2021) <https://cbhsaofrancisco.org.br/contrato-de-gestao/usuarios-e-valores/>

(CDC, 2018) <https://emergency.cdc.gov/agent/cyanide/basics/facts.asp>

(Conjuntura ANA, 2016) National Water Agency 2016 Conjuncture Report

(Conjuntura ANA, 2017) National Water Agency 2017 Conjuncture Report

(Diário do Comércio, 2021)

<https://diariodocomercio.com.br/agronegocio/peixamento-busca-aliviar-danos-de-tragedia-da-vale/>

(Diário do Nordeste, 2021)

<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/ceara-pode-se-tornar-grande-produtor-de-trigo-com-a-transposicao-do-sao-francisco-1.3079790>

(EcoDebate, 2020) <https://www.ecodebate.com.br/2020/12/28/a-publicidade-enganosa-da-transposicao-do-rio-sao-francisco/>

(EEA, 2001) <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/biochemical-oxygen-demand-in-rivers>

(Estado de Minas, 2015)

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/22/interna\\_gerais,650168/a-mancha-que-assombra-o-rio-sao-francisco.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2015/05/22/interna_gerais,650168/a-mancha-que-assombra-o-rio-sao-francisco.shtml)

(Exame, 2021) <https://exame.com/bussola/governo-aposta-na-irrigacao-para-criar-novo-oasis-no-sertao/>

(G1 Globo, 2017) <https://g1.globo.com/bahia/noticia/barragem-do-sobradinho-opera-com-pouco-mais-de-4-da-capacidade-vazao-e-reduzida.ghtml>

(G1 Globo, 2018) <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2018/10/28/peixes-que-sumiram-no-rio-sao-francisco-sao-reproduzidos-em-cativeiro-em-pernambuco.ghtml>

(G1 Globo, 2019) <https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/12/21/deslocamentos-falta-da-gua-e-desmate-os-impactos-da-transposicao-do-sao-francisco-nas-comunidades-rurais-e-indigenas.ghtml>

(G1 Globo, 2021) <https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2021/07/05/mudancas-climaticas-podem-ameacar-projeto-de-reintroducao-da-ararinha-azul-na-natureza-aponta-pesquisa.ghtml>

(GALILEU, 2021) <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2021/05/especie-de-peixe-invasora-prolifera-apos-transposicao-do-sao-francisco.html>

(ICMBio, 2021) <https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/corredor-2/localizacao.html>



- (IEF MG, 2019) <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/2741-acoes-de-combate-ao-desmatamento-em-minas-gerais-sao-apresentadas-em-reuniao-da-cpb->
- (IGAM, 2021a) [comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais](http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais) Accessed: July 2021
- (IGAM, 2021b) <http://www.igam.mg.gov.br/component/search/?searchword=capacita%C3%A7%C3%A3o&ordering=&searchphrase=all>
- (INEMA, 2018a) <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/1149.00-PF-04-R01.pdf>
- (INEMA, 2018b) [http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHPASO\\_PF04\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHPASO_PF04_R00.pdf)
- (INEMA, 2018c) [http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ\\_PF04\\_R00.pdf](http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PRHVJ_PF04_R00.pdf)
- (INEMA, 2021) <http://www.inema.ba.gov.br/?s=Capacita%C3%A7%C3%A3o#>
- (O Eco, 2019) <https://www.oeco.org.br/noticias/rompimento-da-barragem-de-brumadinho-e-a-primeira-grande-tragedia-ambiental-do-ano/>
- (O Tempo, 2021) <https://www.otempo.com.br/brasil/navegacao-entre-pirapora-e-juazeiro-volta-a-ser-possivel-pelo-rio-sao-francisco-1.2464984>
- (PRH Corrente, 2021) <https://www.prhcorrenteba.com/página-inicial>
- (PRHSF RP1 V1, 2015) Water Resources Plan, Final Report 1, 1<sup>st</sup> Volume
- (PRHSF RP1 V2, 2015) Water Resources Plan, Final Report 1, 2<sup>nd</sup> Volume
- (PRHSF RP1 V7, 2015) Water Resources Plan, Final Report 1, 7<sup>th</sup> Volume
- (PRHSF, 2016a) Water Resources Plan, Executive Summary
- (PRHSF, 2016b) Water Resources Plan, Final Report 2
- (Rehman, 2017) [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcb.26234?saml\\_referrer](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcb.26234?saml_referrer)
- (Sampaio & Oliveira, 2005) <https://www.scielo.br/j/pd/a/tT4dZnRN5dxKJZHVsnqQMCh/?format=pdf&lang=pt>
- (São Francisco Vivo, 2021) <http://saofranciscovivo.org.br/site>
- (SEMARH, 2021) <https://bit.ly/2U5AQWs>
- (SIRH, 2021) <http://www.sirh.srh.pe.gov.br/apac/busca.php>
- (SOSMA, 2016) [https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/10/AF\\_RA\\_SOSMA\\_2017\\_web.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/10/AF_RA_SOSMA_2017_web.pdf)
- (SOSMA, 2017) [https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA\\_SOSMA\\_2018\\_DIGITAL.pdf](https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf)

(SOSMA, 2018) <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relat%C3%B3rio-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf>

(US EPA, 2021) <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-dissolved-oxygen> Accessed: August 2021

(USGS, 2021) [https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/bacteria-and-e-coli-water?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/bacteria-and-e-coli-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) Accessed: 06 August 2021

(WHO, 1996a)

[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/wqmchap10.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap10.pdf)

(WHO, 1996b) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/cyanide.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/cyanide.pdf)

(WHO, 1999)

[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/toxcyanbegin.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/toxcyanbegin.pdf)

(WHO, 2018) <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

**STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED  
WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN**

~

**ANNEX V – SÃO FRANCISCO BASIN  
WATERBORNE HEALTH PROBLEMS**

## SÃO FRANCISCO BASIN WATERBORNE HEALTH PROBLEMS

In the SF RBP, the Firjan Municipal Development Index (FIRJAN, 2015) was analysed, to assess the level of development of the territory, taking into account three components: employment and income; health and education. Table 32 shows the global index and the index related to the health component for the four physiographic regions and for the basin as a whole.

**Table 32** – Evolution of the IFDM (global and health) in the basin

Indicator	Physiographic Region				Total
	Upper SF	Medium SF	Sub-medium SF	Lower SF	
FMDI (global)	0,80	0,57	0,56	0,51	0,68
FMDI (health)	0,80	0,65	0,63	0,57	0,71

Source: Adapted from (CBHSF, 2016)

The FMDI (global and health) attributes a higher level of development to the Upper São Francisco, downstream decreasing until Lower São Francisco.

Focusing the analysis on waterborne diseases, they are related to the use of unsuitable water, to an absent or inadequate sewage system, or to insufficient hygiene practices, especially in areas where living conditions are precarious.

The lack of adequate environmental sanitation is considered one of the main causes of pollution and contamination of water for human supply, contributing to cases of waterborne diseases.

The document “Sanitation and Waterborne Diseases DATASUS and SNIS 2019” (Instituto Trata Brasil, 2021) presents sanitation and health indicators from the official bases of the Federal Government (SNIS and DATASUS), which are available in the “Sanitation Brazil Panel” ([www.painelsaneamento.org.br](http://www.painelsaneamento.org.br)) to close to 900 locations across the country.

Waterborne diseases refer to diarrheal diseases (which include diseases between A00 and A09 in the WHO International Classification of Diseases - ICD-10) (

Table 33), dengue (Table 34), malaria, schistosomiasis and leptospirosis.

**Table 33** – ICD-10: Tab list for morbidity (diarrheal diseases)

Chapter	Description	ICD-10 codes
I	Certain infectious and parasitic diseases	A00-B99
	Cholera	A00
	Typhoid and paratyphoid fevers	A01
	Shigellosis	A03
	Amoebiasis	A06
	Other gastroenteritis and colitis of infectious and unspecified origin	A09
	Other infectious intestinal diseases (Other salmonella infections; Other bacterial intestinal infections; Other bacterial foodborne intoxications, not elsewhere classified; Other protozoal intestinal diseases; Viral and other specified intestinal infections)	A02, A04-A05, A07-A08

Source: Adapted from Instituto Trata Brasil (2021).

**Table 34** – ICD-10: Tab list for morbidity (dengue)

Chapter	Description	ICD-10 codes
I	Certain infectious and parasitic diseases	A00-B99
	Dengue fever [classical dengue]	A90
	Dengue haemorrhagic fever	A91

Source: Adapted from Instituto Trata Brasil (2021).

The analysis of the relationship between the population without sewage collection and hospitalizations for waterborne diseases for Brazil (2010 to 2019) shows that as the population is served with sewage collection, there is a strong reduction in hospitalizations for waterborne diseases (Instituto Trata Brasil, 2021).

The analysis of sanitation and waterborne diseases indicators by Federation Unit, for the year 2019, alone does not show that direct relationship, except in the case of the Federal District (with the best sanitation rates and also more favourable waterborne disease indicators). This is probably because there are other variables that influence the behaviour of the indicators (e.g. access to health services; general health conditions of the population; hospital infrastructure; qualification of health professionals; data reporting).

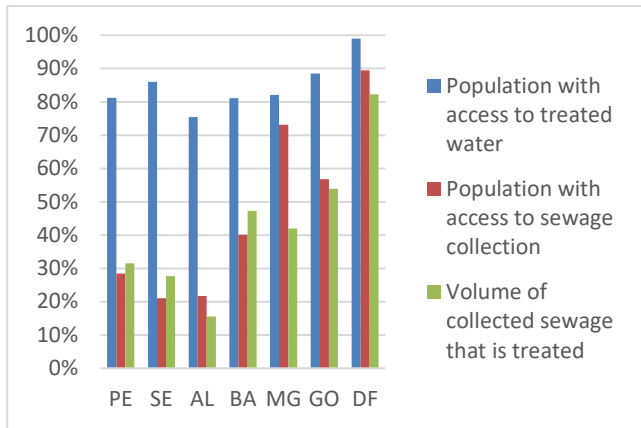
Table 35 and Figure 17 present a set of indicators related to sanitation and waterborne diseases in the Federation Units covered by SF river basin, for the year 2019.

**Table 35 – Indicators of sanitation and waterborne diseases in the Federation Units covered by SF river basin**

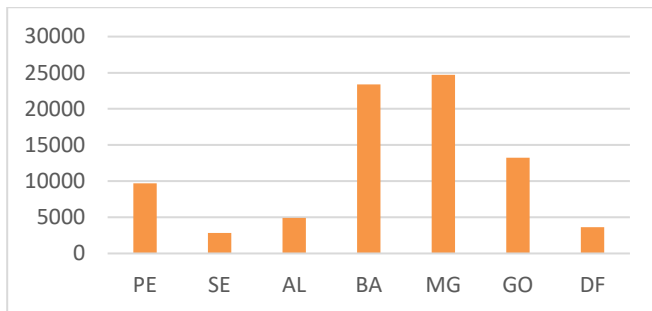
Indicators (2019)	Federation Units						
	PE	SE	AL	BA	MG	GO	DF
Population with access to treated water (%)	81,2%	86,0%	75,4%	81,1%	82,1%	88,5%	99,0%
Population with access to sewage collection (%)	28,4%	21,0%	21,7%	40,1%	73,1%	56,8%	89,5%
Volume of collected sewage that is treated (%)	31,5%	27,7%	15,6%	47,3%	42,0%	53,9%	82,3%
General hospitalizations for waterborne diseases (number)	9.705	2.829	4.923	23.387	24.712	13.224	3.650
Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations	10,15	12,31	14,75	15,72	11,67	18,84	12,11
Deaths per 10,000 inhabitants due to waterborne diseases	0,225	0,218	0,177	0,202	0,156	0,150	0,090

PE: Pernambuco; SE: Sergipe; AL: Alagoas; BA: Bahia; MG: Minas Gerais; GO: Goiás; DF: Distrito Federal

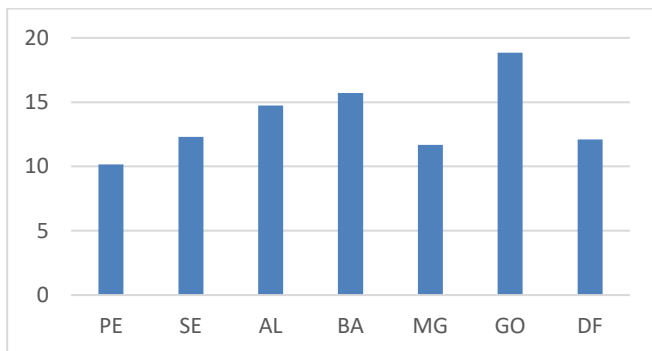
Source: Instituto Trata Brasil (2021).



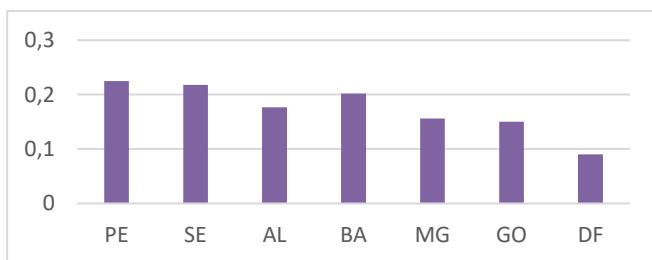
a)



b)



c)



d)

Source: Instituto Trata Brasil (2021).

Figure 17- Sanitation and waterborne diseases indicators by Federation Unit: a) Sanitation indicators; b) Hospitalizations for waterborne diseases; c) Incidence rate per 10.000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations; d) Deaths per 10.000 inhabitants due to waterborne diseases

The analysis of the above data shows that:

- In all SF Basin federation units, above 75% of the population have access to treated water. The best coverages are registered in Distrito Federal, Goiás, Sergipe and Minas Gerais; the lowest values are registered in Alagoas.
- Distrito Federal has the most favourable values in terms of access to sewage collection and the volume of treated sewage collected. Alagoas and Sergipe have the worst results for these indicators.
- Bahia and Minas Gerais exceed 20,000 general hospital admissions due to waterborne diseases. The most favourable values are found in Sergipe and Distrito Federal (both below 4.000 admissions).
- The incidence rate per 10.000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations is lower in Pernambuco, Distrito Federal and Minas Gerais, and higher in Goiás.
- Deaths per 10.000 inhabitants due to waterborne diseases are higher in Pernambuco and Sergipe. The lowest values are found in Federal District, followed by Goiás and Minas Gerais.

“Sanitation Brazil Panel” give access to the same indicators for some municipalities (focus on municipalities with over 50,000 inhabitants).

The number of records for SF river basin municipalities (considering all municipalities that intercept the basin, even if partially), in each Federation Unit, for the years 2019 and 2010, is presented in Table 36. There are no records available for SF municipalities located in Sergipe.



**Table 36** – Number of records for SF river basin

Indicators	Year	Nº of records for SF river basin	Nº of records for SF river basin municipalities, in each Federation Unit						
			PE	SE	AL	BA	MG	GO	DF
Population with access to treated water (%)	2010	86	8	0	4	11	60	2	1
	2019	88	8	0	5	12	60	2	1
Population with access to sewage collection (%)	2010	86	8	0	4	11	60	2	1
	2019	78	5	0	3	10	57	2	1
Volume of collected sewage that is treated (%)	2010	34	3	0	0	5	23	2	1
	2019	79	5	0	3	10	58	2	1
General hospitalizations for waterborne diseases (number)	2010	91	8	0	5	12	63	2	1
	2019	91	8	0	5	12	63	2	1
Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations	2010	91	8	0	5	12	63	2	1
	2019	91	8	0	5	12	63	2	1
Deaths per 10,000 inhabitants due to waterborne diseases	2010	91	8	0	5	12	63	2	1
	2019	91	8	0	5	12	63	2	1

PE: Pernambuco; SE: Sergipe; AL: Alagoas; BA: Bahia; MG: Minas Gerais; GO: Goiás; DF: Distrito Federal (Brasília)

Source: Painel Saneamento Brasil (2022).

The analysis of sanitation and waterborne diseases indicators for SF municipalities with available data (91 municipalities) is presented in Table 37 and Figure 19 (by Federation Unit).

Data shows that between 2010 and 2019 the analyzed municipalities maintained, on average, the coverage in terms of access to water, and improved coverage regarding sewage collection. The percentage of treated sewage remained substantially constant.

Hospitalizations due to waterborne diseases reduced from 23.617 in 2010 to 14.931 in 2019 in the 91 SF River Basin municipalities with data available. The maximum values in 2019 were found in Brasília (3.650) and Belo Horizonte (2.927) (cities with the largest number of inhabitants). In addition to Brasília, the two municipalities located in Goiás, as well as those located in Minas Gerais, presented a worse situation in 2019 compared to the year 2010.

Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations was also reduced (from 24,5% to 10,8%).

Deaths per 10,000 inhabitants remained, on average, constant (0,2), with improvement in the municipalities located in Bahia and Minas Gerais, and worsening in the municipalities located in Alagoas and Goiás.

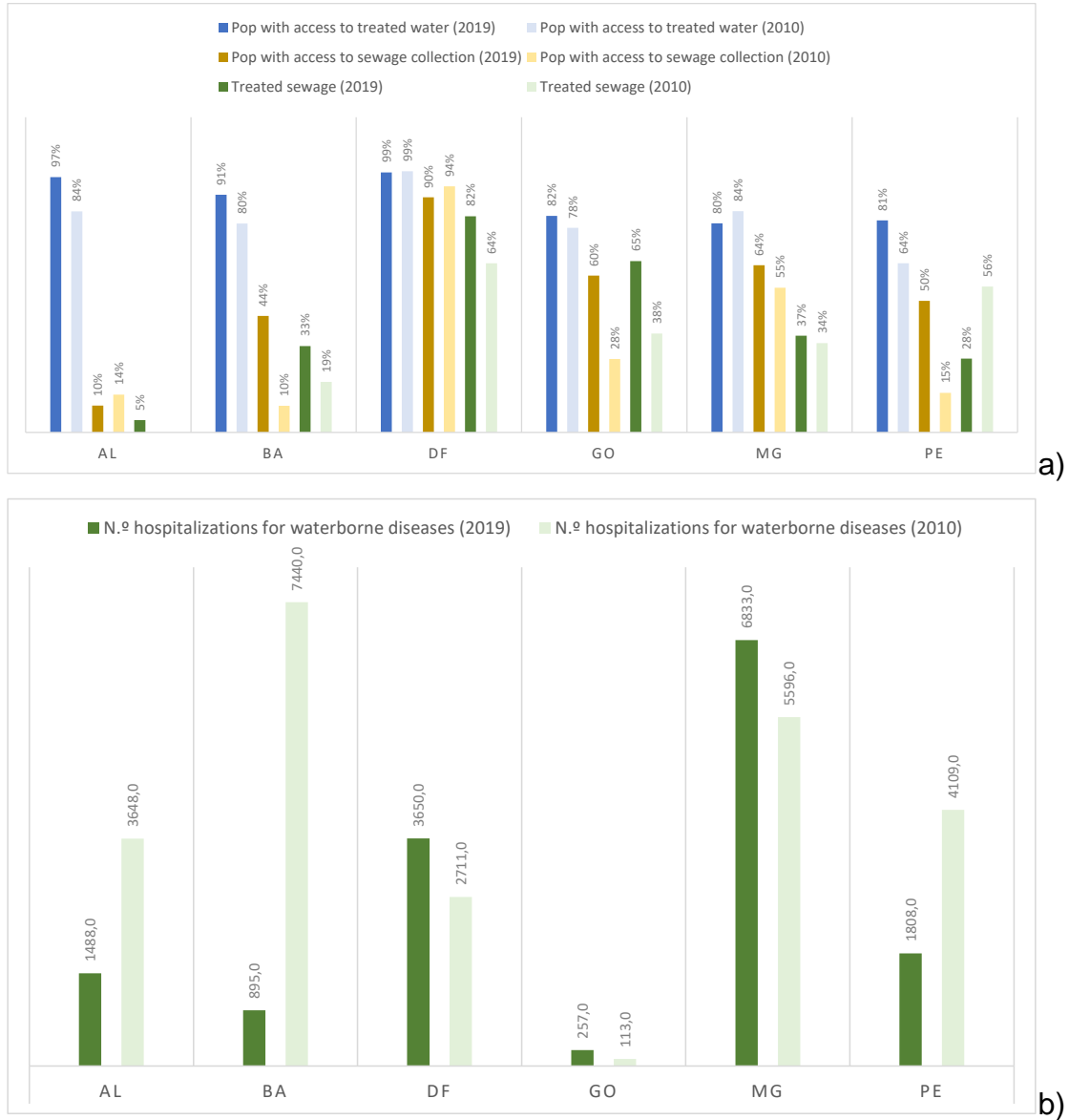
**Table 37** – Indicators of sanitation and waterborne diseases for SF river basin

Indicators for SF River Basin	Year	
	2010	2019
Population with access to treated water (%)	82%	82%
Population with access to sewage collection (%)	44%	58%
Volume of collected sewage that is treated (%)	35%	36%
General hospitalizations for waterborne diseases (number)	23.617	14.931
Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations	24,5	10,8
Deaths per 10,000 inhabitants due to waterborne diseases	0,2	0,2

Source: Painel Saneamento Brasil (2022).

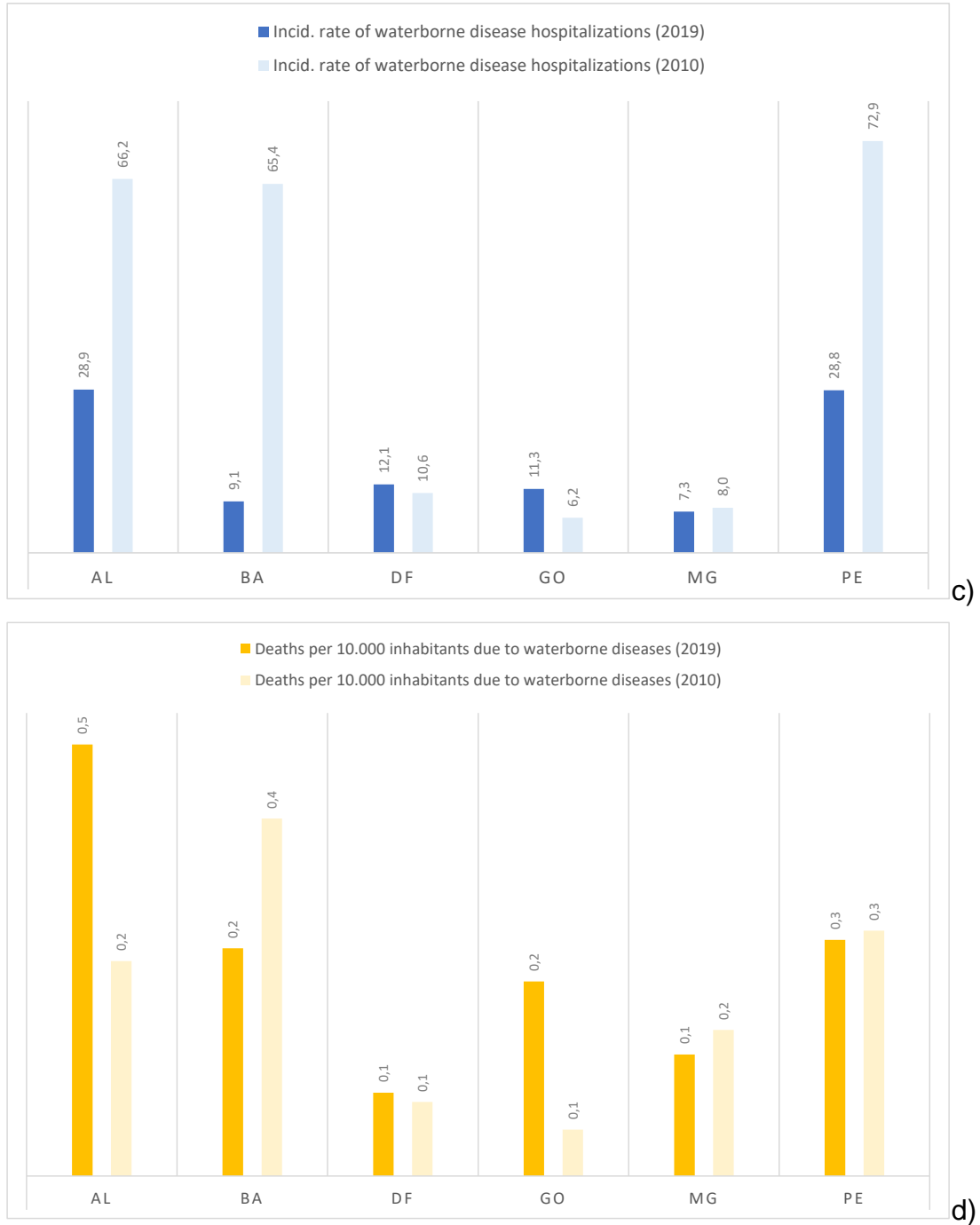
A more representative analysis of waterborne diseases in São Francisco River Basin would imply greater availability of data at the municipal level, particularly for municipalities with fewer inhabitants.

However, it is already possible to verify that waterborne diseases are important in the basin, resulting in several thousand hospital admissions and deaths per year.



Source: Painel Saneamento Brasil (2022).

**Figure 18** - Sanitation and waterborne diseases indicators for São Francisco River Basin Municipalities, by Federation Union: a) Sanitation indicators; b) General hospitalizations for waterborne diseases;



Source: Painel Saneamento Brasil (2022).

**Figure 19** - Sanitation and waterborne diseases indicators for São Francisco River Basin Municipalities, by Federation Union: c) Incidence rate per 10,000 inhabitants of waterborne disease hospitalizations; d) Deaths per 10,000 inhabitants due to waterborne diseases

## REFERENCES

Painel Saneamento Brasil. Available in: <<https://www.painelsaneamento.org.br>>. Assessed: January 2022.



STRATEGIC SUSTAINABILITY ASSESSMENT APPLIED TO INTEGRATED WATER MANAGEMENT OF THE SÃO FRANCISCO RIVER BASIN

Pedro de Moraes Bettencourt da Câmara Correia Coutinho