

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DOUTORADO EM SISTEMAS DE GESTÃO SUSTENTÁVEIS

WENDERSON DOS SANTOS ALVARENGA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS ESG PARA O FORTALECIMENTO DO
IMPACTO POSITIVO ÀS PARTES INTERESSADAS: ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA DE PAPEL – PAPELÃO ONDULADO**

Niterói
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA
DOUTORADO EM SISTEMAS DE GESTÃO SUSTENTÁVEIS

WENDERSON DOS SANTOS ALVARENGA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS ESG PARA O FORTALECIMENTO DO
IMPACTO POSITIVO ÀS PARTES INTERESSADAS: ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA DE PAPEL – PAPELÃO ONDULADO**

Tese apresentada ao Programa 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. Linha de Pesquisa: Gestão das Organizações Sustentáveis.

Orientador:

Prof. Dr. Sérgio Luiz Braga França

Coorientador:

Prof. Dr. Luis Perez Zotes

Niterói

2025

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

A473m Alvarenga, Wenderson dos Santos
 MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS ESG PARA O FORTALECIMENTO DO
 IMPACTO POSITIVO ÀS PARTES INTERESSADAS: ESTUDO DE CASO NA
 INDÚSTRIA DE PAPEL ? PAPELÃO ONDULADO / Wenderson dos Santos
 Alvarenga. - 2025.
 270 p.: il.

 Orientador: Sérgio Luiz Braga França.
 Coorientador: Luis Perez Zotes.
 Tese (doutorado)-Universidade Federal Fluminense, Escola de
 Engenharia, Niterói, 2025.

 1. Gestão de riscos ESG. 2. Estratégia sustentável. 3.
 Sustentabilidade. 4. Projetos sustentáveis e Indústria de
 papel e papelão ondulado. 5. Produção intelectual. I.
 França, Sérgio Luiz Braga, orientador. II. Zotes, Luis
 Perez, coorientador. III. Universidade Federal Fluminense.
 Escola de Engenharia. IV. Título.

CDD - XXX

WENDERSON DOS SANTOS ALVARENGA

**MODELO DE AVALIAÇÃO DE RISCOS ESG PARA O FORTALECIMENTO DO
IMPACTO POSITIVO ÀS PARTES INTERESSADAS: ESTUDO DE CASO NA
INDÚSTRIA DE PAPEL – PAPELÃO ONDULADO**

Tese apresentada ao Programa 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. Linha de Pesquisa: Gestão das Organizações Sustentáveis.

Aprovado em 24 de outubro de 2025.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO LUIZ BRAGA FRANÇA**
Data: 27/10/2025 22:23:08-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Luiz Braga França - Orientador
Universidade Federal Fluminense – UFF

Documento assinado digitalmente
 **LUIS PEREZ ZOTES**
Data: 28/10/2025 00:05:51-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Luis Perez Zotes - Coorientador
Universidade Federal Fluminense – UFF

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO RICARDO DA SILVEIRA BARROS**
Data: 28/10/2025 08:23:28-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Sergio Ricardo da Silveira Barros
Universidade Federal Fluminense – UFF

Documento assinado digitalmente
 **ALBERTO EDUARDO BESSER FREITAG**
Data: 28/10/2025 09:38:44-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Alberto Eduardo Besser Freitag
Universidade Candido Mendes – UCAM



Documento assinado digitalmente
RODRIGO GOYANNES GUSMAO CAIADO
Data: 31/10/2025 18:28:07-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Rodrigo Caiado de Lamare
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO



Documento assinado digitalmente
RENAN CARRICO PAYER
Data: 31/10/2025 20:18:03-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Renan Carriço Payer
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ



Documento assinado digitalmente
CRISTINA GOMES DE SOUZA
Data: 29/10/2025 14:10:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Cristina Gomes de Souza
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET RJ

Dedico este trabalho

À minha amada e guerreira mãe, Leonice dos Santos.

À memória e aos ensinamentos do meu saudoso pai, Eronildo B. de Alvarenga.

Aos meus irmãos, Kennet Anderson dos S. Alvarenga e Jordan dos S. Alvarenga.

Aos meus avós maternos, Evilasio dos Santos e à minha avó, exemplo de vida e amor, Odete Matias dos Santos.

Aos meus avós paternos, Sebastião B. de Alvarenga e Jenair Ferreira de Alvarenga.

Ao meu amigo Sildiney Gonçalves.

À ilustre memória do meu saudoso primo, Elton Vargas de Alvarenga.

À toda a minha família, com carinho e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e serenidade ao longo desta longa e desafiadora jornada. Em meio às incertezas, aos dias de cansaço e às noites em claro, foi na fé que encontrei o alento necessário para seguir em frente.

Aos meus pais, Eronildo Barbosa de Alvarenga (In Memoriam) e Leonice dos Santos, com todo o amor que há em mim, sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu pai, que mesmo não estando mais presente fisicamente, foi e continua sendo uma presença viva e constante em minha vida. Ele foi exemplo de integridade, de esforço incansável e de coragem diante da vida. Cada conquista minha carrega um pouco de você, pai. Sua ausência dói, mas os valores que me deixou iluminam meu caminho todos os dias.

À minha mãe, mulher de força admirável e amor incondicional. Foi ela quem me incentivou a continuar quando pensei em desistir, quem orou por mim em silêncio e acreditou no meu potencial mesmo quando eu mesmo duvidava. Da escola até o doutorado, esteve firme ao meu lado, sendo o alicerce que sustentou meus sonhos. Nada disso seria possível sem você, mãe.

Aos meus irmãos, Kennet Anderson dos Santos Alvarenga e Jordan dos Santos Alvarenga, por serem meu porto seguro em todos os momentos. Obrigado por acreditarem em mim, por me lembrarem do valor da união familiar e por me mostrarem, com gestos e palavras, o verdadeiro sentido de fraternidade.

À Paulo Henrique Vasconcelos da Silva, com carinho e gratidão. Obrigado por estar ao meu lado e ser apoio incondicional. Suas palavras de encorajamento, seu cuidado e sua presença constante foram fundamentais nos momentos mais difíceis desta trajetória.

Ao meu orientador, Dr. Sc. Sérgio Luiz Braga França, pela orientação dedicada, pelas conversas valiosas e pela confiança no meu trabalho. Sua escuta atenta e sua generosidade intelectual foram essenciais para que este trabalho ganhasse forma e consistência.

À Universidade Federal Fluminense (UFF), por ser este espaço de formação crítica, científica e humana, onde pude amadurecer como pesquisador e como cidadão.

À CAPES, pelo apoio financeiro à pesquisa, viabilizando a continuidade do meu percurso acadêmico e reafirmando o compromisso com o avanço da ciência e da educação no Brasil. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À empresa Paraibuna Embalagens, pela sensibilidade em compreender a importância deste momento e por permitir que eu trilhasse essa caminhada acadêmica em paralelo à vida profissional. Sou grato pelo suporte oferecido e por valorizarem meu desenvolvimento.

RESUMO

Objetivo: A presente pesquisa visa desenvolver um modelo de avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança institucional (ESG) com base na análise das práticas de gestão de risco ESG utilizadas atualmente em projetos sustentáveis no setor industrial de papel - papelão ondulado no Brasil. **Metodologia:** com o auxílio de estudo do caso, em abordagem exploratória fundamentada em revisão sistemática da literatura e questionários estruturados, respondidos por especialistas em atuação nas principais indústrias da região, o presente estudo intenta identificar as variáveis relacionadas à gestão de riscos ESG que contribuem para geração de valor nas organizações, potencializando projetos industriais sustentáveis e fomentando o desenvolvimento de um modelo de gestão de riscos ESG. O estudo baseia-se em método qualitativo, no que diz respeito à revisão sistemática da literatura e quantitativo devido à análise fatorial e estatísticas descritivas, baseadas em seleção por critério de Pareto, contagem De Borda e análise de confiança por cálculo de Alfa de Cronbach para validação dos questionários adotados no estudo de caso, os quais têm por objetivo explicar e sintetizar o conjunto de variáveis observadas, descrevendo as principais relações estruturais percebidas no fenômeno em análise, de maneira a evidenciar fatores latentes que representam dimensões chave para sustentabilidade organizacional. **Resultados:** O modelo desenvolvido na pesquisa destaca 11 variáveis relevantes para a gestão de riscos ESG, distribuídas em quatro grupos de análise de riscos associados ao caso em estudo: governança corporativa; gestão da cadeia de suprimentos; segurança da produção e gestão da energia. Tal sistema de fatores interativos e interdependentes forma um modelo de gestão de riscos que evidencia modos de falha a partir dos quais cada instituição pode reduzir desperdícios e identificar eventos críticos em seus processos industriais. **Limitações:** A validação dos resultados apresentados é limitada à análise institucional de uma empresa e do ciclo de vida de um produto (papel - papelão ondulado). **Implicações práticas:** Este estudo demonstra que o modelo de gestão de riscos ESG se destaca como uma estratégia sustentável para a identificação, prevenção e mitigação de riscos em projetos industriais na cadeia produtiva do papel - papelão ondulado. **Originalidade:** modelagem inédita na gestão de riscos ESG para a indústria, pois não foi constatada em revisão sistemática da literatura técnicas integradas de análise de riscos similares à apresentada nesta tese, tais como a elaboração de matriz de dupla materialidade,

fundamentada em diagramas de fluxo de valor. Além disto, a pesquisa oferece recomendações de melhores práticas na avaliação estratégica de projetos sustentáveis, fundamentadas em análise sistemática de riscos ESG aplicada à indústria de papel e papelão ondulado.

Palavras-chave: Gestão de riscos ESG, Estratégia sustentável, Projetos sustentáveis, Sustentabilidade. Indústria de papel e papelão ondulado

ABSTRACT

Objective: This research aims to demonstrate the application of an environmental, social and institutional governance (ESG) risk analysis model based on the analysis of ESG risk management practices currently used in sustainable projects by the corrugated paper industry in the Southeast region of Brazil. **Methodology:** with the help of a case study, an exploratory approach based on a systematic literature review and structured questionnaires answered by experts working in the main industries in the region, this study aims to identify the variables related to ESG risk management that contribute to the generation of value in organizations, enhancing sustainable industrial projects and fostering the development of an ESG risk management model. The study is based on a qualitative method, with regard to a systematic review of the literature, and a quantitative method due to factor analysis and descriptive statistics, based on selection by Pareto criterion, Borda count and confidence analysis by calculating Cronbach's Alpha to validate the questionnaires adopted in the case study, which aim to explain and summarize the set of observed variables, describing the main structural relationships perceived in the phenomenon under analysis, in order to highlight latent factors that represent key dimensions for organizational sustainability. **Results:** This research identifies 13 relevant variables for ESG risk management, structured in latent factors of the three dimensions of ESG management, which are environmental, social and institutional governance. This system of interactive and interdependent factors forms a risk management model that highlights failure modes from which each institution can reduce waste and identify critical events in its industrial processes. **Limitations:** The validation of the results presented is limited to the institutional analysis of a company and the life cycle of a product (paper - corrugated cardboard). **Practical implications:** This study demonstrates that the ESG risk management model stands out as a sustainable strategy for identifying, preventing, and mitigating risks in industrial projects in the paper and corrugated cardboard production chain. **Originality:** this is an unprecedented model in ESG risk management for the industry, as no integrated risk analysis techniques similar to those presented in this thesis, such as the development of a dual materiality matrix based on value stream diagrams, were found in a systematic literature review. In addition, the research offers recommendations for best practices in the strategic assessment of

sustainable projects, based on systematic ESG risk analysis applied to the paper and corrugated cardboard industry.

Keywords: ESG risk management, Sustainable strategy, Sustainable projects, Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Abordagens da Revisão da Literatura.....	41
Figura 2 - Integração entre processos, partes interessadas e gestão ESG	49
Figura 3 - Estágios do ciclo de vida.....	51
Figura 4 - Visão sistêmica do produto	52
Figura 5 - Principais práticas da economia circular	54
Figura 6 - Modelo de matriz de dupla materialidade	61
Figura 7 - Diagrama sistêmico.....	76
Figura 8 - Princípios da gestão de riscos	90
Figura 9 - Modelagem gráfica padronizada para estimativa de riscos	94
Figura 10 - Interação normalizada entre grupos de processos com entradas e saídas	96
Figura 11 - Estrutura do sistema de gestão e riscos	97
Figura 12 - Modelagem de cálculo por matriz de riscos	100
Figura 13 - FMEA aplicada a riscos ambientais	107
Figura 14 - Quantificação FMEA aplicada a riscos ambientais	108
Figura 15 - Síntese das etapas da metodologia da pesquisa.....	111
Figura 16 - Fluxograma de processos metodológicos para avaliação de riscos ESG	118
Figura 17 - Resultado da busca na base Scopus.....	127
Figura 18 - Fluxograma de pesquisa.....	128
Figura 19 - Estratificação gerada pela análise semântica automatizada.....	130
Figura 20 - Agrupamento das categorias gerado pela análise semântica.....	131
Figura 21 - Diagrama sistêmico revisado	133
Figura 22 - Sistema de gestão ESG, adaptado ao diagrama sistêmico	135
Figura 23 - Modelo de Mapa do Ciclo de Valor	137
Figura 24 - Distribuição de gênero da pesquisa	143
Figura 25 - Funções exercidas pelos respondentes na indústria de papel/papelão ondulado e aparas.....	144
Figura 26 - Matriz de dupla materialidade GM	145
Figura 27 - Nível de qualificação e experiência dos entrevistados.....	149
Figura 28 - Modelo de tabulação para análise de confiabilidade dos questionários.....	153
Figura 29 - Síntese das etapas do estudo de caso	161

Figura 30 - Prioridade dada à confiança do cliente	162
Figura 31 - Prioridade dada à redução dos congestionamentos	163
Figura 32 - Prioridade dada à redução das emissões de CO2.....	165
Figura 33 - Respeito à sustentabilidade	166
Figura 34 - Preocupação com a qualidade do ar.....	166
Figura 35 - Proteção das margens dos rios.....	167
Figura 36 - Ampliação do ciclo de vida dos produtos	168
Figura 37 - Foco na gestão de resíduos.....	169
Figura 38 - Engajamento dos funcionários	170
Figura 39 - Performance financeira e resiliência	171
Figura 40 - Confiança do cliente e lealdade	171
Figura 41 - Educação ambiental.....	172
Figura 42 - Empregabilidade responsável	173
Figura 43 - Cultura corporativa e o comportamento	174
Figura 44 - Prioridade para a inovação	175
Figura 45 - Cadeia de suprimentos	176
Figura 46 - Matriz de Dupla Materialidade: alinhamento de prioridades (internas, externas)	190
Figura 47 - Síntese das etapas do Modelo de Avaliação de Riscos ESG	203
Figura 48 - Grupos de processos do sistema de gestão de riscos ESG proposto ..	205
Figura 49 - Gráfico de riscos ESG para R1 = inovação.....	207
Figura 50 - Gráfico de riscos ESG para R2 = responsabilidade da liderança	208
Figura 51 - Organograma simplificado da empresa, com recorte no processamento de aparas	214
Figura 52 - Ciclo de vida dos produtos aparas, papel e papelão ondulado	215
Figura 53 - Materiais, atividades e recursos da fabricação de Bobina de Papel	217
Figura 54 - Materiais, atividades e recursos da fabricação de chapas.....	218
Figura 55 - Materiais, atividades e recursos da fabricação de Caixas	219
Figura 56 - Diagrama sistêmico para o fluxo de valor na implantação de projetos sustentáveis (observado in loco)	223
Figura 57 - Diagrama sistêmico da cadeia de suprimentos.....	230
Figura 58 - Fluxograma do ciclo de valor presente	235
Figura 59 - Fluxograma do ciclo de valor futuro	237

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz de riscos hipotéticos para Análise Preliminar de Riscos	105
Quadro 2 - Sinopse das metodologias aplicadas ao estudo de caso	115
Quadro 3 - Análise comparativa hipotética de riscos ESG	117
Quadro 4 - Artigos revisados a partir da base EBSCOhost.....	122
Quadro 5 - Artigos as bases Web of Science e Scopus	124
Quadro 6 - Relação das Questões iniciais, constituídas após a Sistemática da Literatura	139
Quadro 7 - Questionário utilizado para avaliar a percepção de especialistas sobre a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança	141
Quadro 8 - Questionário de Materialidade ESG para o caso em estudo.....	146
Quadro 9 - Níveis de prioridade por frequência relativa de pontuação 5 na escala Likert	164
Quadro 10 - Fatores priorizados por contagem De Borda e critério de Pareto	178
Quadro 11 - Matriz setorial de riscos ESG por contagem De Borda e critério de Pareto.....	178
Quadro 12 - Fatores internos de riscos ESG por critério de dupla materialidade....	183
Quadro 13 - Matriz de riscos ESG internos por critério de dupla materialidade	184
Quadro 14 - Fatores externos de riscos ESG por critério de dupla materialidade...	186
Quadro 15 - Menores prioridades ESG das lideranças comunitárias	187
Quadro 16 - Corroboração dos achados	194
Quadro 17 - Riscos ESG e ferramentas de gestão utilizadas na modelagem.....	199
Quadro 18 - Categorias de Riscos ESG e evidências analisadas.....	206
Quadro 19 - Matriz de riscos ESG por modos de falha (FMEA).....	209
Quadro 20 - Índice de materialidade	226
Quadro 21 - Tópicos ESG destacados pela documentação.....	227

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APR	Análise Preliminar de Risco
CNI	Confederação Nacional da Indústria
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
ESG	Environmental, Social and Governance (<i>Ambiental, Social e Governança</i>)
EUA	Estados Unidos da América
FAT	Factory Acceptance Test
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
GEE	Gases de Efeito Estufa
GRI	Global Reporting Initiative
GSSB	Global Sustainability Standards Board
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFC	International Finance Corporation
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
LEE	Licença de Instalação / Licença de Operação (pode variar)
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODS2	Fome Zero e Agricultura Sustentável
ODS7	Energia Acessível e Limpa
ODS13	Ação Contra a Mudança Global do Clima
ODS15	Vida Terrestre
ONU	Organização das Nações Unidas
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SASB	Sustainability Accounting Standards Board
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
WBSCD	World Business Council for Sustainable Development
WFE	World Federation of Exchanges

Sumário

1. Introdução	20
1.1 Considerações iniciais	20
1.2 Formulação da situação-problema.....	23
1.3 Objetivos da pesquisa	28
1.3.1 Objetivo Geral	28
1.3.2 Objetivos Específicos	28
1.4 Justificativa e relevância da pesquisa	29
1.5 Delimitação da pesquisa	32
1.6 Aspectos de interdisciplinaridade	35
1.7 ASPECTOS DE ORIGINALIDADE	37
1.8 Organização da pesquisa	37
2. Revisão da literatura	40
2.1 Sustentabilidade e ESG	41
2.1.1 Governança institucional: aspectos sociais e ambientais	42
2.1.2 Práticas recomendadas: ABNT PR2030:2022.....	47
2.1.3 Fluxo circular de valores	55
2.2 Critérios de materialidade ESG	58
2.3 Projetos industriais sustentáveis	69
2.3.1 Ganho de rendimento.....	69
2.3.2 Pegada ecológica: descarbonização	72
2.3.3 Análise emergética	74
2.3.4 Relações entre comunidade e <i>stakeholders</i>	79
2.4 Gestão de riscos e sustentabilidade	82
2.5 Modelos de análise de risco.....	99
2.5.1 Análise Preliminar de Riscos (APR)	104
2.5.2 Análise de Modos de Falha (FMEA).....	106
2.6 ANÁLISE CRÍTICA DA REVISÃO DA LITERATURA	108
3. Metodologia de pesquisa	111
3.1 Classificação da pesquisa	112
3.2 Sinopse das metodologias aplicadas ao estudo de caso.....	114
3.3 Método PICO.....	120
3.3.1 Revisão da literatura e estado da arte	120
3.4 Fluxo de pesquisa	127
3.5 Análise semântica automatizada.....	129

3.6	Construção dos instrumentos de coleta	132
3.7	Amostragem	148
3.8	Validação e confiabilidade dos instrumentos	150
3.9	Protocolo do estudo de caso	152
3.10	Coleta e tratamento do estudo de caso.....	153
3.10.1	Identificação do Problema	154
3.10.2	Estratificação: Categorização	155
3.10.3	Coleta de Dados.....	157
3.10.4	Priorização	158
3.10.5	Desdobramento e Solução: tratamento de dados.....	159
4.	Estudo de caso	160
4.1	Parâmetros para a estatística descritiva	161
4.2	Categorias ambientais.....	164
4.2.1	- Mudanças Climáticas (AC).....	164
4.2.2	Sustentabilidade (AS).....	165
4.3	Dados sociais	169
4.3.1	<i>Stakeholders</i> (SS)	169
4.3.2	Comunidade (SC)	172
4.3.3	Desenvolvimento (SD)	174
4.3.4	Gestão (GG).....	175
4.3.5	Análise de risco (GA).....	176
4.4	Análise por Contagem de Borda.....	177
4.5	Governança institucional e responsabilidade socioambiental	179
4.6	Materialidade interna e externa	182
4.7	Matriz de dupla materialidade	188
4.8	Soluções para governança institucional, social e ambiental.....	191
4.8.1	Fatores Críticos.....	192
4.8.2	Corroboração dos achados na revisão da literatura	194
4.8.3	Propositura de soluções	198
5.	MODELO PARA AVALIAÇÕES DE RISCOS ESG.....	202
5.1	CONSTRUÇÃO do modelo	204
5.2	Gráfico de estimativa de riscos ESG (FMEA)	207
5.3	Análise de materialidade para o caso	211
5.3.1	Caso de negócios	211
5.3.2	Impactos sociais.....	220
5.3.3	Partes interessadas	222
5.4	Modelagem do fluxo de valor na fase de iniciativa.....	225

5.4.1	Índex de materialidade.....	226
5.4.2	Seleção de tópicos ESG.....	227
5.4.3	Ciclo de materialidade.....	228
5.5	Diagrama sistêmico da cadeia de suprimentos.....	229
5.5.1	Fluxograma do ciclo de valor presente na cadeia de suprimentos.....	232
5.5.2	Fluxograma do ciclo de valor futuro na cadeia de suprimentos.....	236
6	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS.....	240
6.1	Impactos socioambientais relacionados aos resultados da pesquisa.....	247
6.2	Contribuições da metodologia proposta para outros setores.....	250
6.3	Limitações do estudo.....	252
6.4	Recomendações para pesquisas futuras.....	253
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....	254
	Apêndice I: teste Alfa de Cronbach.....	270
	Apêndice II: Contagem De Borda e priorização por Pareto.....	271
	Apêndice III: Dados para a matriz de dupla materialidade.....	272
	Apêndice IV: Mapas de riscos ESG.....	274

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dominar os princípios de análise de risco ambiental, social e de governança (ESG) é visto atualmente como um dos fatores fundamentais nas considerações sobre o desempenho profissional dos gestores, no que tange à sua relação com a indústria (RAMPASSO et al., 2020). Não obstante, análises sobre os riscos associados à sustentabilidade se tornaram exigíveis desde as primeiras etapas de quaisquer projetos industriais, uma vez que impactam os ciclos de vida e a resiliência dos empreendimentos, consolidando-se como aspectos estratégicos tanto para a tomada de decisões de investimento, quanto para análise de risco nas atividades industriais conforme a NBR ISO 31000: 2018 (ABNT, 2018b).

Nesse contexto, as considerações sobre o desenvolvimento sustentável, definido como aquele que não impede a satisfação das necessidades das gerações futuras, vêm sendo debatidas por mais de quatro décadas (IPIRANGA; GODOY; BRUNSTEIN, 2011). Em tal trajetória, a análise de fatores associados à sustentabilidade se tornou ainda mais relevante para os objetivos organizacionais, tendo em vista a busca crescente por harmonizar resultados sociais, financeiros e ambientais.

Os indicadores de sustentabilidade são comparados publicamente por meio da divulgação de relatórios de governança institucional, os quais têm sido utilizados amplamente para a tomada de decisões estratégicas e de investimento, influenciando desde o financiamento inicial de projetos até o encerramento de atividades consolidadas, tais como nos casos de fechamento de usinas a carvão na Austrália e na perspectiva de término da produção de veículos movidos a combustíveis fósseis em curso na União Europeia, por exemplo. (CAREY; STEITZ, 2021; RODEN, 2021).

Esse tipo de impacto dos dados divulgados pelas instituições caracteriza o que se tem convencionado chamar de materialidade das informações estratégicas, preceito que produz vinculação jurídica entre os provedores de relatórios socioambientais e os agentes de mercado, de forma a conduzir os profissionais de gestão a novos patamares de exigência quanto à indexação e análise de riscos

socioambientais em projetos sustentáveis (DELGADO-CEBALLOS *et al.*, 2023). Tais mudanças no ambiente de gestão têm implicações diretas no desenvolvimento de novas pesquisas sobre os processos de avaliação de risco voltadas para a sustentabilidade em projetos industriais, visto que atores como os anteriormente mencionados são formadores de políticas públicas e fomentam as tendências de mercado no longo prazo.

Roden (2021) evidencia que as perspectivas atuais estão divididas quanto aos impactos sociais das mudanças estratégicas em relação à sustentabilidade, ainda que haja um viés entre as opiniões analisadas, em favor do potencial da transição para a economia verde de gerar oportunidades de desenvolvimento para a sociedade como um todo. No caso estudado pela autora, apenas 12% dos entrevistados demonstraram a percepção de impactos positivos para a sua saúde em decorrência do fechamento de uma usina movida a combustíveis fósseis.

Não obstante, a pesquisa evidencia uma tendência para a restrição à cultura negacionista sobre os impactos sociais e ambientais destrutivos dos produtos e serviços consumidos na atualidade. No intuito de melhorar tal percepção, o investimento em educação e treinamento se faz necessário para a adaptação à nova realidade, ampliando a abrangência das cadeias de valor¹ impactadas pela produção de energia limpa e pela implantação de projetos industriais sustentáveis capazes de restringir ou mitigar os impactos negativos das indústrias tradicionais ao meio ambiente e à sociedade.

A despeito das mudanças corporativas em curso, muitas das soluções tecnológicas em aplicação na indústria carregam consigo fatores emergentes de risco ambiental e social, os quais carecem de análises de materialidade atualizadas, demandando a adequação de metodologias de avaliação de risco à transição para uma economia verde. Nesse ambiente de mudanças rápidas e testes constantes de resiliência das organizações, a pesquisa sobre avaliação de riscos associados às iniciativas ambientais, sociais e de governança corporativa (ESG) se impõe, apresentando-se como fator determinante para a tomada de decisões estratégicas.

¹ Cadeia de valor é uma “sequência completa de atividades ou partes que fornecem ou recebem valor na forma de produtos ou serviços”, segundo a PR 2030: 2022 (ABNT, 2022, p. 2).

O conceito de ESG surgiu em uma publicação da ONU, denominada “Quem se importa vence”, de 2004, lançada como uma forma de atrair investidores empresariais para integrar critérios socioambientais em seus relatórios e análises dos mercados financeiros, contando originalmente com a anuência de 20 grandes atores financeiros, como Deutsche Bank, Morgan Stanley, entre outros. Tratava-se de uma iniciativa conjunta do ex-secretário da ONU, Kofi Annan com o governo suíço e a Corporação Financeira Internacional (IFC). Ele foi corroborado em 2008 pelo Relatório Freshfields e se tornou relevante por fornecer a primeira evidência de materialidade financeira de fatores ESG, levando à difusão de critérios ESG na área e potencializando o investimento institucional em sustentabilidade, orientado pelas noções de risco e retorno, que foram associadas ao alinhamento de objetivos financeiros, ambientais e sociais por meio da gestão financeira de riscos ESG (DELGADO-CEBALLOS et al., 2023).

Na cúpula das Nações Unidas (Rio + 20), realizada em 2012, a ONU e suas Partes estabeleceram a necessidade de definir objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), em substituição aos objetivos do milênio. Tais iniciativas foram pautados pela proteção do sistema de suporte à vida na Terra e pela redução da pobreza. Isto se fez necessário porque as influências humanas no ambiente têm evidenciado a emergência de uma nova época geológica, o Antropoceno, caracterizado pela aproximação de limites ambientais cuja transposição não é segura para os seres vivos, visto que potencializa mudanças abruptas, indesejáveis e irreversíveis no planeta. Dentre elas se destacam a escassez de água; condições climáticas extremas; exaustão de ecossistemas; da capacidade de produção de alimentos; aquecimento global; acidificação dos oceanos; e aumento do nível do mar (GRIGGS et al., 2013).

Os autores chamam a atenção para a dificuldade de harmonizar as metas compartilhadas pela ONU e os interesses individuais. Não obstante, consideravam possível fazê-lo a partir de seis ODS provisórios, escolhidos a partir de conhecimentos científicos consolidados e dos objetivos do milênio. As metas destacadas por Griggs et al. (2013) são: combater a pobreza por meio da educação e da redução das desigualdades sociais; acabar com a fome e promover a segurança alimentar; universalizar o acesso à água e ao saneamento básico; universalizar a geração de

energias limpas; melhorar a gestão dos ecossistemas e serviços ambientais; e transformar a governança em todos os níveis, a fim de incluir os objetivos anteriores nas diretrizes institucionais das mais diversas organizações (SUGIYAMA et al., 2017).

Passados dez anos da cúpula Rio+20, intitulada “*Green economy in the context of sustainable development and eradication of poverty*”², os ODS se consolidaram em 17 pautas, que foram divididas em dúzias de metas, produzindo indicadores às centenas já em outubro de 2014, quando a 68ª sessão da Assembleia Geral das Nações Unidas ratificou o relatório do *Open Working Group*³ (HÁK; JANOUŠKOVÁ; MOLDAN, 2016).

A partir de tais considerações e da necessidade de conciliar as demandas ODS e ESG com a análise e avaliação de riscos no contexto de produção, apresenta-se nesta tese um estudo de caso relativo ao setor industrial de papel - papelão ondulado no Brasil, tendo em vista o desenvolvimento, análise e a aplicabilidade de um modelo teórico capaz de favorecer a mensuração e comparação de riscos ESG no ambiente industrial.

1.2 FORMULAÇÃO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA

O vocabulário de gestão ambiental contemporâneo, orientado pela normalização do tipo GRI (*Global Reporting Initiative*) para o relato de sustentabilidade, publicadas pelo *Global Sustainability Standards Board* (GSSB), define as iniciativas que visam manter e redirecionar o valor dos recursos pelo maior tempo, diminuindo a pegada de carbono, com a finalidade de reduzir a extração de matérias-primas e a geração de resíduos, que são chamadas de “medidas de circularidade” (GSSB, 2024, p. 901).

No contexto da sustentabilidade e da governança institucional, a ampliação da ciclagem vital de produtos ou processos, por meio da adoção sistemática de medidas de circularidade, tem permitido reduções significativas da necessidade de insumos em

² “Economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza”, em tradução livre.

³ “Grupo de Trabalho Aberto”, em tradução livre, foi instituído em 2012 para definir as metas e indicadores para os ODS pela Organização das Nações Unidas.

larga escala. Se aplicada de forma abrangente, esta cultura tende para a promoção de um ganho de rendimento consistente para o sistema produtivo, minimizando o impacto negativo das atividades antrópicas (LEE, 2017).

Embora seja uma iniciativa de alto impacto positivo, na perspectiva da eficácia, e com grande potencial de escalabilidade, tendo em vista o suporte de standardização ofertado pelas normas ISO, que favorecem aplicações padronizadas na indústria, a ciclagem vital⁴ padece de uma barreira cultural de difícil transposição: a perspectiva amplamente difundida de ciclo fechado, do tipo processo – produto, limitada aos processos entre portões, que, embora envolva necessariamente efeitos sistêmicos, tende a desconsiderá-los, para a maioria dos propósitos de avaliação e análise (SHAFFER et al., 2019).

Em outras palavras: se um insumo não renovável de um processo ou produto estiver fora do ciclo de vida em análise (implicar em impacto indireto), então o esgotamento do processo de produção é inexorável, visto que a carência de insumo inviabilizará a produção, mesmo que não tenha sido considerada na análise de ciclo de vida. Nestes casos, restam apenas as medidas de circularidade como recurso de longo prazo para manutenção dos processos, uma vez que os ciclos de produção e consumo não podem ser ampliados infinitamente em um mundo de recursos finitos. Isso indica tanto uma solução, quanto outro obstáculo para a sustentabilidade: a reciclagem.

A reciclagem efetivamente aumenta o ciclo de vida dos insumos, ampliando a escala de processo – produto para além das percepções de ciclagem vital do tipo insumo – produto (limitada pela noção de impacto direto, requerida pelo padrão ISO 14000). Ao mesmo tempo, a recursividade inerente aos processos de reciclagem torna ainda mais complexas as análises de risco voltadas para a sustentabilidade devido ao aumento de fatores interativos agregados ao sistema produtivo, os quais incrementam o potencial de desperdício na linha de produção. Isto implica, para a análise de

⁴ Considera-se como análise de ciclos de vida – *Life-Cycle Analysis* (LCA) – na aceção adotada pela norma *Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*, ISO 14044:2006 (ABNT, 2014), que define tal prática como um conjunto sistemático de procedimentos para compilar e examinar as entradas e saídas de materiais e energia, bem como os impactos ambientais associados, diretamente atribuíveis ao funcionamento de um sistema de produto ou serviço durante todo o seu ciclo de vida.

sustentabilidade de processos fechados em um novo ciclo produtivo, que a reintrodução de um rejeito não necessariamente produz melhores insumos para a indústria ou resultados socioambientais mais desejáveis (LASKARIS et al., 2019).

Sinteticamente, existem limites práticos para a extensão do ciclo de vida por reciclagem, por exemplo: se alguém reutilizou um jornal para embalar peixe, então aumentou o ciclo de vida na perspectiva do produto [jornal], mas reduziu drasticamente seu potencial de reciclagem no sistema de produção [papel]. O produto [embalagem de peixe] ainda não está inviabilizado, enquanto insumo, mas agora precisa ser reinserido em um outro sistema produtivo, a compostagem, que está fora da cadeia de produção original do papel e, por isto, representa um impacto indireto. Portanto, tais impactos secundários são imunes à análise de ciclo de vida estandardizada, o que limita a abrangência da análise do ciclo de vida do produto e, consequentemente, enviesam as inferências sobre a sustentabilidade do sistema fundamentadas neste tipo de metodologia. Ou seja, quem embalou o peixe com jornal não teve uma perspectiva sistêmica da ampliação do ciclo de vida do produto e, provavelmente, agiu de forma ambientalmente menos responsável do que quem simplesmente o jogou na lixeira, sem qualquer consideração sobre ciclagem vital. Esse prejuízo ambiental surgiu simplesmente pela tentativa de ampliar o ciclo de vida em perspectiva fechada e linear, do tipo processo - produto. Por isto, uma política adequada de coleta seletiva, definida no Brasil desde a Lei Federal nº 12.305/2010, prevê a necessidade estratégica de separação e destinação dos resíduos conforme sua composição (MIRANDAS; MATTOS, 2023), considerando tais consequências não apenas no ciclo de vida, mas também a partir dos riscos sociais, ambientais e de governança institucional.

Dados divulgados em 2021, que consideram também os impactos indiretos da produção de metano pela indústria de petróleo e gás natural, subestimados durante décadas pela Agência de Proteção Ambiental, em seu Inventário anual de Emissões e Sumos de Gases de Efeito Estufa dos EUA, indicam que os erros de cálculo podem chegar a 90%, em relação às estimativas anteriores (BURROWS, 2021). Dentre as dificuldades aventadas pelos autores para a quantificação de impactos via quantificação de metano atmosférico, a segunda principal fonte de GEE (Gases de Efeito Estufa), cujas principais fontes antrópicas são a pecuária, combustíveis fósseis

e gestão de resíduos. Cabe aos países inventariarem individualmente suas emissões de GEE à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), utilizando métodos prescritos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os quais são orientados por metodologias de base (baixo para cima), estimando por exemplo a quantidade de cabeças de gado, multiplicada pela emissão de GEE estimada por cabeça para inventariar as emissões totais em um país. A análise utilizada por Maasakkers *et al.* (2021) inverteu essa dinâmica, partindo dos efeitos, ou seja, da quantidade de metano efetivamente verificável na atmosfera até a identificação de suas fontes mais prováveis, quantificando o impacto setorial e regional dentro dos Estados Unidos, a partir de uma hipótese estritamente linear de correlação entre a concentração de metano na atmosfera e o vetor de estado das emissões, em função do tempo. Os achados, oriundos da análise de dados de satélite, indicam que poucas fontes produzem grandes quantidades de emissões, e que as estimativas anteriores podem conter erros alarmantes (da ordem de 40 a 90%) sobre os impactos regionais negativos, principalmente da indústria de petróleo, gás e da criação e gado inventariados pelos EUA. Outrossim, conforme os autores, os inventários em utilização têm superestimado as emissões de zonas úmidas (pântanos) e subestimado os resultados regionais, tornando difícil responsabilizar pontualmente os grandes emissores de GEE (MAASAKKERS *et al.*, 2021). Pode-se inferir que o tipo de inventário de base, padronizado pelo IPCC, permite socializar os riscos ambientais e privatizar os benefícios deles decorrentes, uma vez que os grandes poluentes não são claramente identificados, ao passo que o caminho invertido, ou seja, a análise ambiental a jusante, favorece o rastreamento e responsabilização daqueles que efetivamente produziram os maiores impactos negativos, que deles extraíram lucro e socializaram prejuízo.

Os exemplos anteriores evidenciam as grandes dificuldades envolvidas nas análises de sustentabilidade focadas em ciclagem vital ou em metodologias de base do tipo de baixo para cima, que tendem a considerar os produtos ou processos em ciclo fechado, a saber: elas precisam ser adequadas a uma perspectiva sistêmica, sob o risco de uma iniciativa bem intencionada e que de fato amplie o ciclo de vida de um produto, acabar impactando negativamente o sistema produtivo como um todo por depreciação antecipada de insumos. Isso é válido tanto para impactos ambientais,

quanto sociais ou de governança institucional. Ou seja, as análises ESG operam em perspectivas sistêmicas, ao passo que as análises de base do tipo processo – produto pode estar limitadas a escalas lineares e perspectivas de processo fechado, que não necessariamente mitigam os impactos negativos das iniciativas analisadas. Por isto, defende-se que, embora bem intencionadas, escaláveis e passíveis de padronização, as análises de ciclo de vida, indicadas pela standardização do tipo NBR ISO 14001:2015 (ABNT, 2015), que tratam de sistemas de gestão ambiental, são insuficientes para a avaliação de riscos ESG.

Conforme Oliveira e Mahler (2018, p. 157), há diversas definições para a análise de ciclos de vida, que vão desde considerações sobre os impactos ambientais diretos ou potenciais de um produto durante sua existência, até as relações de entradas e saídas em um sistema produtivo, as quais viabilizam a Avaliação do Ciclo de Vida como metodologia que orienta para uma forma de pensar a produção, consumo e destinação final de produtos. Em consequência disso, surge toda uma problemática para a gestão de riscos ESG na indústria de papel, papelão ondulado e aparas, que atualmente se encontra limitada às práticas de gestão que geralmente minimizam os efeitos sistêmicos de processos ou produtos (de portão a portão), em relação às perspectivas sistêmicas, com focos ambientais, sociais ou de governança institucional.

Não obstante, os problemas industriais decorrentes dos custos excessivos e da baixa produtividade envolvem riscos operacionais e de outras naturezas, cujas soluções estão atreladas à melhoria do controle e da utilização dos recursos corporativos, fato que demanda os desenvolvimentos e implementações de metodologias modernas de gestão de projetos, aplicáveis a setores tão diversos quanto a defesa, construção civil, farmacêutica, bancária, entre outros, os quais desenvolvem projetos complexos e diversificados, em cuja gestão da informação desempenha um papel central para a harmonização entre escopo, custo e prazo dos projetos, de forma a evitar a necessidade de dispêndios por mitigação de danos produzidos por desperdícios no decorrer do ciclo de vida de cada projeto (ÁLVAREZ-POZO et al., 2024).

No contexto altamente competitivo do setor de energia, por exemplo, a gestão ambiental tem exigido em torno de 0,87% dos orçamentos totais dos projetos, o que

reduz a margem de lucro das organizações em aproximadamente 21,7% (ÁLVAREZ-POZO et al., 2024). Trata-se de um volume considerável de recursos, que precisam ser melhor gerenciados, reduzindo custos, eliminando e mitigando riscos.

Tais reflexões nos trouxeram à seguinte problemática, que representa a razão da pesquisa: como o gerenciamento e a análise de risco podem contribuir para a implementação de princípios de sustentabilidade, voltados para a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança em projetos industriais no setor industrial de papel e papelão ondulado?

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.3.1 Objetivo Geral

A questão de pesquisa sugere, como objetivo geral deste trabalho, elaborar um modelo de avaliação de riscos ESG para a melhoria do desempenho da gestão e responsabilidade socioambiental no setor industrial de papel - papelão ondulado no Brasil, visando prevenir, eliminar ou mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos para as partes interessadas.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos buscam orientar no atendimento do objetivo geral, a saber:

- Analisar o conceito de responsabilidade socioambiental e sua relação com a gestão de riscos ESG, bem como avaliar sua aplicabilidade no setor industrial de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil.

- Propor soluções para a avaliação de riscos ESG, fundamentadas na melhora da governança ESG para a indústria de papel, papelão ondulado e aparas;
- Desenvolver e validar o modelo de avaliação de riscos ESG proposto na pesquisa, fundamentando-se em observações e na aplicação de formulário estruturado in loco, junto a especialistas do setor.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

A busca por desenvolver a problemática acerca da avaliação de riscos ESG e por alcançar os objetivos de pesquisa, traz um conjunto de questões que precisam ser atacadas para a organização e o desenvolvimento do processo de investigação, dentre as quais se destacam a necessidade de especificar, a partir das referências teóricas, os conceitos estruturantes de responsabilidade socioambiental e de gestão de riscos no contexto das indústrias de papel, papelão ondulado e aparas do Rio de Janeiro. Além da definição desses conceitos estruturantes, importam ainda o entendimento e o desenvolvimento de modelos produtivos orientados para a sustentabilidade, a fim de permitir a sistematização de avaliação de riscos ESG capazes de evidenciar os melhores caminhos para o desenvolvimento de projetos sustentáveis.

A necessidade de inserção da indústria de papel, papelão ondulado e aparas nas novas práticas de gestão ESG e de mensuração de índices eficazes para a promoção dos ODS, destinados a prevenir, eliminar ou mitigar riscos associados aos projetos sustentáveis, trouxe a demanda por novas técnicas de que não estejam limitadas por fatores internos de produtividade, mas que também permitam aos analistas elaborar considerações técnicas e quantitativas acerca dos ganhos e fatores críticos associados às perspectivas sociais, ambientais e de governança, permitindo apontar as destinações mais favoráveis e menos arriscadas para os recursos industriais orientados para a sustentabilidade. Algumas das dificuldades inerentes a este tipo de avaliação são a grande quantidade de fatores externos ao ambiente de produção (extrínsecos); variáveis emergentes, que não constavam dos projetos e

análises prévias; e impactos indiretos, que podem interferir na mensuração e análise dos fatores críticos para o sucesso de empreendimentos sustentáveis (LEE, 2017; MALLOY et al., 2017; YANG; YANG; XU, 2018; SHAFFER et al., 2019). Isto inviabiliza, comparativamente, muitos projetos de natureza sustentável, uma vez que a internalização de benefícios socioambientais se torna incerta e de difícil mensuração (FRASER, 2021; TETTEH et al., 2021).

A construção de índices de sustentabilidade ambiental em escala industrial, que vem sendo muito utilizada por ser atrelada às tendências de normatização produzidas pela *International Organization for Standardization* (ISO), está associada principalmente à análise de ciclo de vida. Trata-se de uma perspectiva focada na racionalidade e eficácia, uma vez que busca reduzir o impacto de um produto ou processo por meio da ampliação da sua durabilidade no tempo, ou ainda por meio da reciclagem, ou seja, reintrodução do produto em outro ciclo produtivo, ao final daquele para o qual cada produto foi projetado.

A extensão do ciclo de vida de produtos surgiu como uma estratégia de *marketing* de grandes empresas estadunidenses nos anos 1960, uma década antes das noções de sustentabilidade serem aventadas. O objetivo original era prolongar a vida útil de um produto e atrasar sua transição para a fase de retirada do mercado. A NBR ISO 14044: (ABNT, 2014, p. 15) divide as etapas do ciclo de vida de um produto ou serviço em extração e aquisição de insumos; produção ou manufatura; uso; tratamento de fim da vida útil; e disposição final.

Conforme os precursores da análise do ciclo de vida, a ampliação do mesmo poderia ser feita de diversas maneiras, tais como: atualizações de produtos ou serviços; novas versões dos mesmos; expansão do mercado; refinamento de estratégias de marketing para aumentar o reconhecimento e a demanda por seus produtos, entre outros. O conceito de extensão do ciclo de vida de um produto foi amplamente difundido a partir do artigo "*Marketing Myopia*" de Theodore Levitt, publicado em 1960, no qual o autor argumentou que as empresas deveriam se concentrar menos em seus próprios produtos e mais em atender às necessidades de seus clientes, ao invés de caírem no ciclo auto enganador de expansão abundante e decadência não detectada (HARVARD BUSINESS REVIEW, 2004). A partir desta visão, prolongar o ciclo de vida de um produto se mostrou uma estratégia eficaz para

as empresas, pois levou ao aumento das vendas e dos lucros. Além disto, tal estratégia ajudou a reduzir o desperdício e a poluição, evitando que os produtos sejam descartados prematuramente.

A partir da ampla difusão das análises de ciclo de vida e da inserção desta cultura na gestão corporativa, orientada pelo padrão ISO, surgem várias perspectivas socioambientais para a gestão de riscos ESG, focadas principalmente nas partes interessadas nos processos produtivos. O avanço desse modelo de negócios está associado à redução na percepção de riscos dos investidores, o que diminui a taxa de desconto do capital próprio e melhora a avaliação financeira das organizações, favorecendo a obtenção de recursos e, consequentemente, a sustentabilidade econômica dos projetos (MIO; FASAN; SCARPA, 2023).

A integração entre as exigências de materialidade financeira, que orienta os investimentos e as diversas perspectivas das partes interessadas em projetos industriais lançou novos desafios sobre a gestão de riscos, que atualmente tende a expor as organizações ao juízo social, principalmente na ocorrência de sinistros ambientais por meio da revelação de irresponsabilidade social (GARST; MAAS; SUIJS, 2022). Também por estes motivos, as avaliações de riscos ESG se tornaram fatores relevantes na tomada de decisões estratégicas para o setor industrial, que têm gerado a cada ano um maior volume de relatórios de governança orientados por fatores não financeiros, os quais exigem novos métodos de análise e quantificação dos riscos. Não obstante, as questões fundamentais que emergem a partir da proposição de um novo modelo para avaliação de risco ESG, dizem respeito principalmente à sua aplicabilidade e validação, abrangendo especificamente os seguintes problemas:

- a) Quais estratégias permitem desenvolver um modelo analítico para identificação e mensuração de riscos ESG?
- b) Quais as práticas de análise em utilização na indústria favorecem a execução de tais estratégias?
- c) Como analisar a viabilidade de um modelo analítico para a gestão de riscos baseado em tais estratégias e práticas?

Estas questões estão em consonância com um momento crucial para a definição de novas políticas de conversão para a economia verde, tornando relevantes a investigação sobre modelos de avaliação que favoreçam a identificação, eliminação, prevenção e mitigação de riscos socioambientais e de governança corporativa em projetos sustentáveis, motivação original desta pesquisa.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo de caso abrange especificamente a busca por entender o contexto atual da avaliação de riscos ESG, aplicada a uma empresa da indústria de papel, papelão ondulado e aparas da Região Sudeste do Brasil, em função da análise e melhoria das práticas já em utilização neste contexto. Entendemos que esta delimitação do escopo de pesquisa permite identificar as práticas apropriadas e reaproveitar a expertise dos profissionais de gestão em atividade, favorecendo a adaptação para um modelo de gestão de riscos atualizado e efetivamente condizente com os recursos humanos e boas práticas disponíveis na indústria local.

A produção de papel, papelão ondulado e aparas foi escolhida como *locus* de pesquisa devido à experiência do pesquisador, que está dedicado à atividade de gestão nesta indústria desde 2014, acumulando conhecimento, práticas e oportunidades que permitem uma inserção privilegiada no contexto de interesse. A formulação e defesa da tese oportuniza sedimentar e discutir aspectos práticos da realidade de produção de papelão ondulado e aparas no Brasil, favorecendo a conexão entre os aspectos culturais, ambientais e industriais em uma visão harmonizada para com o contexto de aplicação do modelo de avaliação de risco sugerido. Além disto, durante o curso do doutoramento foi possível refletir sobre os conceitos aqui apropriados, evidenciando aqueles que não são exequíveis e os que possuem maior potencial de agregar recursos ao desenvolvimento de novos projetos sustentáveis.

A avaliação de riscos ESG foi escolhida como eixo de pesquisa, principalmente, devido a uma crescente de oportunidades relacionadas ao financiamento de novos projetos sustentáveis, necessários para o enfrentamento das

dificuldades climáticas de origem antrópica em curso. Ao antecipar uma tendência de aumento dos recursos destinados a este tipo de projeto, torna-se crítico demonstrar quais dos muitos projetos em apreço são mais meritórios e seguros para otimizar a destinação de recursos e minimizar os riscos sociais, ambientais e de governança associados à sustentabilidade. Outrossim, análises prospectivas na indústria de papel - papelão ondulado da região, como a realizada por Lago *et al.* (2023), evidenciam que, na atualidade, as avaliações e análises de risco estão muito limitadas, uma vez que os profissionais da área têm recorrido principalmente a técnicas simplificadas e subjetivas de análise, tais como *Brainstorming* e 5 Porquês, sem o recurso ou domínio sistemático das análises e avaliações standardizadas, tais como as disponíveis nas Diretrizes para a Gestão de Riscos NBR ISO 31000:2018 (ABNT, 2018b) ou nas práticas recomendadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da PR 2030:2022 (ABNT, 2022). Esta constatação evidencia a oportunidade de promover a harmonização entre as demandas ESG da indústria local de papel - papelão ondulado e aparas com um conjunto atualizado de boas práticas para a análise e gestão de riscos.

Outro foco privilegiado da pesquisa é a inserção da responsabilidade socioambiental entre os requisitos de avaliação de risco. Este aspecto foi escolhido tendo em vista a importância da integração entre a indústria e a comunidade local para a sustentabilidade da indústria de papel, papelão ondulado e aparas. Neste arranjo produtivo há uma interação permanente entre a indústria e os fornecedores de aparas, além de uma forte concorrência pelo recurso água, na qual, pelo critério de interesse social, dado em um contexto restritivo e de disputa acirrada por este recurso, a comunidade deve prevalecer sobre a indústria, de modo que o caminho mais garantido para a preservação tanto dos recursos naturais, quanto da viabilidade do empreendimento, passa pelo compartilhamento de decisões e pela responsabilização assertiva das partes, de modo que se garanta a preservação do interesse social pela produção de papel - papelão ondulado e pelo fornecimento de aparas, a fim de que os recursos naturais necessários para a viabilidade da produção continuem disponíveis.

Em um contexto de aumento de restrições socioambientais e de redução das taxas de retorno, em função do aumento dos custos de insumos naturais, energéticos

e da competitividade em escala global, cumpre reorganizar e reorientar os interesses de governança e as estratégias ambientais nas indústrias que possuem grande dependência de recursos naturais, tais como a produção de papel - papelão ondulado e aparas. Nesta perspectiva, cumpre reformar os sistemas de gestão risco no sentido de harmonizar as demandas sociais, ambientais e de governança institucional, ou seja, favorecer sistemas de gestão constituídos a partir de considerações pertinentes à sustentabilidade ESG, os quais permitam evidenciar oportunidades, prevenir, eliminar ou mitigar riscos de natureza socioambientais, em conformidade com as exigências globais, o que pode ser potencializado pelo desenvolvimento de práticas atualizadas de avaliação de risco ESG.

Por meio da prevenção, eliminação e mitigação de riscos de natureza social, tais como os conflitos de interesse com a comunidade local, são promovidos e evidenciados os aspectos de responsabilidade socioambiental que merecem atenção da alta direção das organizações, orientando investimentos e boas práticas capazes de prevenir o conflito e harmonizar os interesses sociais aos corporativos. Neste contexto, é sabido, há várias décadas, que práticas corporativas responsáveis tendem a minimizar os conflitos e reduzir a judicialização de problemas socioambientais, promovendo a marca e fortalecendo as relações institucionais das corporações (REIS, 2007; SERPA; FOURNEAU, 2007; TOMEI, 1984).

Esta pesquisa se diferencia dos estudos desenvolvidos por outros autores, tais como Shaffer *et al* (2019) Covert *et al.* (2020)); Schleich (2022), por dedicar-se especificamente ao desenvolvimento e aplicação de um modelo de avaliação de risco ESG voltado para a indústria de papel - papelão ondulado e similares, recorrendo para tanto às diretrizes, estratégias e conceitos standardizados a partir da normatização proposta pela NBR ISO 14001:2015; NBR ISO 31000:2018 e PR 2030:2022 (ABNT, 2015, 2018b, 2022). As investigações que serviram de base para a pesquisa ocorreram entre o segundo semestre de 2022 e o final de 2024.

A fim de determinar os limites do processo de pesquisa e circunscrever seu ciclo de vida, cabe declarar o escopo deste estudo, qual seja: proposição de metodologia de gestão de riscos ESG para conversão de riscos socioambientais em serviços de interesse comum a todos as partes interessadas, tais como tratamento de água e esgoto, melhoria no ambiente econômico, oferta de empregos e

potencialização dos arranjos produtivos locais, de forma a promover o engajamento comunitário e aumentar a percepção de pertencimento das partes interessadas, por meio da prevenção, eliminação ou mitigação dos riscos ESG na indústria regional de aparas, papel e papelão ondulado.

1.6 ASPECTOS DE INTERDISCIPLINARIDADE

No que diz respeito à interdisciplinaridade, a avaliação de risco na gestão ESG em projetos sustentáveis no setor industrial de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil, pretende evidenciar os fatores críticos para o sucesso das tecnologias de avaliação de risco utilizadas por gestores da indústria e fomentar o debate sobre a melhoria nas estratégias de gestão de riscos ESG da indústria.

A evidenciação dos fatores críticos para o sucesso das análises de risco utilizadas por gestores da indústria de aparas, papel e papelão ondulado podem ser enquadrados como um impacto tecnológico da pesquisa, uma vez que contribui para disseminar as melhores práticas de gestão; prevenindo riscos sistêmicos; favorecendo o desenvolvimento de novas tecnologias ESG, com potencial de disseminação de técnicas e de conhecimentos; e incluindo tecnologias sociais na produção industrial. Além disto, o debate sobre a necessidade de melhoria nos sistemas de gestão de riscos à governança socioambiental das organizações também pode ser considerado como um impacto social positivo desta pesquisa, uma vez que atende ao requisito de contribuir para o aprimoramento da gestão pública e social ou para o melhoramento das condições de vida da população e da resolução dos mais importantes problemas sociais da atualidade (SUGIYAMA et al., 2017; CAPES, 2020, p. 9).

A pesquisa detém ainda um impacto ambiental positivo, visto que a melhoria nos níveis de risco *ESG* implicam diretamente na melhoria do equilíbrio e sustentabilidade dos investimentos socioambientais, valorizando a manutenção da biodiversidade, fortalecendo os povos tradicionais e as comunidades locais, que são diretamente influenciadas pelo desempenho socioambiental da indústria de aparas,

papel e papelão ondulado da região, dado o grande potencial de consumo de água⁵ e energia deste tipo de atividade (CAPES, 2020, p. 10). Em tais perspectivas, o desenvolvimento de análises sobre as práticas de gestão de riscos *ESG* possui o potencial interdisciplinar de produzir impactos tecnológicos, sociais e ambientais positivos.

A avaliação de riscos *ESG* (Environmental, Social e Governance) em projetos sustentáveis está ligada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) porque ambos visam promover um tipo de progresso mais justo, equitativo e ambientalmente responsável.

A complementariedade entre essas duas ferramentas de desenvolvimento se verifica pelo potencial de alinhamento entre as ações corporativas com os ODS, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável, uma vez que as análises de riscos *ESG* permitem identificar os principais riscos associados a cada ODS, permitindo que as empresas desenvolvam estratégias para a integração com as metas organizacionais. Outrossim, o alinhamento entre gestão de riscos e ODS gera oportunidades de negócios, promovendo o investimento em soluções sustentáveis que podem se beneficiar de novos mercados e de uma melhor reputação. Essa cultura tende a melhorar a tomada de decisão, oferecendo estratégias, alinhadas com os objetivos de longo prazo e com as expectativas dos principais *stakeholders* envolvidos no negócio. O alinhamento de interesses, quando associado à gestão de riscos em busca de altos níveis de governança corporativa promove a transparência e accountability, permitindo que as empresas demonstrem seu compromisso com a sustentabilidade e com os ODS.

Como exemplos práticos, podemos mencionar o potencial de uma empresa utilizar a análise *ESG* para identificar os riscos associados à produção de energia fóssil (ODS 13) e investir em fontes renováveis (ODS 7). É possível também que a análise de impactos sociais (ODS 2) e ambientais (ODS 15) oriente a implementação práticas de gestão mais sustentáveis, como a reciclagem e a eliminação de desperdícios. Estes e outros exemplos de associação entre ODS e análise de riscos

⁵ Em levantamento de campo, foi constatado o consumo médio de 4.556m³ de água por dia, no período entre fevereiro e agosto de 2022 em uma das unidades industriais analisadas, conforme registros gentilmente oferecidos pela empresa, sediada no Estado de Minas Gerais.

ESG evidenciam que estas são ferramentas de gestão interligadas, que visam promover um desenvolvimento mais sustentável. Ao integrar a análise ESG em seus projetos, as empresas podem contribuir para o alcance dos ODS, reduzir seus riscos, identificar novas oportunidades de negócios e construir um futuro mais justo e equitativo para todos.

1.7 ASPECTOS DE ORIGINALIDADE

Esta pesquisa se distingue principalmente pelo detalhamento de dados sobre o sistema de produção de aparas, papel ondulado e papelão coletados in loco na Região Sudeste do Brasil. Além disto, são analisadas e desenvolvidas técnicas de gestão da qualidade conformes ao estado da arte disponível para os profissionais de gestão. Neste sentido, a construção e análise das evidências contou com a colaboração de várias dezenas de gestores e engenheiros que contribuíram gentilmente para constituir os dados de campo, levantar e responder as principais indagações aqui abordadas.

Não obstante, a pesquisa também apresenta um modelo original (Fluxograma do ciclo de valor futuro – Figura 55) de articulação dos processos produtivos no setor de aparas, papel ondulado e papelão, no sentido da otimização, aproveitamento dos recursos, redução de desperdícios e atualização processual conforme às melhores práticas de gestão para projetos sustentáveis.

A Matriz de Dupla Materialidade (Apêndice III) desenvolvida no processo de consulta aos gestores locais, é um recurso único e altamente informacional no que se refere às evidências disponíveis sobre os interesses dos principais stakeholders que participam do sistema produtivo investigado. Por fim, mas não menos importante, o mapeamento de riscos modelado nesta pesquisa (Apêndice IV) oferece um diferencial no que se refere às prioridades a serem consideradas nas decisões estratégicas sobre projetos sustentáveis para o tipo de indústria em estudo.

1.8 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta tese está dividida em seis capítulos que versam, respectivamente, sobre os aspectos preliminares; a revisão sistemática da literatura; a metodologia científica utilizada; a avaliação de riscos ESG em projeto sustentável; o modelo de avaliação de riscos ESG; e as conclusões da pesquisa.

- No primeiro capítulo são abordados o contexto da pesquisa, a formulação da situação problema, os objetivos e questões levantadas, a interdisciplinaridade, a delimitação e a organização do estudo de caso, conforme formalização iniciada no segundo semestre de 2022.
- O segundo capítulo trata da revisão sistemática da literatura, descreve o método PICO (BUTLER, 2022), utilizado para seleção das fontes e categorização, a partir dos conceitos de sustentabilidade; ESG; governança institucional; e projetos industriais sustentáveis, realizada no primeiro semestre de 2023.
- O terceiro capítulo expõe a metodologia de estudo de caso aplicada para o desenvolvimento do modelo de avaliação de risco proposto, percorrendo sobre a classificação da pesquisa, a população e amostra utilizada, o instrumento de coleta, o fluxograma de análise de dados e o detalhamento das etapas de pesquisa, além de apresentar os pressupostos para a modelagem da avaliação de riscos em projetos sustentáveis, a partir da estratificação, coleta, priorização e desdobramentos dos dados constituídos no caso em estudo, conforme constatações realizadas até o segundo semestre de 2023.
- No quarto capítulo é apresentado o ambiente utilizado para a avaliação de riscos ESG, contextualizado a partir de um projeto sustentável na indústria de papel – papelão ondulado, considerando os fatores sociais, ambientais e de governança institucional envolvidos. Além disto, são discutidas as principais técnicas e ferramentas de avaliação de risco em utilização pelos profissionais da região; as deficiências e soluções na governança social e ambiental; os fatores críticos para a governança; os desdobramentos da pesquisa e possíveis soluções para os problemas aventados. Esta fase da pesquisa foi realizada entre o final de 2023 e início de 2024.

- O quinto capítulo da tese é dedicado à apresentação e validação do modelo para avaliação de riscos ESG, evidenciando sua aplicabilidade na análise de riscos em indústria de papel – papelão ondulado; a relação entre gestão de riscos ESG e responsabilidade socioambiental e a validação do modelo por meio de análise de riscos no projeto sustentável de reciclagem de aparas, com registro das medidas de circularidade observadas no primeiro semestre de 2024.
- No último capítulo são apresentadas as conclusões, desafios e oportunidades associadas à pesquisa, bem como as recomendações para pesquisas futuras, a partir dos achados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo foi elaborado com base na revisão sistemática da literatura, com o objetivo de apresentar um cenário geral do estado da arte em relação aos principais tópicos ESG relacionados à avaliação de risco e que foram considerados relevantes para auxiliar a atingir os objetivos desta tese, conforme a figura 1:

Figura 1 - Abordagens da Revisão da Literatura

Seção 2.1	• Apresenta a evolução do conceito de sustentabilidade e sua consolidação na abordagem ESG, que integra responsabilidade ambiental, social e de governança nas práticas de desenvolvimento.
Seção 2.1.1	• Expõe o conceito de Governança institucional e sua relação com os aspectos sociais e ambientais.
Seção 2.1.2	• Apresenta a norma ABNT PR2030:2022 e suas práticas recomendadas sobre os aspectos ESG. • Além disso, são expostos a relação e integração entre a norma e a análise do ciclo de vida (ACV).
Seção 2.1.3	• Expõe o conceito do Mapa de Fluxo de Valor (MFV) podendo ser adaptado para utilizar como instrumento de diagnóstico integrado com a gestão de riscos ESG.
Seção 2.2	• Aborda o conceito de materialidade ESG e como desenvolver a matriz de dupla materialidade considerada sob as necessidades da comunidade e da organização.
Seção 2.3	• Apresenta os benefícios para o desenvolvimento de Projetos industriais sustentáveis
Seção 2.3.1	• Expõe o conceito de projetos sustentáveis e quem pode desenvolver e implementar os mesmos
Seção 2.3.2	• Apresenta o conceito da Contabilidade ambiental sustentada na metodologia da Pegada Ecológica ligada ao cálculo da quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO2e)
Seção 2.3.3	• Aborda o conceito da Análise Emergética desenvolvida por Odum (1988) e como utiliza-la para o cálculo do balanço energético na cadeia de valor das organizações.
Seção 2.3.4	• São abordados os principais conceitos e a relação entre comunidades e stakeholders.
Seção 2.4	• Expõe o conceito da gestão de riscos e sua integração com a sustentabilidade. • Além disso, é apresentada a norma NBR ISO 31000 e as ferramentas de gerenciamento de riscos.
Seção 2.5	• São abordados os conceitos das principais ferramentas de gestão de riscos na utilização integrada com os aspectos ESG.
Seção 2.5.1	• Expõe o conceito da Análise Preliminar de Riscos (APR) e como aplicá-la sob a ótica da sustentabilidade nas organizações.
Seção 2.5.2	• Expõe o conceito da Análise de Modos de Falha (FMEA) e como aplicá-la sob a ótica da sustentabilidade nas organizações.
Seção 2.6	• O objetivo desta seção é evidenciar um cenário geral do estado da arte em relação aos principais tópicos ESG, os quais foram considerados para atingir os resultados da tese.

Fonte: Elaboração própria (2025)

2.1 SUSTENTABILIDADE E ESG

Ao tratar do conceito de sustentabilidade, é inevitável retornar aos debates iniciados na década de 1970, após a convenção de Estocolmo, quando foi composta a Comissão Brundtland, com a finalidade de traçar as diretrizes para um outro futuro comum, diferente daquele apresentado pelo Painel Intergovernamental sobre

Mudanças Climáticas (IPCC) que, no final de 1980, previa alterações catastróficas nas condições de vida na Terra, em decorrência do aquecimento global de origem antrópica. Dentre muitos, o principal risco à sobrevivência humana no planeta está associado, conforme o IPCC, à emissão de gases de efeito estufa (GEE), os quais impedem a reflexão de parte da energia solar, aquecendo gradualmente a atmosfera do planeta.

A partir de tais dificuldades, surgiu o conceito de sustentabilidade, entendido como a habilidade de utilizar recursos naturais, sem impedir que as próximas gerações deles disponham (GSSB, 2024). Da associação entre tais perspectivas, emerge a noção de desenvolvimento sustentável, que busca expressar tanto a proteção dos recursos naturais para uso futuro, quanto as necessidades sociais e econômicas das populações, no sentido de melhorar a renda per capita e as condições básicas de educação e saúde. Esses conceitos conectam estruturalmente as necessidades de promoção e considerações estratégicas sobre as questões sociais, ambientais e econômicas.

A partir de tais fundamentos, mostra-se possível agregar ao conceito de projetos sustentáveis as iniciativas de produção que consideram estrategicamente, desde suas concepções, as demandas por educação, saúde, geração e distribuição de renda, sem impedir o acesso das gerações futuras aos recursos naturais. O eixo estruturante para este tipo de projeto é a noção de responsabilidade, a qual se irradia para os fatores associados à justiça social, viabilidade econômica e conservação ambiental. A conexão entre esses fatores, no escopo da governança institucional, culmina em uma estratégia de gestão responsável, orientada para a sustentabilidade, que pode ser resumida no acrônimo ESG.

2.1.1 Governança institucional: aspectos sociais e ambientais

Gestão e sustentabilidade são abordagens sinérgicas, pois ambas visam a responsabilidade e a preservação do bem-estar social e do meio ambiente, incluindo

abordagens e soluções relacionadas à natureza, à sociedade e à economia. A governança institucional caracteriza o tipo de sistema organizacional pelo qual os negócios são administrados, dirigidos e controlados. Ela pode ser definida como um conjunto de princípios, regras e práticas que garantem uma gestão transparente, responsável e ética. (TAYLOR; HARMAN, 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019).

A noção de desenvolvimento sustentável pode ser entendida como aquele tipo de evolução produtiva que busca satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras, abrangendo três dimensões: ambiental, social e econômica (SUGIYAMA et al., 2017). Nesse contexto, a governança institucional se torna importante para promover o desenvolvimento sustentável, pois garante que as empresas levem em conta os impactos ambientais e sociais das suas operações. Com níveis apropriados de governança institucional, as empresas podem reduzir o seu impacto ambiental, por exemplo, por meio da otimização do consumo de recursos naturais, da produção de resíduos e da poluição.

Outrossim, tais abordagens permitem melhorar as relações com as comunidades locais através de demonstrações de respeito institucional pelos direitos humanos e pelos direitos dos trabalhadores e também por meio da conquista e manutenção da confiança das partes interessadas, que se manifestam em transparência e responsabilidade socioambiental. Do ponto de vista da gestão, também são importantes tais perspectivas por contribuir para a criação de valor a longo prazo em relação às marcas, ao fortalecimento das culturas das empresas e à potencialização das relações entre o poder público e a esfera privada (TAYLOR; HARMAN, 2016).

Ao implementar práticas sustentáveis, as empresas podem esperar como benefícios a redução no consumo de insumos não renováveis; o aumento na eficiência operacional, através da introdução de tecnologias sustentáveis; e a melhora na imagem e na reputação da empresa, recebendo as vantagens inerentes ao reconhecimento público pelo seu compromisso com a sustentabilidade. Em suma, a governança institucional e a sustentabilidade são dois objetivos que se complementam e são necessários para o desenvolvimento sustentável em escala industrial (TAYLOR; HARMAN, 2016).

A associação entre a governança e a sustentabilidade delimita o sentido global de desenvolvimento sustentável, como aquele que não esgota as possibilidades das gerações futuras, na escala de influência de cada organização, na qual a sustentabilidade do negócio é vista como a capacidade de mantê-lo em funcionamento com taxas de retorno aceitáveis para as partes interessadas, respeitando as leis, o ambiente e o contexto social em que ele está inserido (BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019).

As estratégias de governança institucional, ou seja, aquelas que visam a obediência à lei e a busca por atender aos interesses das partes envolvidas em cada atividade organizacional, têm privilegiado o lucro em relação à lei e ela sobre o ambiente. A administração ética por sua vez, ou seja, aquela voltada para a responsabilidade socioambiental, foi tradicionalmente ignorada pelas instituições, visto que em muitos casos não há argumentos comerciais para agir moralmente (RICHARDSON; CRAGG, 2010). Este fato evidencia um conflito entre os interesses públicos de governança e as intenções privadas dos investidores, as quais visam majoritariamente o lucro.

O conflito ocorre porque o aumento de recompensa para o investidor está diretamente correlacionado como o risco, ao passo que, na ausência de punição, o objetivo organizacional básico de maximizar os resultados deve prevalecer nas decisões corporativas, premiando financeiramente as administrações irresponsáveis ou seja, aquelas que mais se expõem aos riscos ambientais e sociais, auferindo vantagens competitivas que decorrem dos mesmos e socializando os prejuízos decorrente de seus impactos negativos. Nesta perspectiva, as ações governamentais e a opinião pública, que detém o papel de regular e fiscalizar as questões ambientais e sociais, são fatores fundamentais para prevenir, eliminar ou mitigar a concorrência predatória e limitar as vantagens competitivas da governança irresponsável.

Tal antinomia entre risco ambiental e lucro surge quando as atividades de uma empresa têm efeitos ambientais negativos que podem levar a passíveis econômicos e sociais capazes de reduzir a rentabilidade do investimento. Por exemplo: uma empresa que polui o ar ou a água está sujeita a multas, compensações ou degeneração da sua imagem pública, o que reduz os seus lucros e afasta investidores. Além disto, a poluição pode prejudicar a saúde humana e o meio ambiente, o que

aumenta os custos indiretos, como a redução da produtividade, aumento dos custos com cuidados de saúde e limitação das oportunidades de negócio (PORTELINHA et al., 2021).

Uma empresa que utiliza recursos naturais de forma insustentável pode ter seus insumos esgotados e ficar sem recursos para manter suas operações, o que pode resultar em custos financeiros e sociais, como preços mais elevados e perda de empregos. Em alguns casos, o conflito entre o risco ambiental e o lucro pode ser agudo e levar a situações de crise severa. Por exemplo: os desastres ambientais de Mariana e Brumadinho causaram danos significativos ao meio ambiente e à economia brasileira, impactando fortemente a lucratividade e a imagem das organizações envolvidas (ANGELO, 2022). Contudo, é importante ressaltar que não existe uma relação linear entre risco ambiental e lucro. Em muitos casos, as práticas sustentáveis podem aumentar a produtividade e a eficiência, potencializando os lucros.

Uma empresa que implementa práticas de eficiência energética pode reduzir seus custos operacionais, o que pode aumentar seus lucros. Além disto, a adoção de práticas seguras pode melhorar a imagem e a confiança em uma empresa, o que aumenta a sua competitividade e, portanto, os seus resultados financeiros. Nos últimos anos, a consciência dos riscos ambientais tem crescido entre consumidores e investidores, o que aumentou a pressão sobre as empresas para adotarem práticas sustentáveis. É por isto que muitas empresas têm investido em medidas para reduzir o seu impacto ambiental, mesmo que isso se reverta imediatamente em redução de lucros. Essas iniciativas de circularidade, por serem inerentes à economia circular⁶, visam a retenção, recuperação ou adição de valor em um processo produtivo e podem incluir a redução no consumo de recursos não renováveis; a produção de energia limpa; a redução de resíduos; a reciclagem e recuperação de materiais; a implementação de tecnologia sustentável, etc. (COVERT et al., 2020; ABNT, 2022).

Richardson e Cragg (2010) propõem que os investidores devem atentar também para os riscos sociais de suas decisões financeiras, o que implica internalização de custos públicos e ambientais nas organizações privadas, com

⁶ Economia circular é definida pela PR 2030: 2022 (ABNT, 2022, p. 4) como “sistema econômico que utiliza uma abordagem sistêmica para manter o fluxo circular dos recursos, por meio da recuperação, retenção ou adição de seu valor”.

redução de ganhos. Esta é uma contradição em termos, uma vez que o objetivo fundamental de qualquer investimento privado é maximizar os lucros, assumindo maiores riscos, em função das crescentes recompensas deles derivadas.

Tal contradição, quando aplicada à governança institucional, fomenta um conjunto de articulações sobre os riscos do negócio, os quais estão sujeitos à punição pela infração da lei, bem como à vulnerabilidade da marca, em consequência da propaganda negativa que, atualmente, pode surgir tanto da irresponsabilidade socioambiental, pela falta de empatia com o sofrimento da comunidade, quanto através da percepção comunitária da externalização de custos ambientais inerentes às atividades industriais com altos impactos negativos, ou ainda pela reversão de lucros em passivos nos casos de multas, bloqueios de mercado ou afastamento dos investidores, por exemplo (RICHARDSON; CRAGG, 2010).

A partir de tais considerações, pode-se defender a adoção de estratégias de gestão de riscos *ESG* como forma de harmonizar a internalização de custos socioambientais com a maximização de lucros, visto que essa abordagem busca tanto reduzir os riscos, quanto potencializar a governança, em busca da satisfação dos interesses das partes envolvidas no negócio e da retenção de valor nos processos produtivos (BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019).

No ambiente atual, em que a propaganda negativa e a fiscalização pública estão progressivamente mais articuladas com os meios de comunicação em massa, analisar e controlar os riscos *ESG* se tornou necessário para que as organizações mostrem aos investidores seu compromisso com os melhores interesses econômicos, ambientais e sociais. Para Owen (2021), isso permite angariar recursos tanto de investidores mais conscientes em relação aos ODS, quanto tomar parte em fundos, índices socioambientais e em recursos públicos destinados à redução de impactos ambientais. Conforme o autor, as pequenas e médias empresas também detêm um potencial significativo para tomar parte na transição para a economia verde, podendo contribuir de forma disruptiva em uma grande variedade de setores produtivos, principalmente no que tange à inovação, pesquisa e desenvolvimento.

Notadamente, a contradição entre lucro e investimento socioambiental limita a capacidade das grandes corporações de assumirem preponderância na busca pelos ODS, com a adoção de medidas de circularidade em larga escala, de forma que cabe

principalmente aos governos, cujas atividades não visam lucro, financiarem as novas tecnologias no ritmo acelerado que as mudanças climáticas exigem (OWEN, 2021). Tais considerações justificam esta pesquisa, tendo em vista a necessidade de conciliação entre os ODS, globalmente ambicionados, e as melhores decisões estratégicas para a gestão de risco *ESG* na indústria.

2.1.2 Práticas recomendadas: ABNT PR2030:2022

A norma ABNT PR2030:2022 é uma padronização de práticas recomendadas desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas que estabelece requisitos para a elaboração e apresentação de relatórios de sustentabilidade para organizações. É a primeira norma brasileira que trata de relatórios ESG (Ambientais, Sociais e de Governança institucional), fundamentada em padrões internacionais como o *Global Reporting Initiative* e o *Sustainability Accounting Standards Board* (GRI; SASB, 2021).

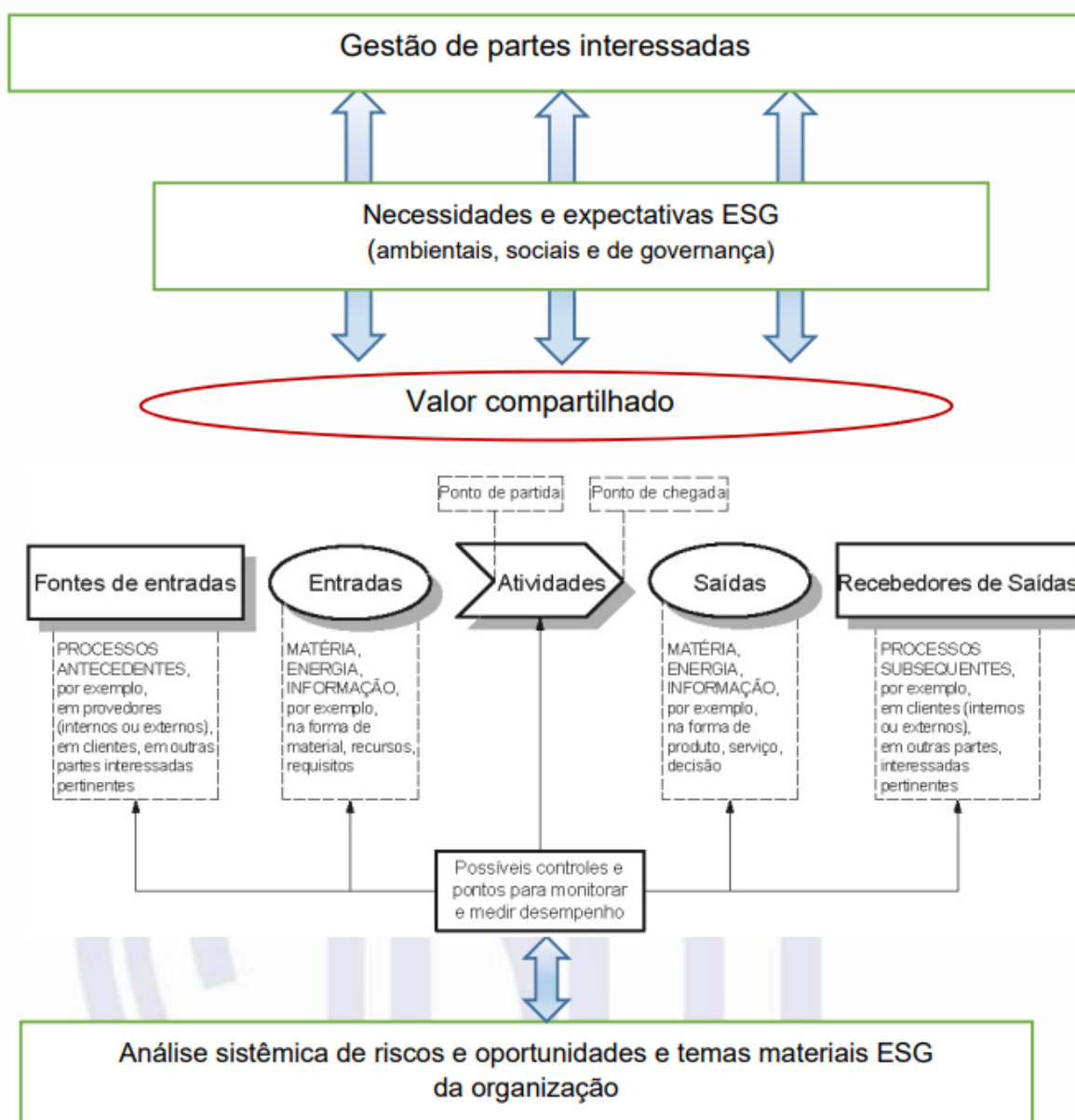
A norma e as práticas recomendadas fornecem uma estrutura sistemática para que as organizações relatem seu desempenho ESG de forma transparente, comparável e padronizada. Elas também orientam sobre como identificar e relatar questões ESG relevantes, medir e avaliar o desempenho ESG. A adequação à PR 2030 é voluntária, mas espera-se que se torne cada vez mais importante para organizações que buscam atrair investidores, manter relacionamento com clientes, gerenciar riscos ESG ou engajar a comunidade em suas medidas de circularidade. É também uma ferramenta valiosa para organizações que procurem comparar os seus indicadores ESG com os de outras empresas, assim como acompanhar o seu progresso na sustentabilidade ao longo do tempo, garantindo a autorreparação e a resiliência dos sistemas produtivos normalizados (MECCA et al., 2023).

A ABNT PR 2030 fornece também uma linguagem comum para relatórios ESG, partindo das melhores práticas de gestão internacionalmente reconhecidas. Trata-se de uma norma flexível e adaptável às necessidades específicas das organizações, em linha com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Trata-se de uma ferramenta valiosa para organizações comprometidas com a sustentabilidade e que buscam melhorar seu desempenho ESG. Sua aplicação ajuda

as organizações a aumentar a transparência e a responsabilização; melhorar sua reputação e valorizar a marca; atrair investidores e clientes; gerenciar riscos ESG; comparar seu desempenho ESG com o de seus pares; acompanhar seu progresso ao longo do tempo (ABNT, 2022).

O fundamento para a construção do diagrama sistêmico, a ser indicado como modelo de avaliação de risco ESG nesta tese, é o método PDCA (planejar – fazer – checar – agir), orientado para uma cadeia de valor orientado pela normalização padrão ISO, em vigor nas principais práticas recomendadas na atualidade para a gestão da qualidade (OLIVEIRA; MAHLER, 2018). Embora o ciclo PDCA seja um bom ponto de partida para a modelagem em análise de risco, uma vez que compõe o fundamento da maioria das formas padronizadas de gestão da qualidade em vigor e estimula uma cultura de melhoria contínua, ele carece de considerações acerca da ciclagem vital de produtos e do fluxo energético na cadeia de valor em uma perspectiva ambiental e social. Por isto, essa diretriz precisa de uma adaptação para as análises de risco ESG. Uma prática de integração entre as partes, recomenda nesta perspectiva, é o diagrama sistêmico presente na PR2030:2022, disponível na Figura 2:

Figura 2 - Integração entre processos, partes interessadas e gestão ESG



Fonte: ABNT PR2030 (2022, p. 28)

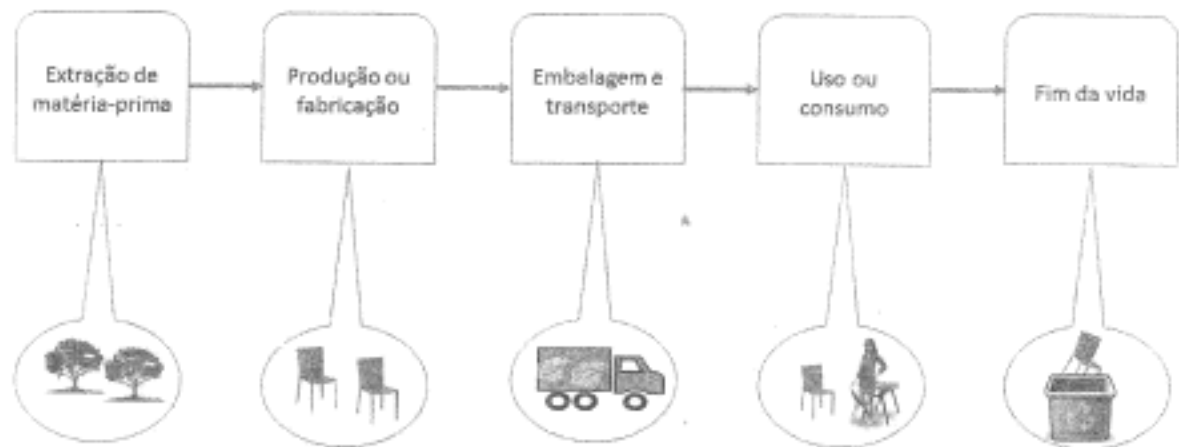
Como pode ser observado na Figura 2, a normalização negligencia o ciclo de vida dos produtos e processos em relação ao seu impacto exterior à cadeia de valor, minimizando a interdependência entre processos internos e os supersistemas com os quais os mesmos interagem, imperativa em processos circulares de retenção e recuperação de valores. Este fato evidencia a perspectiva linear do tipo processo (fontes de entrada) → produto (materiais) → processo (atividade) → produto (saídas),

visão esta inerente à estandardização do tipo ISO desde sua origem, a qual dificulta a percepção da interdependência entre processos, sistemas e supersistemas, bem como a inserção dos ciclos de vida dos produtos nos processos ecológicos e sociais, principalmente a análise sistemática dos efeitos das medidas de circularidade nos processos produtivos.

Um estímulo fundamental para a abordagem sistêmica é a noção de que o respeito aos limites do ambiente melhora o equilíbrio entre a produção e o consumo de bens e serviços, além disto, a análise de circularidade amplifica a perspectiva sobre as mudanças, os pontos de sensibilidade do sistema, a identificação dos limites e dos nódulos de interferência em sistemas ambientais. As mudanças necessárias em face à emergência climática tratam de gerar impactos positivos a partir de sistemas econômicos, orientados para uma economia de baixo carbono e de alta eficiência no uso de recursos naturais. Neste sentido, a Avaliação do Ciclo de Vida busca quantificar os impactos ambientais em cada fase de produção, desde a extração até a destinação final de cada produto.

Oliveira e Mahler (2018, p. 10) apontam quatro etapas do estudo do processo produtivo para a análise e avaliação de ciclo de vida: “aquisição de matérias-primas, manufatura, utilização /reutilização /manutenção, reciclagem e disposição de resíduos” (aterro ou incineração); podendo dedicar-se à avaliação em escala local, regional ou global, visão que tem fundamentado boa parte das políticas ambientais contemporâneas, conduzindo a decisões de investimento nas mais diversas esferas de poder e servindo como “complemento muito importante do pensamento sistêmico”. A Figura 3 representa o que chamamos de pensamento linear, típico das análises de ciclos de vida do tipo insumo – produto, conforme introduzidas pelas normas da série ISO 9000:

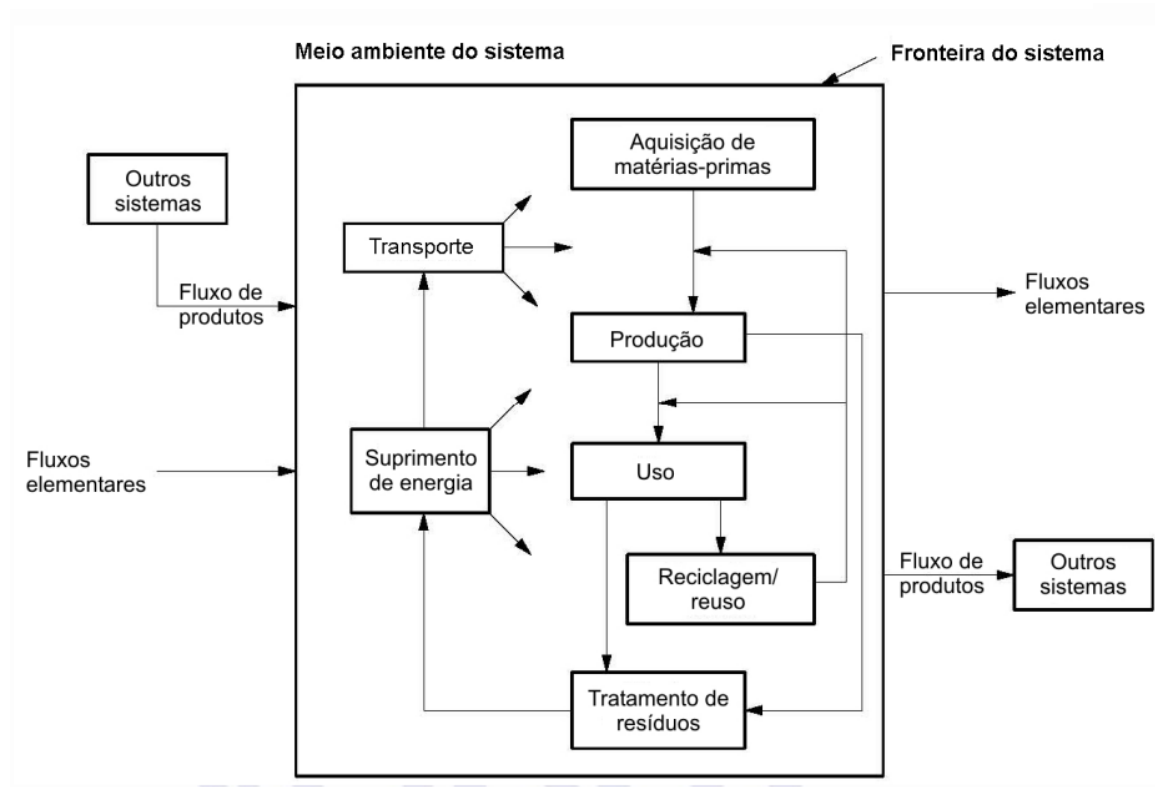
Figura 3 - Estágios do ciclo de vida



Fonte: Oliveira e Mahler (2018, p. 18)

Naturalmente, uma forma de pensar tão simplificada e isolada dos ecossistemas aos quais pertence pode produzir efeitos antagônicos aos esperados, em termos de sustentabilidade ESG, quando aplicada a projetos industriais, e especificamente nos casos em que os riscos não forem analisados em uma perspectiva sistêmica. Em consequência disto, as normas da série ISO 14000, de aplicação voluntária, introduzem uma visão ampliada em sua definição sistêmica de produto, que pode ser visualizada na Figura 4:

Figura 4 - Visão sistêmica do produto



Fonte: ABNT NBR ISO 14040:2009 (ABNT, 2014, p. 11)

Nesta visão sistêmica, a norma orienta para considerações sobre os fluxos tanto de elementos, quanto de produtos oriundos ou destinados a outros sistemas, localizados tanto a montante, quanto a jusante das fronteiras da cadeia de valor de cada sistema produtivo, além de prever como medidas de circularidade a “reciclagem/reuso” e “tratamento de resíduos” (ABNT, 2014, p. 11).

Segundo Oliveira e Mahler (2018, p. 29), pode-se entender um sistema como um grupo de “elementos integrados e inter-relacionados”, orientados para um objetivo comum. Os limites de cada sistema produtivo são definidos a partir do escopo do projeto e podem ser delimitados em relação ao ciclo de vida de cada produto desde uma perspectiva ampliada, chamada de “do berço ao túmulo”, que considera o percurso integral de valor; ou entre os portões da fábrica, análise que limita as variáveis de interesse àquelas sobre as quais a organização tem controle. Esta última, embora seja mais objetiva, é indesejável para efeitos de análise de riscos, uma vez

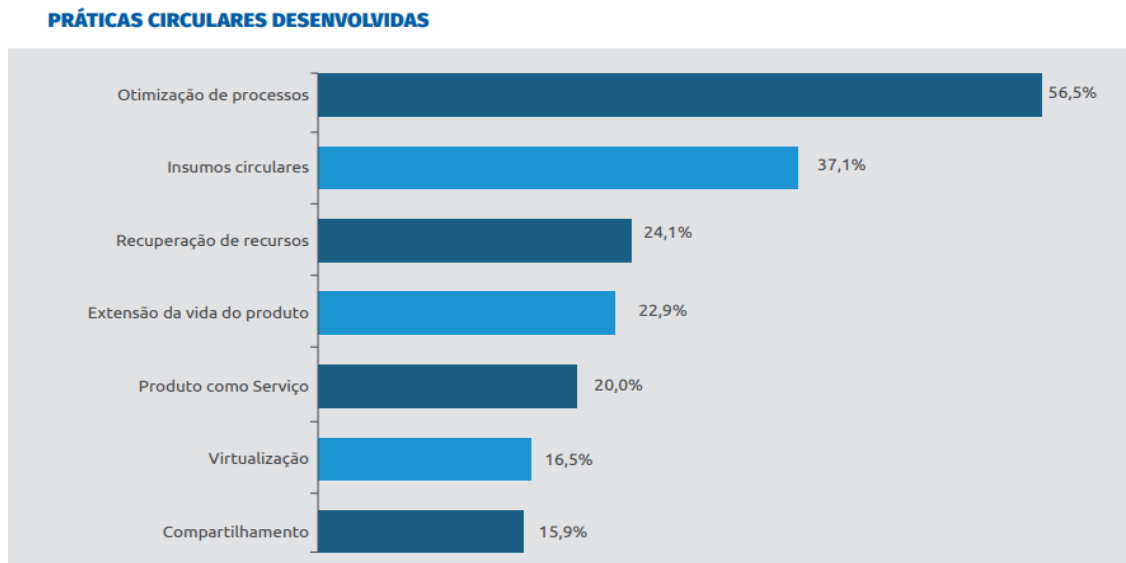
que exclui as externalidades da análise de ciclo de vida, fragilizando a posição estratégica da organização em relação a impactos sociais e ambientais. A análise ampliada (do berço ao túmulo), entretanto, traz para as análises de riscos uma grande quantidade de fatores subjetivos e de difícil mensuração, que estão fora da esfera de controle da organização.

Além disso, a perspectiva linear de ciclagem vital relega a análise de riscos ESG aos “possíveis controles e pontos para monitorar e medir o desempenho”, sem prever entradas e saídas indiretas de valor, como os custos do fracasso (recuperações judiciais, danos à imagem, poluição, etc.) da prevenção (seguros, treinamentos, redundâncias, etc.) e da mitigação (indenizações, obras de restauração, apoio às vítimas, estratégias de contenção de danos, etc.). Esta negligência da própria norma com a gestão de riscos reflete a prática cultural amplamente disseminada de externalizar custos ambientais e sociais, maximizando lucros às expensas da degradação ecológica e da injustiça social por meio da desconsideração sistemática sobre os riscos residuais ⁷. Tão pouco o diagrama linear, representado anteriormente a partir da ABNT PR2030:2022 (Figura 2), favorece a análise do fluxo de valor em função da economia circular, necessária na transição para uma economia verde.

Não obstante, quando há circularidade no fluxo de valor projetado em processos industriais brasileiros, na maioria dos casos (56,5%), ela é interna ao processo produtivo e visa a eficiência operacional (69,2%) (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2020). A Figura 5 apresenta as principais práticas utilizadas pela indústria brasileira na perspectiva da economia circular na indústria brasileira:

⁷ Tecnicamente, esta realidade é chamada de “tolerância ao risco”, caracterizada como a “disposição da organização ou da parte interessada em suportar o risco residual, a fim de atingir seus objetivos” PR 2030: 2022 (ABNT, 2022, p. 8).

Figura 5 - Principais práticas da economia circular



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (2020, p. 2)

A pesquisa da CNI, realizada em 2019, consultou uma amostra de 170 empresas em todo o Brasil, representando uma população de 62790 estabelecimentos com 10 ou mais empregados, com uma margem de erro de 5,5%. Nela são evidenciadas como circulares as práticas de otimização de processos (56,5%); insumos circulares (37,1%); recuperação de recursos (24,1%); extensão da vida do produto (22,9%); produto como serviço (20%); virtualização (15,5%); e compartilhamento (15,9%). Os motivos apontados para a implantação de técnicas de economia circular na indústria são o aumento da eficiência operacional (69,2%); oportunidades de negócios (41,5%); solicitações de clientes (20,8%); conformidade legal (18,5%); e solicitações de acionistas (7,7%). A prevalência das exigências de otimização de processos (56,5%) e aumento da eficiência (69,2%) na tomada de decisões favoráveis à economia circular, indica a orientação básica do processo industrial contemporâneo, qual seja: reduzir custos. Por outro lado, a baixa relevância de fatores como “solicitação de acionistas” (7,7%); “compartilhamento” (15,9%); e “conformidade legal” (18,5%) evidenciam a baixa adesão das partes interessadas à economia circular orientada por fatores socioambientais, expondo estatisticamente o conflito de interesses entre lucro e sustentabilidade anteriormente mencionados.

Por fim, o mais desastroso, na visão atual para a gestão ESG, é o isolamento entre os valores compartilhados e o sistema produtivo, conforme representado na Figura 1, sendo que o contrário manifestaria justamente a integração entre as partes interessadas em função de objetivos comuns, a qual potencializa o engajamento da comunidade e minimiza os riscos sociais para a organização. Na forma como está apresentado o diagrama sistêmico para ESG, sugerido pela prática recomendada (ABNT PR2030, 2022, p. 28), parece claramente que os valores compartilhados entre as partes (solicitações de acionistas; conformidade legal; compartilhamento; geração de empregos, etc.) não participam do fluxo de energia na cadeia de valor do processo produtivo, de forma que este pode se tornar descartável para a comunidade por falta de congruência entre os interesses envolvidos.

2.1.3 Fluxo circular de valores

O Mapa de Fluxo de Valor (MFV) é uma ferramenta essencial do Lean Manufacturing, concebida para visualizar e aperfeiçoar o fluxo de valor nos processos organizacionais. Seu propósito central é identificar atividades que agregam valor e eliminar desperdícios, proporcionando maior eficiência e sustentabilidade operacional (ROTHER; SHOOK, 1999). Ao representar graficamente o fluxo de materiais e informações, o MFV possibilita compreender a dinâmica dos processos de forma sistêmica, favorecendo a tomada de decisão baseada em dados e a melhoria contínua.

Sob esta ótica a gestão de riscos ESG, o MFV pode ser utilizado como um instrumento de diagnóstico integrado, permitindo mapear vulnerabilidades relacionadas a fatores ambientais, sociais e de governança ao longo da cadeia de valor. Essa aplicação amplia o escopo tradicional do Lean, incorporando uma visão de sustentabilidade e responsabilidade corporativa, na qual a eficiência operacional é complementada pela mitigação de riscos e pela geração de valor sustentável para as partes interessadas.

Na perspectiva aventada pela Prática Recomendada (ABNT PR2030, 2022, p. 54), o fluxo de recursos ocorre em um sistema econômico de forma circular, permitido a adição e retenção de valor nos processos produtivos, diferentemente do que pode

ser percebido pelo modelo “extrair-produzir-consumir-descartar”. Trata-se de uma visão sistêmica que visa agregar valor às organizações pela ampliação do ciclo de vida dos produtos, redução e otimização do uso de matérias-primas, de maneira a diminuir a pressão antrópica sobre os ecossistemas. Desta forma, busca-se pensar a circularidade do valor em perspectiva ampliada, incluindo desde o design de produtos práticas que permitam gerar valor compartilhado, levando em conta a colaboração e o fornecimento, tendo em vista a promoção de uma “simbiose industrial” (ABNT PR2030, 2022, p. 65), na qual os resíduos e ciclos de valor de uma fase do processamento integrem o seguinte, reduzindo o desperdício e fortalecendo toda a cadeia de valor.

Além dos aspectos intramuros, são também consideradas como práticas de circularidade a conscientização da comunidade sobre o uso de recursos e a promoção de políticas públicas orientadas para o fortalecimento da economia circular, que podem ser alcançadas diretamente pela prática de logística reversa e parcerias voltadas para a gestão comunitária de resíduos (valorização de cooperativas, reciclagem, etc.) Além dessas, a PR 2030:2022 destaca a importância para as organizações de desenvolver registros sistemáticos, com mapeamento e monitoramento dos estoques, fluxos de recursos e de valores.

Nesse intento, uma ferramenta que vem sendo desenvolvida e utilizada há várias décadas em sistemas enxutos de produção é o mapeamento de fluxo de valores, utilizado principalmente para identificar e eliminar desperdícios no sistema produtivo (ALVARENGA, 2020). O mapeamento do fluxo de valor (MFV) permite visualizar e analisar o fluxo de material e informação em um processo produtivo. Através dessa ferramenta, é possível otimizar o processo e entregar valor ao cliente com menor dispêndio de recursos, reduzindo o impacto socioambiental, melhorando a governança institucional e diminuindo a pressão antrópica sobre os ecossistemas.

Trata-se de uma representação gráfica de um processo, desde a matéria-prima até o produto final, que destaca as atividades que agregam valor e as que não agregam valor do ponto de vista do cliente. Ao mapear o fluxo de valor, as empresas podem identificar gargalos, atrasos, excesso de estoque e outras ineficiências que impactam a produtividade e a qualidade do produto final.

Os dois objetivos principais dessa abordagem são visualizar o fluxo de valor através do processo produtivo e identificar os desperdícios mais comuns na produção, tais como: superprodução; tempo de espera; transporte; processamento excessivo; estoque; movimento de pessoas; defeitos/retrabalho e desperdícios intelectuais. A prática de design enxuto, potencializada pelo mapeamento de valor permite otimizar os processos através da projeção de um estado futuro ideal para o sistema, através da eliminação das atividades que não agregam valor e potencialização daquelas que agregam.

O design de processos, conduzido dessa maneira permite implementar melhorias e criar um plano de ação através do uso comparado de duas ferramentas, o Mapa de Fluxo de Valor Presente, elaborado a partir dos processos em uso na organização, em comparação como o Mapa de Fluxo de Valor Futuro, uma otimização dos mesmos processos, projetada para eliminar desperdícios.

Normalmente, o mapeamento de valor em processos de Lean Manufacturing (produção enxuta) tem sido elaborado em uma visão linear, otimizada para a produção em série e com fluxo unidirecional de valor, do tipo entrada $\Rightarrow$ processo $\Rightarrow$ saída. A economia circular, entretanto, altera este estilo de pensamento, incluindo a retroalimentação no fluxo de processos e de valores, em busca da inclusão de vários fluxos circulares de valor em cada sistema produtivo.

A fim de otimizar a integração à economia circular no fluxo de valor, a metodologia de Mapeamento de Fluxo de Valor pode ser adaptada para permitir a visualização, análise e melhoria dos processos circulares em uma cadeia de valor. Para tanto, faz-se necessário o mapeamento do estado atual, um fluxograma detalhado do processo como ele está funcionando atualmente, incluindo todas as atividades, fluxos de material, informações e tempos de ciclo.

Esse diagnóstico, materializado no Mapa de Fluxo de Valor presente precisa ser analisado criticamente, a fim de identificar os desperdícios e os pontos de melhoria. Isto permite a projeção do estado futuro para o sistema, representado por um novo mapa que evidencie o estado ideal do processo, com os desperdícios eliminados e o fluxo de circulação de valores otimizado.

A visualização do modelo futuro é seguida pela elaboração de planos de ação que detalhe a implementação das melhorias necessárias para alcançar o estado

futuro. Além disto, faz-se necessário monitorar a implementação e acompanhar as ações planejadas, bem como os resultados para garantir que as melhorias sejam mantidas e aprimoradas.

Em geral, são esperados como benefícios do Mapeamento do Fluxo de Valor: a redução de custos por eliminação de desperdícios e otimização de processos; melhoria da qualidade; redução do tempo de produção; aumento da flexibilidade e resiliência dos processos e maior engajamento dos colaboradores, dentre outras vantagens inerentes aos processos de produção enxuta.

Embora a implantação de sistemas enxutos geralmente envolva choques culturais profundos nas organizações, que podem ser difíceis e até impossíveis de gerenciar, suas vantagens tornam o mapeamento do fluxo de valor uma ferramenta poderosa para identificar e eliminar desperdícios em processos produtivos, contribuindo para a melhoria contínua e a competitividade das empresas. Ao visualizar o fluxo de valor, os gestores podem tomar decisões mais informadas e implementar melhorias que geram, retem e recuperam valores para os clientes, para a sociedade, para o meio ambiente e para a organização como um todo.

2.2 CRITÉRIOS DE MATERIALIDADE ESG

A pesquisa mais antiga que trata de materialidade, presente na base Scopus e destacada em nossa revisão sistemática, é um estudo de caso de 2016 sobre a certificação de terceira parte na produção agrícola europeia. O intento é simplificar o fornecimento de dados objetivos às auditorias, a fim de reduzir os custos de certificação. A noção vaga de materialidade, adotada por Mazé *et al.* (2016), parte do reconhecimento desta categoria como valor, em termos de tempo e espaço ocupados na estrutura das organizações, a fim de promover conexões entre o ambiente natural e o desenvolvimento sustentável. Naquela oportunidade, ainda que o termo “*Materiality*” recebeu relevo no estudo porque a noção foi considerada fundamental para os processos de auditorias ambientais, ainda que não tenha sido constatada qualquer teoria subjacente ao artigo que justificasse o seu emprego ou que determinasse a sua denotação.

Mais recentemente, Garst; Maas; Suijs (2022) propuseram que a análise de materialidade é uma arte, não uma ciência, principalmente quando se trata da elaboração de relatórios sobre tópicos ESG. Embora esses documentos sejam fundamentais para a associação entre as funções empresariais, a governança institucional e a sustentabilidade, os métodos em uso para a elaboração de relatórios e documentação de índices desta natureza envolvem alta complexidade e um grande número de incertezas, tornando temerária a definição de critérios materiais de avaliação. Não obstante, os autores se arriscam em recomendar seis etapas para a determinação de critérios de materialidade, aplicáveis a projetos ESG.

Os critérios destacados, a partir da análise dos relatórios de sustentabilidade das maiores empresas do mundo, abrangem principalmente questões não financeiras, relativas aos aspectos socioambientais mais importantes nas perspectivas das próprias instituições, o que agrava o nível de subjetividade dos relatos disponíveis para análise, uma vez que os interesses individuais tendem a enviesar o que quer que possa ser identificado como critério de materialidade.

Na própria definição de materialidade não foi encontrado consenso, uma vez que em documentos oficiais de organizações relevantes para o setor, como a União Europeia e a OCDE, conforme publicação do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD), foram encontradas ao menos doze definições diferentes para o termo, sendo algumas conflitantes entre si. Não obstante, uma das caracterizações de materialidade que chama a atenção pela simplicidade e aplicabilidade, é a esboçada pela Federação Mundial de Bolsas (WFE), que pode ser traduzida na noção de informações que podem ser consideradas “importantes, relevantes e/ou críticas para a criação de valor a longo prazo” (GARST; MAAS; SUIJS, 2022, p. 70).

Ao associar a materialidade à produção de valor, não se determina uma definição, mas claramente se delimita o que não é materialidade, ou seja, aquilo que não produz valor a longo prazo não cabe na identificação de índices materiais de sustentabilidade. Trata-se de um critério de exclusão que pode ser aplicado à avaliação de riscos ESG e que, por isto, interessa a esta pesquisa.

De uma forma mais específica, o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD) identificou a materialidade a partir da

priorização dos temas de sustentabilidade mais relevantes, tendo em conta o impacto que cada um deles tem na organização e nos seus *stakeholders*. Nesta perspectiva, a materialidade está associada aos riscos e oportunidades apresentados por questões que afetam os domínios ambiental, social e de governança (ESG) e que impactam tanto o desempenho corporativo quanto as partes interessadas no longo prazo (GARST; MAAS; SUIJS, 2022).

A partir de tais definições, para efeitos desta pesquisa, considera-se como *materiais os fatores associados diretamente a riscos ou oportunidades para a produção de valor a longo prazo, na perspectiva de todas as partes interessadas*. Trata-se como longo prazo, para efeitos de cálculo, o período de tempo entre duas ou mais gerações (mais de 20 anos), conforme a noção de quatro ciclos geracionais que se repetiriam historicamente a cada 80 anos (STRAUSS; HOWE, 1991).

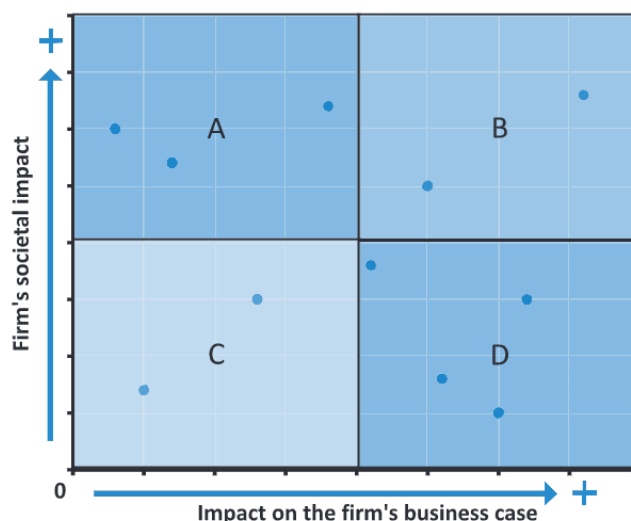
Uma das principais dificuldades associadas ao uso da noção de materialidade em pesquisas científicas é que a escolha da perspectiva entre o negócio e o impacto socioambiental influencia desproporcionalmente as variáveis de pesquisa, assim como a aplicabilidade dos métodos utilizados, uma vez que limita os tópicos a serem analisados, principalmente porque o impacto do ambiente e da sociedade *na* empresa tem sido a perspectiva privilegiada nas últimas cinco décadas, deixando pouco espaço para as análises de impactos socioambientais *da* empresa. Esta visão ganhou terreno recentemente com decisões da União Europeia que ressaltam a importância de análises de “dupla materialidade”, as quais ainda estão em fase inicial de desenvolvimento e se encontram tensionadas pela busca de gratificação imediata, em oposição à perspectiva de produção de valor a longo prazo (GARST; MAAS; SUIJS, 2022).

Nessa nova realidade, as empresas se encontram julgadas socialmente pela capacidade de produzir valor a longo prazo, assim como estão pressionadas pelos resultados imediatos, sob pena de perderem suas licenças sociais para operar, haja visto o valor intrínseco dos objetivos sociais e ambientais, os quais não contribuem necessariamente para os resultados financeiros dos empreendimentos, o que limita em grande medida a efetividade das análises de materialidade financeira para a validação e avaliação de riscos ESG, fato que reforça a demanda por análises de dupla materialidade capazes de extrapolar os limites da contabilidade convencional, a

fim de incluir tanto passivos quanto ativos ambientais e sociais no contexto dos interesses da governança corporativa.

O Conselho de Normas Contábeis de Sustentabilidade (SASB), tem se preocupado em criar padrões que permitam comunicar com objetividade a materialidade no escopo de projetos sustentáveis, por meio da criação de uma lista padronizada de tópicos materiais por setor. Não obstante, a divisão em setores limita a aplicação à indústria e minimiza a necessidade paradoxal de incluir interesses tão difusos na avaliação da materialidade, conduzindo à ferramenta conhecida como “Matriz de Materialidade”, presentes em 56,9% dos relatórios de sustentabilidade das maiores empresas do mundo (GARST; MAAS; SUIJS, 2022, p. 80). Nessa metodologia, as duas perspectivas de impacto (*na* empresa e *da* empresa) são apostas em duas colunas e duas linhas, formando quatro quadrantes orientados por dois eixos: um lateral esquerdo, que representa os impactos sociais da empresa; e um eixo inferior horizontal, no qual são escalonados os fatores de impacto *na* empresa para cada caso em análise. A Figura 6 ilustra o modelo de análise de dupla materialidade:

Figura 6 - Modelo de matriz de dupla materialidade



Fonte: Garst; Maas; Suij (2022, p. 83)

A matriz de dupla materialidade tem se mostrado uma forma de aumentar a transparência na comunicação da sustentabilidade, tendo como perspectiva a busca por um consenso acerca da efetividade das iniciativas ESG, a qual permitiria comparar diferentes projetos sustentáveis entre si, bem como ressaltar de forma objetiva os fatores críticos e as melhores oportunidades apresentadas por cada iniciativa, seja para a sociedade, seja para a organização, agregando considerações de ordem temporal como requisito de análise. A adoção deste tipo de estratégia de comunicação tem sido feita por grandes empresas a fim de aumentar a transparência e evitar o “*greenwashing*”⁸. (BRAGA et al., 2019; GARST; MAAS; SUIJS, 2022, p. 67)

As análises orientadas por matrizes de dupla materialidade tanto podem recorrer à oposição entre o caso de negócios e os impactos sociais, quanto partir das perspectivas de *stakeholders* internos e externos à organização. Além disto, a análise por matriz de dupla materialidade permite evidenciar os fatores nos quais há maior ou menor sinergia entre os interesses da sociedade e os da organização. Observa-se que nos quadrantes C e B da Figura 5 há menor conflito de interesses entre os fatores de riscos e os impactos positivos à organização e à sociedade, na visão dos diversos *stakeholders*; ao passo que no quadrante A podem ser representados os fatores de alto interesse para a sociedade, mas que provocam baixo impacto na organização, enquanto o contrário pode ser observado no quadrante D. Nessa perspectiva, os investimentos nos fatores representados no quadrante B da matriz de dupla materialidade seriam aqueles que detém o maior potencial de impactos sociais e organizacionais do tipo “ganha-ganha”, enquanto em A e D encontram-se representados os maiores fatores de tensão entre a organização e a comunidade (GARST; MAAS; SUIJS, 2022, p. 83).

Conforme os autores, um cuidado importante ao adotar a matriz de dupla materialidade ou as tabelas de apoio à avaliação de riscos e oportunidades ESG, é evitar a simplificação da realidade, que se apresenta naturalmente com níveis altíssimos de complexidade, os quais não podem ser exauridos em uma lista de poucos fatores. Outrossim, nada implica necessariamente que as perspectivas dos

⁸ *Greenwashing* é a prática corporativa de produzir uma roupagem ecológica para projetos insustentáveis, a fim de angariar a simpatia do público e desviar recursos destinados a ações de conservação ambiental (BRAGA et al., 2019).

stakeholders possam ser limitadas a apenas duas posições. Além disto, nas avaliações quantitativas de impacto ambiental e social não há unanimidade sobre os valores a serem considerados para comparação entre fatores, como no caso da extinção de uma espécie, por exemplo, além do que, a previsibilidade de fatores sujeitos à temporalidade de longo prazo é altamente discutível.

Por fim, um relatório de sustentabilidade, invariavelmente, está sujeito à seletividade da alta direção da organização, na qual os interesses internos prevalecem, enviesando tanto a escolha, quanto a eliminação de critérios e indicadores ESG da publicação dos documentos. Não obstante, um dos grandes desafios, apontados pelos entrevistados por Garst; Maas; Suij (2022), foi manter a mesma metodologia de análise de materialidade no tempo, uma vez que as discussões sobre sustentabilidade estão em constante evolução, levantando novos fatores que não foram contemplados em análises anteriores, o que dificulta a comparação entre relatórios sucessivos de uma mesma organização e reduz a consistência de análises longitudinais de materialidade.

Tais considerações evidenciam a importância de convencionar-se uma metodologia capaz de unificar as demandas por transparência na divulgação e fomento à tomada de decisões estratégicas sobre os investimentos e as análises de riscos em projetos sustentáveis, sendo que a análise de materialidade, presente em mais da metade dos principais relatórios de sustentabilidade das maiores empresas da atualidade, se destaca como uma das contribuições necessárias para que as organizações coloquem em convergência os objetivos internos e externos (GARST; MAAS; SUIJS, 2022; DELGADO-CEBALLOS et al., 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023). Conforme os autores consultados, as principais etapas de uma análise de materialidade podem ser resumidas da seguinte forma:

- a) Critérios de relevância dos tópicos ESG:
 - caso de negócios;
 - impacto social;
 - partes interessadas (externas).
- b) Definição dos tópicos ESG;
- c) Determinar as fontes de informação;
- d) Indexar a materialidade (atribuir pontos aos tópicos ESG);

- e) Classificar e selecionar os tópicos ESG; e
- f) Definir o ciclo de materialidade (escala de repetição). (GARST; MAAS; SUIJS, 2022).

A necessidade de análise de dupla materialidade em projetos e relatórios de sustentabilidade é evidenciada por Delgado-Ceballos *et al.* (2023) em uma análise comparativa entre a materialidade das partes interessadas e a materialidade financeira, no contexto da aplicação dos ODS para o cálculo de fatores de governança, a fim de contribuir para a padronização de “balanços de sustentabilidade”, ferramentas gerencias que facilitem a operacionalização e a tomada de decisões estratégicas em termos de ESG.

Para os autores, os fatores ESG estão sendo reconhecidos como variáveis com potencial de gerar rentabilidade financeira para as organizações, potencializando o provimento de métricas ESG padronizadas, sendo que grandes entidades reguladoras, como a UE têm alertado com frequência sobre as limitações de análises restritas a dados financeiros.

Nessa perspectiva, a dupla materialidade não se dá entre fatores internos e externos à organização, mas sim entre indicadores financeiros e partes interessadas. Trata-se, portanto, de uma ampliação da noção paradoxal exposta por Garst; Maas; Suij (2022), visto que no eixo relativo às partes interessadas cabem múltiplas perspectivas, que vão além da oposição entre sociedade e empresa.

Seguindo essa linha de raciocínio, em um dos eixos da análise de dupla materialidade, os interesses internos da organização seria apenas um dos muitos conjuntos de fatores que contribuiriam para produzir os indicadores de sustentabilidade, em convergência com as demandas típicas da contabilidade financeira. A estratégia reduziria o viés da alta administração nos relatórios de sustentabilidade, ao mesmo tempo em que aumentaria o relevo dado aos resultados financeiros, tornando tais instrumentos mais objetivos, menos sujeitos à manipulação e mais inteligíveis para os agentes de mercado e entidades regulamentadoras.

Para os autores, “materialidade” é simplesmente o conjunto de informações “que as empresas devem fornecer aos investidores”. Trata-se de uma perspectiva jurídica da informação, considerada no meio financeiro a partir da sua capacidade de produzir decisões nos agentes de mercado, com efeitos materiais quantificáveis. As

informações ESG, vistas por este prisma, influenciam financeiramente as organizações e os investidores, impactando diretamente as percepções de riscos e oportunidades. A principal vantagem dessa noção financeira de dupla materialidade é que ela fornece uma imagem da relação entre os negócios e a sustentabilidade global, evidenciando a capacidade de impacto externo das organizações (DELGADO-CEBALLOS et al., 2023).

Além disso, a ênfase no aspecto financeiro permite um maior controle externo sobre as decisões internas acerca da transparência nos usos de recursos ESG, bem como a responsabilização pelo mau uso de projetos sustentáveis, o *greenwashing*. Uma padronização dessa forma de análise, em princípio, viabilizaria um direcionamento mais rigoroso dos recursos governamentais e privados destinados a projetos ecológicos, de conservação, descarbonização e conversão para a economia verde. Na perspectiva da União Europeia, a dupla materialidade do tipo financeira/*stakeholders* funciona como um elemento de ligação entre os ODS, a sustentabilidade e as iniciativas ESG (DELGADO-CEBALLOS et al., 2023).

Conforme os autores, o alcance dos objetivos para o desenvolvimento sustentável está diretamente ligado à capacidade de financiamento de projetos sustentáveis, o que torna as iniciativas ESG essenciais para as mudanças necessárias ao nosso futuro comum. Objetivos fundamentais, como trabalho digno (ODS 8) ou o consumo e produção responsáveis (ODS 12), têm impacto direto na governança corporativa, o que traz a necessidade de considerações sobre os impactos *das* empresas e *nas* empresas das novas políticas públicas orientadas para a sustentabilidade.

Nesse contexto, a materialidade deixa de ser um princípio financeiro e ganha corpo no cálculo do envolvimento das demais partes interessadas em qualquer empreendimento, uma vez que permite quantificar e analisar os riscos e oportunidades ESG para os gestores, sociedade e ambiente. Não obstante, muitos investidores ainda não conseguem perceber os impactos nos negócios das métricas ESG, pois as mesmas partem de análises muito complexas, subjetivas e confusas. Por isto, a parametrização e a simplificação da dupla materialidade do tipo financeira/*stakeholders* em um “balanço de sustentabilidade” se mostra uma estratégia necessária para a integração entre os investidores e a efetivação dos ODS. A fim de

contribuir para a simplicidade do balanço de sustentabilidade, Delgado-Ceballos *et al.* (2023) recomendam os seguintes indicadores ESG:

Fatores ambientais (E)

- a) Uso de água por receitas:
 - consumo de água (m³) dividido pela receita líquida (U\$ milhões);
- b) Uso de energia renovável:
 - Energia renovável consumida dividida pelo total de energia consumida;
- c) Emissões equivalentes de CO₂ por receita:
 - Emissões de CO_{2eq} (T) dividido pela receita líquida (U\$ milhões).

Fatores sociais (S):

- d) Política de segurança sanitária;
- e) Número de acidentes de trabalho.

Governança corporativa (G)

- f) Diversidade de gênero:
 - No conselho (% de mulheres);
 - Na gestão executiva (% de mulheres).
- g) Política de direitos humanos:
 - Prevenção do trabalho infantil;
 - Prevenção do trabalho forçado; e
 - Garantia de livre associação.

Também na perspectiva da aplicabilidade das métricas de materialidade para o cálculo do desempenho ESG, Mio; Fasan; Scarpa (2023) elaboram uma análise empírica do custo do capital próprio, a partir da análise de fatores ESG. Na visão dos autores, a popularização do uso de métricas ESG tem impacto direto no valor das empresas, ainda que pouco se saiba sobre o risco associado para os investidores.

A fim de reduzir tal dificuldade, os autores relacionam o desempenho ESG e o custo do capital por meio de regressão de painel de efeito fixo, a partir de uma amostra

de 273 observações empresa/ano, entre 2017 e 2021. No início de 2023, os signatários da gestão baseada em Princípios para o Investimento Responsável (PRI) respondiam pela administração de mais de 120 bilhões de dólares em ativos, envolvendo mais de 3.400 organizações, as quais requerem os serviços de agências de classificação de riscos ESG.

Em tal contexto, se torna preocupante para as organizações as implicações do seu perfil de riscos ESG no mercado investidor, que tende a penalizar progressivamente as empresas menos responsáveis. Não obstante, tanto na academia, quanto nas agências de classificação, os riscos ESG estão em debate devido à existência de resultados conflitantes, o que evidencia a emergência da necessidade de identificar contingências ESG e entender como os riscos desta natureza estão associados aos desempenhos organizacionais (MIO; FASAN; SCARPA, 2023). Esses autores consideram a redução de riscos associados à gestão ESG como o melhor caso para os negócios da sustentabilidade, uma vez que este tipo de gestão foi correlacionado inversamente, em diversos estudos, aos riscos técnicos, políticos e de outras naturezas, bem como ao custo de capital próprio, reduzindo assim a taxa de desconto que o mercado aplica ao fluxo de caixa futuro das organizações, a fim de determinar seu valor de mercado.

Não obstante, resta definir quais fatores são determinantes para a avaliação de riscos ESG, alterando as percepções de riscos dos investidores. Neste sentido, a avaliação de materialidade se evidencia nos registros de sustentabilidade como peça chave para as tomadas de decisões de investimentos. Para fazer suas avaliações e elencar os fatores ESG determinantes para a percepção de riscos, os autores relacionaram o custo do capital próprio à pontuação ESG global e depois examinaram impacto dos pilares e das categorias ESG específicas no custo do capital próprio.

Mio; Fasan; Scarpa (2023) utilizaram o banco de dados Refinitiv, que cobre 85% do valor de mercado global, agregando 630 métricas ESG diferentes e objetivas, coletadas desde 2002. As pontuações atribuídas pela Refinitiv são agregadas em três patamares de classificação: ESG global; pilares ESG; e categorias ESG. Para a avaliação de riscos, as métricas foram agrupadas em dez categorias, a saber:

Riscos ambientais (E):

- a) Uso de recursos;

- b) emissões; e
- c) inovação.

Riscos sociais (S):

- d) Força de trabalho;
- e) direitos humanos;
- f) **comunidade**; e
- g) responsabilidade pelo produto.

Riscos de governança corporativa (G)

- h) Gestão;
- i) acionistas; e
- j) estratégia de gestão de riscos ESG.

Por meio de estatística descritiva e análise de correlação, os autores demonstraram que no nível das categorias, *comunidade* é o principal fator ESG na percepção das empresas pesquisadas, representantes do setor público, ao passo que o menor desempenho foi na categoria *inovação*.

A associação feita por Mio; Fasan; Scarpa (2023) entre as categorias e o custo do capital próprio evidenciou correlação negativa significativa nas categorias *direitos humanos* e *gestão*. Na análise da correlação entre ESG geral e custo do capital próprio, foi constatado, com margem estatisticamente significativa, que um aumento na pontuação ESG reduz o custo do capital próprio, resultado consistente com estudos anteriores. Outrossim, a melhoria no desempenho do pilar de *governança* também foi correlacionada negativamente com o custo do capital.

Os resultados indicam que a melhoria geral nos fatores ESG, principalmente no pilar da governança e nas categorias gestão e direitos humanos reduzem a percepção de riscos dos investidores, diminuindo o custo do capital próprio e aumentando a atratividade das organizações públicas para investimentos privados (MIO; FASAN; SCARPA, 2023). O artigo contribui para esta pesquisa por detalhar uma metodologia exaustiva para o cálculo de riscos ESG. Entretanto, trata-se de um conjunto excessivamente amplo de dados, que inviabiliza uma comparação sistemática com o caso em estudo.

Ao analisar os impactos das informações ESG no desempenho econômico das principais empresas listadas nas maiores bolsas de valores da Europa, Taliento; Favino; Netti (2019) evidenciam que há vantagens corporativas associadas à sustentabilidade. Foram avaliados os impactos não financeiros nos resultados financeiros, a partir de análises estatísticas sobre medidas ESG tanto absolutas, quanto relativas ao desempenho esperado para o setor industrial. Conforme os autores, uma estratégia economicamente sustentável precisa satisfazer as expectativas da maior parte das partes interessadas, ainda que o nível de inovação seja determinante para a sustentabilidade das organizações a longo prazo.

Nesse contexto, o papel da cultura ESG seria o de melhorar as condições nas quais os processos de negócios ocorrem, por meio da valorização de mercado e do fortalecimento da confiança das partes interessadas, atraindo mais investimentos, o que permitiria às organizações enfrentar novos desafios e aproveitar oportunidades. Donde conclui-se o pressuposto de pesquisa de que quanto melhores forem os indicadores ESG, melhor será o desempenho financeiro das organizações, seja pela redução de riscos socioambientais, do custo do capital próprio ou pelo engajamento da comunidade em um mesmo grupo de valores compartilhados.

Não obstante, os dados empíricos nem sempre corroboraram tal assertiva devido à carência de metodologias uniformizadas para a avaliação de riscos ESG, ainda que tenham sido encontradas correlações positivas significativas nas maiores empresas. Isto permite defender que o tamanho da empresa é determinante para a ocorrência de efeitos financeiros correlacionados positivamente ao melhor desempenho ESG e que, para as grandes empresas, menores riscos socioambientais e de governança correspondem a melhores resultados operacionais (TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019).

2.3 PROJETOS INDUSTRIAIS SUSTENTÁVEIS

2.3.1 Ganho de rendimento

Podem ser chamados de projetos industriais sustentáveis àquelas iniciativas produtivas que se destinam a conciliar ganho de rendimento e manutenção da

capacidade de produção futura. Em outros termos, trata-se do tipo de empreendimento orientado por processos, produtos ou serviços que permanecem gerando valor no longo prazo por não esgotar os recursos disponíveis para sustentar o sistema produtivo no futuro (MARCOULAKI et al., 2021).

Em tal perspectiva, são estritamente sustentáveis tão somente os projetos que recorrem exclusivamente a recursos renováveis, em cuja cesta de insumos constem serviços, processos e produtos de outros sistemas produtivos também sustentáveis. Ou seja, um projeto sustentável apenas será assim considerado quando tomar parte em uma cadeia de suprimentos sustentável, que garanta a reprodutibilidade de seus insumos a longo prazo, fornecendo produtos ou serviços que também favoreçam, a jusante, a preservação do ambiente de consumo de seus produtos (MARCOULAKI et al., 2021).

Projetos sustentáveis podem ser desenvolvidos por empresas, governos, organizações não governamentais ou indivíduos, considerando-se diversos objetivos, tais como reduzir o impacto ambiental das atividades humanas; economizar recursos naturais; promover a justiça social; melhorar a qualidade de vida das pessoas, dentre outros. Alguns dos principais exemplos de projetos sustentáveis em implantação na atualidade são: instalação de painéis solares para geração de energia limpa; construção de moradias e edificações comerciais ou industriais com baixo consumo de energia e água; desenvolvimento de tecnologia de recuperação e reciclagem de materiais; proteção de áreas naturais; combate a pobreza e à fome. Esse tipo de projeto contribui para a sustentabilidade e a governança institucional por meio da mitigação das alterações climáticas; conservação da biodiversidade; melhora na qualidade do ar e da água; criação de empregos verdes; desenvolvimento de comunidades mais justas e igualitárias, retendo e gerando valor para a sociedade como um todo (GRANT THORNTON BRASIL, 2020).

Na análise das causas de atrasos e medidas de mitigação que incrementam os custos, reduzem a sustentabilidade e a geração de valor por projetos industriais, Álvarez-Pozo et al. (2024) argumentam que tais fatores também impactam negativamente as políticas ESG das organizações. Em revisão da literatura, seguida de análise crítica por consulta a especialistas, os autores identificaram 893 causas de atrasos e de aumento de custos, bem como 147 medidas de mitigação aplicáveis em

projetos industriais padronizados, realizados na construção civil. As mesmas foram segmentadas em oito categorias, relacionadas às fases de execução de um projeto, a saber: fase preliminar; engenharia; compras; construção; entrega; gerenciamento de projeto; cliente; e externalidades. A categoria *construção* se mostrou a mais significativa, dentre as demais, para a sustentabilidade dos projetos industriais. Além desta, a *fase preliminar* e a categoria *gestão de projetos* contribuíram com 60% das ineficiências identificadas.

Na fase preliminar, as principais causas de desperdícios analisados pelos autores foram a *definição deficiente do projeto*; o *processo de licitação longo*; *difficultades financeiras do cliente*; e *as discrepâncias na documentação*. Na fase de engenharia, foram identificadas a *complexidade* dos projetos e a incongruência entre *especificações e requisitos do cliente* como principais causas de ineficiência. Na fase de compras, constatou-se a limitação pelo cliente da *lista de fornecedores*; a *falta de confiabilidade* nos fornecedores; e os *custos de transporte* como fontes de desperdícios. Na fase de construção se destacam a *falta de incentivos para o adiantamento dos prazos*; *falta de subcontratados*; *seleção incorreta* de subcontratados; *condições do terreno* inadequadas; *infraestrutura precária*; e *projeto inadequado ao local*. A ineficiência principal, destacada na fase de entrega foi o *atraso na inspeção, teste ou certificação*. O gerenciamento de projetos envolve principalmente os desperdícios relacionados à *gestão de contratos*; *falta de mão de obra qualificada*; *equipe inexperiente*; *má comunicação entre o cliente e a gestão*. Em relação ao cliente foram identificadas as ineficiências relacionadas principalmente às *mudanças no escopo* dos projetos e *atrasos nos pagamentos*. Dentre os fatores externos que atrapalham a sustentabilidade de projetos industriais se destacam a *flutuação de preços* e as *mudanças regulatórias* (ÁLVAREZ-POZO et al., 2024).

A revisão da literatura indica que a fase preliminar e a categoria gestão de projetos contribuíram com a maioria das ineficiências identificadas pelos pesquisadores em projetos sustentáveis realizados na construção civil. A complexidade dos projetos e a incongruência entre especificações e requisitos do cliente podem ser apontadas como principais causas de ineficiência. Dentre os fatores externos que atrapalham a sustentabilidade de projetos industriais se destacam a flutuação de preços e as mudanças regulatórias.

São considerados como insustentáveis, para efeitos desta pesquisa, os projetos, processos e produtos que de alguma forma esgotem suas fontes de insumos a longo prazo ou ainda aqueles que impactem o ambiente ou a sociedade de tal forma que a rede de negócios se torne inviável para a organização. Algumas das principais formas de calcular a sustentabilidade de um processo, sistema ou produto são as metodologias de Pegada Ecológica (ou ambiental), Análise de Ciclo de Vida⁹ e Análise Emergética (ODUM, 1988), revisadas adiante.

2.3.2 Pegada ecológica: descarbonização

A contabilidade ambiental sustentada na metodologia da Pegada Ecológica¹⁰ está fortemente ligada ao cálculo da quantidade de dióxido de carbono equivalente (CO₂e)¹¹ emitida pelo processo em questão. Este tipo de cálculo é muito interessante para as organizações e para as culturas dependentes de recursos não-renováveis, como o petróleo e a mineração, fato observado principalmente nos países do norte global. Devido ao grande impacto negativo das emissões de GEE no aquecimento global, a pegada ecológica pode ser considerada como uma medida da pressão que as atividades humanas exercem sobre o meio ambiente. Pode também ser calculada em hectares globais (Gha), uma unidade de área que representa a produtividade média anual da terra. Para Wackernagel e Rees (1996), a pegada ecológica é estruturada a partir de seis elementos:

- a) Agricultura: terra utilizada para produzir alimentos, fibras e biocombustíveis.

⁹ Nesta tese utilizamos a definição de Ciclo de Vida dada pela norma ABNT PR2030:2022: “estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto (ou serviço), desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração, a partir de recursos naturais até a disposição final” (ABNT, 2022, p. 5).

¹⁰ Com alguma variação, este tipo de abordagem também pode ser denominada de Pegada Ambiental ou Pegada de Carbono.

¹¹ O CO₂e é uma unidade utilizada para quantificar a capacidade de retenção do aquecimento atmosférico presente em GEE com seu equivalente em dióxido de carbono. O cálculo é feito “utilizando-se a massa de um determinado GEE multiplicado pelo seu potencial de aquecimento global”, conforme a PR 2030:2022 (ABNT, 2022, p. 3).

- b) Pastagem: local de pastoreio de animais.
- c) Floresta: produção de madeira, papel e outros produtos florestais.
- d) Pesca: oceano, lagos, lagoas e rios utilizados para a piscicultura e atividades congêneres.
- e) Construção: terreno disponibilizado para as construções de moradias, edifícios, estradas e infraestruturas em geral.
- f) Energia: área de terra necessária para absorver as emissões de gases de efeito estufa.

A *Global Footprint Network* (2023) estima que a pegada ecológica global é de aproximadamente 2,7 Gha por pessoa. Isto significa que, em média, cada pessoa na Terra utiliza recursos naturais equivalentes a 2,7 hectares de terra agricultável por ano. A pegada ecológica de cada pessoa varia dependendo do estilo de vida, localização e nível de renda. As pessoas que vivem nos países desenvolvidos têm geralmente uma pegada ecológica maior do que as pessoas que vivem nos países em desenvolvimento. Uma grande pegada ecológica representa o consumo de mais recursos naturais do que o planeta Terra consegue regenerar.

Na contabilidade do tipo pegada ecológica não importa, de fato, se o seu insumo é sustentável, haja visto que qualquer consumo de recursos de qualquer tipo pode ser compensado pelo sequestro de carbono a jusante do sistema, uma vez que o fator dominante no cálculo é a quantidade de CO₂ emitido, limitada pela quantidade de hectares globais disponíveis.

Nesta perspectiva, o conceito conhecido como externalidades, introduzido em uma nota de rodapé por Pigou (1932, nota 63), ainda na década de 1920, se for mantido o balanço de carbono, não importa se a água está contaminada, o solo degradado ou a oferta de energia esgotada, uma vez que todos esses custos ambientais serão transferidos para o consumidor e equalizados pela relação entre demanda e oferta em forma de preço. Trata-se, portanto, de uma contabilidade ambiental insustentável no tempo, visto que permite esgotar todos os recursos, desde que mantido o equilíbrio nas emissões de gases de efeito estufa (GEE), conforme a quantidade hipotética de hectares agricultáveis disponíveis na Terra. É claro que quem pagar mais terá o direito de esgotar primeiro os recursos.

Ironicamente, o lugar mais neutro que se pode calcular, em termos de emissões de GEE, é um deserto, destino final do ciclo de carbono em equilíbrio estático, uma vez que onde houver bactérias, rinocerontes, algas e baratas, ou seja: vida, ali haverá emissões e sequestro de carbono.

Adotando-se tal métrica para contabilizar os efeitos de uma guerra, por exemplo, os processos nela envolvidos poderiam ser considerados sustentáveis, desde que o vencedor produzisse a quantidade suficiente de árvores, fungos, algas ou até mesmo biomassa gerada por bactérias altamente agressivas no território conquistado, após a capitulação do adversário. Assim, suponha que um processo devore 1GWh de energia em recursos não renováveis e que a parte “sustentável” do projeto exija outro 1GWh para sequestrar carbono; o saldo seria “carbono neutro”, mesmo que para tanto se tenha dobrado a quantidade de energia necessária, apenas para neutralizar as emissões de GEE.

Trata-se de uma métrica caduca que, mesmo passados mais de três décadas de tentativas infrutíferas de implantação, continua servindo apenas aos interesses do *greenwashing* em escala global, o qual fomenta a especulação com recursos públicos e privados por meio de abstrações fantasiosas que não sequestram carbono, mas sim os recursos que deveriam ser destinados a projetos de conservação ecológica, ou seja, à preservação da vida na Terra. Não obstante, os relatórios padronizados de emissões de GEE, que fornecem acesso a tais recursos, estão sistematicamente atrelados ao balanço físico-financeiro do tipo poluidor/pagador, por meio de quantificações em CO₂ eq, que podem chegar a 90% de erro nas estimativas (MAASAKKERS et al., 2021) mas, naturalmente, interessam aos grandes poluidores, àqueles que já produziram sua riqueza consumindo os próprios recursos não renováveis e agora almejam multiplicá-la, lucrando com o esgotamento dos recursos naturais alheios.

2.3.3 Análise emergética

Embora em desuso, graças à hegemonia de interesses políticos e econômicos que não cabem nesta discussão, a metodologia denominada Análise Emergética (relativa à memória de energia acumulada em um produto, processo ou sistema)

agrega requisitos de ordem sistêmica, tanto quanto de ciclagem vital e de contabilidade ecológica.

Trata-se de uma abordagem iniciada por Odum (1988), no final dos anos 1970, e que busca viabilizar o cálculo do histórico de energia acumulada em termos de energia solar equivalente (sej), a qual pode ser convertida em Joules, Watts, calorias ou qualquer unidade de massa, energia ou valor disponível para a contabilidade ambiental, por meio de cálculos padronizados de transformidade¹².

Conforme Ren; Feng; Yang (REN; FENG; YANG, 2023), o foco da Análise Emergética é o mais amplo dentre as alternativas disponíveis, pois inclui o espaço da biosfera, o tempo requerido na produção de recursos, serviços ecossistêmicos gratuitos e aspectos sociais consumidos em forma de empregos e serviços. O princípio analítico utilizado na abordagem emergética é a comparação de impactos ambientais a partir da quantidade de energia que um processo, produto ou serviço demanda, em relação a outro, considerando também os insumos ambientais e impactos sociais envolvidos no sistema produtivo.

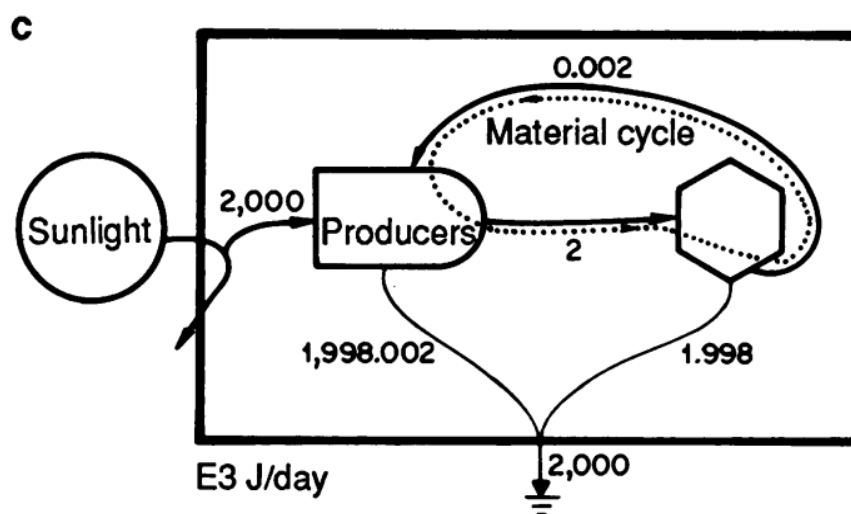
Trata-se aqui da análise de sinergia em escala global, tomando-se a energia solar como fonte permanente de referência quantitativa para comparação de todos os processos sistêmicos na biosfera, direcionada para uma concepção homeostática dos sistemas de produção. A homeostase, é um conceito desenvolvido ainda em meados do século XIX por Claude Bernard (2021) e outros fisiologistas de seu tempo, que permite analisar a capacidade de resiliência de um organismo ou sistema, ou seja, uma medida da resistência em relação ao meio e a choques externos. Esta medida é fundamental para que se entenda a capacidade de retornar ao estado de normalidade, a pesar das emergências, ou seja, para quantificar a sustentabilidade de um sistema.

O cálculo emergético utiliza a energia solar equivalente (sej) como unidade de referência porque, excluindo-se as energias maremotriz, atômica e geotérmica, as principais fontes de energia de que dispomos atualmente, tais como biomassa, petróleo, hidrelétrica e solar tem origem em um mesmo processo natural e de

¹² Transformidade é o fator relativo à conversão de um tipo de energia requerido em outra unidade mais conveniente para a contabilidade emergética (ODUM, 1988, p. 1132). Ela permite “expressar a demanda por suporte ambiental para cada unidade de recurso em escalas espaciais e temporais maiores” (REN; FENG; YANG, 2023).

longuíssima duração: a absorção de raios solares pelo planeta Terra. Por isso, a unidade fundamental a ser comparada na contabilidade emergética é a energia solar, calculada em Joules e convertida em energia solar equivalente (sej). Outros componentes fundamentais da contabilidade ambiental por meio de Análise Emergética são o diagrama sistêmico (Figura 7), o ciclo químico de reuso dos materiais e a transformidade.

Figura 7 - Diagrama sistêmico



Fonte: Odum (1988, p. 1132)

Além de introduzir a ciclagem vital e um histórico de consumo de energia na análise de sustentabilidade, Odum (1988) incorpora a noção de reciclagem química dos produtos, oferecendo uma perspectiva sistêmica para a análise de ciclo de vida, na qual a matéria não se perde, mas se transforma em outros insumos, de maneira a ampliar o escopo das medidas de circularidade viáveis para a redução da pegada ecológica em escala industrial. O que importa avaliar e calcular nesta perspectiva é o custo ambiental de tais transformações.

Assim, por exemplo, a água contaminada não se perde, ela apenas contém outros materiais, cuja recuperação importa para o cálculo emergético, e cujo custo de degradação pode ser estimado em termos de história energética do subproduto <água contaminada>. O balanço ambiental entre <água> e <água contaminada> é um saldo

emergético, ou seja, uma quantidade equivalente de energia solar consumida por cada processo, que precisa ser revertida para a sustentabilidade do sistema no longo prazo.

Em outras palavras, será preciso investir uma quantidade calculável de energia em um corpo d'água poluído para que ele volte ao estado inicial e isso é válido para todos os demais processos industriais, de forma que o balanço emergético, enquanto histórico da vida material de um produto, processo ou sistema, se configura em um tipo de contabilidade sistêmica e padronizável para a análise da sustentabilidade ESG de quaisquer projetos industriais, considerado o ciclo material de cada produto ou serviço (ODUM, 1988).

O resultado do balanço energético também pode ser monetizado, de forma que ao final dos cálculos podemos obter os custos ambientais em termos financeiros e avaliar o impacto de cada projeto em relação à governança institucional. A monetização na contabilidade de emergética é o processo de atribuição de valor financeiro aos fluxos de energia e materiais que constituem um sistema. Isso pode ser feito de várias maneiras, incluindo o uso de equivalência por preços de mercado. Por exemplo: usar o preço de uma tonelada de carvão para calcular a eletricidade associada à geração de energia a carvão.

Outra ferramenta importante para o cálculo emergético é a utilização de *benchmarks*, ou seja, padrões de referência utilizados para comparar o desempenho de diferentes entidades, como empresas, produtos ou serviços. Eles são desenvolvidos para recursos e serviços que não têm preços com marcação a mercado. Além disso, há vários métodos específicos de avaliação, como custo de oportunidade, de omissão, de comissão, etc. para atribuir valor monetário a recursos e serviços. A monetização da contabilidade de emergética serve a vários propósitos, incluindo a tomada de decisões estratégicas; para comunicar o impacto ambiental de diversas atividades, tornando claro os riscos e benefícios comparativos para cada decisão de consumo (REN; FENG; YANG, 2023).

O cálculo emergético também é utilizado em pesquisas mais refinadas sobre os cálculos prospectivos de impacto ambiental, permitindo a comparação de rendimento entre diferentes tecnologias e práticas industriais. No entanto, a

monetização da contabilidade emergética também apresenta vários desafios, incluindo:

- a) Subjetividade: A escolha de um método de monetização pode ser subjetiva e produzir resultados diferentes para o mesmo ciclo material contabilizado.
- b) Complexidade: A contabilidade emergética é uma ferramenta complexa e a sua monetização pode ser um processo demorado e dispendioso.
- c) Relevância: A relevância da monetização para diferentes fins pode ser questionada. Por exemplo, a monetização da contabilidade emergética pode não ser relevante para a tomada de decisões a curto prazo (ALKHUZAIM; ZHU; SARKIS, 2021; ZHAO; WANG; YI, 2023; ZHANG et al., 2024).

Apesar dos seus desafios, a monetização da contabilidade emergética é uma ferramenta promissora para avaliar os impactos ambientais de diversas atividades em escala sistêmica, incluindo considerações sobre os ciclos de vida de produtos e serviços. Além disso, a metodologia de Análise Emergética oferece diversos indicadores para a comparação dos impactos ambientais nas mais diversas atividades humanas, assim como permite calcular o incremento de recursos naturais e sociais nelas utilizadas, de maneira a extrapolar a visão linear do tipo processo-produto, característica das formas atuais de Análise de Ciclo de Vida (ALKHUZAIM; ZHU; SARKIS, 2021).

A principal dificuldades que impedem o uso extensivo da Análise Emergética é o fato de que as tabelas de transformidades estão bastante desatualizadas, não refletindo os avanços tecnológicos mais recentes. Como os estudos secundários sobre o tema usam tabelas antigas, os valores calculados não são confiáveis, uma vez que a metodologia não foi encampada por grandes organizações, as quais teriam fôlego para dar andamento aos cálculos necessários para a integração entre os processos industriais e os fatores de transformidade. Por outro lado, a contabilidade baseada em CO₂ equivalente (Pegada Ecológica), por fazer parte de um mercado bilionário de créditos ambientais e favorecer os grandes poluidores globais, acabou recebendo um aporte considerável de cálculos atualizados de equivalências, as quais permitem aplicabilidade nos mais diversos projetos industriais (ZHAO; WANG; YI, 2023).

De forma similar, a Análise de Ciclo de Vida, ao ser integrada à padronização industrial das normas ISO, se converteu em uma linguagem universal, que pode ser amplamente difundida e comparada para a avaliação e análise de projetos industriais sustentáveis, conforme a NBR ISO 14044: 2009 (ABNT, 2014). Em suma, cada uma das abordagens mencionadas para análise de riscos ESG tem aspectos relevantes para contribuir na construção de um modelo analítico aplicável ao caso em estudo.

2.3.4 Relações entre comunidade e *stakeholders*

A ética ambiental tem suas origens nas visões de Leopold e Potter, desenvolvidas nas décadas de 1940 e 1970, respectivamente. Tais paradigmas de gestão tendem para a percepção de uma biosfera conectada, na qual os diferentes agentes são mutuamente impactados por suas atividades (LEE, 2017). A partir dessa perspectiva e da literatura revisada são abordadas, a seguir, as relações entre os *stakeholders* e as comunidades em que atuam, no contexto das mudanças climáticas em curso.

Na perspectiva da ética corporativa pode ser notada uma evolução do debate desde a autonomia individual até a solidariedade comunitária, no que tange à saúde ambiental, ainda que tais áreas de conhecimento estejam sedimentadas sobre a bioética, que considera como necessária a interação entre os valores humanos e os fatos biológicos. A evolução do debate sobre sustentabilidade evidencia a emergência de problemas relativos às implicações das mudanças climáticas sobre a saúde humana e o ambiente, de forma que se faz necessário prevenir, eliminar ou mitigar os riscos ambientais e sociais tanto nos níveis individuais, quanto coletivos (LEE, 2017). Tais emergências tornam relevantes as práticas associadas à *ESG*.

No caso do setor de papel - papelão ondulado no Brasil, um aspecto fundamental, em relação ao ESG, são as fragilidades sociais relativas às medidas de circularidade adotadas pelas indústrias de reciclagem, caracterizadas no Brasil pela precarização do trabalho e informalidade na fase de coleta, a qual expõe os trabalhadores a riscos diversos, como a ausência de equipamentos de proteção individual, intermitência nos rendimentos, falta de seguridade social ou a necessidade de suportar níveis de partículas inaláveis superiores ao indicado pela Organização

Mundial da Saúde (OMS), assim como ocorre na recuperação de e-lixo, em Gana, conforme observação feita por Laskaris *et al.* (2019).

Foi constatado, em estudo realizado na Itália, que a inalação de materiais particulados acima do recomendado detém um potencial de impacto anual de 300 mortes por câncer de pulmão, para uma população analisada de 8.146.520 mulheres (UCCELLI *et al.*, 2016). Outra das consequências mensuráveis dos riscos socioambientais, assumidos por muitas organizações, foi evidenciada por Bauer *et al.* (2020), nas vizinhanças de uma indústria italiana de ferroligas. Naquele caso, foi constatada associação entre baixos quocientes de inteligência (QI) e altos níveis de manganês (Mn), chumbo (Pb), e cromo (Cr) no organismo de adolescentes entre 10 e 14 anos.

Esses são apenas alguns dos muitos problemas socioambientais produzidos pela atividade industrial. Dentre os quais destaca-se a má gestão dos recursos hídricos, que pode colocar a indústria e a comunidade local em competição direta por fatores escassos e indispensáveis para a sustentabilidade. A contaminação das águas subterrâneas por tetracloroetileno, derivado de lavagem a seco, é relatada por Ablah *et al.* (2018), que consideram a transparência como uma ferramenta essencial para lidar com os impactos ambientais negativos de atividades associadas à utilização de recursos hídricos.

Nesse requisito, o impacto da produção de papel - papelão ondulado é relevante, tendo em vista a alta demanda de recursos hídricos da atividade. Conforme Zhuang, Guo e Hong (2018), a pegada hídrica da indústria de papel e celulose gera sérios problemas à saúde humana, em decorrência da matéria orgânica, lignina e outros resíduos tóxicos do processamento, normalmente despejados no ambiente. Tais impactos ecológicos demandam novas e melhores tecnologias de tratamento de águas residuais, bem como reduzir e reutilizar os efluentes gerados pela indústria (MANZARDO *et al.*, 2014). Para tanto, uma das alternativas é a reciclagem de papel, que permite diminuir a extração de matéria prima (madeira), reduzindo o impacto ambiental negativo da indústria de papel e celulose, bem como suas pegadas hídrica e energética.

Os principais impactos diretos da produção de papel são o aumento das demandas química e biológica por oxigênio da água (DBO e DQO), além da deposição

de CO₂; Cr; Ti; Hg; e As no meio ambiente, provocando escassez de água e eutrofização do meio aquático na região afetada. Tais impactos chegam a representar 40% das águas residuais da produção industrial no mundo, sendo que 90% dos resíduos são derivados do cozimento da matéria-prima utilizada para a produção de papel e celulose (MA et al., 2018).

A indústria de papel e celulose produziu em 2015 aproximadamente 390 milhões de toneladas de produtos, sendo que tal demanda detém o potencial de intoxicação entre 5m³ e 100m³ de água por tonelada de papel e celulose produzida, conforme a tecnologia utilizada. Em média, a cada ano são despejados no ambiente três bilhões de metros cúbicos de água como resíduos da produção de papel e celulose (TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, 2017). Conforme Manzardo *et al.* (2014), ao considerar-se todo o ciclo de vida do produto, a pegada hídrica média desta indústria no Brasil varia entre 998 e 1.097 m³/t de papel, sendo que 90% deste impacto ambiental e social se dá na fase florestal, ou seja, na produção de madeira.

Além da pegada hídrica, o consumo de energia também se destaca como um fator crítico para a produção de papel, pelo qual pode haver concorrência com a comunidade local, visto que a indústria de papel e celulose ocupa 3% da energia consumida no mundo. A necessidade energética do setor varia entre 9,7GJ e 4,7GJ por tonelada de papel e celulose produzida, conforme a tecnologia e qualidade do insumo utilizado. Outro fator impactante desta indústria é a emissão de gases de efeito estufa (GEE), que varia entre 350 e 3.500 kg de CO₂ equivalente por tonelada produzida (TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, 2017, p. 260).

Tais números evidenciam o potencial de redução das pegadas hídrica, energética e de emissões de GEE, inerentes à aplicação de boas práticas de gestão ambiental na indústria de papel e celulose, bem como as vantagens do aumento no ciclo de vida dos produtos, oriundas da reciclagem; do reaproveitamento; das melhorias tecnológicas; das reduções da produção e consumo de papel; e do desenvolvimento da economia circular. Não obstante, esse volume singular de apropriação de recursos hídricos, energéticos, deposição de rejeitos e GEE pela indústria de papel representam uma série de riscos jurídicos, econômicos e ambientais, que são assumidos pelas empresas e seus investidores ao negarem as exigências contemporâneas por boas práticas de *ESG* na gestão de riscos.

O envolvimento da comunidade e a transparência, associados a uma gestão ambiental responsável, permitem converter passivos ambientais e jurídicos em serviços, produtos e valores de interesse comum, tais como tratamento de água e esgoto, melhoria no ambiente econômico, oferta de empregos e potencialização dos arranjos produtivos locais (APL). Tais níveis de engajamento social da empresa com a comunidade produzem a sensação de pertencimento nas partes interessadas que oferecem proteção institucional às operações industriais, de maneira a prevenir, eliminar ou mitigar os riscos ESG.

É nesse âmbito da gestão industrial que se insere o serviço de aparas, ou seja, a agregação de materiais recicláveis aos processos produtivos da indústria de papel. Como defende Lettner *et al.*, (2018, p. 2745), trata-se de uma “alavanca de sustentabilidade” para indústria de papel e celulose, que permite reduzir os impactos socioambientais e ampliar os laços comunitários, visto que fortalece os fornecedores locais, potencializa pequenos negócios e integra a logística reversa dos produtos. Manzardo *et al.* (2014); Portelinha *et al.* (2021) destacam ainda a importância do reaproveitamento e otimização de insumos no sentido de amplificar os impactos sociais e ambientais positivos da produção. Isto se dá principalmente pelo potencial de aumento no ciclo de vida dos produtos, o qual reduz a demanda por extração de recursos naturais, principal fonte de impactos negativos na indústria de papel e celulose.

Nesse contexto, o aproveitamento de aparas, projeto sustentável em estudo nesta pesquisa, se evidencia como uma fonte privilegiada de conhecimentos sobre o potencial de melhoria no relacionamento entre a organização e os demais *stakeholders*. Na sequência, são apresentados os principais referenciais teóricos utilizados sobre o segundo grupo de categorias evidenciadas pela revisão da literatura, os conceitos de gestão, sustentabilidade e desenvolvimento, no escopo da avaliação de riscos ESG.

2.4 GESTÃO DE RISCOS E SUSTENTABILIDADE

A gestão de riscos pode ser considerada como uma maneira de fomentar a conexão entre as saúdes do indivíduo, da organização e do ambiente. Nessa

perspectiva, Lee (2017) considera fundamental para a assertividade desse processo que os gestores se mantenham atentos à solidariedade, justiça, proteção à saúde e ao engajamento social das partes envolvidas, com vistas à sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Diversas técnicas de Análise de Risco vêm sendo desenvolvidas durante o último século, no intento de compor uma disciplina da ciência da Administração, a qual é voltada para viabilizar os empreendimentos, contribuindo para a previsibilidade, mitigação e gestão de crises, através da identificação de pontos críticos em projetos, processos e sistemas produtivos, bem como pela proposição de medidas preventivas, corretivas e mitigadoras de impactos indesejados tanto internos, quanto externos, nos mais diversos modelos produtivos.

Tetteh *et al.* (2021), ao aplicar Análise de Risco para a seleção de projetos, associam diretamente a sustentabilidade dos empreendimentos à qualidade das investigações de risco realizadas ainda na fase de iniciativa, principalmente quanto à tomada de decisões estratégicas e à operacionalização dos investimentos. Além disto, a resolução de disputas; gestão de crises; decisões práticas; avaliações de desempenho e transferência de tecnologia também estão sujeitas à aplicação de análises de riscos para alcançar efetividade.

O “risco” pode ser definido tanto a partir da padronização GRI para relatórios de sustentabilidade, quanto da ISO 45001:2018 (ISO, 2018, p. 5; GSSB, 2024, p. 905), como um “efeito da incerteza”, ou seja, um desvio do esperado, oriundo da deficiência na informação disponível sobre um evento, sua consequência ou probabilidade. Trata-se, quantitativamente, da combinação entre as consequências e a probabilidade de ocorrência de um evento. Naturalmente, interessam para a análise de riscos, principalmente, os eventos com impacto negativo, os quais corroboram para o aumento da chance de fracasso de um empreendimento e que podem ser classificados como fatores de risco, entendidos como as condições “em que pode estar presente uma grave ameaça para o completo sucesso de um projeto” (NEVES; SILVA, 2016, p. 807), percepção esta que pode ser estimada, portanto, a partir de grandezas estatísticas e empíricas, dadas matematicamente pela proporção entre a quantidade de fracassos reais ou esperados e a quantidade de resultados possíveis para uma operação.

Por exemplo: em um jogo de cara ou coroa temos uma chance de fracasso para dois resultados possíveis. Em cada rodada deste tipo de jogo, a probabilidade de fracasso (P_F) é de um para dois ($\frac{1}{2} = 0,5 = 50\%$), ou seja, a probabilidade de fracasso matematicamente complementar à probabilidade de sucesso ($P_S + P_F = 1$), uma vez que o conjunto de todas as possibilidades (1) é igual à soma da probabilidade de fracasso (P_F) com a probabilidade de sucesso (P_S). Já que o aumento da probabilidade de fracasso é também um aumento na incerteza, que define o risco, segundo a norma (ISO, 2018), pode-se deduzir que o risco (R) é diretamente proporcional à probabilidade de fracasso (P_F)

Isto implica o risco ser inversamente proporcional ao sucesso e, por isto, o cálculo e controle do mesmo se caracterizar como fatores críticos para qualquer empreendimento, conforme verificado na correlação positiva entre cuidados com a incerteza e a percepção do sucesso examinada por Rabechini Junior; Carvalho (2012). Se ocorrer a probabilidade de fracasso (P_F) igual a um (100%), isto equivale a dizer que não há qualquer chance de sucesso e, inversamente, risco zero implica sucesso total para qualquer estratégia aplicada, algo que não ocorre no mundo real.

Infelizmente, em empreendimentos industriais ou mesmo na dinâmica dos jogos, o risco total não pode ser resumido às chances de sucesso, uma vez que sempre há os custos da perda, assim como os benefícios do ganho a serem considerados em uma avaliação de riscos. A forma padronizada utilizada por grandes securitizadoras se fundamenta na análise do tipo RiskMetrics, desenvolvida por analistas do banco J.P. Morgan. Ela se baseia na relação conhecida como Value-at-Risk (VaR), convertida em risco de mercado e geralmente utilizada para a precificação de ativos financeiros em função dos riscos envolvidos na operação. Busca-se, com esta técnica “sintetizar, em um único número, a perda financeira esperada com determinado grau de confiança, foi decisiva para sua recomendação pelo Comitê da Basileia como metodologia para a alocação de capital em instituições financeiras” (ARRAES; ROCHA, 2006). Nesta linha de raciocínio, se os custos nos casos de perda fossem, em módulo, exatamente os mesmos dos ganhos, então bastaria calcular as chances de fracasso para produzir uma medida confiável dos riscos envolvidos em qualquer atividade.

Entretanto, as atividades produtivas são infinitamente mais complexas do que os jogos ou as expectativas de mercado, além do que, frequentemente, os custos modulares das perdas superam em muito os recursos provindos dos sucessos em projetos inovadores. Por isto, faz-se necessário quantificar também a relação entre os ganhos por acerto (recompensa) e os custos do erro (penalidade), que podem ser entendidos nas relações de consumo como satisfação, descontados os custos normais de inovação (PICOLO; TONTINI, 2008). Além disto, as variáveis envolvidas em projetos industriais podem ser praticamente incontáveis e interdependentes, o que pode tornar o cálculo de risco desproporcionalmente complexo. Não obstante, os indicadores podem ser calculados de várias maneiras, por acúmulo, amostragem ou por estimativa. De qualquer forma, os sucessos das análises de riscos dependem de uma quantificação realista e o mais precisa possível dos custos envolvidos em função da recompensa esperada, além de prever com o máximo de acurácia as probabilidades de sucesso e fracasso do empreendimento.

Por exemplo: dada uma operação que, por amostragem, acerta 80% das tentativas, ou seja, probabilidade de fracasso (P_F) = 0,2, somos propensos a inferir que é uma boa oportunidade. Não obstante, se o custo de cada fracasso for dez vezes superior aos ganhos de cada sucesso, então teremos 20 unidades de valor investidas para cada oito realizadas, redundando em 100%¹³ de chance de fracasso. Por isto, a avaliação de risco envolve não apenas o cálculo das chances de fracasso, mas principalmente os custos dele decorrentes, em função dos benefícios do sucesso. Este indicador pode ser chamado de relação Custo / Benefício (C/B, dado $B > 0$), uma vez que se não há benefício, então não há motivo para o investimento ou mesmo para o cálculo do risco.

Se, por exemplo, a relação C/B for igual a um, ou seja, o custo do fracasso for igual em módulo ao valor da recompensa; e a probabilidade de sucesso (P_S) for igual a 0,5 (acerta-se em metade das tentativas); então ocorre um impasse, ou seja, estatisticamente não há vantagem ou prejuízo na operação. Podemos, a partir de tais deduções, produzir um indicador de fator de risco (R) para definir a Equação 1, de

¹³ Probabilisticamente o risco máximo é 1. Entretanto, considerando-se empreendimentos reais, com custos de financiamento, garantias, mão de obra, estoque, riscos ambientais, jurídicos, inovação etc., os custos do fracasso podem facilmente ultrapassar com larga margem os valores investidos.

forma que quando este índice for menor que 0,5, então há chance de sucesso e, inversamente, quanto maior o valor do índice R, maior o risco envolvido, ou seja, piores as perspectivas para o empreendimento.

Equação 1: Fator de Risco

$$R = |C| / (B \cdot P_S)$$

Onde:

R = fator de risco

C = custo

B = benefício

P_S = probabilidade de sucesso

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Embora a Equação 1 seja original, ela segue o princípio básico enunciado já em 1992 pelo grupo das 30 maiores organizações econômicas do mundo para o cálculo de risco, conhecido como *RiskMetrics*. Naquela perspectiva, o risco pode ser quantificado em um único valor que expressa uma proporção financeira para a exposição a riscos de inúmeras naturezas (ARRAES; ROCHA, 2006). As agências de risco adotaram e melhoraram esta noção, expressando, por exemplo, a percepção de riscos com três letras maiúsculas, tendo [AAA] como risco mínimo, ou ainda com valores numéricos de 0 a 1000, como no serviço de proteção ao crédito (Serasa Score), onde zero representa o risco máximo.

O objetivo da quantificação de risco, a partir da Equação 1, é delimitar um número tratável de fatores de riscos que seja passível de mensuração empírica simplificada, a partir dos quais sejam expressos comparativamente o grau de risco em projetos sustentáveis diversos, considerando-se a heterogeneidade e a resiliência de cada sistema em análise. Nesta perspectiva, cada fator de risco ESG poderá ser indexado e comparado aos demais a partir de três dimensões quantificáveis: custos; benefícios esperados e probabilidade de sucesso, as quais se materializam em um único índice de risco (R). O cálculo é fundamental para a conversão da modelagem da avaliação de risco em índices de sustentabilidade comparativa entre projetos candidatos a investimento, fator indispensável à tomada de decisões no campo da

gestão socioambiental, bem como para justificar estratégias de governança institucional de alto nível.

Picolo; Tontini (2008) ressaltam, entretanto, que o tipo de estratégia quantitativa aqui adotada pode representar inadequadamente os efeitos da inovação. Isto ocorre devido à enorme distorção entre os custos e os benefícios de projetos inovadores, ao se considerar as baixas taxas de sucesso, de ~50% em 4 anos¹⁴ (SEBRAE, 2023), o que eleva sobremaneira os custos e exige taxas de retorno proporcionalmente altas nos casos de sucesso. Outrossim, muitos dos retornos, em termos de inovação socioambiental, apenas irão se materializar em prazos que superam em muito o ciclo de vida dos projetos.

Na perspectiva anteriormente aventada, o fator de risco (R) é uma grandeza adimensional, sempre maior que zero, diretamente proporcional ao valor absoluto dos custos do fracasso e inversamente proporcional ao produto dos benefícios esperados pela probabilidade de sucesso de um empreendimento. Para sistemas complexos e dinâmicos, em função da sua não ergodicidade e do Teorema de Bayes, a probabilidade de sucesso pode ser estimada em $\approx 0,5$, conforme aumenta a quantidade de variáveis envolvidas, que devem ser analisadas em cada caso (MELO; FUCIDJI, 2016). Por isto, salvo a disponibilidade de dados específicos de probabilidade de sucesso, cabe aos modelos de gestão de riscos baseados neste formalismo quantificar e ponderar os impactos dos custos do fracasso e dos benefícios esperados por um empreendimento, de forma a indicar com o máximo de precisão e realismo a perspectiva de sucesso (BRAGA, 2018; NAPOLEÃO, 2019).

Essa métrica de indexação do risco, associada à matriz de dupla materialidade e ao diagrama sistêmico aplicado à análise emergética, orientam a proposta de modelagem para avaliação de riscos ESG, no sentido de evidenciar a necessidade de redução dos custos do fracasso e potencializar os benefícios do sucesso, de forma que tais conceitos podem ser agregados ao cálculo em condições sistêmicas quantificáveis, relativas aos riscos ambientais, sociais e de governança institucional,

¹⁴ No relatório “Causas da mortalidade das *startups* brasileiras”, pesquisadores da Fundação Dom Cabral constataram que 75% das empresas inovadoras morriam em até 13 anos (ARRUDA et al., 2012). Em pesquisa mais recente, o SEBRAE constatou taxas mais otimistas para o encerramento de atividades em 5 anos (17 a 29%), quando considerados todos os setores da economia (SEBRAE, 2023).

associados a processos produtivos complexos e dinâmicos como as avaliações de risco ESG aplicadas a projetos sustentáveis. No Capítulo 3, dedicado à metodologia de pesquisa, os conceitos relativos aos aspectos quantitativos da análise de riscos são explicados com maiores detalhes.

Do ponto de vista qualitativo, análises similares vêm sendo feitas por meio de matrizes de gradação de risco que relacionam as probabilidades de sucesso com os impactos em níveis variados de subjetividade (NAPOLEÃO, 2019). Isto provoca uma falta de acurácia generalizada nas avaliações de risco, uma vez que as classificações utilizam critérios subjetivos nas gradações de impacto, tais como “alto”, “baixo” “moderado”, etc.

Com o risco calculado de forma quantitativa, a partir da consideração de custos e benefícios e em função de valores energéticos, conforme proposto na Equação 1, tem-se a possibilidade de moderar os vieses do analista e aumentar a acurácia do sistema de gestão de riscos como um todo, bem como melhorar a precisão conforme as fontes de dados permitirem. Outrossim, nesta proposta podem ser agregados riscos sistêmicos de ordem ambiental, social e de governança, atendendo aos requisitos ESG, além de possibilitar a conversão entre potenciais de sequestro de carbono e energia despendida no processo, viabilizando também uma contabilidade ambiental a partir do histórico de CO₂ eq. para as atividades industriais, metodologia que dispõem de grande quantidade de dados atualizados, destinados ao mercado de créditos de carbono¹⁵ (COONER, 2020).

A despeito das oportunidades e vantagens aventadas, uma das dificuldades centrais das análises de risco em projetos sustentáveis é a grande quantidade de variáveis envolvidas, as quais tornam os cálculos altamente complicados e reduzem a previsibilidade dos sistemas de gestão. Dentre as ferramentas atualmente disponíveis para prevenir, eliminar ou mitigar tais empecilhos e materializar as responsabilidades ESG na gestão das atividades industriais, destaca-se a Análise de Ciclo de Vida, considerada como uma forma eficaz e padronizável para a verificação

¹⁵ Conforme Cooner (2020, p. 1, trad. nossa) “crédito de carbono é um termo genérico para qualquer certificado ou licença negociável que representa o direito de emitir uma tonelada de dióxido de carbono ou a massa de outro gás de efeito estufa” equivalente a uma tCO₂eq. Com esta estratégia financeira busca-se mitigar as emissões de GEE, a partir de processos padronizados pela norma “ISO 14064-66”.

comparada da carga cumulativa de fatores de riscos oriundos das atividades industriais, bem como dos potenciais impactos negativos à comunidade e ao ambiente (FANTKE et al., 2018), conforme apontado nas seções anteriores. Por esses motivos, a associação entre cálculo do fator de risco (Equação 1), matrizes de gradação de risco, diagrama sistêmico e Análise de Ciclo de Vida se mostra como um caminho necessário para o desenvolvimento de um modelo analítico aplicável a projetos industriais sustentáveis.

Além dos riscos ambientais, o trabalho na indústria envolve severos riscos à saúde humana, dentre os quais podem ser destacados aqueles derivados da poluição sonora, riscos de acidente, insalubridade, entre outros. (STUMPF et al., 2020). Desta forma, a complexidade dos riscos ambientais, sociais e de governança, presentes na indústria contemporânea, exige abordagens voltadas para a análise de riscos que se mostrem capazes de integrar a tomada de decisão com a avaliação de alternativas de forma eficaz e em tempo hábil (MALLOY et al., 2017).

Tais exigências apenas podem ser alcançadas com práticas reconhecidamente eficazes de análise e avaliação de riscos, as quais ainda se encontram em desenvolvimento tanto na indústria de papel - papelão ondulado do Rio de Janeiro, foco desta pesquisa, quanto nas normas de padronização do tipo ISO orientadas para o ambiente NBR ISO 14001:2015 (ABNT, 2015) e para a gestão de riscos NBR ISO 31000:2018 (ABNT, 2018b), que não se encontram completamente implantadas nas empresas da região, conforme dados de campo.

A série de normas iniciada com a NBR ISO 31000:2018 (ABNT, 2018, p. 43) evidencia a importância do comprometimento da liderança para a eficácia da gestão de riscos. Se entendido como um “efeito da incerteza nos objetivos”, o risco determina muito pouco sobre os aspectos quantitativos da gestão de riscos. Simplificando, a gestão de riscos nesta perspectiva se dá a partir dos efeitos, considerados como desvios em relação ao esperado. Tais desvios dos “objetivos” dão origem aos riscos e permitem organizar a gestão em função de suas consequências, evidenciando posições estratégicas no sentido do controle, entendido como medida capaz de alterar os níveis de risco.

O princípio básico da gestão de riscos, conforme a norma, é criar e proteger a geração de valor pela organização, melhorando o desempenho a partir da inovação orientada para a conclusão dos objetivos organizacionais e estratégicos. Além desse, a criação e proteção de valor está associados a outros oito princípios, representados na Figura 8:

Figura 8 - Princípios da gestão de riscos



Fonte: NBR ISO 31000: 2018 (ABNT, 2018, p. 3)

Conforme pode ser visualizado na Figura 8, pela conformidade com a NBR ISO 31000:2018, a gestão de riscos deve ser orientada pelos princípios de integração, ou seja, as atividades deste nível devem fazer parte das dinâmicas e estratégias operacionais, além de considerar as necessidades de coordenação da organização a partir das melhores informações disponíveis. Além disto, faz-se necessário uma política estruturada e abrangente para a gestão de riscos, associada à inclusão das partes interessadas e personalização das propostas de resolução dos problemas associados aos efeitos da gestão de riscos.

Trata-se de um conjunto dinâmico de processos gerenciais, que depende do conjunto ótimo de informações disponíveis, as quais estão relacionadas com fatores humanos e culturais da organização, além de focar permanentemente na melhoria

contínua dos processos produtivos, tendo a criação e proteção de valor como objetivo geral.

A gestão de riscos pode ser concebida a partir de seus processos, que partem da definição de escopo, do contexto e dos critérios para análise e avaliação de riscos. As entradas do sistema de gestão de risco têm origem nos processos de comunicação e consulta; registro e relato; monitoramento e análise crítica. A partir de tais entradas são realizados os procedimentos para avaliação de riscos, compostos por identificação, análise e avaliação dos mesmos. A principal saída do sistema, como proposta pela norma NBR ISO 31000: 2018 (ABNT, 2018, p. 9), é o “tratamento de riscos”, que visa selecionar e propor opções para a abordagem dos riscos identificados e analisados.

Durante o processo de tratamento de riscos, cabe aos gestores formular opções; planejar e implementar o mesmo; avaliar sua eficácia; decidir sobre a aceitabilidade dos riscos em tratamento e executar medidas adicionais para os riscos inaceitáveis. Como trata-se de processo complexo e interativo, algumas alternativas que a norma propõe aos gestores são a possibilidade de evitar os riscos antes da fase de iniciativa dos projetos; aumentar o risco com vistas ao aproveitamento de oportunidades; eliminar as fontes de risco; alterar os fatores que influenciam na probabilidade dos efeitos e causas dos riscos; mudar as consequências das ações esperadas; elaborar estratégias de compartilhamento dos riscos avaliados; ou ainda rever os riscos devido a fundamentação estratégica.

Além dos preceitos normatizados e da Análise de Ciclo de Vida, o mapeamento dos fluxos de valor presente e futuro compõe outra prática que pode ajudar na identificação de desperdícios e redução de custos do fracasso, bem como na otimização dos efeitos secundários do sucesso em projetos industriais. Esta técnica é utilizada em indústrias enxutas (*lean manufacturing*), orientadas pelo Sistema Toyota de Produção, as quais visam a otimização de procedimentos por meio da identificação e eliminação de desperdícios em processos produtivos, visando a cultura de melhoria contínua (WOMACK; JONES; ROOS, 2004). Ambas as abordagens, de Análise de Ciclo de Vida e de Mapeamento do Fluxo de Valor carecem, entretanto, de uma metodologia sistêmica para a aplicação em avaliações de risco ESG, a qual pode ser

produzida a partir da confecção de diagramas sistêmicos, como os indicados por Odum (1988), bem como pelas estratégias normalizadas, descritas anteriormente.

Além destas, a indústria conta atualmente com abordagens mais inovadoras para análise de riscos ESG, tais como as normalizações para confecção de relatórios de sustentabilidade fundamentadas em evidências de materialidade, nos padrões GRI/SASB, os quais normalizam um amplo espectro de estratégias gerenciais para registro e análise de fatores ambientais, sociais e de governança institucional, favorecendo comparações contábeis entre indicadores ESG, inclusive em áreas específicas, tais como o setor de “produtos de celulose e papel” ou de “envases e embalagens”, adequados especificamente a esta pesquisa (SASB, 2018a, 2018b; GRI; SASB, 2021; GSSB, 2024).

A principal metodologia em uso pelos gestores consultados nesta pesquisa, entretanto, foi a Análise Preliminar de Riscos (APR), que vem sendo utilizada, ao menos, desde 1977 na área de ciência nuclear (FULLWOOD; STRAKER; ARON, 1977). Esta representa apenas um dos estágios normalizados da análise de riscos, que se desdobra na estimativa e avaliação de riscos. Os objetivos da primeira fase são produzir uma declaração clara sobre os problemas em análise, identificar os vários grupos envolvidos na resolução da questão, bem como suas responsabilidades e potenciais interessados. Trata-se de um recurso previsto em normas consolidadas desde as ISO-17776:2000 e ISO 14121-1:2007, conforme Komljenovic *et al.* (2008, p. 796).

Embora seja uma abordagem amplamente aceita, a APR é uma forma bastante limitada de efetivar a avaliação de risco, uma vez que não implica a quantificação rigorosa dos riscos e envolve práticas subjetivas de gradação dos problemas identificados e de seus efeitos, restringindo-se a apontar as dificuldades e os respectivos responsáveis por corrigi-las. Como o próprio nome indica, é uma ferramenta adequada para a fase de iniciativa de um projeto, foco da gestão de risco nas normas da série NBR ISO 9001:2015, condizente, portanto, com o tipo de certificação corrente na indústria em apreço.

Problemas ambientais e comunitários, entretanto, frequentemente surgem na intercorrência dos projetos e de forma inesperada. Por isto, nem sempre podem ser previstos na fase inicial dos mesmos, exigindo um monitoramento permanente de

riscos, com atualização constante dos fatores críticos e propositura de novas soluções para problemas emergentes, elaboração e acompanhamento de indicadores ambientais, análise do engajamento comunitário e das relações institucionais para que sejam atingidos os objetivos institucionais de caráter ESG.

Quanto à análise de modos de falha, também mencionada pelos gestores no caso em estudo, é uma técnica desenvolvida pela indústria automobilística e definida a partir de manuais como QS9000 (*Quality System Requirements*, produzido e atualizado por *Automotive Industry Action Group*). Trata-se de uma abordagem corretiva, baseada no fluxo de valor orientado para produção seriada em linha. O objetivo da orientação técnica é identificar como e quando um processo pode falhar em produzir o valor almejado pelo sistema (modo de falha potencial). Além disto, são analisados os efeitos potenciais, severidade e causas das falhas. Também são elaborados registros e controles de ocorrências, bem como dos processos envolvidos, das formas de detecção e recuperação das falhas. A FMEA prevê ainda a definição de prioridades e níveis de risco, registros de responsabilidade, ações recomendadas, remediações e resultados dos tratamentos (ROTONDARO, 2002).

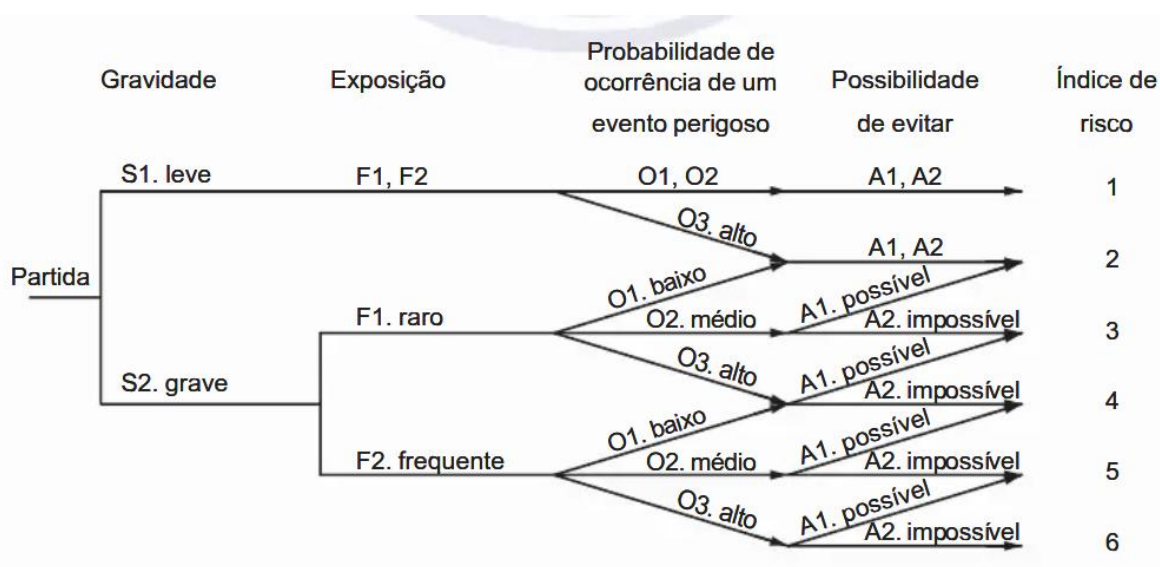
Mais completa do que a APR, a Análise dos Modos de Falha permite quantificar os riscos, tornando a mitigação e os custos do fracasso mais claros nos níveis de iniciativa e desenvolvimento dos projetos. Uma dificuldade desta abordagem é a limitação à análise do tipo processo – produto, típica do processamento seriado inerente à indústria automotiva, que tende a deixar de fora ou subestimar os riscos sistêmicos, ou externalidades, bem como as análises de ciclo de vida ou as medidas de circularidade no escopo do projeto. Por isto, desde que a FMEA esteja integrada a uma visão sistêmica, que envolva os riscos ambientais, sociais e de governança institucional, trata-se de uma aplicação possível e normalizada para a gestão de riscos ESG em projetos sustentáveis.

Conforme o Relatório Técnico ISO/TR 14121-2:2018, as matrizes de risco são tabelas multidimensionais que articulam quaisquer níveis de gravidade de dano, em função das respectivas probabilidades de ocorrência dos mesmos, podendo ser elaboradas em até quatro dimensões, a partir da identificação de situações perigosas, podendo variar amplamente conforme a complexidade da situação analisada. Os riscos são quantificados a partir de níveis de valores, que podem ser identificados em

escalas numéricas, alfabéticas ou qualitativas, como em <desprezível>; <baixo risco>; <médio>; <alto>; ou <catastrófico>, por exemplo.

A qualificação e quantificação dos riscos via FMEA, conforme apresentado no item 2.5.2, permite o uso de uma série de ferramentas orientadas para a priorização no tratamento de riscos, tais como gráfico de estimativa de riscos, cujo modelo proposto na ISO/TR 14121-2:2012 (ABNT, 2018a, p. 14), segue representado na Figura 9:

Figura 9 - Modelagem gráfica padronizada para estimativa de riscos



Fonte: ISO/TR 14121-2:2012 (ABNT, 2018a, p. 14)

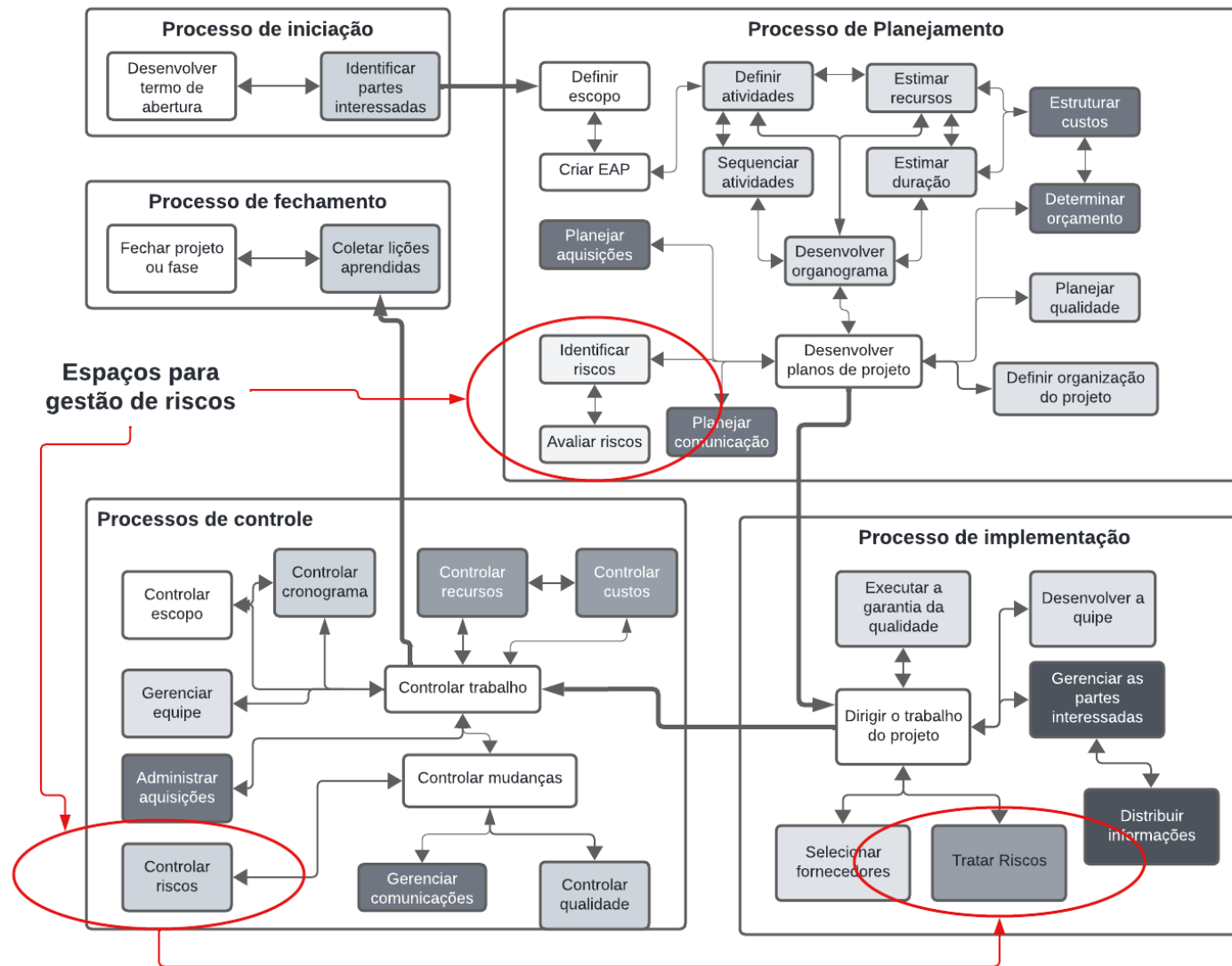
Note-se que a modelagem gráfica, conforme disposto na norma (ABNT, 2018a), tem como resultado a produção de um índice de risco que, para este modelo, varia de um a seis, onde a gradação menor indica riscos de gravidade “leve”; exposição “rara”; probabilidade “baixa” de ocorrência e “possível” de evitar, ao passo que o índice seis se refere ao extremo oposto: riscos de gravidade “grave”; exposição “frequente”; probabilidade alta de ocorrência e “impossível” de evitar. Apesar da subjetividade deste tipo de avaliação, ela detém a grande vantagem de fornecer elementos comparativos e indexáveis para uma análise rápida e simplificada de uma grande quantidade de riscos de diversas naturezas, além de padronizar a linguagem em ambientes de produção.

A classificação dos níveis de risco e a simplificação do cálculo aproximado de índices de risco, permitem orientar as melhores estratégias em relação à prevenção e mitigação de efeitos indesejados na gestão de projetos. Conforme a ISO/TR 14121-2:2012, depois de identificados os riscos e analisados os possíveis meios para reduzir e mitigar suas implicações, ou eliminá-los, nova estimativa deve ser feita, utilizando-se da mesma modelagem.

O tipo de matriz de riscos sugerida pela norma ISO/TR 14121-2:2012 é orientada a partir de dois eixos analíticos, um deles que correlaciona a “gravidade” e nível de “exposição” ao risco analisado, expresso pelas variáveis S e F (vertical); e outro eixo analítico, expresso pelas variáveis O e A (horizontal), que representam respectivamente a probabilidade de ocorrência de sinistros e a possibilidade de evitá-los. Este tipo de representação se insere em um contexto de “apetite por risco”, no sentido de quantificar a exposição, em conformidade à disposição ao risco de cada organização.

A Prática Recomendada para gestão ESG pela normatização mais atual PR 2030:2022 (ABNT, 2022), que versa sobre diretrizes e modelos para a gestão de projetos e processos industriais ESG, sugere uma sequência de iniciativas para inserir o gerenciamento de risco no sistema de gestão, a fim de direcionar os critérios de modelagem para análise e avaliação de projetos. As etapas indicadas pela norma são divididas em sete passos, que implicam: conhecer; integrar estrategicamente; diagnosticar; planejar; implementar; medir e monitorar; relatar e comunicar. As ferramentas de modelagem representadas anteriormente – gráfico de estimativa e matriz de riscos (ABNT, 2018a) – corroboram com as três primeiras etapas normalizadas da gestão de risco: conhecer; integrar estrategicamente; e diagnosticar (ABNT, 2022), constituindo grupo de processos iniciais de uma modelagem estandardizada para a gestão e riscos, composta por processos inerentes tanto aos modelos do tipo APR, quanto aos FMEA e em conformidade com a norma orientada para a gestão de projetos ISO 21500 (KRAUSE, 2014). A Figura 10, quando considerado o contexto do conjunto dos grupos de processos e assuntos em um sistema padronizado de gerenciamento de projetos:

Figura 10 - Interação normalizada entre grupos de processos com entradas e saídas



Fonte: Krause (2014, p.63, grifo "o autor")

Na perspectiva aventada por Krause (2014), os processos de gestão de riscos sequer entram na fase de implementação dos projetos, mas estão limitados aos grupos de planejamento e controle (Figura 10), o que demonstra a fragilidade da perspectiva atual sobre gestão de riscos no escopo da implementação de projetos, ainda que normalizados a partir da gestão de projetos, programas e portfólios (ISO, 2021), explicitando a necessidade de uma modelagem de riscos ESG adequada à realidade da indústria. Não obstante, a norma ABNT ISO 31000:2018 prevê a implementação do sistema de gestão de riscos por meio do desenvolvimento de um planejamento apropriado, com prazos e recursos disponíveis, além de convergir para a identificação explícita dos tomadores de decisões e suas responsabilidades; previsão de modificações nas tomadas de decisões, se necessário; e o compromisso da organização para com a manutenção do sistema de gestão de riscos.

A norma (ABNT, 2018b) estabelece como estrutura para o sistema de gestão de riscos o desenvolvimento integrado em torno da “liderança e comprometimento”, composta por um ciclo contínuo que agrega os fatores de integração, concepção, implementação, avaliação e melhoria, conforme pode ser visualizado na Figura 11:

Figura 11 - Estrutura do sistema de gestão e riscos



Fonte: ABNT ISO 31000:2018 (ABNT, 2018b, p. 4)

Além das categorias de fatores ESG, da estrutura de gestão de riscos (Figura 11) e dos passos indicados para incorporação de diretrizes ESG na organização, a prática PR 2030:2022 sugere também cinco “níveis evolutivos” para apontar as etapas de maturidade e as orientações para avaliar o aprimoramento ESG, presentes na governança institucional, conforme apresentado no tópico 2.2.2 da prática recomendada. Trata-se de uma modelagem de direcionamento em escala cumulativa, que permite ajustar as técnicas de gestão ESG, considerando que nos dois primeiros níveis de maturidade a organização ainda não apresenta ações implementadas em condições de serem classificadas como práticas ESG, uma vez que se limitam a responder à legislação em vigor ou a iniciativas isoladas.

Do terceiro nível em diante, nota-se um comprometimento da administração com iniciativas que vão além da responsabilidade jurídica, sendo gerenciadas por meio de “processos estruturados”, ainda que estejam limitados à mitigação de riscos relativos à reputação, imagem e eficiência da organização. É um estágio inicial de coordenação dos processos, direcionado para a aprendizagem organizacional.

No estágio quatro de maturidade, os temas ESG são abordados de forma estratégica pela gestão, com a finalidade de integrar sistematicamente esta visão aos processos produtivos. Esta fase permite a diferenciação e o desenvolvimento tecnológico, envolvendo metas e indicadores com monitoramento contínuo.

O quinto estágio de desenvolvimento ESG, descrito pela PR2030:2022, pode ser identificado pelo comprometimento da organização em tratar as questões ambientais, sociais e de governança como estruturais para o negócio, investindo na capacidade de influenciar outras organizações para um alinhamento setorial em torno destas pautas e da sua cadeia de valor.

Partindo de tais conceitos, o caso em estudo nesta pesquisa se classifica como uma empresa no quarto grau de aprimoramento ESG, com estratégias contínuas e consistentes para integrar o desenvolvimento tecnológico e a gestão ambiental de forma sistemática aos processos produtivos, com monitoramento e indicadores específicos, apropriados pelos gestores a partir das técnicas de FMEA, APR e com acreditação para o sistema de gestão da qualidade do tipo ISO 9001:2015, auditado e certificado por terceira parte desde 2008.

2.5 MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO

Os modelos de avaliação de risco são práticas de gestão utilizadas e aceitas por gestores especialistas em estudos preliminares e de contingências, voltados para a prevenção, mitigação e avaliação de riscos de diversas naturezas. Baseiam-se em princípios e procedimentos bem estabelecidos e proporcionam um quadro eficaz para identificar, avaliar e gerir riscos. Alguns exemplos importantes de análise de risco incluem: Avaliação Preliminar de Riscos (APR) (SILVA et al., 2018); Análise de Árvore de Falhas (FAT), uma ferramenta gráfica que permite identificar e avaliar as falhas que podem ocorrer em um processo; análises críticas, construídas sobre a identificação de uma série de eventos e procedimentos que detém potencial de inviabilizar o sucesso em gerar valor; Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA), outra ferramenta que permite identificar e avaliar os diferentes tipos de falhas de um produto, processo ou sistema (BOCCALETTI; MELLO; BASTOS, 2021).

Além dessas, destacam-se também na literatura consultada modelos orientados por análise de impacto; análise de probabilidade; análise diagnóstica; análise de perigos e pontos críticos de controle, dedicada a identificar e avaliar perigos em operações industriais; e análise quantitativa de risco (ARQ), método que permite estimar a probabilidade e o impacto de um risco baseado em dados históricos, modelos de probabilidade e métodos estatísticos. A escolha do modelo de avaliação de risco correto depende de muitos fatores, incluindo o tipo de risco a ser analisado, a disponibilidade de informações e o nível de precisão exigido.

A análise padronizada, a partir do gráfico de riscos (Figura 9), permite a representação dos fatores identificados em uma matriz de riscos equivalente, conforme sugerido pela ISO/TR 14121-2:2012, representada na Figura 12:

Figura 12 - Modelagem de cálculo por matriz de riscos

		Cálculo do índice de risco					
		O1		O2		O3	
		A1	A2	A1	A2	A1	A2
S1	F1	1				2	
	F2						
S2	F1	2		3		4	
	F2	3	4	5		6	

Fonte: ISO/TR 14121-2:2018 (ABNT, 2018a, p. 15)

Conforme estabelecido pela norma ISO/TR 14121-2:2018, a cada tarefa perigosa corresponde um grau diverso de danos possíveis, a partir da relação entre a probabilidade de ocorrência (S) e o nível de dano (O), considerando-se, por exemplo: muito provável = S1 [F1 – 100% de probabilidade]; provável = S1[F2 – 70 a 99%]; improvável = S2[F1 – 30 a 69%] ou remota = S2[F2 – 0 a 29% de probabilidade de ocorrência, assim como o nível de gravidade dos danos (O) como catastrófico = O1 [A1, dano de 100, ou perda total]; grave = O1[A2, dano de 99 a 90]; moderado = O2[A1 – A2, dano de 89 a 30] ou baixo = O3[A1 – A2, com dano entre 29 e 0 de gravidade.

Trata-se de uma forma padronizada de conversão de fatores qualitativos em riscos quantitativos, estabelecendo índices de risco que variam gradualmente conforme a soma dos parâmetros de risco para cada caso analisado. Nesta escala, os parâmetros qualitativos de risco (SS = Probabilidade + Gravidade) são dados pela seguinte graduação:

- Índice superior a 160 ⇒ risco alto (retângulo 1 da matriz de risco);
- entre 120 e 159 ⇒ risco médio (2)
- entre 90 e 119 ⇒ risco baixo (3 e 4)
- menor que 89 ⇒ risco desprezível (5 e 6)

Em relação à modelagem de gestão aplicada na prevenção de riscos socioambientais, poucos setores se estabeleceram sobre relações tão conflituosas, em termos de governança social e ambiental, quanto a mineração. Por isto, observa-se uma crescente demanda por redução dos muitos impactos negativos do extrativismo, principalmente a partir dos graves acidentes de Mariana e Brumadinho, os quais expuseram a presença de riscos inaceitáveis para as comunidades locais, bem como a ingerência de grandes empresas, subsidiadas por análises de riscos frágeis, tendenciosas e ineficazes (DI NOI; CIROTH, 2018; OLIVEIRA; ROHLFS; GARCIA, 2019).

Naqueles casos, a ausência de assertividade na gestão de riscos trouxe prejuízos incalculáveis para todas as partes interessadas na extração de minério ferro em Minas Gerais, no Brasil, bem como constituiu severos passivos ambientais, jurídicos e morais dos investidores para com as comunidades envolvidas. Este foi um resultado direto do descaso sistemático e da perspectiva negacionista em relação à importância das análises de risco para os sistemas produtivos.

Tais fatores levaram a cabo os maiores desastres ambientais já ocorridos no Brasil, com uma quantidade inadmissível de perdas humanas (FRASER, 2021). A emergência desta nova realidade tem trazido à indústria de mineração e congêneres, como o setor de aparas, papel - papelão ondulado e, a necessidade de desenvolver e aplicar novas abordagens colaborativas, orientadas para redução e enfrentamento de riscos socioambientais, almejando-se novos e melhores patamares de gestão ESG.

A apropriação do termo *desenvolvimento* implica a compreensão de que a economia é apenas um aspecto da evolução de uma sociedade, além do qual também estão envolvidos a justiça social e o fortalecimento do Estado, enquanto entidade de regulação estratégica, catalisadora do crescimento da base salarial e da distribuição de renda. Ele cumpre ainda a função de regulamentar a preservação dos recursos naturais, das relações trabalhistas, tributárias, institucionais e jurídicas (CASTRO, 2012). Não obstante, o uso sistemático do conceito de desenvolvimento se ampliou no final da Guerra Fria, no início da década de 1990, quando a teoria dos três mundos (capitalista, socialista e terceiro mundo) foi substituída pela noção de uma globalização que separa e integra as nações, escalonando-as em dois extratos socioeconômicos e históricos: o dos países desenvolvidos e o dos subdesenvolvidos.

O subdesenvolvimento é visto, a partir da queda do muro de Berlin, como uma condição civilizatória insuficiente, em relação ao metro estadunidense e europeu, de forma que não basta para um país, como o Brasil, China ou Rússia, tornar-se tão rico quanto a Inglaterra para celebrar o status de desenvolvido. Esta condição exige também a apropriada oferta universal de serviços públicos como educação, seguridade social, saúde e segurança, além de condições equânimes de emprego e renda, mobilidade social e condições de vida adequadas para o exercício da democracia social, econômica e política em um Estado democrático de direito.

Ainda que se pregue a onipresença da mão invisível do mercado, nos países desenvolvidos o mesmo é constantemente limitado pelas exigências da civilidade, ou seja pelo exercício público e irrestrito da justiça, materializado em instituições fortes, acessíveis, transparentes e republicanas, as quais propiciam a seguridade social, equidade de gênero, empregabilidade, respeito aos povos originários e ao meio ambiente, dentre outras exigências.

A carência desses aspectos civilizatórios, ao final do século XX, passa a ser designada pelo termo “em desenvolvimento”, de maneira a mascarar a insuperável distância econômica e social entre as sociedades precocemente industrializadas, que enriqueceram no processo de apropriação irrestrita das riquezas naturais, com exportação de passivos ambientais para as ditas nações emergentes, agora denominadas “em (COMISIÓN ECONÓMICA PARA A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2000, p. xvi).

Desde a década de 1910 foram utilizadas medidas e materiais quantificáveis para o desenvolvimento humano, tais como o coeficiente de Gini, que estima, entre outros fatores, a distribuição de renda em uma população, e o índice de desenvolvimento humano (IDH). Tais indicadores são representações de fatores socioeconômicos que evidenciam quão distante estão os povos subdesenvolvidos, ou em desenvolvimento, de seu alvo civilizatório.

A despeito do grande sucesso do IDH, indicador desenvolvido por Mahbub ul Haq e Amartya Sen, em 1990, que é anualmente reeditado pela Organização das Nações Unidas, bem como pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada (IPEA) no Brasil, essa metodologia padece da incapacidade de medir aspectos relevantes para estratégias ESG, tais como aspectos de gestão ambiental e justiça social, uma

vez que a metodologia do IDH é pautada por três pilares: educação, saúde (longevidade) e renda (ABREU et al., 2011), sem considerações específicas sobre governança ou sustentabilidade ambiental.

Como parte significativa das políticas públicas estão associadas ao IDH, irradiadas a partir da ONU e do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, mantido pelo (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2022), é possível defender que a noção hegemônica de desenvolvimento deriva dos três fatores sociais associados a esta métrica. Em tal perspectiva, populações desenvolvidas são aquelas que apresentam altos níveis de escolaridade, associados às maiores longevidades (considerada como indicador de saúde) e alta renda *per capita* (a divisão do Produto Interno Bruto pela quantidade de habitantes).

Naturalmente, tanto uma queda populacional acentuada, quanto um aumento abrupto na renda dos mais ricos, associada à expatriação de recursos naturais, por exemplo, pode elevar o IDH de uma comunidade sem necessariamente produzir melhores condições ambientais, de justiça social para a população ou de governança institucional, de forma que a discussão sobre desenvolvimento ESG se faz necessária para equacionar as fragilidades dos modelos sistêmicos de desenvolvimento fundamentados em IDH e PIB.

Em decorrência dos debates mundiais realizados no último meio século, a gestão orientada para o desenvolvimento sustentável se concentrou em três categorias principais: ambientais, sociais e de governança, que estruturam os principais modelos de avaliação de riscos ESG. Cada um destes gêneros de riscos possui subcategorias com seus próprios tipos de fatores de riscos específicos, os quais as empresas devem analisar, avaliar e controlar para inserir a gestão de riscos ESG em seus processos produtivos.

Os principais riscos ambientais estão associados às mudanças climáticas: aumento do nível do mar, eventos extremos e escassez de recursos; poluição: emissão de gases de efeito estufa, contaminação da água e do solo, desmatamento; esgotamento de recursos naturais: escassez de água, minerais e combustíveis fósseis; e perda de biodiversidade: extinção de espécies, perda de habitats naturais, etc. (APLANET, 2023).

Os principais riscos sociais são: condições de trabalho precárias; trabalho infantil, trabalho forçado, baixos salários, longas horas de trabalho; saúde e segurança no trabalho: acidentes de trabalho, doenças ocupacionais. Discriminação: sexo, raça, religião, orientação sexual, deficiência. Violações dos direitos humanos: Trabalho infantil, trabalho forçado, tráfico de pessoas. Problemas na cadeia de valor: Fornecedores que praticam trabalho infantil ou que não respeitam o meio ambiente (INDUSTRIES et al., 2021; APLANET, 2023).

Os principais riscos de governança podem ser classificados em: Corrupção (suborno, pagamento de propina, desvio de recursos). Fraude (manipulação de resultados financeiros, lavagem de dinheiro, etc.). Falta de transparência (divulgação incompleta ou enganosa de informações). Fraca gestão de riscos (ausência de processos e sistemas para identificar, avaliar e mitigar riscos). Falta de diversidade no conselho de administração: ausência de mulheres, minorias e outros grupos sub-representados (INDUSTRIES et al., 2021; APLANET, 2023).

Essa relação inicial de fatores de riscos ESG, bem como a variedade de modelos e estruturas de gestão concorrentes para a avaliação de riscos evidenciam a complexidade e a dificuldade de convergir os aspectos mais relevantes da gestão de riscos para um sistema único e conforme às exigências da atualidade, o que indica a necessidade de adaptar a modelagem da gestão de riscos ao contexto específico de cada caso, respeitando as exigências de padronização internacional para os sistemas de gestão de riscos ESG.

2.5.1 Análise Preliminar de Riscos (APR)

APR é uma ferramenta simplificada de gestão de riscos, que pode identificar os principais problemas de um projeto ou empresa. É um método eficaz, que qualquer gestor familiarizado com os problemas de segurança da organização pode executar. A APR pode ser resumida em duas etapas: a primeira é a identificação dos riscos que podem afetar o projeto ou empresa. Para conseguir isso, é importante considerar vários fatores, principalmente: fatores físicos, como equipamentos, instalações; fatores ambientais; características humanas, como habilidades, treinamento e

comportamento; componentes organizacionais, tais como políticas, procedimentos e práticas.

A segunda etapa da APR é a avaliação de riscos, quando os riscos identificados são mensurados e comparados com base na probabilidade de ocorrência e impacto potencial. Para tanto, são utilizadas medidas qualitativas ou quantitativas, conforme os processos envolvidos na avaliação. APR é uma ferramenta importante para gerenciamento de riscos, prevista em todo o sistema de gestão normalizado e pode ser adequada ao padrão NBR ISO 31000: 2018 (ABNT, 2018b). Neste caso, a avaliação de riscos deve considerar a probabilidade¹⁶ quantitativa, qualitativa ou mista de eventos, suas naturezas; magnitudes; consequências; complexidade; conectividade; tempo; volatilidade; eficácia dos controles; sensibilidade do sistema; e níveis de confiança. Conforme a norma, uma vez que eventos complexos são difíceis de quantificar, cumpre uma combinação de técnicas de análise para melhorar o discernimento. O Quadro 1 exemplifica uma matriz de riscos para APR, fundamentada nos requisitos da NBR ISO 31000: 2018

Quadro 1 - Matriz de riscos hipotéticos para Análise Preliminar de Riscos

Fatores / Eventos	Fator A	Fator B	Fator C	Fator N
Natureza	Água	Energia	Consumo	Clima
Magnitude	Alta (5)	Alta (5)	Moderada (3)	Baixa (2)
Consequências	Interrupção na produção (6)	Interrupção na produção (6)	Queda na lucratividade (4)	Aumento de custos (2)
Complexidade	Moderada (3)	Alta (5)	Muito alta (6)	Muito alta (6)
Conectividade	Moderada (3)	Moderada (3)	Alta (5)	Baixa (2)
Tempo	Curto prazo (5)	Imediato (6)	Médio prazo (3)	Longo prazo (1)
Volatilidade	Baixa (2)	Alta (5)	Moderada (3)	Baixa (2)
Eficácia dos controles	Alta (5)	Moderada (3)	Baixa (2)	Muito baixa (1)
Sensibilidade do sistema	Muito alta (6)	Muito alta (6)	Moderada (3)	Baixa (2)
Níveis de confiança	Alta (5)	Alta (5)	Moderada (3)	Baixa (2)
Risco Total	40	44	32	20

Fonte: Elaboração própria (2024)

¹⁶ Na NBR ISO 31000: 2018, item 3,7, o termo “probabilidade” é utilizado em sentido *lato*, ou seja, não necessariamente se refere à probabilidade estatística, mas apenas às chances de um evento ocorrer, traduzindo o termo “*likelihood*”, sem correspondente em português.

Como ilustrado na matriz de riscos hipotéticos (Quadro 1), as APRs podem contar tanto com projeções quantitativas de riscos, quanto qualitativas ou mistas, favorecendo a incidência de vieses subjetivos na identificação e ponderação de impactos ESG, em relação aos sistemas produtivos, conforme a qualidade da informação disponível. Por isto, são análises indicadas apenas para a fase de iniciativa dos projetos de implantação do sistema de gestão de riscos, exigindo complementação nas fases seguintes. Apesar disso, a APR executada com o devido cuidado e informações de qualidade permite priorizar os fatores de risco que merecem maior atenção e definir estratégias para a implantação do sistema de gestão de riscos.

Pela aplicação deste tipo de análise, podem ser identificados riscos potenciais e também orientadas medidas para evitá-los, reduzi-los ou mitigá-los. APRs são usados atualmente em uma variedade de aplicações, incluindo: Projetos de Engenharia e Construção, onde são priorizados riscos associados aos projetos, tais como acidentes de trabalho, danos materiais e atrasos; processos industriais, na identificação de riscos associados aos processos industriais, como acidentes, poluição e perdas de empregos. Nas operações comerciais as APRs são usadas para identificar problemas como fraudes, perdas de dados, engajamento de clientes, etc. (SILVA *et al.*, 2018).

2.5.2 Análise de Modos de Falha (FMEA)

A FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma ferramenta de gerenciamento de risco que ajuda a identificar e avaliar falhas potenciais em um produto, processo ou sistema. O objetivo principal deste tipo de análise é melhorar a confiabilidade e a segurança de um produto, processo ou sistema, identificando e corrigindo condições inseguras antes que elas ocorram, além dos efeitos de cada falha potencial no desempenho de processos, projetos ou sistemas, utilizando-se de raciocínio dedutivo (ZAMBRANO; MARTINS, 2007). Conforme os autores, os resultados da FMEA são usados para identificar e priorizar possíveis modos de falha, os tipos de falhas com maior gravidade e risco de ocorrência são os mais importantes

e devem ser priorizados. Trata-se de uma ferramenta valiosa para melhorar a confiabilidade e segurança de produtos, processos e sistemas.

Na gestão de riscos ambientais, Zambrano; Martins (2007, p. 298) sugerem a aplicação do método FMEA a partir do levantamento de entradas e saídas de cada operação, seguindo os seguintes passos: descrever as saídas; identificar e classificar os tipos de impacto ambiental; identificar as causas de cada impacto; identificar as formas atuais de controle dos impactos; qualificar os níveis de “severidade”, “ocorrência”, “detecção”, “abrangência do impacto” e o “risco ambiental” (acrônimo S O D A R); e propor ações de controle para os riscos identificados. A Figura 13 ilustra o modelo de classificação de ocorrência de impacto utilizado em estudos de caso baseado em FMEA:

Figura 13 - FMEA aplicada a riscos ambientais

300

Zambrano e Martins

Quadro 8. FMEA da empresa de plásticos.

Descrição das saídas - função	Tipo	Efeito do impacto ambiental	Causa do impacto ambiental	Controles atuais	S	O	D	A	R	Controles ambientais - ações recomendadas
Consumo de energia elétrica	R	Utilização de recursos naturais	A energia elétrica é utilizada na operação dos equipamentos	-	2	3	2	3	36	Na compra de novos equipamentos, preferir os que consomem menos energia elétrica. Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de energia elétrica
Consumo de água	R	Utilização de recursos naturais	A água é utilizada para resfriar os tubos extrudados	A água é encaminhada para uma estação de tratamento de efluentes e retorna ao processo. Somente o excedente retorna à rede pública	2	3	2	2	24	Melhoria contínua dos processos para minimizar o consumo de água

Fonte: Zambrano; Martins (2007, p. 300)

A forma de quantificação dos fatores analisados na FMEA, utilizada por Zambrano; Martins (2007) é exemplificada na Figura 14:

Figura 14 - Quantificação FMEA aplicada a riscos

Abrangência do impacto ambiental	Classificação
O impacto ambiental ocorre fora dos limites da organização	3
O impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização	2
O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a operação	1

Fonte: Zambrano; Martins (2007, p. 298)

Conforme pode ser observado nas figuras 13 e 14, os modelos de análise de riscos do tipo FMEA são bastante flexíveis e permitem operar em uma ampla gama ampliada de fenômenos, estruturas produtivas e conceitos, favorecendo a integração entre análises qualitativas e quantitativas de forma a produzir indicadores úteis para a análise comparativa entre impactos de diversas naturezas.

A associação entre as abordagens anteriormente mencionadas e os conceitos presentes nas normas das séries NBR ISO14001:2015 e ISO 31000:2018, detêm o potencial de orientar a elaboração de um modelo de avaliação de riscos para atividades industriais, aplicável às exigências da gestão de riscos ESG, objetivo perseguido nos próximos capítulos. Outrossim, as normas SASB (2018a, 2018b) oferecem fundamentos específicos para os casos de gestão ESG em indústrias de celulose, papel e embalagens, viabilizando a materialização dos conceitos anteriormente discutidos.

2.6 ANÁLISE CRÍTICA DA REVISÃO DA LITERATURA

O objetivo deste capítulo foi evidenciar um cenário geral do estado da arte em relação aos principais tópicos ESG, os quais foram considerados para atingir os objetivos desta tese. Um dos principais pontos críticos ressaltados é o conflito de interesses que ocorre entre as partes interessadas em projetos sustentáveis, uma vez que o aumento de recompensa para o investidor está diretamente correlacionado com os riscos assumidos, ao passo que, na ausência de punição para os danos socioambientais e de governança institucional, o objetivo organizacional básico de

maximizar os ganhos prevalece nas decisões corporativas, premiando financeiramente as administrações irresponsáveis, ou seja, aquelas que mais se expõem a riscos socioambientais, externalizando custos, o que auferir vantagens competitivas injustas às instituições que não investem em gestão de riscos ESG.

Tal contradição, quando aplicada à governança institucional, fomenta um conjunto de articulações sobre os riscos do negócio, os quais estão sujeitos à punição pela infração da lei, bem como à vulnerabilidade da marca, em consequência da propaganda negativa que, atualmente, pode surgir tanto da irresponsabilidade socioambiental, pela falta de empatia com o impacto negativo à comunidade, quanto pela visibilidade crescente da externalização de custos ambientais e sociais inerentes às atividades industriais, ou ainda pela reversão de lucros em passivos nos casos de multas, ou em bloqueios de mercado, por exemplo (RICHARDSON; CRAGG, 2010).

As principais práticas recomendadas para mitigar tal conflito de interesses estão associadas às análises de ciclo de vida dos produtos e processos em relação ao seu impacto exterior à cadeia de valor, minimizando a interdependência entre processos internos e os supersistemas com os quais os mesmos interagem, fato que evidencia a perspectiva linear do tipo processo → produto, visão esta inerente à standardização do tipo ISO desde sua origem, a qual também dificulta a percepção da interdependência entre processos, sistemas e supersistemas, bem como a inserção dos ciclos de vida dos produtos, considerando os processos ecológicos e sociais.

Nesse contexto, a noção de materialidade se mostra como uma variável emergente fundamental para a formulação de análises e perspectivas que englobem o negócio e o impacto socioambiental em uma mesma visão sistêmica, ainda que possam influenciar desproporcionalmente as variáveis de pesquisa socioambiental, assim como a neutralidade dos métodos utilizados, uma vez que podem limitar os tópicos a serem analisados, principalmente porque nem todo impacto negativo ao ambiente e à sociedade tem sido privilegiado pelas perspectivas internas de análise ESG, que configuram os relatórios de materialidade, os quais são produzidos conforme os interesses das direções que os financiam.

Nessa nova realidade, as empresas se encontram julgadas socialmente pela sua capacidade de produzir valor a longo prazo, assim como estão pressionadas pelos

resultados imediatos, sob pena de perderem suas licenças sociais para operar, haja visto o valor intrínseco dos objetivos sociais e ambientais, os quais não contribuem necessariamente para os resultados financeiros dos empreendimentos, fato que reforça a demanda por análises de dupla materialidade capazes de extrapolar os limites da contabilidade convencional, a fim de incluir tanto passivos quanto ativos ambientais e sociais no contexto dos interesses da governança corporativa.

A revisão da literatura indica que as técnicas de análise orientadas por matrizes de dupla materialidade tem se mostrado uma forma de aumentar a transparência na comunicação da governança orientada para a sustentabilidade, tendo como perspectiva a busca por um consenso acerca da efetividade das iniciativas ESG, o qual permitiria comparar diferentes projetos sustentáveis entre si, bem como ressaltar de forma objetiva os fatores críticos e as melhores oportunidades apresentadas por cada iniciativa (GARST; MAAS; SUIJS, 2022).

A partir de tais perspectivas, considera-se a redução de riscos associados à gestão ESG como o melhor caso para os negócios da sustentabilidade, uma vez que este tipo de gestão foi correlacionado inversamente, em diversos estudos, aos riscos técnicos, políticos e de outras naturezas, bem como ao custo de capital próprio, reduzindo assim a taxa de desconto que o mercado aplica ao fluxo de caixa futuro das organizações, a fim de determinar seu valor de mercado (MIO; FASAN; SCARPA, 2023). Tais considerações evidenciam a importância de convencionar-se uma metodologia capaz de unificar as demandas por transparência na divulgação e fomento à tomada de decisões estratégicas sobre os investimentos e as análises de riscos em projetos sustentáveis, registros necessários para que as organizações coloquem em convergência os objetivos internos e externos.

No caso do segmento industrial de papel - papelão ondulado no Brasil, um aspecto fundamental, em relação ao ESG, são as fragilidades sociais relativas às medidas de circularidade adotadas pelas indústrias de reciclagem, caracterizadas no Brasil pela precarização do trabalho e informalidade na fase de coleta, a qual expõe os trabalhadores a riscos diversos, como a ausência de equipamentos de proteção individual, intermitência nos rendimentos, falta de seguridade social e outros riscos associados à atividade industrial.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo expor as etapas realizadas durante a pesquisa para obtenção dos resultados, conforme figura 15:

Figura 15 - Síntese das etapas da metodologia da pesquisa

Seção 3.1	• Detalha a etapa de classificação da pesquisa para alcançar os objetivos.
Seção 3.2	• Aborda o fluxograma da integração das principais ferramentas metodológicas e referências encontradas na revisão da literatura a serem aplicadas no estudo do caso.
Seção 3.3	• Expõe o método de consulta orientada pelo acrônimo <i>PICO</i> (população, intervenção, comparação e desfecho [outcome]).
Seção 3.3.1	• Apresenta o resultado proveniente da consulta realizada nas bases de dados EBSCOhost, <i>Web of Science</i>, <i>Scopus</i> orientada pelo acrônimo <i>PICO</i>.
Seção 3.4	• Apresenta o fluxo dos processos de pesquisa visando evidenciar os principais fatores de riscos ESG no caso em estudo.
Seção 3.5	• Apresenta os resultados da análise semântica sobre os dados da revisão sistemática, baseando-se na interpretação automatizada dos textos selecionados nas bases de dados, após levantamento bibliométrico fundamentado no método <i>PICO</i>.
Seção 3.6	• Detalha as etapas de construção dos dois instrumentos de coleta de dados, sendo o primeiro para entendimento dos principais conceitos de sustentabilidade e as ferramentas de gestão de risco, já o segundo com foco na materialidade
Seção 3.7	• Aborda o tipo, tamanho, perfil e o universo de interesse da amostra visando extrair a opinião de especialistas no setor industrial de interesse.
Seção 3.8	• Detalha como é validado o cálculo de confiabilidade do instrumento de coleta através do coeficiente Alfa e Cronbach. • Além disso, apresenta o resultado do coeficiente Alfa e Cronbach.
Seção 3.9	• Expõe o conceito da gestão de riscos e sua integração com a sustentabilidade. • Além disso, é apresentada a norma NBR ISO 31000 e as ferramentas de gerenciamento de riscos.
Seção 3.10	• Detalha as etapas e como serão coletadas as respostas dos especialistas referente aos instrumentos de coleta desenvolvidos para o estudo de caso.
Seção 3.10.1	• Expõe a etapa de identificação do problema e a relação do mesmo com a revisão da literatura.
Seção 3.10.2	• Detalha a etapa de estratificação do problema de pesquisa baseada na revisão da literatura, nos aspectos ESG, o setor industrial de interesse e opinião de especialistas.
Seção 3.10.3	• Retrata a etapa de coleta de dados detalhando como foi o processo de consulta dos especialistas e região de interesse.
Seção 3.10.4	• Apresenta a etapa de priorização e a segregação dos dados em estratos. • Além disso, demonstra como foi realizado o cálculo e ordenação dos fatores através do Algoritmo para contagem De Borda
Seção 3.10.5	• Aborda a fase de desdobramento e tratamento dos dados visando propor possíveis soluções para o problema.

Fonte: Elaboração própria (2025)

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A fim de alcançar os objetivos desta pesquisa, foi escolhida a estratégia de estudo de caso único, considerando um projeto sustentável em uma indústria de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil. Trata-se, portanto, de pesquisa aplicada, exploratória, de natureza mista (qualitativa e quantitativa). Conforme Yin (2015), este tipo de pesquisa aplicada, tem como finalidade de gerar conhecimento para utilização prática e imediata, tendo em vista a solução de problemas específicos, com interesses locais. O interesse acadêmico neste tipo de pesquisa está associado à busca por melhorar as teorias científicas conhecidas e também gerar novos conhecimentos.

Yin (2015) considera exploratório aquele tipo de estudo de caso que procura aumentar o conhecimento em alguma área de investigação, acerca de um problema ou fenômeno específico. Este tipo de pesquisa é realizado quando há pouco conhecimento sobre um assunto, ou são procuradas novas perspectivas sobre um fenômeno conhecido. Do ponto de vista das fontes de informação e análise de dados, esta é uma pesquisa mista, uma vez que corroboram para as conclusões e análises aqui apresentadas tanto dados com magnitudes ordinais e mensuráveis, tais como os volumes de produção, consumo e custos envolvidos no processamento de aparas, quanto informações qualitativas, referentes a fenômenos complexos, sociais e ambientais, difíceis de quantificar, tais como a qualidade de vida dos aparistas, ou a competição social pelo uso da água. A caracterização do estudo de caso, conforme Yin (2015), pode ser resumida nas capacidades de investigar um fenômeno atual e contextualizado, principalmente quanto os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos, caso específico do projeto sustentável de processamento de aparas pela indústria de papel - papelão ondulado.

Conforme Yin (2015), um equívoco comum na tipologia de pesquisa é estabelecer uma hierarquia entre as metodologias, na qual o estudo de caso serviria apenas na fase exploratória da investigação e que apenas experimentos poderiam produzir conclusões explanatórias de efeitos causais. Para o autor, não apenas existem muitas experiências que não passaram de estudos exploratórios, como

diversos estudos de caso demonstraram capacidade explanatória, como a análise de Graham Allisson sobre o problema da decisão, elaborado a partir do caso dos mísseis cubanos, que explanou com sucesso três teorias sobre decisões estratégicas em ambiente de crise.

De forma similar, é frequente na academia um certo fetichismo sobre a quantidade, que busca produzir uma hierarquia entre estudos qualitativos e quantitativos, como se os números não fossem, nas ciências empíricas, meras expressões simbólicas de qualidades observáveis. O paradoxo de sorites¹⁷ já ilustra este problema desde o século IV a. C (BEHLE, 2019, p. 128). Pode-se atualizar o “absurdo” da vagueza linguística, introduzido por Eubulides, perguntando: quanto de CO₂ sequestrado torna uma empresa sustentável? Ou ainda: quanto cálculo torna está uma pesquisa quantitativa?

Se o rigor silogístico da linguagem aumentar indefinidamente por meio de demonstrações estritamente matemáticas, então não será dito mais do que o mesmo (tautologia) em um emaranhado de símbolos que nada denotam. Ao passo que, por mais indutivas que sejam as proposições aqui expressas, elas precisam de conexões lógico dedutivas entre si, as quais se expressam muito bem, mas não apenas em termos de quantidade.

Por esses motivos, esta é uma pesquisa pragmaticamente mista, que utiliza quantidades quando estas são úteis, como na expressão de índices de risco (Figuras 12 e 13), assim como emprega qualidades (Quadro 1), quando elas evidenciam melhor o que se quer exprimir, acompanhando a posição de Quine (1951), para quem não há uma cisão dogmática entre juízos analíticos (independentes dos fatos) e sintéticos (fundadas em fatos), assim como não se pode reduzir uma experiência imediata a uma construção lógica ou indicar definitivamente a fronteira entre a energia e a matéria, por exemplo. Essas entidades abstratas (mitos), tais como a qualidade e a quantidade, massa e matéria, servem apenas na medida em que são úteis para o manuseio da experiência sensível.

Quine (1951, p. 298) postulou, com grande sucesso, que a ciência é uma extensão do senso comum, capaz de dar continuidade à busca por “expandir a

¹⁷ O Paradoxo de Sorites foi desenvolvido por Eubulides de Mileto. Ele pergunta: quantos grãos de areia é preciso tirar de um monte (soros em grego) para que ele deixe de ser um monte de areia?

ontologia para simplificar a teoria”. Na sua visão, a Matemática é subdeterminada pela experiência, tanto quanto os números irracionais pelos racionais. Trata-se de um entendimento pragmático do conhecimento científico, no qual a separação entre ciência e senso comum é uma distinção de grau.

Ademais, Paul Feyerabend (1977), em seu trabalho definitivo sobre o assunto, já demonstrou que a prescritividade metódica é ultrapassada, há décadas, e que ela não somente limita o progresso científico, mas também evidencia o pesquisador como um “oportunista inescrupuloso”, nas palavras de Einstein (FEYERABEND, 1977, p. 20). Conforme o epistemólogo, a ciência não é capaz de perceber “fatos nus” pois todos eles já foram conhecidos a partir de uma certa perspectiva e, por isto, a esperança de sistematização e unidade, que se manifestam em quantidade e rigor metódico, não passa de “chauvinismo”, ou seja, “ciência ideologicamente petrificada” (FEYERABEND, 1977, p. 464). Esse “anarquismo metódico”, defendido por Feyerabend e presente nesta tese, pode ensejar o questionamento: se há, qual o critério de demarcação, então, para o que pode ser considerado científico?

3.2 SINOPSE DAS METODOLOGIAS APLICADAS AO ESTUDO DE CASO

Como esta pesquisa trata de assunto de alta complexidade (gestão de riscos ESG), regulado por uma quantidade significativa de normas e diretrizes, torna-se útil uma sinopse com as principais ferramentas metodológicas e referências a serem aplicadas no estudo do caso, conforme dispostas no Quadro 2.

Quadro 2 - Sinopse das metodologias aplicadas ao estudo de caso

Grupo de processos	Metodologia	Fontes	Ferramenta	Objetivos ESG (PR2030:2022)	Fase
Iniciação	Revisão sistemática	Web of Science; Scopus; EBSCOhost	PICO	Conhecer	Identificar os riscos Krause (2014); ISO 21500:2021
	Entrevista com especialistas		Enquete; Pareto; De Borda		
	APR	NBR ISO 31000:2018; Silva <i>et al.</i> (2018)	Matriz de riscos		
	FMEA	ISO/TR 14121-2:2012; NBR ISO 31000:2018 Garst; Maas; Suijs (2022) ; (GRI; SASB, 2021)	Gráfico de estimativa de riscos	Integrar estrategicamente	
			Matriz de dupla materialidade	Diagnosticar	Avaliar os riscos
Planejamento		Odum (1988) PR2030:2022	Diagrama sistêmico	Planejar	
Implementação	Análise de ciclo de vida	ISO 14044:2009; NBR ISO 31000:2018; Oliveira; Mahler (2018) PR2030:2022	Mapa do Ciclo de Valor presente	Implementar	Tratar os riscos
Controle	FMEA	(ZAMBRANO; MARTINS, 2007)	SODAR	Medir e monitorar	Controlar
Fechamento	Análise de ciclo de vida	ISO 14044:2009; NBR ISO 31000:2018; Oliveira; Mahler (2018) PR2030:2022	Mapa do Ciclo de Valor futuro	Relatar e comunicar.	

Fonte: Elaboração própria (2024)

Conforme sintetizado no Quadro 2, o processo de modelagem para gestão de riscos ESG explanado adiante é integrado pelo concurso dos métodos de revisão da literatura, entrevista com especialistas no setor, APR e FMEA nas fases de identificação e avaliação de riscos ESG, com os objetivos de conhecer, integrar, diagnosticar e planejar o sistema de gestão de riscos ESG. Nesses grupos de processo as entradas de informação são provenientes das aplicações de revisão sistemática padronizada pelo método PICO e enquetes com especialistas em gestão de projetos. A saída destes grupos de processos é a matriz de riscos; o gráfico de estimativa de riscos; a matriz de dupla materialidade e o diagrama sistêmico.

Os grupos de processos de implementação e fechamento do projeto de gestão de riscos ESG são orientados pela metodologia de análise de ciclo de vida (ACV), visando implementar o sistema de gestão de riscos, relatar e comunicar os resultados

por meio de mapeamento dos fluxos de valor presente e futuro, considerando os impactos esperados pela identificação, avaliação e gestão de riscos ESG, em conformidade com as melhores práticas sugeridas pelas normas supracitadas. Este grupo de processos terá como informações de entrada o gráfico de estimativa de riscos, a matriz de dupla materialidade, além do diagrama sistêmico; e como saídas os mapas de fluxo de valor presente e futuro.

Os processos de controle são integrados a todo o sistema de gestão de riscos ESG e, por isto, não seguem uma ordem cronológica, mas sim hierárquica, exigindo entradas simultâneas de todos os demais processos e oferecendo saídas com nível superior de prioridade a qualquer tempo. Os processos seguem a metodologia do tipo FMEA, com prevalência da ferramenta SODAR (severidade, ocorrência, detecção, abrangência do impacto e risco ESG – indexado a partir da Equação 1), conforme referências indicadas no Quadro 2, com os objetivos de medir, monitorar e controlar os riscos ESG durante todas as fases do sistema de gestão de riscos ESG em estudo.

Além desse direcionamento metódico, a modelagem aqui explanada permite dividir projetos complexos em níveis de riscos específicos para cada pilar ESG, aumentando a acurácia do cálculo e a flexibilidade na tomada de decisões estratégicas, por meio da comparação entre diferentes índices de risco.

A Equação 1 [$R = |C| / (B \cdot P_s)$], utilizada para calcular o índice de risco R (coluna da direita do Quadro 3), foi deduzida por mim, da seguinte forma: se o risco aumenta conforme o custo, então são grandezas diretamente proporcionais; se o risco diminui conforme o aumento de benefícios, então são grandezas inversamente proporcionais, assim como a probabilidade de sucesso, que também é inversamente proporcional ao risco. Tem-se, desta forma, uma análise multivariada por dedução matemática simples, uma trivialidade. Embora não careça de fontes por ser o resultado lógico de uma dedução, vários grandes bancos de investimentos utilizam fórmulas similares em seus algoritmos de análise, chamados genericamente de *RiskMetrics*. (ARRAES; ROCHA, 2006), conforme explicado no item 2.3. Naturalmente, os algoritmos comerciais são protegidos por propriedade intelectual e os usuários não terão acesso ao cálculo básico, mesmo comprando as licenças de uso. O Quadro 3 exemplifica uma aplicação hipotética da metodologia proposta:

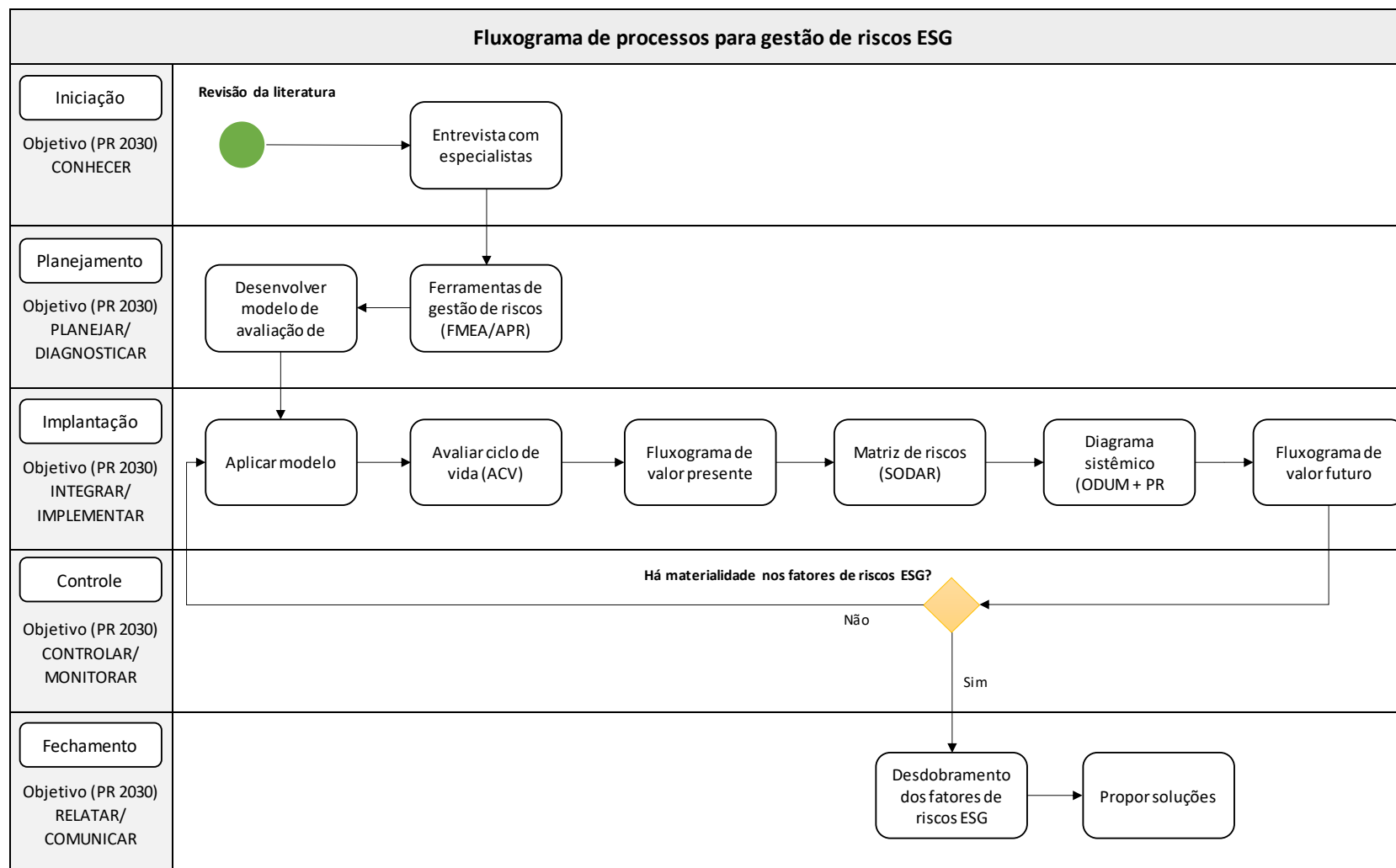
Quadro 3 - Análise comparativa hipotética de riscos ESG

	Tipos de riscos	Custos C (kW/h)	Benefícios (B) (kW/h)	Probabilidade de sucesso (P_s)	Índice de Risco (R) $R = C / (B \cdot P_s)$
Projeto A	Ambientais	a	B	n^a	$a / (b \cdot n^a)$
	Sociais	c	D	n^s	$c / (d \cdot n^s)$
	Governança institucional	e	F	n^g	$e / (f \cdot n^g)$
	Totais	$a + c + e$	$b + d + f$	$\sim 0,5$	$(a + c + e) / ((b + d + f) 0,5)$
Projeto B	Ambientais	g	H	$n^{a'}$	$g / (h \cdot n^{a'})$
	Sociais	i	J	$n^{s'}$	$i / (j \cdot n^{s'})$
	Governança institucional	k	L	$n^{g'}$	$k / (l \cdot n^{g'})$
	Totais	$g + i + k$	$h + j + l$	$\sim 0,5$	$(g + i + k) / ((h + j + l) 0,5)$

Fonte: Elaboração própria (2024)

O Quadro 3 apresenta uma matriz de cálculo para a comparação entre os custos, os benefícios e a probabilidade de sucesso em projetos ESG. Supondo que cada fator de riscos ambientais, sociais e de governança institucional possui níveis diferentes de exposição, com esta metodologia é possível comparar os fatores críticos de sucesso para os projetos na esfera da sustentabilidade. Nesse exemplo, as letras minúsculas (a, b, c...) representam custos emergéticos em kW/h para cada fator de risco. As letras maiúsculas (B, D, ...) dizem respeito aos benefícios estimados pelo projeto em cada fator ESG. Os fatores $n^{n\cdots}$ são referentes às diversas estimativas de probabilidade de sucesso, conforme cada caso analisado. A integração das metodologias aplicadas para a modelagem aqui desenvolvida pode ser visualizada na Figura 16:

Figura 16 - Fluxograma de processos metodológicos para avaliação de riscos ESG



Fonte: Elaboração própria (2025)

A figura 16, apresenta o *Fluxograma de processos para gestão de avaliação de riscos ESG*, estruturado em cinco macro etapas alinhadas às fases clássicas de gestão de projetos e aos objetivos estratégicos da PR 2030: Iniciação, Planejamento, Implantação, Controle e Fechamento.

Na etapa de Iniciação, cujo objetivo é conhecer, o processo tem início com a realização de entrevistas com especialistas, representando a coleta de conhecimento técnico e empírico necessário à compreensão dos riscos ESG (ambientais, sociais e de governança).

A seguir, na fase de Planejamento, voltada para planejar e diagnosticar, são desenvolvidos instrumentos analíticos e metodológicos. Essa etapa envolve o desenvolvimento de um modelo de avaliação, a aplicação de ferramentas de gestão de riscos (como FMEA e APR) e a avaliação do ciclo de vida (ACV). O fluxo prossegue com a elaboração do fluxograma de valor presente, a construção da matriz de riscos (SODAR), o diagrama sistêmico (ODUM + PR) e o fluxograma de valor futuro. Essas atividades têm como finalidade mapear os riscos e oportunidades relacionados às dimensões ESG ao longo do ciclo de vida organizacional e projetar cenários futuros.

Na fase de Implantação, cujo objetivo é integrar e implementar, realiza-se a aplicação do modelo de avaliação desenvolvido, permitindo a materialização prática do diagnóstico e a geração de indicadores de desempenho e de risco.

Durante a fase de Controle, voltada a controlar e monitorar, ocorre o desdobramento dos fatores de riscos ESG, processo em que os riscos identificados são detalhados e analisados em suas inter-relações e impactos potenciais, possibilitando uma gestão mais eficiente e preventiva.

Por fim, na fase de Fechamento, associada ao objetivo de relatar e comunicar, são propostas soluções e medidas mitigatórias para os riscos identificados, consolidando o ciclo de gestão de riscos ESG e promovendo a retroalimentação do processo.

O fluxograma evidencia, portanto, uma abordagem sistêmica e iterativa para a gestão de riscos ESG, integrando métodos qualitativos e quantitativos, instrumentos de diagnóstico e práticas de monitoramento contínuo, com vistas à sustentabilidade e à governança corporativa responsável.

Tal modelagem foi desenvolvida para registro, comparação e análise quantitativa de riscos ESG, por meio de cálculo simplificado, que favorece a coleta e visualização de dados úteis para a tomada de decisões estratégicas sobre investimentos em projetos sustentáveis. Note-se que as probabilidades de sucesso podem variar muito devido à heterogeneidade dos projetos e ao pilar ESG que está sendo analisado em cada fase do processo de quantificação de riscos. Ressalva sempre deve ser feita quanto aos custos e benefícios da inovação, os quais operam em outra escala de valores e sob outros escopos estratégicos.

Conforme Stobierski (2019), as análises baseadas nas relações custos/benefícios são necessariamente incompletas e carregam um considerável grau de incerteza, motivo pelo qual devem ser complementadas com outras técnicas de avaliação de riscos, como a matriz de dupla materialidade, gráficos de risco, revisões da literatura, entre outros. Outrossim, faz-se necessário considerar nessa perspectiva, além dos custos e benefícios diretos¹⁸ do projeto analisado, os valores indiretos, intangíveis e os custos de oportunidade para uma estimativa realista de custos e benefícios.

3.3 MÉTODO PICO

3.3.1 Revisão da literatura e estado da arte

Para uma melhor compreensão do estado da arte e dos principais conceitos envolvidos na avaliação de riscos ESG voltada para projetos industriais sustentáveis, foi realizada uma revisão sistemática da literatura entre janeiro de 2022 e março de 2024, a partir das bases de dados Web of Science (WoS) e EBSCOhost e Scopus, oferecidas a partir do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2022).

Para tanto, foi utilizado o Método PICO, uma estratégia de consulta bibliográfica baseada em evidências, na qual são definidos termos de busca para

¹⁸ Os valores diretos são aqueles que aumentam ou diminuem a receita de um produto ou serviço; indiretos alteram o interesse dos clientes; os intangíveis alteram a moral dos colaboradores; e os custos de oportunidade envolvem a possibilidade de pioneirismo em um nicho de mercado.

sistemas automatizados de referência, conforme fundamentos apresentados no protocolo Cochrane (KOLAH et al., 2020). Conforme Moher *et al.* (2009); Paul e Criado (2020), as revisões sistemáticas têm ganhado importância por fornecerem fundamentos e pontos de partida para as pesquisas empíricas. O valor dessas pesquisas, entretanto, depende do que foi feito, dos achados e da clareza dos relatos, que visam ampliar a capacidade dos leitores de avaliar o trabalho de revisão.

Para fazer frente a tal demanda, nesta revisão foi utilizado o protocolo PICO (população, intervenção, comparação e desfecho, na sigla em inglês), amplamente difundido a partir da organização de evidências Cochrane (BUTLER, 2022). Além disto, para minimizar os riscos de viés, foram escolhidos nas bases de dados apenas periódicos com níveis altos de seletividade para publicação, o que naturalmente não garante a inexistência de ruídos de informação, uma vez que até mesmo os periódicos de mais alta reputação já publicaram impropérios de notórios pesquisadores, como amplamente noticiado por Sokal e Bricmont (2003).

Para Paul e Criado (2020) a explicação dos propósitos, da metodologia e da estrutura das revisões, fornece diretrizes para desenvolver trabalhos de revisão mais perspicazes e úteis, os quais favorecem o avanço do campo de pesquisa. Os principais objetivos de um texto de revisão sistemática, para os autores, seria identificar e sintetizar cuidadosamente a literatura relevante, a fim de comparar as descobertas de estudos anteriores em uma área de pesquisa. Isto ajuda os leitores a identificar as lacunas de pesquisa; oferece uma compreensão do estado da arte naquele momento e indica o caminho para pesquisas futuras, desencorajando a reciclagem de velhos métodos.

Os dados de entrada, referentes à fase e inicial da pesquisa foram coletados entre 2022 e 2024, tanto por meio de revisão sistemática; questionários estruturados; por observação direta dos fenômenos de interesse, restringindo-se à disponibilidade da empresa anfitriã, dos gestores consultados e respeitando o sigilo de dados estratégicos ou pessoais.

Nesta etapa, foi utilizado o método de consulta orientada pelo acrônimo *PICO* (população, intervenção, comparação e desfecho [*outcome*]), apresentado no protocolo Cochrane, amplamente utilizado nas ciências da saúde como prática de

pesquisa fundamentada em evidências (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007; KOLAH et al., 2020). Foram definidas, por critério de pertinência, as seguintes palavras-chave:

- População: <ANÁLISE DE RISCO>;
- Intervenção: < PROJETOS INDUSTRIAIS> ou <MATERIALIDADE>;
- Comparação: <GOVERNANÇA> e <SOCIAL ou AMBIENTAL>;
- Desfecho: <SUSTENTABILIDADE> ou <ESG>.

A ordenação das palavras-chave gerou a seguinte chave de busca:

<risk analysis> AND <industrial project OR materiality> AND <governance AND social OR environmental> AND <sustainability OR ESG>.

A consulta, realizada em março de 2024 na base EBSCOhost, apontou 70.328 resultados. Ao refinar a busca por assunto, no campo <Título>, o mecanismo EBSCOhost destacou 78 documentos, dentre os quais foram selecionadas 16 pesquisas por critério de pertinência, na qual se considerou como adequados os artigos revisados por pares, dedicados às áreas de interesse que possuem afinidade com a gestão industrial de projetos sustentáveis, práticas de análise de risco ou *ESG*. Os artigos selecionados são referenciados no Quadro 4.

Quadro 4 - Artigos revisados a partir da base EBSCOhost

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
1	(GARST; MAAS; SUIJS, 2022)	Avaliação de materialidade é uma arte, não uma ciência: seleção de tópicos ESG para relatórios de sustentabilidade	Análise de dados	Sistematização da análise de materialidade
2	(TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019)	Impacto das informações ambientais, sociais e de governança no desempenho econômico: evidências de uma “vantagem de sustentabilidade” corporativa na Europa	Estudo de materialidade de financeira	Exemplos de materialidade em ESG
3	(DELGADO-CEBALLOS et al., 2023)	Conectando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável à sustentabilidade no nível da empresa e aos fatores ESG: A necessidade de dupla materialidade	Análise comparativa	Integração entre conceitos de materialidade financeira e materialidade das partes interessadas
4	(LEE, 2017)	Uma ponte de volta para o futuro: ética em saúde pública, bioética e ética ambiental.	Analítico	Histórico da ética ambiental

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
5	(FANTKE et al., 2018)	Avanços na Exposição Humana do Ciclo de Vida e Caracterização da Toxicidade	Estudo de caso	Avaliação dos impactos da toxicidade. Análise de ciclo de vida.
6	(MALLOY et al., 2017)	Avançando a Análise Alternativa: Integração da Ciência da Decisão.	Estudo de caso	Análise de decisão e análise de alternativas
7	(BAUER et al., 2020)	Associações de uma mistura de metal medida em vários biomarcadores com QI: evidências de adolescentes italianos que vivem perto da indústria de ferroligas	Estudo de caso (transversal)	Níveis mais altos de Mn, Pb e Cr na adolescência foram associados a escores de QI mais baixos em adolescentes.
8	(LASKARIS et al., 2019)	Derivação de dados de atividade de tempo usando câmeras portáteis e medidas de exposição pessoal à inalação entre trabalhadores em um local informal de recuperação de lixo eletrônico em Gana.	Estudo de caso	A exposição a partículas na recuperação informal de e-lixo é superior ao recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS)
9	(COVERT et al., 2020)	Relações de risco à saúde ambiental, responsabilidade e fontes de informação entre vietnamitas americanos no litoral do Mississippi	Estudo de caso (grupos focais)	Impacto de desastres ambientais na resiliência das comunidades. Saúde ambiental. Teoria relacional do risco.
10	(RODEN, 2021)	Explorando os impactos percebidos na saúde, na comunidade e no emprego de um fechamento anunciado de uma usina a carvão em Upper Hunter Valley, Austrália	Estudo de caso (grupos focais)	Impactos do fechamento de usinas termelétricas a carvão.
11	(UCCELLI et al., 2016)	Mortalidade feminina por câncer de pulmão e exposição prolongada a material particulado na Itália.	Estudo de caso	Impacto de materiais particulados inaláveis na saúde humana.
12	(SHAFFER et al., 2019)	Melhorar e expandir as estimativas da carga global de doenças devido a fatores de risco de saúde ambiental.	Analítica	Classificação de evidências para avaliação de riscos ambientais à saúde e análise de risco global.
13	(PORTELINHA et al., 2021)	Entrelaços entre saúde, sustentabilidade e meio ambiente	Revisão integrativa	Importância do aproveitamento de recursos para ESG.
14	(ABLAH et al., 2018)	Necessidade de transparência e comunicação contínua após moradores com poços de água contaminados serem conectados à água da cidade	Estudo de caso (grupos focais)	Efeitos da contaminação da água por tetracloroetileno: necessidade de transparência na comunicação.
15	(STUMPF et al., 2020)	Exposição ao ruído de trabalhadores de usinas de cana-de-açúcar na Guatemala.	Estudo de caso	Constatação de exposição perigosa a ruídos na indústria.

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
16	(YANG; YANG; XU, 2018)	A Dinâmica de Produtividade das Tecnologias de Produção Amigáveis ao Meio Ambiente da China em termos de Técnicas de Tratamento de Águas Residuais.	Estudo de caso	O progresso tecnológico contribui para a melhoria dos índices de sustentabilidade.

Fonte: Elaboração própria (2023)

A chave de busca também foi aplicada às bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, em março de 2024 permitindo selecionar 17 documentos por critério de pertinência para o tema. referenciados no Quadro 5:

Quadro 5 - Artigos as bases Web of Science e Scopus

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
17	(MIO; FASAN; SCARPA, 2023)	Materialidade dos investidores sobre o desempenho ESG das concessionárias. Uma análise empírica dos fatores ESG e do custo do capital próprio	Análise de materialidad e ESG por regressão de fluxo	Análises ESG por critérios de custo do capital
18	(ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)	Análise das causas de atrasos e excessos de custos, bem como medidas de mitigação para melhorar a lucratividade e sustentabilidade em em projetos industriais prontos para uso	Análise de riscos	Quantificação de custos por mitigação em projetos industriais
19	(FRASER, 2021)	Empresas e comunidades de mineração: abordagens colaborativas para reduzir o risco social e promover o desenvolvimento sustentável	Análise comparativa	O interesse comum na água cria oportunidades para a indústria contribuir para o desenvolvimento sustentável. Há valor financeiro para uma boa reputação.
20	(TETTEH et al., 2021)	Principais impulsionadores para a implementação de joint ventures internacionais de construção (ICJVs): insights globais para o crescimento sustentável	Estudo de caso	Exemplo de aplicação da metodologia. Definição da amostra.

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
21	(MARCOULAKI et al., 2021)	Projeto para um Centro Europeu autossustentável para prestação de serviços em inovação segura e sustentável para nanotecnologia	Estudo de casos múltiplos	Proposta para um esquema de governança para projetos autossustentáveis.
22	(GUMIRAN; DAAG, 2021)	Negociação de pesquisa - ação participativa para implementação multi-stakeholder de sistemas de alerta precoce para deslizamentos de terra	Pesquisa-ação participativa	A inclusão da comunidade no processo de desenvolvimento pode melhorar a credibilidade e relevância do sistema desenvolvido. A redução de riscos é um interesse comum, que pode unir diversos atores com expectativas conflitantes.
23	(TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021)	Uma revisão crítica dos recursos hídricos e sua gestão no Butão	Revisão crítica	Expõe de forma sistemática as principais questões relativas à gestão de recursos hídricos.
24	(SUN et al., 2020)	Partições abrangentes e diferentes estratégias baseadas em segurança ecológica e desenvolvimento econômico na província de Guizhou, China	Quantificação ecológica	Oferece uma abordagem quantitativa para cálculo de impactos ambientais.
25	(DING et al., 2020)	Avaliação da sensibilidade à degradação do solo e análise de convergência em Korla de Xinjiang, China	Análise de convergência	Descreve as principais ameaças à integridade do solo.
26	(BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019)	Análise dos fatores de risco que afetam o desempenho financeiro das empresas - apoio à tomada de decisões gerenciais	Análise fatorial integrativa	Análise financeira do impacto de fatores críticos em momentos de crise como fomento à avaliação de riscos socioambientais.
27	(CREED et al., 2019)	Gerenciando riscos para a zona boreal do Canadá: pensamento transdisciplinar em busca da sustentabilidade	Análise de cenários	Identifica os principais fatores de risco para a sustentabilidade da zona boreal, que incluem mudanças atmosféricas, a demanda por serviços ecossistêmicos, valores demográficos e sociais, inovação industrial, infraestrutura e governança.
28	(ZHANG; WANG, 2019)	Como a Assistência Emparelhada a Áreas Afetadas por Desastres (PADAA) contribui para a sustentabilidade econômica? Uma análise qualitativa do condado de Wenchuan	Estudo de caso	Aborda as relações entre assistência social e sustentabilidade financeira nos momentos pós-crise.

Nº	Autor (data)	Tema	Método	Contribuições
29	(SUGIYAMA et al., 2017)	Co-design transdisciplinar de agendas de pesquisa científica: 40 questões de pesquisa para pesquisa de engenharia climática socialmente relevante	Análise de convergência	Exemplos de questões pertinentes para pesquisas sobre governança socioambiental.
30	(TAYLOR; HARMAN, 2016)	Governando o desenvolvimento urbano para o risco climático: qual o papel das parcerias público-privadas?	Estudo de caso	Aborda a relação entre o Estado e a iniciativa privada no contexto da sustentabilidade ambiental.
31	(MAZÉ et al., 2016)	Certificações de terceiros e o papel das políticas de auditoria na sustentabilidade: o tempo e o espaço da materialidade nas auditorias combinadas	Estudo de caso	Analisa a materialidade das auditorias de certificação
32	(COONER, 2020)	Sistema, métodos técnicos e de negócios, e artigo de fabricação para utilização da tecnologia da internet das coisas em sistemas de gerenciamento de energia projetados para automatizar o processo de geração e/ou monetização de créditos de carbono	Patente US20200027096	Estrutura lógica para monetização de créditos de carbono
33	(CALLAHAN, 2023)	Sistema e método de computador para detecção, extração, pesagem, <i>benchmarking</i> , pontuação, relatório e capitalização de riscos complexos encontrados em acordos transacionais de compra/venda, acordos de financiamento e documentos de pesquisa	Patentes: US20230334591 US11688017 US11205233	Sistematização lógica para análise de riscos complexos

Fonte: Elaboração própria (2023)

Foram encontradas também, na base Scopus, quatro patentes [32 e 33] registradas entre 2020 e 2023, sendo três delas destinadas a *softwares* de cálculo de *riscos complexos* em análises financeiras (CALLAHAN, 2023) e um para *monetização de créditos de carbono* (COONER, 2020). A Figura 17 atesta o resultado da busca na base Scopus, evidenciando o alto nível de originalidade desta pesquisa.

Figura 17 - Resultado da busca na base Scopus

Fonte:

Scopus

Welcome to a more intuitive and efficient search experience. [See what is new](#)

Advanced query ☐

Search within: Article title, Abstract, Keywords

Search documents: "risk analysis" AND ("industrial project" OR materiality) AND (governance

Save search

Set search alert

+ Add search field

Reset Search

Documents Preprints Patents Secondary documents Research data

1 document found

Analyze results

Refine search

Search within results

Filters

Year

Range Individual

Document title	Authors	Source	Year	Citations
Article 1 Third-Party Certifications and the Role of Auditing Policies in Sustainability: The Time and Space of Materiality Within Combined Audits	Mazé, A., Ait-Aïssa, M., Mayer, S., Verjux, N.	Organization and Environment , 29(3), pp. 308-331	2016	5

Show abstract [Capes-BR](#) View at Publisher Related documents

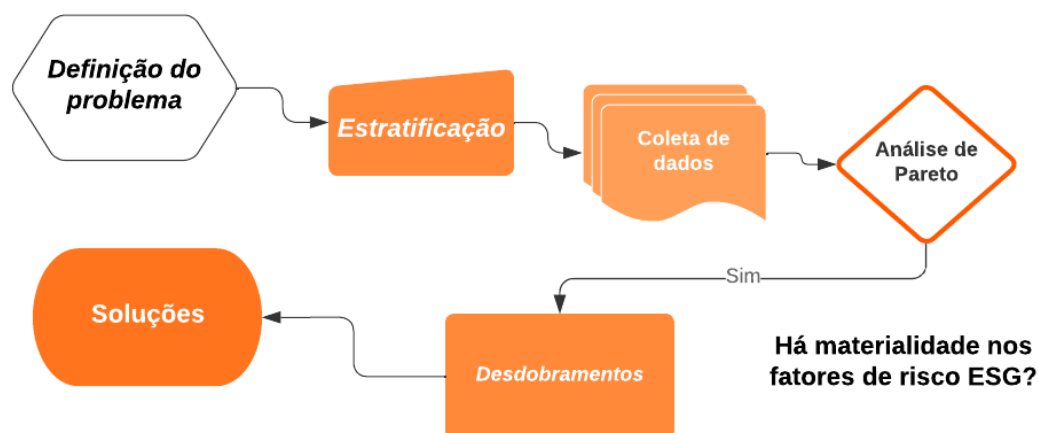
ELSEVIER (2024)

As categorias utilizadas na consulta às bases de dados serviram como orientação para os tópicos da revisão, que fundamentam teoricamente a pesquisa. Nas próximas seções, as palavras-chaves e a revisão sistemática da literatura ordenam a exposição dos achados teóricos, bem como a definição das principais categorias de pesquisa. Na sequência, são estratificadas as questões e categorias de pesquisa que subsidiam teoricamente o modelo em desenvolvimento. Esta etapa se materializa na elaboração dos constructos, utilizados para consulta a gestores e identificação das normas de interesse para caracterizar os fenômenos investigados.

3.4 FLUXO DE PESQUISA

O fluxo dos processos de pesquisa foi estruturado a partir das concepções de Campos (1992), utilizadas para a implantação de sistemas de gestão baseados em controle de qualidade total, que pode ser visualizado a partir da Figura 18:

Figura 18 - Fluxograma de pesquisa



Fonte: adaptado a partir de Campos (1992, p. 200)

A pesquisa pode ser sintetizada a partir dos seis conjuntos de processos representados na Figura 18, iniciando pela definição do problema; seguindo para a estratificação das categorias de interesse; coleta de dados teóricos e empíricos; análise de Pareto para selecionar os achados com indicadores de materialidade (Alfa de Cronbach); evidência dos desdobramentos necessários para responder ao problema de pesquisa; e proposta de soluções para o problema (modelagem de riscos ESG).

Após a revisão da literatura, a coleta de dados de campo, foi realizada por meio da aplicação dos questionários estruturados aos gestores, no formato de enquetes eletrônicas, juntamente com pesquisa documental de registros fornecidos pela empresa na qual foi realizado o estudo de caso. Os documentos analisados são, em sua maioria, protegidos por sigilo profissional, compostos por planilhas de campo, registros de produção e consumo de matéria-prima, protocolos internos de procedimentos, mapas de riscos e afins.

Na fase de Análise de Pareto são selecionados os riscos ESG e soluções prioritárias para os desdobramentos da pesquisa, na proporção de um para cada cinco (20% dos fatores), conforme proposto pelo Engenheiro Civil Vilfredo Pareto (1848 – 1923), polímata italiano que contribuiu significativamente para o desenvolvimento da economia, sociologia e ciência política, por meio da aplicação de conceitos matemáticos à análise econômica e da regra 80 / 20, também chamada de Princípio

de Pareto, a qual considera, para aplicações práticas, que aproximadamente 80% dos efeitos vêm de 20% das causas (CAMPOS, 1992). Adicionalmente, as respostas aos questionários foram submetidas a análise de consistência interna pelo cálculo do Alfa de Cronbach, a fim de aferir a materialidade dos dados empíricos utilizados.

Tal análise permite evidenciar os fatores que possuem os maiores potenciais de riscos ESG no caso em estudo e, então, a pesquisa segue, nos dois capítulos finais, para a fase de desdobramento, na qual os fatores de riscos destacados são analisados em profundidade e, por fim, a sexta fase da pesquisa, na qual são apresentadas as soluções para o problema.

3.5 ANÁLISE SEMÂNTICA AUTOMATIZADA

A fim de analisar e estratificar as variáveis relacionadas à gestão ESG que contribuem para a criação de valor nas organizações possibilitando estratégias sustentáveis, foi utilizada estatística descritiva, apoiada em análise semântica sobre os dados da revisão sistemática, baseando-se na interpretação automatizada dos textos selecionados nas bases de dados, após levantamento bibliométrico fundamentado no método PICO (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007).

As principais variáveis encontradas e os correspondentes artigos analisados são apresentados nos quadros 4 e 5. Para identificar os conceitos foi utilizado um método de análise semântica automatizada, fundamentado em estatística descritiva, a partir do software VOSviewer, fornecido pela Universidade de Leiden (KOLAH et al., 2020; UNIVERSIDADE DE LEIDEN, 2023).

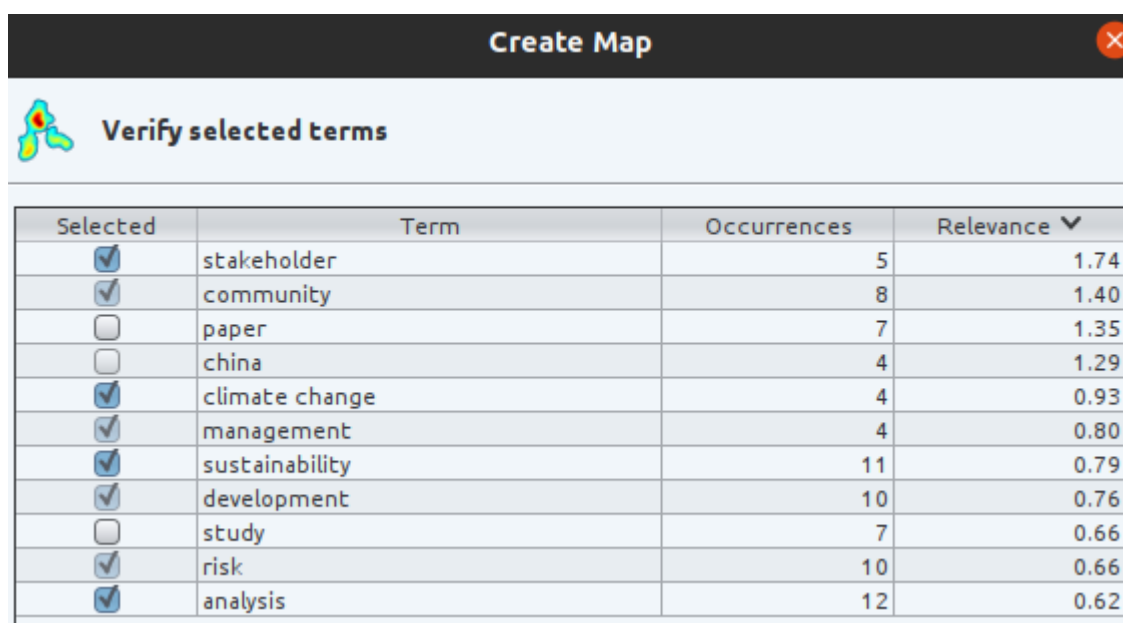
O objetivo desta fase da pesquisa foi estratificar os dados bibliográficos, gerando uma ontologia (conjunto de conceitos fundamentais), capaz de evidenciar as categorias de análise mais pertinentes no grupo de artigos analisados. O software foi parametrizado para destacar os 11 termos mais significativos, dentre as palavras com mais de quatro ocorrências nos resumos e títulos dos artigos investigados, excluídos os termos <paper>, <china> e <study>, por critério de pertinência. Os termos destacados pela análise semântica podem ser agrupados em dois campos semânticos, da seguinte maneira:

Grupo 1: <stakeholder> (parte interessada); <comunidade> e <mudança climática>.

Grupo 2: <gestão>; <sustentabilidade>; <desenvolvimento> e <análise de risco>.

O principal objetivo deste tipo de análise semântica é representar um conjunto complexo de dados a partir de agrupamentos mais simples (extratos), os quais são evidenciados e agrupados a partir de cálculos estatísticos padronizados, de modo a formar uma ontologia, ou seja, um grupo de palavras-chave que representam um fenômeno (ANDRADE, 2013; KOLAH et al., 2020). A Figura 19 representa os termos destacados pela análise semântica automatizada, conforme apresentado pelo software VOSviewer:

Figura 19 - Estratificação gerada pela análise semântica automatizada



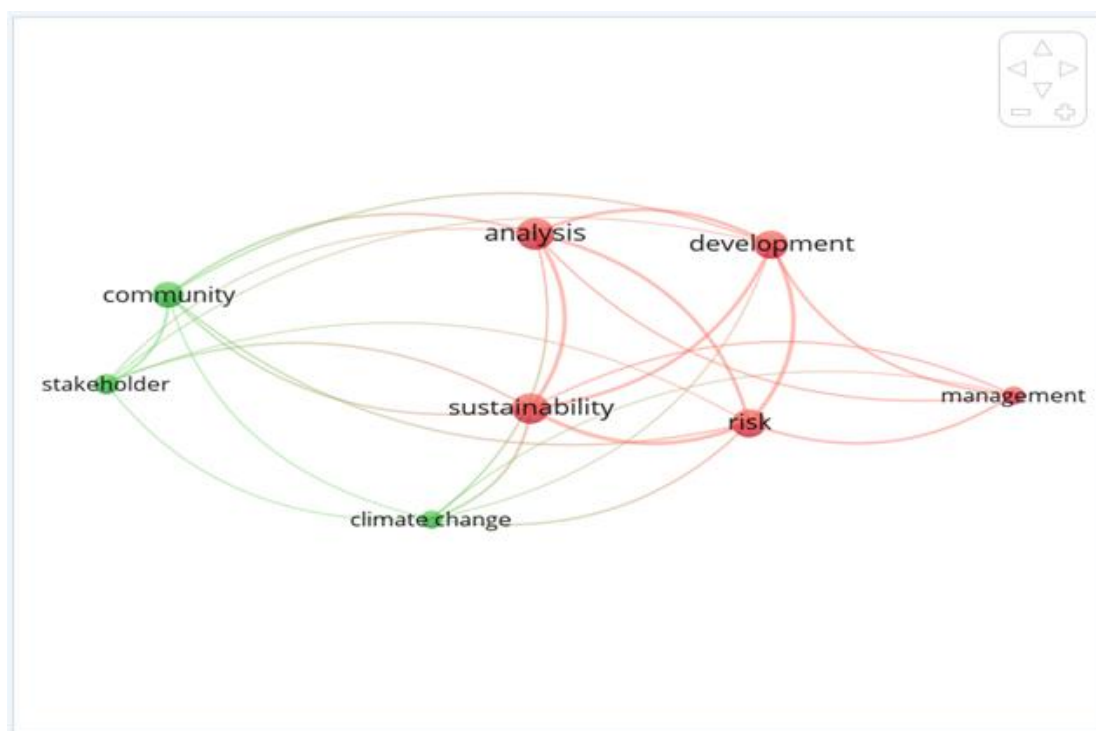
The screenshot shows the 'Create Map' window in VOSviewer. It features a 'Verify selected terms' section with a table listing terms, their occurrence counts, and relevance scores. The table has four columns: 'Selected' (checkboxes), 'Term', 'Occurrences', and 'Relevance' (with a dropdown arrow). The terms listed are stakeholder, community, paper, china, climate change, management, sustainability, development, study, risk, and analysis. The 'Selected' column shows checkboxes for each term, with most being checked. The 'Occurrences' column shows counts ranging from 4 to 12. The 'Relevance' column shows scores ranging from 0.62 to 1.74.

Selected	Term	Occurrences	Relevance ▼
☒	stakeholder	5	1.74
☒	community	8	1.40
☐	paper	7	1.35
☐	china	4	1.29
☒	climate change	4	0.93
☒	management	4	0.80
☒	sustainability	11	0.79
☒	development	10	0.76
☐	study	7	0.66
☒	risk	10	0.66
☒	analysis	12	0.62

Fonte: elaboração própria, a partir do *software VOSviewer* (2024)

Os extratos e categorias destacadas são utilizadas como orientação para os próximos tópicos da revisão que fundamenta teoricamente a pesquisa. Elas foram agrupadas conforme representação apresentada na Figura 20:

Figura 20 - Agrupamento das categorias gerado pela análise semântica



Fonte: elaboração própria, a partir do *software VOSviewer* (2024)

Os termos destacados na literatura consultada, a partir do índice de relevância, foram agrupados pelo software de análise semântica em duas categorias, cujos termos mais representativos são <sustentabilidade> e <comunidade>, conforme disposição presente na Figura 20. Na ontologia gerada automaticamente, a divisão em cores representa a maior proximidade em relação a um campo semântico, a partir da distribuição dos termos nos textos e referência.

O tamanho dos círculos associados às palavras indica a maior ou menor relevância dos conceitos para o grupo de textos analisado, assim como o número de conexões com outros termos, ao passo que o distanciamento do centro é resultado da menor utilização dos termos pelos autores citados.

O segundo extrato da amostra bibliométrica consultada apresenta maior relevância para o termo <sustentabilidade>, que também se mostra como elemento de ligação entre os autores, visto que é representado pelo software no meio da ontologia, com grande número de ocorrências (11), ainda que possua um índice de relevância inferior aos anteriores (0,79). Isto evidencia que a análise semântica não

se limita a uma simples bibliometria (contagem de palavras), mas também envolve a quantificação e qualificação das relações entre os usos dos termos e o contexto em que são utilizados (relações gramaticais com termos mais ou menos significativos para o contexto em que aparecem). Não é o tipo de cálculo estatístico que se possa fazer pela simples leitura e tabulação, tendo em vistas a grande quantidade de dados e operações matemáticas envolvidas neste tipo de análise.

Os outros conceitos envolvidos no estrato referente à sustentabilidade (em vermelho) são <análise> e <risco>, que podem ser agrupados para análise de risco, uma vez que os termos isoladamente possuem menores índices de relevância (0,62 e 0,66), ainda que ocorram com grande frequência (12 e 10 ocorrências), o que evidencia tratar-se de conceitos instrumentais, assim como <gestão>, que ocupa uma posição marginal na representação gráfica, poucas ocorrências (4) e nível intermediário de relevância (0,8). Por fim, o termo <desenvolvimento> é tão consistente para a análise quanto a noção de sustentabilidade, uma vez que apresenta um número significativo de ocorrências (10) e intermediário de relevância (0,76) nos textos analisados. Ao relacionar estes dois conceitos na concepção de desenvolvimento sustentável, tem-se o núcleo semântico que representa a bibliografia selecionada, a qual é integrada através dos conceitos de comunidade e partes interessadas por um lado, gestão e análise de riscos pelo outro, em cujo interesse comum encontram-se as mudanças climáticas, elemento integrador dos textos analisados.

3.6 CONSTRUÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE COLETA

Conforme Yin (2015) a prática de Estudo de Caso é adequada para responder perguntas do tipo “por quê?”, ou “como?”. Nas situações em que há pouco controle sobre o objeto de interesse, ou ainda, quando o foco está inserido em contextos contemporâneos da vida real. Tais características se enquadram na delimitação do problema aqui abordado.

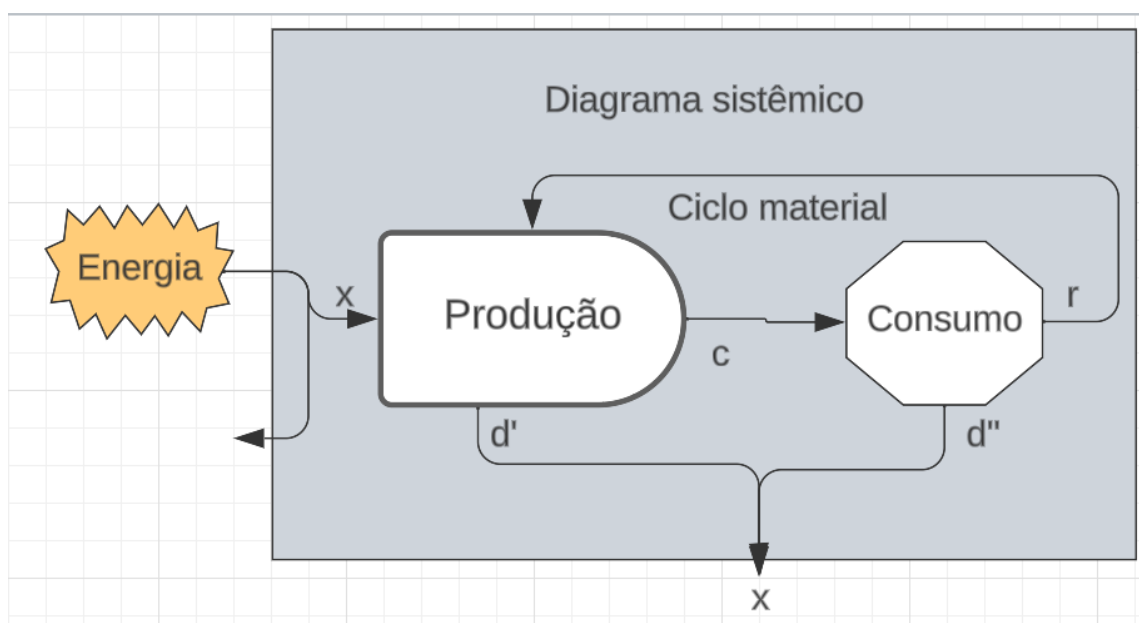
O estudo de caso é uma estratégia abrangente, que orienta todos os passos da pesquisa, de forma a expor a complexidade do problema e as possíveis soluções. Para levar a cabo tal proposta, faz-se necessário projetar, além das questões de

pesquisa, quais dados são relevantes e como os resultados serão analisados. No caso da indústria de aparas, papel e papelão em estudo, foram consideradas como relevantes as perspectivas de 17 gestores em atuação no setor.

Para delimitação dos aspectos de interesse na elaboração do instrumento de coleta, foram utilizadas as categorias destacadas pela revisão da literatura, resultando no *framework* utilizado para avaliar a percepção dos sujeitos de pesquisa sobre a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança no setor industrial de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil.

O *Framework* proposto para avaliação de riscos socioambientais e de governança institucional foi elaborado considerando-se o diagrama sistêmico desenvolvido originalmente por Odum (1988). Nesta perspectiva estrutural, temos os processos de transformidade, que se refere à quantidade de energia solar empregada, direta ou indiretamente, na obtenção de um joule de um determinado produto ou serviço, essa medida é expressa em sej/J (joule de energia solar por joule) (ODUM, 1988). A estrutura básica de um fluxo emergético segue representado no diagrama sistêmico revisado, Figura 21:

Figura 21 - Diagrama sistêmico revisado



Fonte: adaptado de Odum (1988)

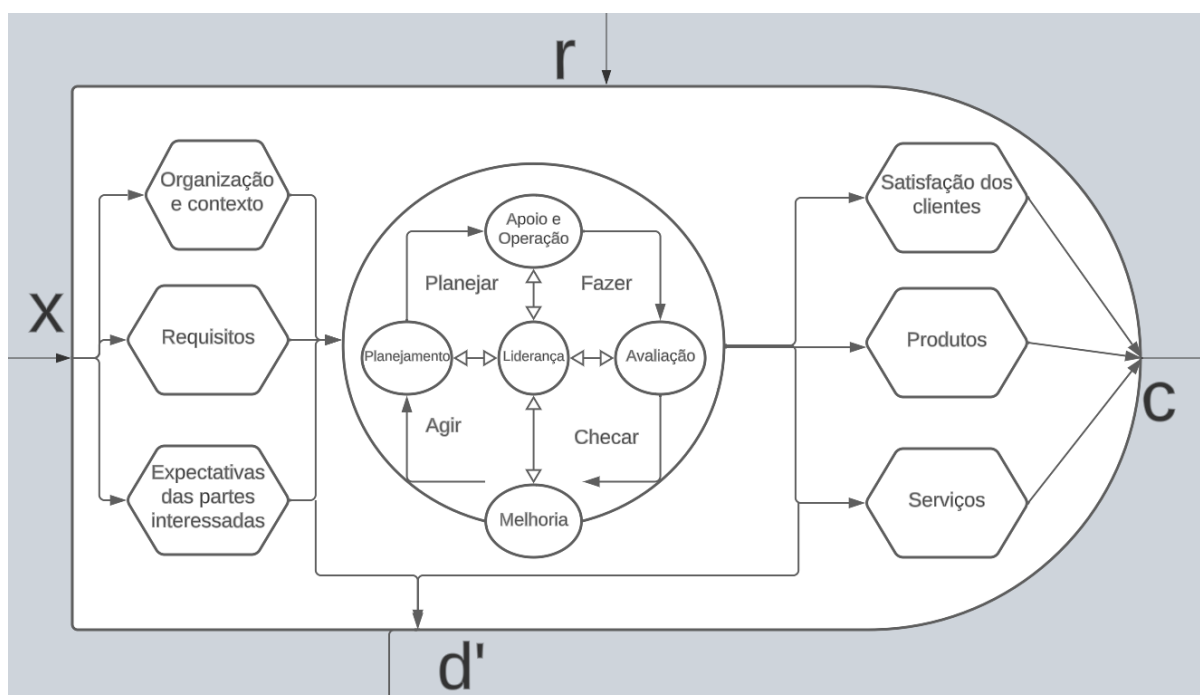
Para iniciar a modelagem da avaliação de risco se propõe uma estrutura de base (Figura 21), composta por dois processos integrados e interdependentes, a produção e o consumo. Estes processos recebem uma única fonte de entrada $< x >$ e um ciclo material de consumo, no qual a produção fornece a entrada de energia para o consumo $< c >$ e um desperdício $< d' >$. O grupo de processos do tipo consumo recebem como entrada uma quantidade de energia $< c >$ e libera um retorno material $< r >$ para realimentar a produção, mais uma quantidade de desperdício $< d'' >$, que se soma a $< d' >$ para devolver ao ambiente (supersistema) a mesma quantidade de energia que recebeu $< x >$.

A perspectiva emergética sistêmica é útil, pois nos fornece algumas relações quantificáveis, que podem ser aplicadas à contabilidade socioambiental, orientando a quantificação de indicadores ESG. Dentre os princípios da análise emergética destacam-se:

- a) A energia total de entrada é igual à energia total de saída em cada processo (ex.: $x + r = d' + c$; $c = d'' + r$; etc...);
- b) Os desperdícios (d' ; d'') podem ser quantificados e identificados como aquela parte do fluxo emergético que não realiza trabalho. Assim, pode-se ponderar os ganhos com a redução de desperdícios, em relação aos custos de tais iniciativas, decidindo pela opção mais sustentável em escala sistêmica.
- c) O fluxo de valor da reciclagem (r) pode ser quantificado de forma proporcional, permitindo estimar o ganho de rendimento com o aumento de ciclo devida dos materiais e com a redução dos desperdícios.
- d) Cada parte do sistema, por mais complexa que seja, pode novamente ser dividida analiticamente e ter os fluxos energéticos detalhados, a partir desses pressupostos básicos.

Na sequência, sobre essa matriz analítica desenvolvida por Odum (1998), foi adaptada uma versão do ciclo PDCA, orientado pelas definições da prática recomendada ABNT PR 2030:2022, que trata de gestão ESG. O objetivo aqui é agregar à perspectiva ambiental as noções atualizadas sobre governança institucional e responsabilidade socioambiental, conforme disposto na Figura 22:

Figura 22 - Sistema de gestão ESG, adaptado ao diagrama sistêmico



Fonte: adaptado de ABNT (2022)

A representação do sistema de gestão ESG (Figura 22), adaptada ao diagrama sistêmico (Figura 21), evidencia os principais processos envolvidos, entradas, saídas e desperdícios na ordem do fluxo de valor, referentes à fase de produção do ciclo material de um produto ou serviço genérico. Cabe ressaltar que cada processo pode novamente ser desmembrado em suas partes (produção e consumo), desde que mantida a equivalência no fluxo de valor das entradas e retornos de energia (x e r), bem como a saída para o cliente (c) e os desperdícios (d').

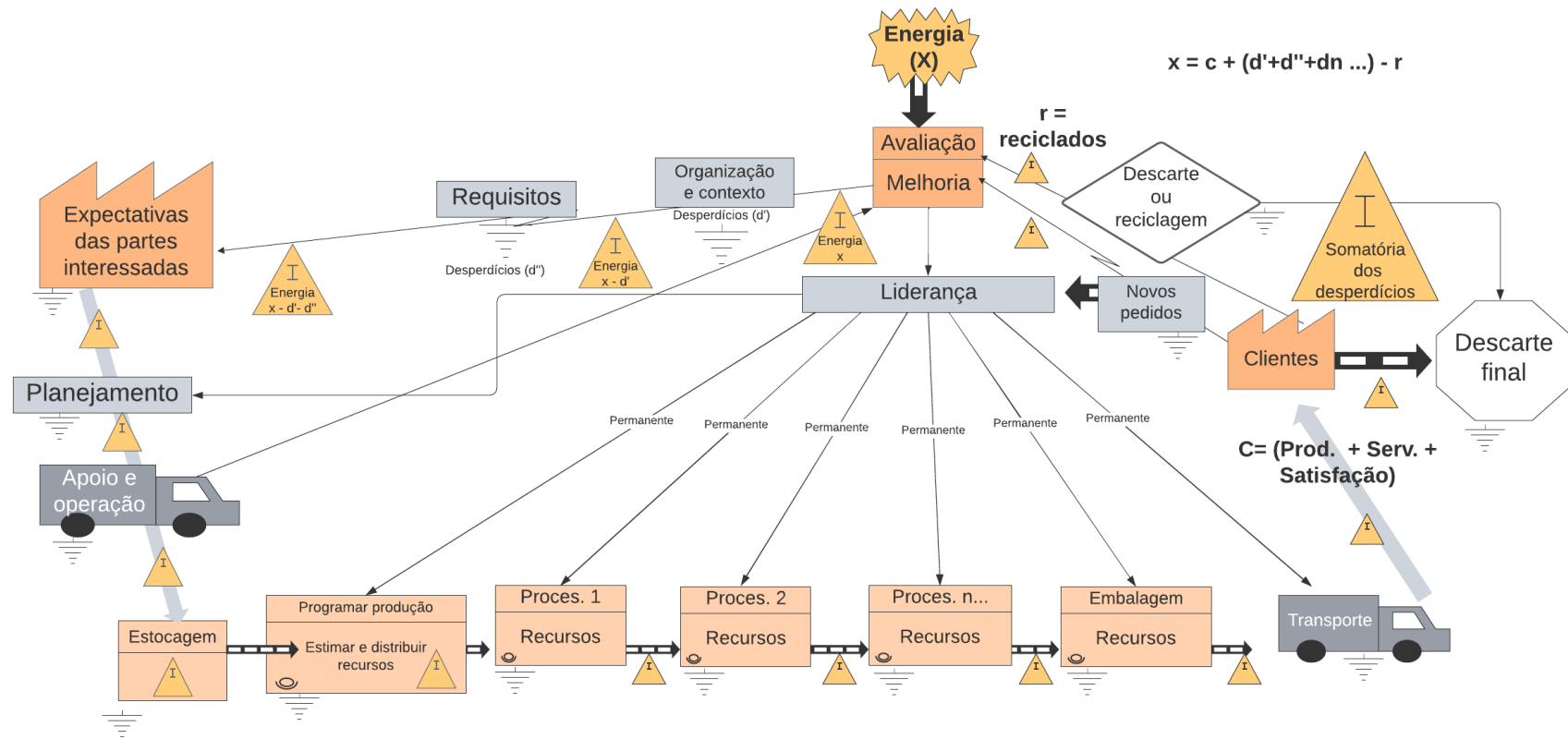
Conforme a PR2030:2022, todos os processos representados no sistema de gestão ESG estão direta ou indiretamente conectados à governança corporativa, visto que interferem nos resultados operacionais de cada empresa ou nas decisões estratégicas da alta direção. Os processos associados aos requisitos de entrada: organização; contexto; expectativas das partes interessadas (variáveis de entrada), assim como a satisfação dos clientes, são fatores mais diretamente ligados aos impactos sociais na gestão ESG, ao passo que os processos mais diretamente associados à produção, tais como planejamento; apoio e operação; melhoria; e

liderança são fatores que possuem maior potencial de impacto nas variáveis ambientais associadas ao sistema de gestão.

Pode-se considerar, para fins de avaliação de risco ESG, que o rendimento de um sistema produtivo aumenta quando são reduzidos os desperdícios (d'); ou a quantidade de energia demandada (x), mantido o mesmo nível de saída no grupo de processos relativos à produção (c); assim como quando são aumentadas as saídas para o cliente (serviços, produtos e satisfação – c); ou ainda quando aumenta o retorno para o sistema de dentro do ciclo material do produto ou serviço (reciclagem, reuso, etc. – r), se mantido o nível de entrada (x).

Para completar a adaptação dos preceitos ESG para o desenvolvimento de um *framework* de avaliação de riscos socioambientais e de governança institucional faz-se necessário também mapear e comparar os fluxos de valor (presente e futuro) dentro do ciclo de vida dos produtos, quantificando a redução de desperdícios que permitem otimizar os processos produtivos. Este procedimento é específico, e precisa ser adaptado a cada sistema de produção. Entretanto uma modelagem esquemática do Mapa do Ciclo de Valor, a partir dos processos sugeridos pela PR 2030: 2022 (ABNT, 2022) pode ser visualizado na Figura 23:

Figura 23 - Modelo de Mapa do Ciclo de Valor



Fonte: adaptado de ABNT (2022)

O alinhamento do fluxo do valor é utilizado há várias décadas na abordagem enxuta (*lean manufacturing*) como uma forma de evidenciar gargalos na produção e subsidiar a eliminação de desperdícios. No caso do mapeamento do fluxo de energia, orientado por um ciclo de valor, esta metodologia permite inventariar os principais drenos de recursos em um sistema produtivo, fornecendo subsídios à análise, avaliação, controle e mitigação de riscos ESG.

A partir do alinhamento dos principais processos envolvidos na gestão de riscos ESG em um fluxo de valor, pode ser viabilizado um inventário progressivo dos desperdícios energéticos durante a cadeia de geração de valor que constitui o ciclo material de cada produto ou serviço, facilitando a visualização dos pontos críticos, onde os investimentos ESG podem se mostrar mais promissores.

Observe-se que no início do fluxo energético, as primeiras questões a serem consideradas na gestão e riscos devem ser, por ordem hierárquica, o contexto da organização, os requisitos (econômicos, ambientais e sociais) de produção, além das expectativas dos *stakeholders*. Este tipo de requerimento, típico das fases de iniciativa de projetos e das atividades de marketing, que envolvem prospecção de mercado, análises preliminares de risco, financiamento, licenciamento ambiental, etc., é indispensável, em perspectiva ESG, por deter o potencial de envolver a comunidade e de evidenciar os potenciais riscos jurídicos e demandas por responsabilidade socioambiental envolvidas em cada projeto.

Partindo dos conceitos de mapeamento do ciclo de valor, da análise do diagrama sistêmico para gestão ESG e do diagrama sistêmico revisado para a análise emergética em sistemas produtivos, anteriormente apresentados, foram constituídas as perguntas que compõem os instrumentos de coleta, em corroboração com os resultados da revisão sistemática da literatura, disponíveis no capítulo 2. No Quadro 6 é representado o primeiro questionário utilizado para a coleta das opiniões de gestores, especialistas em atividade na indústria de aparas, papel e papelão ondulado, selecionados por critério de conveniência.

Quadro 6 - Relação das Questões iniciais, constituídas após a Sistemática da Literatura

Nº	QUESTÕES AMBIENTAIS	REFERÊNCIA
1	Geração de energia hidrelétrica; irrigação; indústria; aumento da população; mudanças no estilo de vida (urbanização); avanços econômicos e turismo são riscos à disponibilidade hídrica para projetos sustentáveis	(CARABANTES; FERNICOLA, 2003; OLIVEIRA; LUZ, 2001; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021)
2	Devolver as terras agrícolas às florestas reduz os riscos associados ao solo, em projetos industriais sustentáveis	(DING et al., 2020)
3	Silvicultura, mineração, utilização de combustíveis fósseis e aumento na demanda por energias renováveis são fatores críticos para projetos industriais sustentáveis	(CREED et al., 2019; FRASER, 2021)
4	Queda na energia da economia global e falta de capacidade de adaptação da sociedade às mudanças são fatores de risco para projetos industriais sustentáveis	
5	A convergência de objetivos permite reduzir os conflitos de interesse e avançar, rumo aos objetivos de desenvolvimento sustentável.	
	QUESTÕES SOCIAIS	
6	A abordagem sob demanda basta para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis	(MARCOULAKI et al., 2021)
7	Abordagens colaborativas reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável.	(FRASER, 2021)
8	Análises de convergência reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável.	(DING et al., 2020)
9	A gestão de riscos orientada para o envolvimento das pessoas é capaz de empoderar os envolvidos e detém um maior potencial de governança para a sustentabilidade.	(GUMIRAN; DAAG, 2021)
10	O compromisso da comunidade é um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis.	
11	O apoio político é um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis.	
12	O aumento da dependência externa pode atrasar o desenvolvimento econômico de comunidades envolvidas em projetos industriais sustentáveis.	(ZHANG; WANG, 2019)
13	Pobreza econômica local é um fator de risco para projetos industriais sustentáveis.	(SUN et al., 2020)
14	A integração entre objetivos públicos e privados é um fator de sucesso para projetos industriais sustentáveis.	(TAYLOR; HARMAN, 2016)
	QUESTÕES DE GOVERNANÇA	
15	As políticas de planejamento são um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis.	(GUMIRAN; DAAG, 2021)
16	A análise de cenários é uma técnica suficiente para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis.	(CREED et al., 2019; FRASER, 2021)
17	A NBR ISO 31000 contém as diretrizes suficientes para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis.	(ABNT, 2018; CREED et al., 2019)

18	Há correlação positiva entre liquidez; alavancagem; produtividade e o sucesso financeiro de projetos industriais sustentáveis.	(BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019)
19	Quais as principais deficiências na governança, em relação aos problemas sociais e ambientais da sua empresa?	(SUN et al., 2020)
20	Que prática (s) de gestão de riscos você considera mais adequada para projetos industriais sustentáveis?	(CREED et al., 2019; FRASER, 2021)
21	Quais as principais técnicas (Ferramentas) de análise de riscos em utilização na sua empresa?	(DING et al., 2020)

Fonte: Elaboração própria (2024)

O primeiro questionário utilizado para constituição dos dados de campo foi elaborado a partir de 21 questões, sendo três delas abertas à interpretação dos participantes e 18 objetivas. Estas foram orientadas por escala Likert, com posições variando de 0 a 5, dentre as quais a posição 0 corresponde à resposta “não sei”, a posição 1 representa a resposta "Discordo"; 2 para "Concordo pouco"; 3 para "Concordo Parcialmente"; 4 para "Concordo" e 5 para "Concordo plenamente".

Esta distribuição das respostas foi escolhida por permitir identificar entre os respondentes dois grupos distintos, sendo um composto pelos participantes que acreditam não possuírem informações suficientes para responder às questões e o outro por aqueles profissionais que se sentem com proficiência na terminologia técnica utilizada, a ponto de expressar sua concordância, ou discordar das proposições apresentadas. Dentro do grupo que se sentiu proficiente ao responder cada questão, a segregação foi feita em cinco subconjuntos a fim de minimizar a possibilidade empate quantitativo entre os posicionamentos dos participantes e, ao mesmo tempo, reduzir a dispersão dos dados no espaço amostral.

Após a consulta a especialistas, as questões foram reescritas e divididas em três grupos, dispostos no Quadro 7. O primeiro (Q1 a Q4) foi dedicado às perspectivas ambientais consideradas mais significativas, a partir das fontes revisadas e em relação à indústria de aparas, papel e papelão ondulado. O segundo grupo de questões (Q5 a Q12) trata de assuntos relevantes principalmente para a responsabilidade socioambiental no setor e o terceiro grupo (Q13 a Q21) é orientado por problemas pertinentes à governança institucional. O Quadro 7 apresenta uma síntese do questionário utilizado para a constituição dos dados iniciais, as quais foram revisadas por quatro especialistas em gestão, antes da elaboração da versão final, distribuída aos 17 participantes por meio de questionário eletrônico.

Quadro 7 - Questionário utilizado para avaliar a percepção de especialistas sobre a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança

Problema de pesquisa: como o gerenciamento e a análise de risco podem contribuir para a implementação de princípios de sustentabilidade, voltados para a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança em projetos industriais?								
	Você concorda com a afirmação abaixo?		Não sei (0)	Discordo (1)	Concor do Pouco (2)	Parcial- mente (3)	Con- cordo (4)	Concordo Plenament e (5)
A M B I E N T A I S	Q 1	Geração de energia hidrelétrica; irrigação; indústria; aumento da população; mudanças no estilo de vida (urbanização); avanços econômicos e turismo são riscos à disponibilidade hídrica para projetos sustentáveis						
	Q 2	Devolver as terras agrícolas às florestas reduz os riscos associados ao solo, em projetos industriais sustentáveis						
	Q 3	Silvicultura, mineração, utilização de combustíveis fósseis e aumento na demanda por energias renováveis são fatores críticos para projetos industriais sustentáveis						
	Q 4	Queda na energia da economia global e falta de capacidade de adaptação da sociedade às mudanças são fatores de risco para projetos industriais sustentáveis						
S O C I A I S	Q 5	A abordagem sob demanda basta para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis						
	Q 6	Abordagens colaborativas reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável.						
	Q 7	Análises de convergência reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável.						
	Q 8	A gestão de riscos orientada para o envolvimento das pessoas é capaz de empoderar os envolvidos e detém um maior potencial de governança para a sustentabilidade.						
	Q 9	O compromisso da comunidade é um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis.						
	Q 10	O apoio político é um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis.						
	Q 11	O aumento da dependência externa pode atrasar o desenvolvimento econômico de comunidades envolvidas em projetos industriais sustentáveis.						
	Q 12	Pobreza econômica local é um fator de risco para projetos industriais sustentáveis.						
	Q 13	As políticas de planejamento são um fator crítico para o sucesso de projetos						

Problema de pesquisa: como o gerenciamento e a análise de risco podem contribuir para a implementação de princípios de sustentabilidade, voltados para a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança em projetos industriais?								
	Você concorda com a afirmação abaixo?		Não sei (0)	Discord o (1)	Concor do Pouco (2)	Parcial- mente (3)	Con- cordo (4)	Concordo Plenament e (5)
G O V E R N A N Ç A	3	industriais sustentáveis.						
	Q14	A análise de cenários é uma técnica suficiente para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis.						
	Q15	A NBR ISO 31000 contém as diretrizes suficientes para análise de riscos em projetos industriais sustentáveis.						
	Q16	A convergência de objetivos permite reduzir os conflitos de interesse e avançar, rumo aos objetivos de desenvolvimento sustentável.						
	Q17	A integração entre objetivos públicos e privados é um fator de sucesso para projetos industriais sustentáveis.						
	Q18	Há correlação positiva entre liquidez; alavancagem; produtividade e o sucesso financeiro de projetos industriais sustentáveis.						
	Q19	Quais as principais deficiências na governança, social e ambiental da sua empresa?						
	Q20	Que prática (s) de gestão de riscos você considera mais adequada para projetos industriais sustentáveis?						
	Q21	Quais as principais técnicas (Ferramentas) de análise de riscos em utilização na sua empresa?						

Fonte: Elaboração própria (2024)

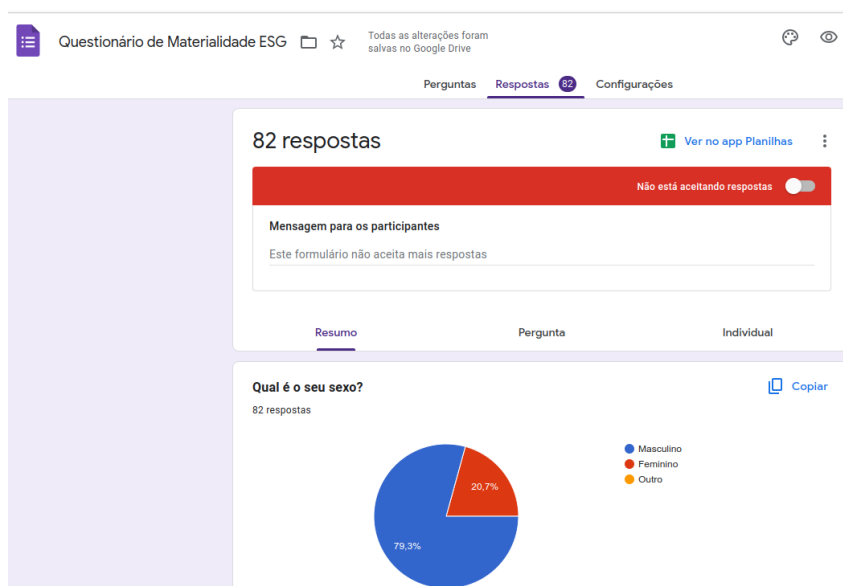
O critério para definir as questões foi o de pertinência para o escopo da pesquisa, associada à presença dos problemas na literatura consultada. As questões foram elaboradas a partir de três eixos de interesse: ambiente; sociedade e governança (ESG) e o constructo foi novamente submetido a quatro especialistas, pesquisadores da área, para validação de face. Os colaboradores enviaram diversas sugestões de melhoria no instrumento de coleta que, após correções, foi apresentado aos entrevistados por meio de ferramentas eletrônicas, como e-mail, redes sociais e formulário eletrônico.

As respostas coletadas foram submetidas à comparação com as perspectivas disponíveis na literatura de referência, de forma a produzir um conjunto de sínteses capaz de enfrentar o problema de pesquisa. A análise comparativa consiste em buscar semelhanças e diferenças entre registros selecionados, a fim de embasar a solução

de um ou mais problemas (FARIA; MACHADO, 2022). O detalhamento dos dados, desdobramentos dos problemas identificados e responsabilizações são apresentados no Capítulo 4.

Após o levantamento prévio, um segundo instrumento foi elaborado, com a finalidade de abordar especificamente os processos e a aplicabilidade do modelo proposto para gestão de riscos ESG na indústria em estudo e produzir evidências de materialidade para estabelecer a pertinência das categorias analíticas para o caso em estudo. Para tanto, foi enviado o questionário para entrevista com especialistas no segmento papel e papelão ondulado, por meio de LinkedIn, WhatsApp, além de outras redes sociais, que retornaram 82 respostas, encerradas em 18 de julho de 2024, com distribuição de gênero apresentada na Figura 24.

Figura 24 - Distribuição de gênero da pesquisa

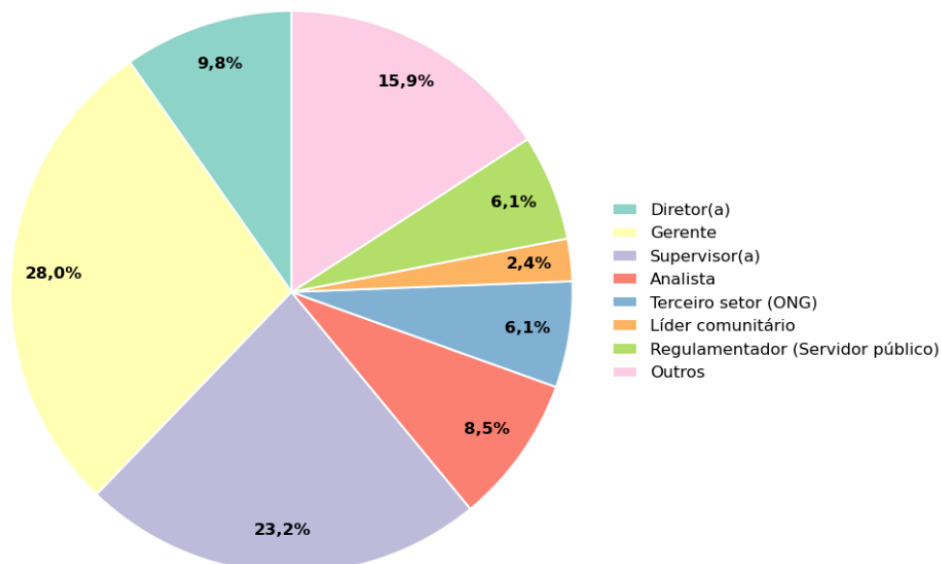


Fonte: Elaboração própria (2024)

Após o retorno e readequação do formulário, foram consultados também especialistas em atividade na empresa e ligados outras partes interessadas, dentre elas: cinco gestores do setor público (regulamentadores); cinco representantes do terceiro setor (Organizações não-governamentais) e dois líderes comunitários, escolhidos por critério de conveniência, ou seja, conforme a disponibilidade para responder aos questionários. A Figura 25 ilustra a diversidade de funções representadas na amostra:

Figura 25 - Funções exercidas pelos respondentes na indústria de papel/papelão ondulado e aparas

Qual a sua função em relação à indústria de papelão/papel ondulado e aparas?



Fonte: Elaboração própria (2024)

No instrumento de coleta de dados foi considerado a materialidade como critério para definição dos fatores prioritários para a tomada de decisões no escopo ESG adequado à indústria de papel - papelão ondulado e embalagens, conforme os dispostos nas normas SASB (SASB, 2018a, 2018b)), tendo como referência principal a Matriz de Materialidade utilizada em 2019 pela General Motors para elaborar seu Relatório de Sustentabilidade (GRI; SASB, 2021, p. 35)), considerado como padrão ouro para a consulta, registro e expressão de materialidade dos fatores ESG.

As normas SASB oferecem, para cada setor produtivo um conjunto padronizado de categorias analíticas que favorecem a síntese dos fatores ESG, quais sejam:

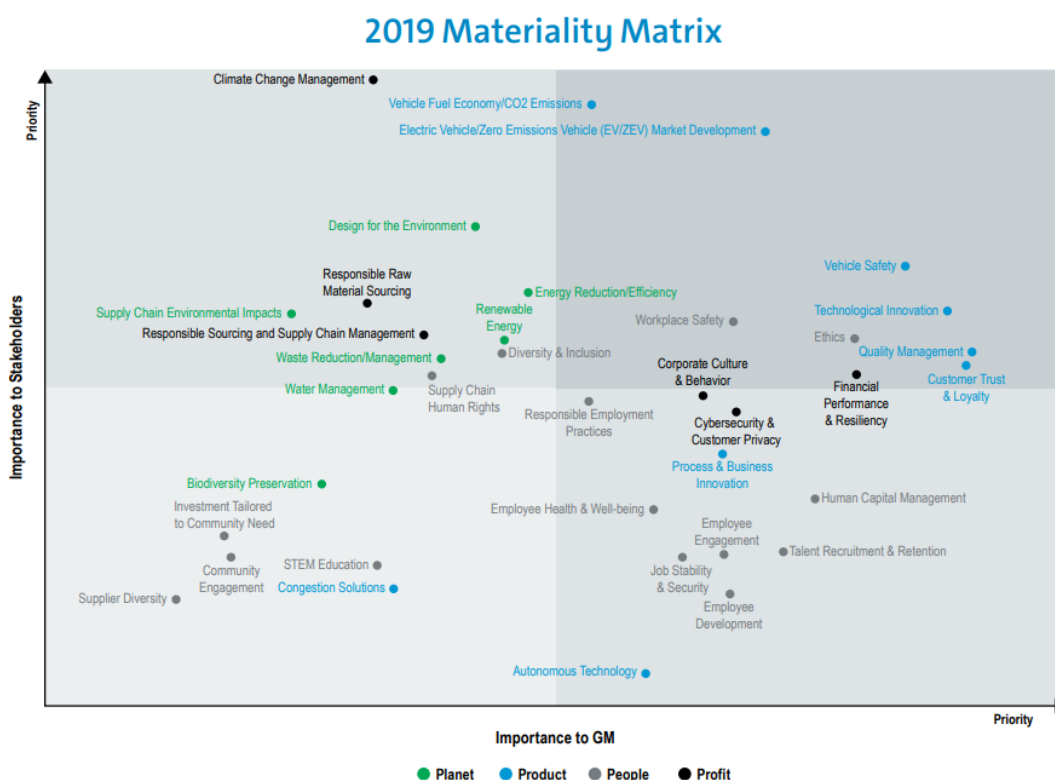
- a) emissão de gases de efeito estufa;
- b) qualidade do ar;
- c) gestão da energia;
- d) gestão da água;
- e) gestão de resíduos;
- f) segurança dos produtos;

g) gestão do ciclo de vida do produto; e

h) gestão da cadeia de suprimento. (SASB, 2018a, 2018b).

A aplicação prática dos conceitos GRI e SASB, exemplificada na matriz de dupla materialidade da GM, por sua vez, oferece um conjunto de fatores específicos que permitem evidenciar o nível de prioridade institucional, em comparação com os interesses das demais partes interessadas, conforme representados na Figura 26:

Figura 26 - Matriz de dupla materialidade GM



Fonte: (GRI; SASB, 2021, p. 35)

Os 34 fatores prospectados pela GM foram adaptados à realidade da fábrica de papel - papelão ondulado em estudo, aos preceitos da norma específica para este setor (SASB, 2018b) e, posteriormente, segmentados em categorias SASB, de forma a compor o segundo instrumento de coleta, aplicado aos gestores da empresa e de outras partes interessadas, de modo a viabilizar uma Matriz de Dupla Materialidade, adaptada ao contexto local da indústria de papel - papelão ondulado e aparas, em comparação aos interesses extramuros da indústria pela participação de partes interessadas da comunidade, do terceiro setor e do Estado. Os objetivos desta fase da pesquisa são conhecer e integrar estrategicamente os riscos ESG inerentes ao

caso em estudo, conforme determinado anteriormente no Quadro 2, orientado pela PR2030:2022.

A seguir, no Quadro 8, são expressas as perguntas utilizadas para a elaboração do questionário que coletou as opiniões de gestores e demais partes interessadas, organizado a partir da Matriz de Materialidade GM e de normas SASB, com a finalidade de evidenciar a materialidade dos fatores associados à gestão ESG no setor industrial de papel - papelão ondulado e aparas, localizada no Brasil.

Quadro 8 - Questionário de Materialidade ESG para o caso em estudo

CATEGORIAS SASB	Quanto sua organização prioriza cada fator abaixo?		Fatores de materialidade	Baixa prioridade 1	2	3	4	Alta prioridade 5
EMISSIONES DE GEE	Q1	Emissão de gases de efeito estufa						
	Q2	Gestão das mudanças climáticas						
	Q3	Emissões de CO ₂						
QUALIDADE DO AR	Q4	Qualidade do ar						
	Q5	Biodiversidade e preservação						
	Q6	Redução de congestionamentos						
GESTÃO DA ENERGIA	Q7	Redução de consumo de energia						
	Q8	Eficiência energética						
	Q9	Uso de energia renovável						
GESTÃO DA ÁGUA	Q10	Gestão da água						
	Q11	Preservação da mata ciliar						
	Q12	Reaproveitamento da água						
	Q13	Redução do consumo de água						
	Q14	Educação ambiental						
GESTÃO DE RESÍDUOS	Q15	Gestão de resíduos						
	Q16	Redução de resíduos						
SEGURANÇA DA PRODUÇÃO	Q17	Segurança dos produtos						
	Q18	Segurança no trabalho						
	Q19	Ética						
	Q20	Diversidade e inclusão						
	Q21	Gestão da qualidade						
	Q22	Cultura corporativa e Comportamento						
	Q23	Práticas de emprego responsáveis						
	Q24	Segurança cibernética e privacidade do cliente						
	Q25	Engajamento da comunidade						
	Q26	Automatização da produção						
	Q27	Saúde e bem-estar dos funcionários						
	Q28	Estabilidade no emprego						
	Q29	Ampliação do ciclo de vida do produto						

CATEGORIAS SASB	Quanto sua organização prioriza cada fator abaixo?		Fatores de materialidade	Baixa prioridade 1	2	3	4	Alta prioridade 5
GESTÃO DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO	Q30	Design ambiental						
	Q31	Inovação tecnológica						
	Q32	Inovação nos negócios e processos						
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	Q33	Fortalecimento da cadeia de suprimentos						
	Q34	Fornecimento responsável de matérias-primas						
	Q35	Impactos ambientais da cadeia de suprimentos						
	Q36	Gerenciamento da cadeia de suprimentos						
	Q37	Direitos Humanos na cadeia de suprimentos						
	Q38	Performance financeira e resiliência						
	Q39	Investimento conforme as expectativas da comunidade						
	Q40	Diversidade de fornecedores						
	Q41	Confiança do cliente e lealdade						
	Q42	Engajamento dos funcionários						
	Q43	Recrutamento e retenção de talentos						
GOVERNANÇA CORPORATIVA	Q44	Desenvolvimento dos funcionários						
	Q45	Equidade						
	Q46	prestação de contas						
	Q47	responsabilidade corporativa						
	Q48	transparência						

Fonte: Elaboração própria (2024)

O questionário, utiliza uma escala Likert de cinco pontos para efeito de análise, recebeu validação de face de quatro especialistas do setor e, posteriormente, foi respondido por 82 gestores em atuação na indústria de papel - papelão ondulado e aparas, consultados por critério de conveniência, entre os meses de março e 18 de julho de 2024, com registro de coleta elaborado através da plataforma google formulários.

3.7 AMOSTRAGEM

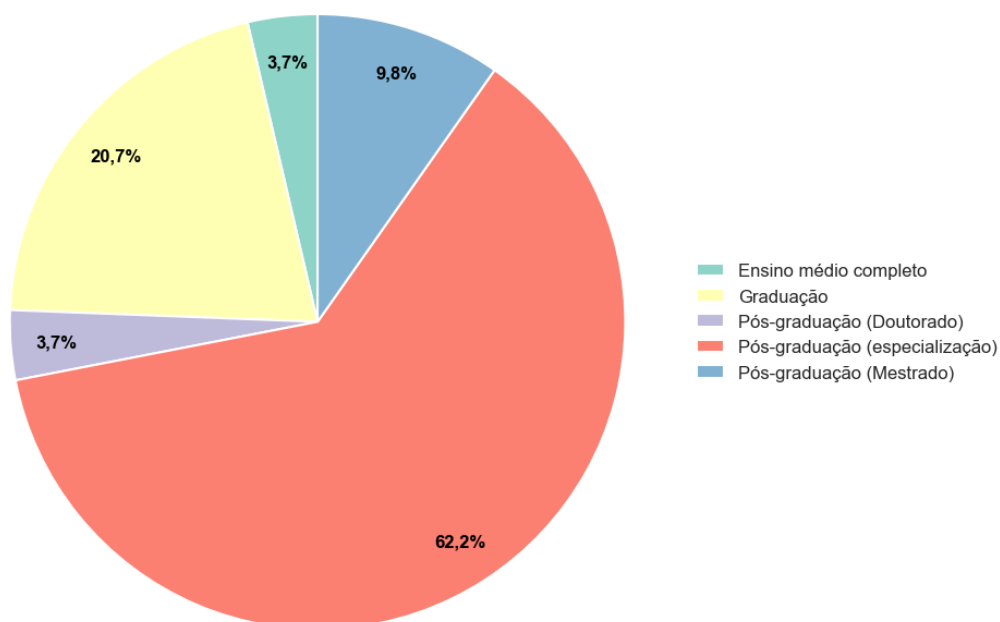
Neste estudo utiliza-se uma amostra por conveniência, sem precisão estatística. Neste tipo de amostragem, os pesquisadores selecionam os elementos aos quais têm acesso, supondo que possam representar o universo de interesse a partir dele (Gil, 2018). Para Hair *et al.* (2007), o tamanho da amostra afeta os testes estatísticos, tornando-os menos sensíveis (se for pequena) ou muito sensíveis (se muito grande). Para o autor, o tamanho da amostra deve ser de pelo menos 100 observações ou, como regra geral, pelo menos 5 vezes o número de variáveis analisadas, sendo uma proporção de 10:1 o tamanho mais aceitável.

Infelizmente, para este caso, não estavam disponíveis um número tão grande de gestores, de maneira que a amostragem realizada não pode ser considerada estatisticamente significativa, o que torna irrelevantes as análises quantitativas de significância devido à baixíssima sensibilidade da amostra. Não obstante, devido à alta especificidade dos conhecimentos demonstrados pelos participantes, suas opiniões são de alto interesse para o caso em estudo.

A escolha inicial dos sujeitos de pesquisa foi feita por conveniência, tendo em vista a baixa disponibilidade dos gestores dessas empresas para participação nas entrevistas. Dos 61 contatos realizados no primeiro questionário com gestores das diversas indústrias identificadas, foram respondidos 18 questionários (29,5%) de 10 empresas diferentes, com randomização na ordem de apresentação das perguntas. Na fase de tratamento dos dados foram excluídas as respostas de um dos participantes por falta de experiência do mesmo na indústria de papel e papelão ondulado. No segundo questionário foi possível ampliar a amostra para 82 respondentes, extrapolando os resultados para além dos limites intramuros da indústria, envolvendo stakeholders da comunidade, do Estado e do terceiro setor. A Figura 27 ilustra os níveis de experiência e qualificação dos gestores entrevistados.

Figura 27 - Nível de qualificação e experiência dos entrevistados

Qual é o seu nível mais alto de educação alcançado?



Fonte: Elaboração própria (2024)

Ao todo, 62 dos entrevistados (75,7%) são detentores de títulos de especialização, dentre eles oito mestres e três doutores; 17 entrevistados são graduados em curso superior e três possuem nível médio técnico, com experiência de supervisão na empresa em estudo, tratando-se, portanto, de um grupo com a expertise necessária para identificar os riscos e oportunidades inerentes ao setor de interesse.

Na primeira fase de coleta, o estudo de campo contou com 17 sujeitos de pesquisa, os quais exercem atualmente funções de executivos (dois respondentes); oito gestores; dois engenheiros; um supervisor; três consultores e um analista. A experiência na indústria de papel/ papelão ondulado e aparas da maioria dos respondentes (10 deles) é igual ou superior a quatro anos em indústrias de papel. Esta coleta foi realizada no primeiro semestre de 2023.

Em um segundo momento (primeiro semestre de 2024) foram entrevistados por meio de questionário estruturado 82 gestores, representantes das partes interessadas na cadeia de valor da empresa de papel - papelão ondulado em estudo. A maioria destes respondentes (68,3%) estão na indústria de papel/papelão ondulado

e aparas há mais de nove anos, indicando um grupo experiente, detentor de informações consistentes e atualizadas sobre os riscos ESG.

3.8 VALIDAÇÃO E CONFIABILIDADE DOS INSTRUMENTOS

A fim de alcançar os objetivos de pesquisa, foi escolhida a estratégia de Estudo de Caso único, considerando um projeto sustentável em no setor industrial de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil. Trata-se, portanto, de pesquisa aplicada, exploratória, de natureza mista. Conforme Yin (2015), para esta tática de pesquisa é recomenda validação fundamentada em fontes múltiplas, favorecendo o encadeamento das evidências, revisadas por informantes-chave.

Por tratar-se de leitura crítica em amostragem por conveniência e intencional, ou seja, que utiliza informações disponibilizadas por pessoas prontamente disponíveis para participação na pesquisa; com grande heterogeneidade; proatividade; propositivas e assertivas na indicação de informações, não cabe no presente estudo análise de significância da amostragem, visto que os dados não podem ser randomizados e não se trata de amostra probabilística. Conforme Campos; Saidel (2022), as amostragens intencionais e por conveniência têm como principais características a demanda por conhecimentos de indivíduos com as características exigidas (para esta pesquisa: gestores da área); que disponham de pronta disponibilidade ao pesquisador e favoreçam a maior velocidade na captação de informações chaves.

A construção amostral não-probabilística do tipo intencional e por conveniência é uma aplicação adequada quando há necessidade de acesso mais célere a participantes com características específicas, que possuam vivência ou conhecimentos observacionais e experienciais em campo. As principais fragilidades deste tipo de coleta de dados é que ela não garante o acesso às melhores fontes de informação, além de estarem sujeitas à baixa receptividade e a problemas institucionais que dificultem a ambientação do pesquisador (CAMPOS; SAIDEL, 2022). Não obstante, mesmo em amostragem não-probabilística, os instrumentos de coleta podem ser validados por meio de testes estatísticos padronizados.

Conforme Hair et al. (2007), a validação do instrumento se refere ao seu potencial de produzir a resposta exata para as questões de interesse, o qual pode ser quantificado por meio de consulta a especialistas por validação de face, como foi feito

nesta pesquisa. Outro requerimento importante para a qualidade da coleta de dados de campo é a confiabilidade, que se refere ao grau de capacidade da pesquisa em medir valores verdadeiros para as variáveis de interesse, o qual pode ser aferido pelo cálculo do coeficiente Alfa e Cronbach. Este indicador é uma inversão da medida do erro, tratada como confiabilidade, uma taxa percentual a baixo da qual as variações não são estatisticamente significativas. A fórmula canônica para o cálculo do coeficiente é representada na Equação 2:

Equação 2: Canônica do coeficiente Alfa de Cronbach

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) * \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Onde:

k = número de itens do questionário

s_i^2 = variância de cada item

s_t^2 = variância total da amostra

Fonte: Hora; Monteiro; Arica (2010, p. 89)

Conforme Hora; Monteiro; Arica (2010), os níveis de confiabilidade podem ser estratificados em cinco classes:

- para $\alpha \leq 0,3$	confiabilidade muito baixa
- $0,30 < \alpha \leq 0,60$	baixa
- $0,60 < \alpha \leq 0,7$	moderada
- $0,75 < \alpha \leq 0,90$	alta
-para $\alpha > 0,90$	confiabilidade muito alta

O cálculo do coeficiente Alfa de Cronbach pode ser verificado no Apêndice I, ao final deste documento, juntamente com o memorial de cálculo, tendo como resultado um índice de **0,986**, sem necessidade de correção dos dados, resultado que atesta um nível **muito alto** de confiabilidade para o instrumento de coleta utilizado na entrevista com especialistas.

3.9 PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO

A fase de coleta de dados foi dividida em duas partes, sendo a primeira orientada para a prospecção de metodologias, com a finalidade de evidenciar quais as metodologias em uso e também aquelas que possuem melhor potencial de aproveitamento para solução dos problemas de pesquisa. Neste sentido, a aplicação de questionários fechados e padronizados do tipo *survey* (enquete), com escala Likert de 5 pontos, sem zero, visa recolher e agrupar de forma simplificada as opiniões de especialistas e gestores envolvidos com a área de interesse, formalizando uma visão padronizada sobre os fatores críticos, riscos e encaminhamentos possíveis para o estudo de caso (ALVARENGA, 2020).

Para seleção dos primeiros entrevistados foi considerada a população de empresas de papel - papelão ondulado levantada por Magalhães (2021), que aponta 59 organizações associadas à produção de aparas, papel e papelão ondulado na região. Além destas, em pesquisa de campo, foi observada a presença de duas grandes produtoras papel - papelão ondulado, compreendendo no universo de interesse o total de 61 empresas.

Dentre elas, a empresa escolhida para o estudo de caso único produz aparas, papel e papelão para embalagens, possui duas unidades nos estados de Minas Gerais (MG) e Rio de Janeiro (RJ), sendo que a unidade anfitriã do projeto sustentável analisado está sediada no RJ. Nesta planta industrial, o sistema de produção é verticalizado e busca otimizar recursos com vistas à autossuficiência e à qualidade do produto final.

As consultas foram feitas preferencialmente de forma presencial, para os especialistas que fizeram a validação de face dos questionários e para os gestores da empresa. Para os demais participantes consultados, foram enviados links de acesso ao formulário eletrônico, hospedado na plataforma google, através de e-mail ou pelas redes sociais LinkedIn e WhatsApp. O processo de consulta se estendeu entre o início de 2023 e julho de 2024.

Os dados coletados foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos ao tratamento e análise estatística descritiva com os *softwares* google planilhas e LibreOffice, através dos quais foram calculados os coeficientes e priorizados os fatores de interesse para a modelagem de riscos ESG por análise de Pareto

(selecionados os 20% mais relevantes). Para a análise da confiabilidade dos instrumentos, as respostas foram organizadas conforme modelo representado na Figura 28 cuja versão final encontra-se no Apêndice I.

Figura 28 - Modelo de tabulação para análise de confiabilidade dos questionários

	1	2	...	i	...	k	
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1i}	...	X_{1k}	X_1
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2i}	...	X_{2k}	X_2
...	...	...	...	...	...	...	...
p	X_{p1}	X_{p2}	...	X_{pi}	...	X_{pk}	X_p
...	...	...	...	...	...	...	...
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{ni}	...	X_{nk}	X_n
	S^2_1	S^2_2	...	S^2_i	...	S^2_k	S^2_t

Fonte: Hora; Monteiro; Arica (2010, p. 89)

Após a tabulação e organização dos dados de campo, referentes às entrevistas com especialistas, foram calculados os coeficientes Alfa de Cronbach e o nível de confiabilidade do instrumento. Os dados foram revisados e submetidos a análise crítica, sintetizados e apresentados adiante.

3.10 COLETA E TRATAMENTO DO ESTUDO DE CASO

A identificação dos fatores relevantes sobre os riscos ambientais, sociais e de governança em projetos industriais sustentáveis, associada à identificação da materialidade dos fatores risco, busca ressaltar os aspectos fundamentais destacados pelos gestores consultados, em relação aos processos produtivos em aplicação na indústria de papel - papelão ondulado da região. Para tanto, foi elaborada uma adaptação da metodologia indicada por Campos (2017, p. 199), este método ajuda a “classificar e priorizar” os problemas, organizando e simplificando o processo de análise em estudos de caso.

As respostas oferecidas pelos gestores na fase de coleta de dados foram submetidas à comparação com as perspectivas disponíveis na literatura de referência, e às normas pertinentes. Em seguida, foram elaboradas revisões sistemáticas e análises semânticas automatizadas na bibliografia pertinente, a fim de fomentar a fundamentação teórica, que permitiu categorizar e estratificar os conceitos de interesse, orientando a próxima fase da pesquisa, a pesquisa em profundidade, que conta principalmente com consultas a especialistas, apoiada também por documentos

de campo, gentilmente fornecidos pela indústria, além de práticas de gestão observadas *in loco*.

Os documentos analisados foram principalmente registros operacionais relativos ao consumo de água, energia, mão de obra, produção e insumos adquiridos, processados e distribuídos pela fábrica de papel - papelão ondulado/ em estudo. Trata-se de informações consideradas estratégicas pela alta direção da empresa, de forma que o acesso foi restrito a planilhas operacionais, mantidas em formato eletrônico, cujos dados financeiros e de consumo são especificamente protegidas de divulgação pública.

Na fase de priorização foram destacados os focos das soluções a serem desenvolvidas, especificamente os tipos de avaliação de risco em utilização no ramo industrial de interesse e os fatores de risco, identificados por critério de materialidade com base na Matriz de Materialidade GM (GRI; SASB, 2021, p. 35), conforme critérios expostos no tópico 2.1.3, associada aos fatores destacados pelas normas SASB para o setor, validados em consulta aos especialistas e gestores da região. Na quinta fase são apresentados os **desdobramentos** da pesquisa e, por fim, a sexta fase apresenta a síntese das **soluções** desenvolvidas durante a tese, materializada na proposta de um modelo de avaliação de riscos ESG.

Foram sintetizadas a seguir a descrição das seis fases indicadas por Campos (2017, p. 199), adaptadas para a referida pesquisa, conforme representação do fluxograma de pesquisa, disponível na Figura 15.

3.10.1 Identificação do Problema

O problema em estudo se refere à falta de uma metodologia amplamente aceita para a avaliação de riscos ESG no segmento industrial de papel, papelão ondulado e aparas no Brasil. O mesmo foi identificado primeiramente na prática do pesquisador, em contato com a indústria e com os documentos de gestão de riscos em utilização, os quais se limitam a mencionar riscos operacionais e de segurança no trabalho.

Na sequência, a revisão da literatura confirmou uma ampla diversidade de abordagens na gestão de riscos, praticamente sem estratégias desenvolvidas especificamente para os riscos ESG, o que motivou a pesquisa com especialistas em gestão da área, a fim de explorar quais ferramentas estão em uso pelos gestores e se elas são adequadas para a análise de riscos desta natureza.

A investigação inicial indicou que nem os gestores nem os autores revisados dispõem de ferramentas ou modelos específicos para a gestão de riscos ESG, evidenciando a necessidade de aprofundamento no assunto e a emergência do problema em questão: como modelar riscos ESG para a gestão de riscos, aplicáveis na indústria de papel, papelão ondulado e aparas?

3.10.2 Estratificação: Categorização

Por tratar-se de problema complexo e multidisciplinar, foram utilizados vários recursos para selecionar e desmembrar seus aspectos mais relevantes. Um primeiro nível de estratificação diz respeito ao tripé social, ambiental e de governança institucional (ESG), que orienta a pesquisa. Nestes três escopos foram aplicados os principais conceitos destacados pela análise semântica automatizada, a fim de orientar a fundamentação de dados na fase de coleta, quando os achados teóricos foram divididos em dois grupos de conceitos, quais sejam: um primeiro grupo composto pelas categorias analíticas *stakeholder*, comunidade e mudança climática; seguido por um segundo grupo, composto pelos conceitos de gestão, sustentabilidade, desenvolvimento e análise de risco.

Por fim, as opiniões dos especialistas, manifestadas na validação do instrumento de coleta, foram confrontadas com as fontes revisadas e as práticas de gestão em uso na indústria de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil, a fim de fornecer materialidade aos resultados de pesquisa, fomentando a proposição de um modelo de avaliação de riscos ESG, aplicável ao caso em estudo.

As questões ambientais abordadas para resolução do problema estão concentradas nas causas e consequências da mudança climática em curso, bem como na busca pela sustentabilidade em projetos industriais, categorias consideradas como integradoras, a partir da revisão sistemática da literatura.

Outra categoria estrutural é a de projetos sustentáveis, que pode ser estratificada em agricultura; solo; água; atmosfera; biota e outros fatores críticos para o sucesso de iniciativas industriais voltadas para a gestão ambiental.

No extrato sociedade, o problema se desdobra em fatores associados à comunidade e aos *stakeholders*, ou seja, às partes interessadas nos investimentos da indústria de aparas, papel e papelão ondulado na região, dentre os quais se destacam os investidores, gestores, representantes da comunidade e agentes governamentais.

Nesta perspectiva alguns fatores críticos destacados pelos especialistas são a queda da energia global para investimentos industriais; dificuldades de adaptação da sociedade às novas realidades climáticas e sociais; as consequências do empoderamento das comunidades e consumidores em relação ao consumo e aceitação das práticas industriais; a falta de comprometimento dos atores envolvidos com as iniciativas voltadas para a sustentabilidade; a necessidade de apoio político para a viabilização de iniciativas sustentáveis; a geração de dependência da comunidade na ocasião de processos assistenciais promovidos pela indústria; a pobreza e marginalização de parte significativa das comunidades locais; a falta de integração entre os objetivos industriais voltados para a gestão ESG.

No escopo da governança ESG foram destacados pela revisão sistemática os tópicos gestão, desenvolvimento e análise de risco. Os mesmos se desdobraram principalmente nos problemas associados às técnicas de gestão disponíveis para avaliação de risco; as dificuldades inerentes à busca por melhores patamares de governança ESG; à prática de abordagem da gestão de risco sob demanda, ou seja a falta de cultura de prevenção, vigente em boa parte da indústria brasileira; as dificuldades de abordagens de risco voltadas para a convergência de interesses, análise de cenários e normalização das práticas de gestão de risco; e as dificuldades associadas à relação entre custo e benefício na implantação de projetos sustentáveis e de boas práticas de análise de risco.

Após a estratificação dos conceitos envolvidos na resolução do problema de pesquisa, foram consultados gestores da indústria de aparas, papel e papelão do Brasil de forma concomitante à consulta à literatura especializada, a fim de quantificar a relevância relativa atribuída pelos especialistas a cada fator crítico apontado durante o processo de estratificação. A consulta foi elaborada por meio de questionários eletrônicos (Quadros 7 e 8), enviados por e-mail e por redes sociais aos participantes, com registro através da plataforma Google, na qual a consulta permaneceu hospedada durante a elaboração e defesa desta tese.

Na sequência, estão sintetizados os resultados da entrevista com especialistas, já considerada a priorização dos fatores destacados pelos respondentes a partir do princípio de Pareto (apenas os 20% fatores mais relevantes).

3.10.3 Coleta de Dados

A fase de coleta de dados foi dividida em duas partes, sendo a primeira (1º sem. 2023) orientada para a prospecção de metodologias de avaliação de riscos em uso pelos gestores da região, a fim de explorar as possibilidades de soluções para o problema de pesquisa (construção de um modelo de avaliação de risco) que possam ser viabilizadas no ambiente industrial, a partir de conhecimentos prontamente disponíveis pelos gestores encarregados da análise e avaliação de riscos.

A segunda consulta, realizada no primeiro semestre de 2024, foi especificamente dedicada à identificação de fatores de riscos ESG presentes no caso da indústria de papel - papelão ondulado em estudo. Para a seleção dos primeiros entrevistados foi considerada a população de empresas de papel levantada por Magalhães (2021), que aponta 59 organizações associadas à produção de aparas, papel e papelão ondulado na região. Além destas, em pesquisa de campo, foi observada a presença de duas grandes produtoras papel - papelão ondulado, compreendendo no universo de interesse o total de 61 empresas.

Dentre elas, a empresa escolhida para o estudo de caso único produz aparas, papel e papelão para embalagens, possui duas unidades nos estados de Minas Gerais (MG) e Rio de Janeiro (RJ), sendo que a unidade anfitriã do projeto sustentável analisado está sediada no RJ. Nesta planta industrial, o sistema de produção é verticalizado e busca otimizar recursos com vistas à autossuficiência e à qualidade do produto final.

As consultas foram feitas preferencialmente de forma presencial, para os especialistas que fizeram a validação de face dos constructos e para os gestores da empresa. Para os demais participantes consultados, foram enviados links de acesso ao formulário eletrônico, hospedado na plataforma google, através de e-mail ou pelas redes sociais LinkedIn e WhatsApp. O processo de consulta se estendeu entre o início de 2023 e julho de 2024.

3.10.4 Priorização

Como a quantidade de dados brutos é elevada, uma vez que foram feitas 69 perguntas para mais de 80 respondentes, em duas rodadas de entrevistas, são apresentados adiante apenas os fatores destacados pelos gestores como mais críticos para a avaliação de risco, identificados por estatística descritiva, segmentados a partir dos extratos definidos em análise semântica automatizada, estruturados sobre o tripé ESG, e parametrizados a partir do modelo disponível na Matriz de Materialidade GM (GRI; SASB, 2021, p. 35), conforme critérios expostos no tópico 2.1.3.

Nesta segregação de dados foram considerados os extratos ambiente/ clima (AC); ambiente/ sustentabilidade (AS); sociedade/ stakeholders (SS); sociedade/ comunidade (SC); sociedade/ desenvolvimento (SD); governança/ gestão (GG); e governança/ análise de riscos (GA). Para selecionar os fatores de interesse, a priorização recorreu, além da estatística descritiva, à análise de Pareto e também à contagem De Borda, um algoritmo de ordenação para análise multicritério que permite ranquear variáveis e agrupar fatores de interesse, elegendo características preferíveis pelos sujeitos de pesquisa, por meio da relação matemática entre pesos e critérios. Este tipo de análise permite levar em conta não apenas o cômputo geral das escolhas (frequência), mas também os pesos específicos de cada uma delas. (ALVARENGA, 2020). Para o cálculo e ordenação dos fatores, a Equação 3 foi aplicada aos resultados das entrevistas com especialistas.

Equação 3: Algoritmo para contagem De Borda

$$C = (v_p * p) + (v_{p-1} * p - 1) + (v_{p-2} * p - 2) \dots \Rightarrow C(x) = \left(\sum_{p=5}^0 (v_p(x) * p) \right)$$

Onde: p = peso de cada ponto na escala de 0 a 5;

x = identificação da questão

Fonte: Alvarenga (2020, p. 54)

Conforme pode ser verificado na Equação 3, a contagem De Borda consiste na somatória do produto da frequência pelo peso de cada resposta. Isto implica que não

apenas as opções mais votadas interferem na análise multivariada, mas também as alternativas menos frequentes são parametrizadas no cálculo final, conforme os pesos e frequências apresentados na amostragem. Agregada ao princípio de Pareto, esta técnica permitiu estratificar e priorizar os fatores decisivos para a análise por matriz de dupla materialidade, conforme pode ser visualizado no Apêndice III. Os resultados estão indicados adiante, no Quadro 10.

3.10.5 Desdobramento e Solução: tratamento de dados

Os dados utilizados nesta pesquisa são de quatro naturezas: dados bibliográficos, tabelas e planilhas de campo, entrevistas estruturadas e observações *in loco*. Para a análise dos dados bibliográficos foi utilizado como suporte o *software* de análise semântica VOSviewer, o qual permitiu extrair as principais categorias de interesse dos artigos selecionados nas bases consultadas.

A análise de tabelas e planilhas (estatística descritiva) permite coletar, organizar e selecionar aspectos quantitativos e qualitativos do fenômeno em estudo, fomentando a tomada de decisões, resoluções de problemas, visualização e apresentação de resultados constatados em processos industriais, comerciais e afins. De maneira geral, a análise de planilhas consiste na identificação de tendências ou padrões relevantes para interpretação dos dados brutos, permitindo a interpretação, seja por meio de análises estatísticas (composições de indicadores), ou de análises de *cluster* (conglomerados) por meio do agrupamento de conjuntos de informações homogêneas por similaridade (medidas de proximidade), em função de múltiplas variáveis. Este tipo de prática permite desagregar os dados em conjuntos menores, segundo as características de interesse para a pesquisa, até que as distâncias (similaridades) entre os membros de cada grupo sejam mínimas e as distâncias entre grupos sejam máximas (YOSHIMITANAKA et al., 2015).

4. ESTUDO DE CASO

O objetivo deste capítulo é analisar os resultados obtidos a partir das ferramentas de investigação utilizadas no estudo, a fim de responder às questões levantadas até agora sobre as relações entre as categorias de interesse para avaliação de riscos ESG e fomentar a construção de um modelo analítico para esse tipo de gestão de riscos, conforme figura 29:

Figura 29 - Síntese das etapas do estudo de caso

Seção 4.1	• Aborda os parâmetros para a estatística descritiva e analisa os resultados obtidos para apoiar a construção de um modelo analítico de gestão de riscos ESG.
Seção 4.2	• Retrata os resultados das categorias ambientais: Mudanças climáticas (AC) e Sustentabilidade (AS).
Seção 4.2.1	• Retrata os resultados da categoria ambiental Mudança Climática (AC) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.2.2	• Retrata os resultados da categoria ambiental Sustentabilidade (AS) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.3	• Retrata os resultados das categorias sociais: Stakeholders (SS), Comunidade (SC), Desenvolvimento (SD), Gestão (GG) e Análise de Risco (GA).
Seção 4.3.1	• Retrata os resultados da categoria social Stakeholders (SS) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.3.2	• Retrata os resultados da categoria social Comunidade (SC) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.3.3	• Retrata os resultados da categoria social Desenvolvimento (SD) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.3.4	• Retrata os resultados da categoria social Gestão (GG) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.3.5	• Retrata os resultados da categoria social Análise de Risco (GA) baseado na opinião dos especialistas do setor industrial de interesse.
Seção 4.4	• Detalha a etapa da contagem De Borda, realizada para ordenar os resultados da entrevista com especialistas, permitindo agrupar e ordenar os extratos de pesquisa que mais interessam aos entrevistados, bem como os pontos críticos dentro dos fatores analisados.
Seção 4.5	• Aborda o resultado da consultados dos especialistas com acesso aos sistemas industriais para identificar aspectos de governança e responsabilidade e as ferramentas de avaliação de riscos utilizadas na indústria de papel e papelão ondulado.
Seção 4.6	• Detalha a etapa do detalhamento das contagens De Borda A pesquisa incluiu dois grupos de respondentes (comunidade e gestores do setor) para representar as perspectivas de stakeholders internos e externos.
Seção 4.7	• Detalha a etapa de construção da Matriz de Dupla Materialidade e o quadrante de interesse sob a ótica da comunidade e da organização.
Seção 4.8	• Apresenta o resultado referente as consultas aos especialistas na indústria de interesse, permitindo identificar as principais dificuldades de governança social e ambiental enfrentadas pelo setor na atualidade.
Seção 4.8.1	• Apresenta os fatores críticos identificados pelos especialistas para projetos industriais sustentáveis no setor de interesse, com base em problemas apontados na literatura e validados pelos mesmos.
Seção 4.8.2	• Apresenta os principais achados do estudo de caso com base na literatura consultada.
Seção 4.8.3	• Apresenta propostas de mitigação para os principais fatores de risco identificados.

Fonte: Elaboração própria (2025)

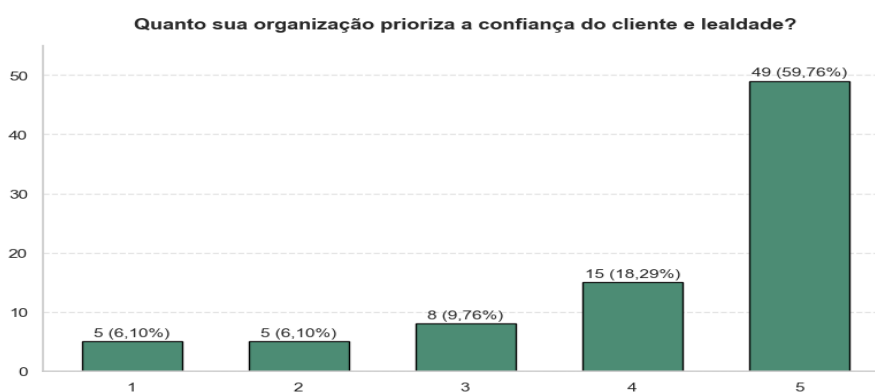
4.1 PARÂMETROS PARA A ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Para representar o comportamento das categorias de interesse, foram analisadas, por estatística descritiva, a frequência relativa de respostas oferecidas

pelo conjunto de especialistas consultados, os quais escolheram apenas uma alternativa, em uma escala de um (1) a cinco (5), para cada questão respondida. Considera-se que uma resposta cinco representa um alto nível de prioridade (alta adesão) para cada fator de risco ESG consultado. Por analogia, respostas próximas a um (1) indicam baixa adesão à afirmativa proposta no constructo.

Como parâmetro de comparação, podemos visualizar, na Figura 30, o nível de prioridade relativa atribuída às organizações para a categoria *lealdade do cliente* (59,8%), que pode ser considerada uma **alta adesão** dos consultados a essa categoria.

Figura 30 - Prioridade dada à confiança do cliente



Fonte: Elaboração própria (2024)

Corroborando com esta conclusão a matriz de dupla materialidade, na qual a categoria lealdade dos clientes aparece com altíssima prioridade para os *stakeholders* internos, ao passo que na segmentação por interesse externo, a mesma se mostra como uma categoria de baixo interesse, evidenciando a falta de alinhamento entre interesses internos e externos neste assunto.

No espectro oposto da análise, encontra-se a categoria congestionamento, que demonstra alto nível de interesse dos *stakeholders* externos e baixíssima percepção de prioridade entre a alta direção, conforme pode ser visualizado na Figura 31:

Figura 31 - Prioridade dada à redução dos congestionamentos

Quanto sua organização prioriza a redução de congestionamentos (Dificuldade de determinar a criticidade de alguns temas)?



Fonte: Elaboração própria (2024)

A categoria congestionamento é crítica para aferição do instrumento, uma vez que evidencia um ponto de discordância extrema entre os interesses de *stakeholders* internos e externos, conforme pode ser confirmado pela análise da matriz de dupla materialidade. Nessa categoria, 84,1% (100% - 15,9%) dos entrevistados concordam em não atribuir a mais alta prioridade à redução de congestionamentos, um indicador de qualidade de vida para a comunidade local. Quando lidas em conjunto, as Figuras 26 e 27 estabelecem os limites relativos superior (59,8%) e inferior (15,9%) de alta prioridade atribuídas pela amostra analisada.

Como os limites de baixa prioridade (6,1% a 11%) estão muito próximos, fica incerta qualquer conclusão a partir deste indicador. A contagem De Borda, detalhada no Apêndice II, permite refinar as diferenças que puderem surgir pela leitura meramente descritiva dos gráficos.

Por média simples entre a mínima e a máxima adesão dos entrevistados a cada proposição, pode-se inferir que o nível **37,85%** $((59,8\%+15,9\%)/2)$ de frequência relativa para a maior pontuação (5) reflete o ponto de **média prioridade** percebida pelos especialistas consultados para cada categoria analítica.

Por analogia, o primeiro tercil (15,9 a 28,5%) pode ser caracterizado como **baixa prioridade** relativa, enquanto o terceiro tercil (47,2 a 59,8%) representa o espectro de **alta prioridade**, para ocorrências relativas de maior pontuação na escala

Likert. O critério utilizado para qualificar as prioridades a partir da estatística descritiva de frequência relativa pode ser visualizado no Quadro 9:

Quadro 9 - Níveis de prioridade por frequência relativa de pontuação 5 na escala Likert

	Baixa prioridade (%)	Média prioridade (%)	Alta prioridade (%)
Freq. relativa com pontuação cinco	[15,9 a 28,5]	[28,5 a 47,2]	[47,2 a 59,8]

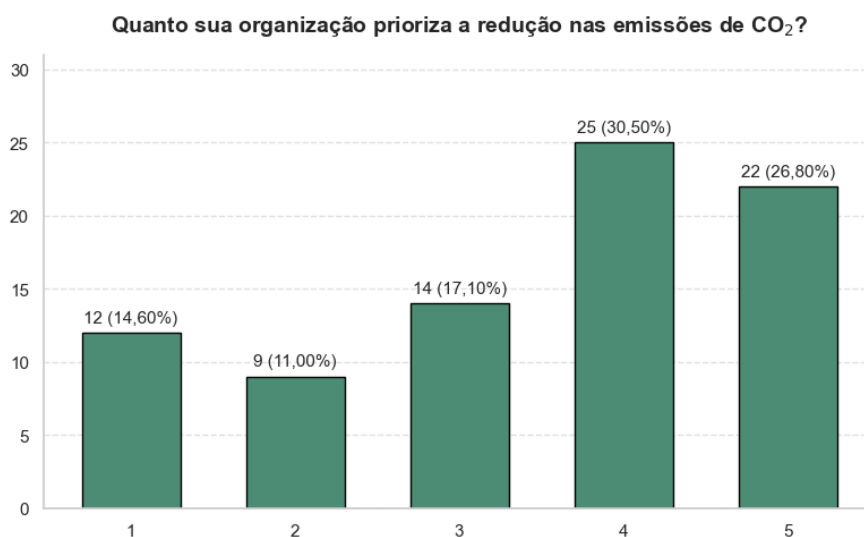
Fonte: Elaboração própria (2024)

4.2 CATEGORIAS AMBIENTAIS

4.2.1 - Mudanças Climáticas (AC)

Um indicador confiável do compromisso com a mitigação das mudanças climáticas é a emissão e gases de efeito estufa (GEE). Neste quesito, apenas 28% dos entrevistados concorda completamente (nível 5 de prioridade) que sua organização prioriza a redução de emissões de gases de efeito estufa, indicando uma baixa adesão a esta categoria, visto que a maioria dos respondentes (28% - 100% = - 78%) discordaram em atribuir alta prioridade das organizações à redução de emissões de GEE, o que pode ser assumido como um indicador de baixa adesão às iniciativas de redução da pegada ecológica e corrobora com os resultados analisados por contagem De Borda (Apêndice II), bem como ao disposto na matriz de dupla materialidade (Figura 46). A Figura 32 representa as respostas por estatística descritiva, com análise de frequência relativa para o questionamento sobre a prioridade das organizações na redução das emissões de GEE, na perspectiva dos gestores e especialistas:

Figura 32 - Prioridade dada à redução das emissões de CO₂



Fonte: Elaboração própria (2024)

Corroborando com esta conclusão, 26,8% concordam parcialmente (nível 5) com a afirmação de que sua organização prioriza a gestão das mudanças climáticas em suas decisões, assim como uma quantidade similar (30,5%) dos gestores concordam parcialmente (4) que sua organização prioriza a redução nas emissões de CO₂. Naturalmente esta divisão não é suficiente para uma segmentação precisa e seleção das categorias mais relevantes para o caso em estudo, visto que desconsidera os níveis intermediários de anuência da amostra, motivo pelo qual a análise por multicritérios (contagem De Borda) foi também utilizada para as qualificações e conclusões que seguem.

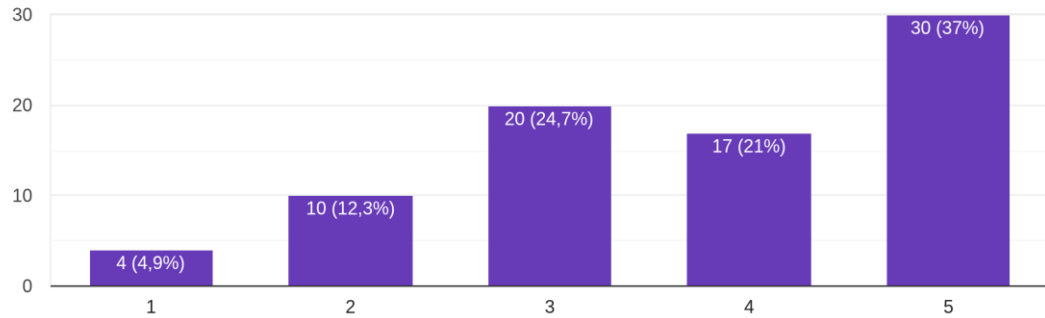
4.2.2 Sustentabilidade (AS)

No que diz respeito à sustentabilidade, 37% (Figura 33) dos entrevistados considera que as organizações estão investindo em iniciativas socioambientais além do necessário previsto em lei, o que evidencia uma penetração ainda medíocre (média prioridade) dos princípios ESG no setor de papel/ papelão ondulado e aparas, uma vez que o nível de maturidade para a gestão socioambiental é medido pela proatividade na gestão de riscos desta natureza, conforme a PR2030:2022.

Figura 33 - Respeito à sustentabilidade

Quanto sua organização investe em iniciativas sociais e ambientais além do necessário por obrigações legais?

81 respostas



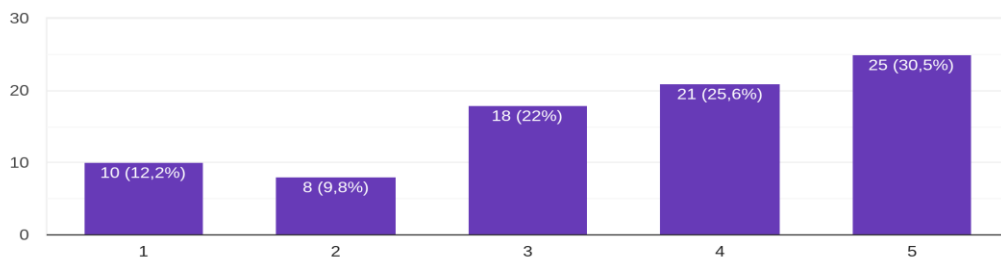
Fonte: Elaboração própria (2024)

Um fator indireto que pode mostrar a preocupação das organizações com a sustentabilidade ambiental é a qualidade do ar, indicador que adere completamente às prioridades da organização para 30,5% (Figura 34) dos entrevistados. Corroborando esta conclusão, 32,9% dos respondentes concordam plenamente que sua organização prioriza a biodiversidade e preservação ambiental.

Figura 34 - Preocupação com a qualidade do ar

Quanto sua organização prioriza a melhoria na qualidade do ar?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

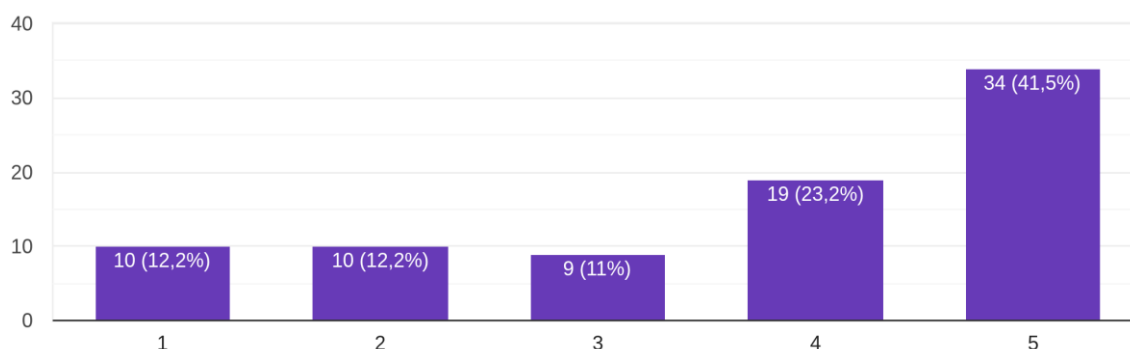
A redução no consumo de energia pode ser considerada como um fator direto de sustentabilidade, sendo reconhecido por 35,4% dos entrevistados como um problema de alta prioridade para suas organizações, resultado corroborado pela alta

prioridade reconhecida na busca por eficiência energética (34,1%) e pelo uso de energias renováveis (32,9%), atestando um nível intermediário de priorização percebida para a sustentabilidade na amostra.

A gestão dos recursos hídricos se mostra entre os fatores críticos de maior adesão entre os entrevistados, com 36,6% concordando que suas organizações manifestam alta prioridade (5) neste aspecto da sustentabilidade ambiental, bem como no reaproveitamento da água e na redução do consumo (37,8%). Tal perspectiva é corroborada pelo índice de prioridade (41,5%) dado à preservação da mata ciliar (Figura 35), que protege as margens dos rios. Ainda assim, a preservação da água permanece no nível intermediário de prioridades percebidas para essa amostragem, conclusão corroborada pela análise da matriz de dupla materialidade, que demonstra um interesse menor da comunidade, do que da alta direção sobre esse indispensável recurso natural.

Figura 35 - Proteção das margens dos rios

Quanto sua organização prioriza a preservação da mata ciliar (Vegetação nas margens dos rios)?
82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

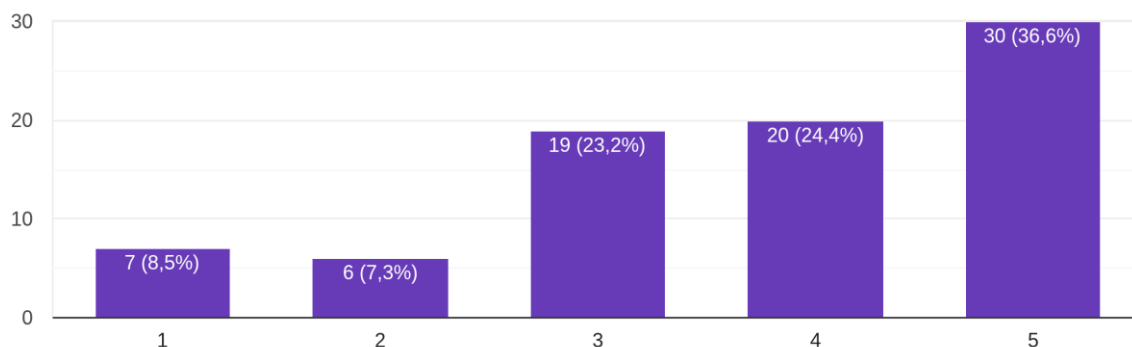
Um fator decisivo para a sustentabilidade ESG é o entendimento e análise consistente do ciclo de vida dos produtos oferecidos pela organização, por isto foi perguntado para os especialistas o quanto sua organização prioriza a ampliação do ciclo de vida do produto? Como resposta, 36,6% dos respondentes afirmam um alto

grau de prioridade neste indicador (Figura 36). O mesmo índice é confirmado em relação à prioridade percebida para os impactos ambientais na cadeia de suprimentos.

Figura 36 - Ampliação do ciclo de vida dos produtos

Quanto sua organização prioriza a ampliação do ciclo de vida do produto?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

Com o refinamento e incorporação dos conceitos ESG nas organizações, a ampliação do ciclo de vida dos produtos e busca por redução dos impactos socioambientais negativos tendem a ser incorporados já na fase de pesquisa e desenvolvimento de produtos, dando origem ao *design* ambiental, visão que manifesta uma preocupação imersiva da organização com a sustentabilidade desde a concepção de suas atividades. Para aferir o nível de profundidade do comprometimento das organizações com a sustentabilidade foi perguntado: o quanto sua organização prioriza o design ambiental? Esta questão teve um dos piores desempenhos na entrevista, o que evidencia um ponto crítico nesta cadeia de valor, sendo que apenas 25,6% dos respondentes percebem alta prioridade para o design ambiental em suas organizações, evidenciando uma fragilidade do sistema produtivo analisado.

4.3 DADOS SOCIAIS

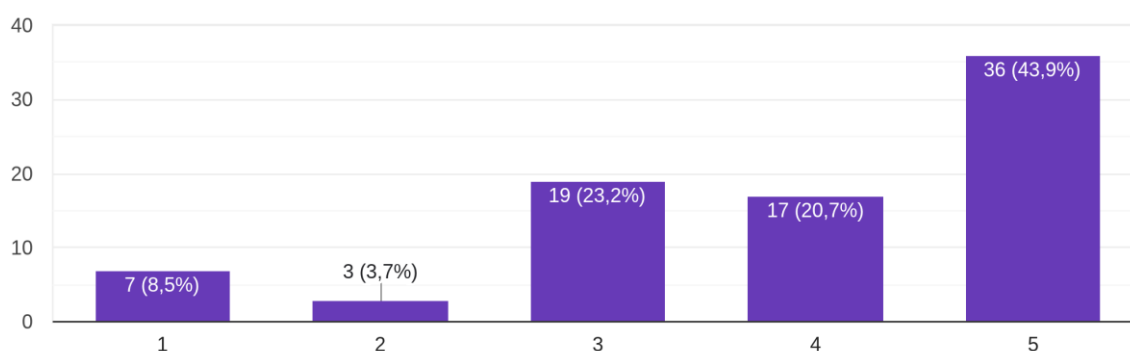
4.3.1 Stakeholders (SS)

Na cadeia de valor da indústria de papel/ papelão ondulado e aparas, a gestão de resíduos impacta diretamente todas as partes interessadas, de forma que este se mostra como um fator crítico para as relações sociais das organizações. Corroborando com esta percepção, 43,9% dos especialistas entrevistados identificam plenamente a gestão de resíduos (Figura 37) como um fator de alta prioridade (5) para suas organizações, assim como 42,7% deles concordam que sua organização prioriza a redução de resíduos.

Figura 37 - Foco na gestão de resíduos

Quanto sua organização prioriza a gestão de resíduos?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

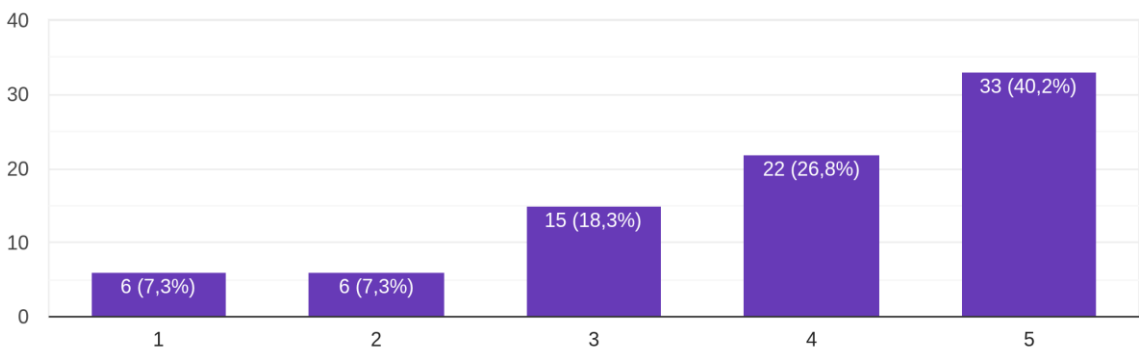
Um fator indireto que evidencia a preocupação das organizações com todas as partes interessadas é a segurança oferecida por seus produtos. Trata-se de um fator crítico para as empresas (5), segundo 46,3% dos gestores entrevistados. Esta conclusão é corroborada pelos dados sobre segurança no trabalho, que apresentam o mesmo nível próximos de prioridade, conforme os respondentes.

Um indicador direto e amplamente utilizado para aferir a sustentabilidade social é a saúde e segurança no trabalho. Neste segmento, quando perguntados pelo quanto

sua organização prioriza a saúde e bem-estar dos funcionários, 41,5% dos entrevistados manifestaram perceber um alto nível de prioridade. Ainda analisando os funcionários, enquanto partes interessadas, seu engajamento nas empresas (Figura 38) é percebido por 40,2% dos gestores consultados com alto nível de prioridade (5).

Figura 38 - Engajamento dos funcionários

Quanto sua organização prioriza o engajamento dos funcionários?
82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

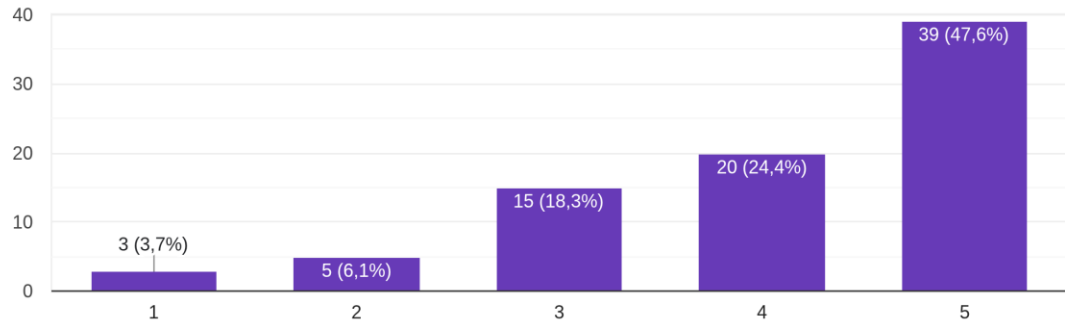
Curiosamente, esta expectativa sobre os colaboradores não se reflete em promoção dos processos de recrutamento e retenção de talentos, que apresenta uma baixa taxa de prioridade, com 26,8% dos entrevistados considerando estes fatores como altamente prioritários (4), achado que contrasta com a prioridade média percebida por 34,1% dos entrevistados para o desenvolvimento dos funcionários. Outra forma de perceber a importância que as organizações atribuem ao relacionamento com as partes interessadas é a responsabilização pelo fornecimento de matérias-primas. Neste estrato da pesquisa, 37,8% dos respondentes atribuem uma alta prioridade (5) ao fornecimento responsável de matérias-primas.

Além da relação com os fornecedores, a priorização dos interesses dos investidores também foi investigada, apresentando uma alta taxa de 47,6% de percepção entre os entrevistados de que há uma alta prioridade para a performance financeira e resiliência (Figura 39).

Figura 39 - Performance financeira e resiliência

Quanto sua organização prioriza a performance financeira e resiliência?

82 respostas



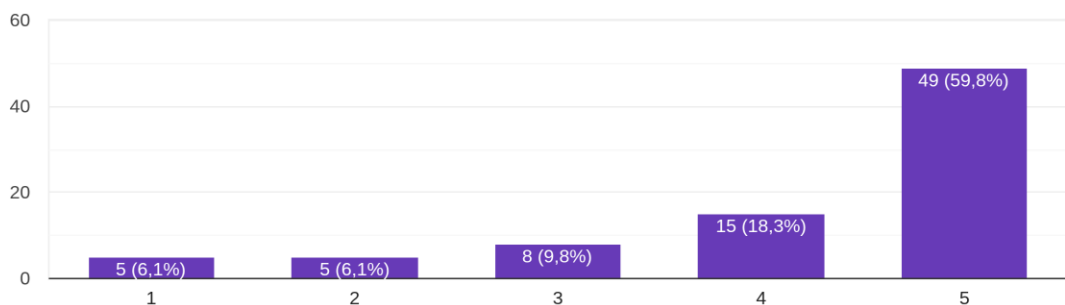
Fonte: Elaboração própria (2024)

Sem sombra de dúvida, a taxa mais alta de prioridade encontrada na pesquisa é a dedicada à confiança do cliente e lealdade (59,8%), destacando esta parte interessada como principal destinatária dos esforços nas organizações, conforme a percepção dos respondentes, com uma distância de 8,6% para o segundo fator com alta prioridade analisado, o interesse dos investidores, conforme pode representação disponível na Figura 40.

Figura 40 - Confiança do cliente e lealdade

Quanto sua organização prioriza a confiança do cliente e lealdade?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

4.3.2 Comunidade (SC)

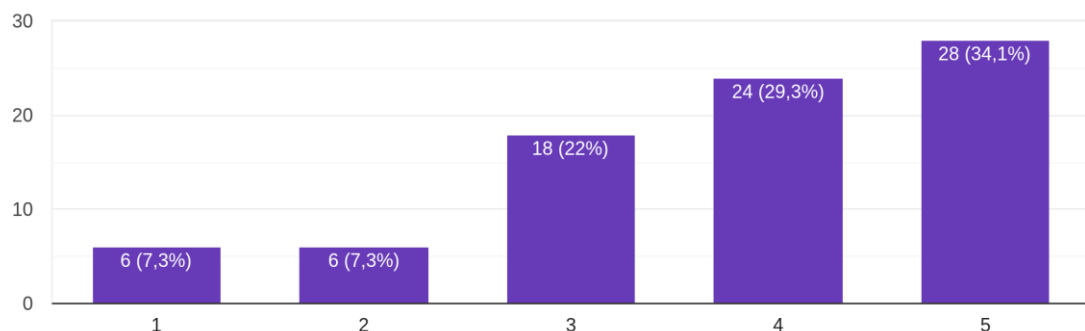
A presença de congestionamentos pode ser considerado um indicador indireto de preocupação com fatores sociais, tais como o bem-estar da comunidade, o deslocamento e conforto dos funcionários, assim como indica o cuidado com fatores ambientais, como emissão de carbono e qualidade do ar, para os quais o trânsito pode ser um grande contribuidor nas áreas urbanas.

Quando perguntados sobre o quanto sua organização prioriza a redução de congestionamentos, a maioria dos respondentes (34,1%) indicou um nível médio de prioridade (3), o mais baixo entre os níveis de prioridade analisados (15,9% de alta prioridade), evidenciando a falta de percepção, entre os gestores consultados, dos impactos negativos causados pelo excesso de trânsito à qualidade vida e ao aumento da pegada ambiental em âmbito comunitário.

Um indicador direto de preocupação com a comunidade é a educação ambiental (Figura 41), que afeta não apenas os processos internos, mas detém efeitos duradouros além dos muros das organizações, melhorando a qualidade de vida e reduzindo a pegada ambiental da comunidade como um todo.

Figura 41 - Educação ambiental

Quanto sua organização prioriza a educação ambiental?
82 respostas



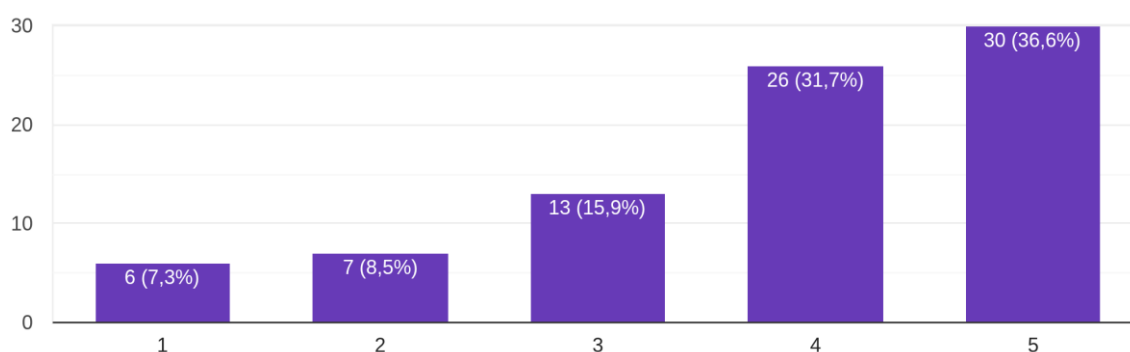
Fonte: Elaboração própria (2024)

Neste requisito, os entrevistados manifestam média prioridade das suas organizações (34,1%) com a educação ambiental. Além destes, a prática de emprego responsáveis é um fator a partir do qual se pode inferir a dupla preocupação com a comunidade e com o desenvolvimento sustentado da organização, a partir do respeito às leis e às necessidades dos colaboradores. Neste segmento, 36,6% dos

Figura 42 - Empregabilidade responsável

Quanto sua organização prioriza a prática de empregos responsáveis?

82 respostas



especialistas reconhecem alta prioridade dada pela organização à empregabilidade responsável (Figura 42).

Fonte: Elaboração própria (2024)

No escopo das relações comunitárias, surge um dos dados mais alarmantes desta pesquisa: apenas 25,6% dos consultados consideram altas as prioridades dadas às expectativas da comunidade em suas decisões de investimento. Esta é uma das prioridades mais baixas dentre os fatores analisados. Este baixo nível de prioridade para as expectativas comunitárias corrobora a incongruência entre os interesses das organizações, dos seus investidores e os das comunidades em que estão inseridas.

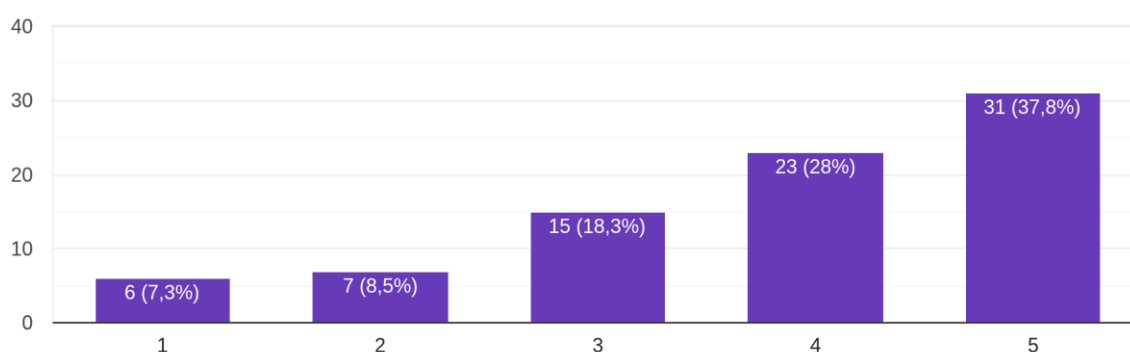
4.3.3 Desenvolvimento (SD)

Um conjunto de fatores que evidencia o nível de desenvolvimento em uma organização é a promoção da cultura corporativa, a qual permite aos colaboradores compartilhar os valores a missão e a visão dos líderes em linguagem e comportamentos comuns. Neste estrato da análise, 37,8% dos entrevistados concordam plenamente que sua organização valoriza a cultura corporativa e o comportamento (Figura 43).

Figura 43 - Cultura corporativa e o comportamento

Quanto sua organização prioriza a cultura corporativa e comportamento?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

Outro fator direto de desenvolvimento industrial é a busca por automação, neste quesito 29,3% dos entrevistados manifestam perceber alto nível de prioridade em suas organizações na busca por automação da produção. Este nível é muito similar ao encontrado nas respostas para a pergunta: Quanto sua organização prioriza a estabilidade no emprego? Isto aponta para o baixo nível de desenvolvimento da indústria local, condizente com tecnologia obsoleta, alta rotatividade e baixa qualificação da mão e obra.

4.3.4 Gestão (GG)

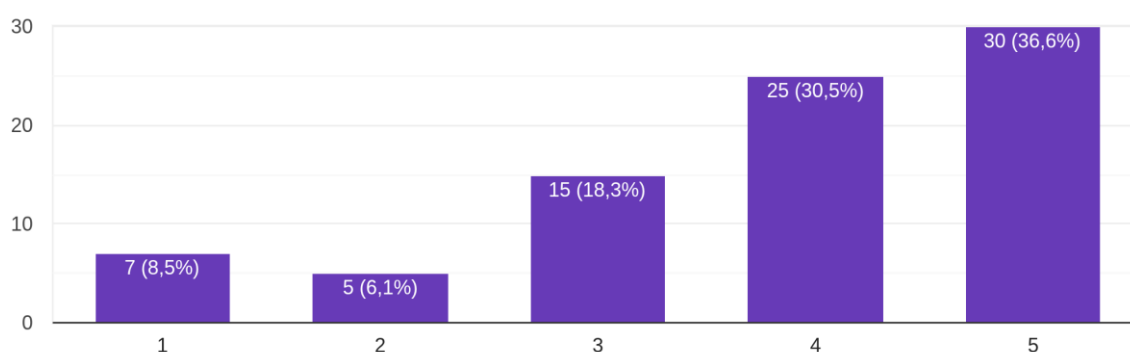
Em relação à responsabilidade na gestão das empresas, a transparência é um dos fatores determinantes para que se atinja a governança de alto nível, sendo que 40,2% dos entrevistados consideram que este fator faz parte da tomada de decisões das lideranças nas organizações, embora apenas 30,9% concordam plenamente que sua organização divulga adequadamente seus resultados financeiros e desempenho operacional. Além da transparência, a igualdade também é um fator crítico para a governança e 29,6% dos entrevistados concordam parcialmente que há igualdade de oportunidades nas suas organizações. Ainda mais crítico é o fator responsabilidade da liderança, que recebeu adesão de apenas 26,8% dos respondentes.

Um indicador direto de desenvolvimento analisado no campo da gestão foi a inovação tecnológica, percebida por 36,6% dos entrevistados como um fator de alta prioridade (5). Entretanto, quando a mesma questão foi voltada para inovação em negócios e processos, a maioria dos respondentes (31,7%) passam a concordar com o alto nível de prioridade para a inovação (Figura 44). De forma similar, a priorização do gerenciamento da cadeia de suprimentos conta com níveis altos de prioridade para 32,9% dos entrevistados.

Figura 44 - Prioridade para a inovação

Quanto sua organização prioriza a inovação tecnológica?

82 respostas



Fonte: Elaboração própria (2024)

Um dos dados mais surpreendentes da amostra analisada foi o alto índice de prioridade encontrado para a ética no trabalho, afirmada por 51,2% dos entrevistados, o que denota uma preocupação intrínseca das organizações com a governança de alto nível. Corroborando com esta conclusão, são relatados níveis altos (5) de priorização por (41,9%) dos respondentes para a adesão às iniciativas de diversidade e inclusão em suas organizações e de 43,9% à percepção de alta prioridade para os direitos humanos na cadeia de suprimentos.

4.3.5 Análise de risco (GA)

A gestão da qualidade é um passo inicial indispensável para a análise e controle de riscos e desenvolvimento de projetos, sendo que 42,7% dos entrevistados concordam que suas organizações priorizam a gestão da qualidade.

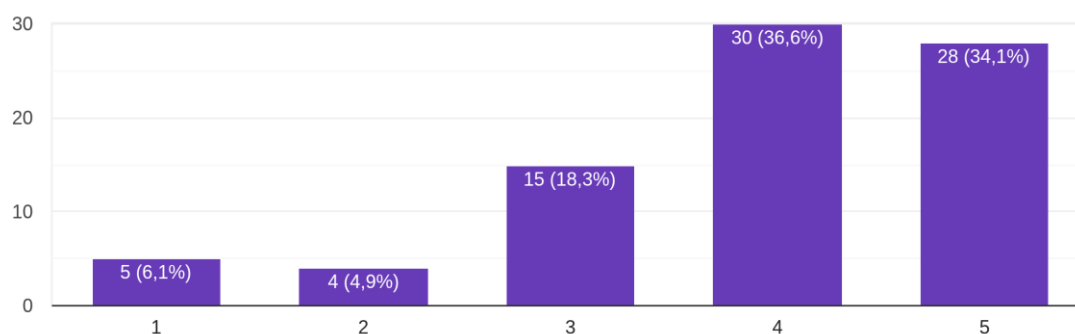
Uma das medidas indiretas para o apetite de risco é o investimento em segurança cibernética e privacidade, fator no qual também 42,7% dos consultados manifestam perceber alta prioridade em suas organizações. Além desta, a preocupação com a estabilidade na cadeia de suprimentos permite aferir indiretamente a disposição para tomada de risco de longo prazo, sendo que 34,1% dos consultados concordam que o fortalecimento da cadeia de suprimentos (Figura 45) é uma alta prioridade para suas organizações.

Figura 45 - Cadeia de suprimentos

Fonte:

Quanto sua organização prioriza o fortalecimento da cadeia de suprimentos?

82 respostas



Elaboração própria (2024)

Essa discrepância sensível entre a aversão a riscos imediatos (tecnológicos / cibersegurança) e o apetite para os riscos estruturais (cadeia de suprimento) permite defender que a amostra analisada evidencia um maior apetite para riscos de longo prazo e uma aversão aos riscos de curto prazo. Outro índice que explica melhor o apetite do risco na cadeia de suprimentos foi manifestado pelos respondentes quanto à diversificação de fornecedores, por ser uma medida preventiva na gestão de riscos, para a qual apenas 28% da amostra percebe alto grau de prioridade em suas organizações.

4.4 ANÁLISE POR CONTAGEM DE BORDA

Como apresentado na exposição sumária dos fatores e taxas de prioridade informadas pelos entrevistados, os resultados são múltiplos e complexos, contando com relações interativas e interagentes, próprias de uma cadeia de valor para a qual concorrem múltiplos sistemas produtivos, como era de se esperar para o problema proposto. Uma vez que muitas das taxas calculadas têm valores próximos, foi adotada a metodologia de contagem De Borda para viabilizar a priorização pelo princípio de Pareto (ALVARENGA, 2020), fornecendo os critérios de materialidade necessários para consolidar os fatores de interesse para a composição da matriz de dupla materialidade e avaliação de riscos ESG.

A contagem De Borda, realizada para ordenar os resultados da entrevista com especialistas, cujo registro consta no Apêndice II, permitiu agrupar e ordenar os extratos de pesquisa que mais interessam aos entrevistados, bem como os pontos críticos dentro dos fatores analisados. Os fatores que apresentaram maior contagem nas questões fechadas (maior prioridade entre os respondentes) foram segregados por critério de Pareto e encontram-se elencados por ordem decrescente no Quadro 10:

Quadro 10 - Fatores priorizados por contagem De Borda e critério de Pareto

Fatores	Contagem De Borda	Extrato
Confiança do cliente e lealdade;	344	Social/ sustentabilidade (SS)
Ética no trabalho;	388	Governança/ gestão (GG)
Segurança no trabalho;	336	Social/ sustentabilidade (SS)
Performance financeira e resiliência;	333	
Segurança cibernética e privacidade do cliente;	327	Governança/ Análise de riscos (GA)
Diversidade e inclusão;	327	Governança/ gestão (GG)
Transparência das decisões tomadas pelos líderes;	326	
Direitos Humanos na cadeia de suprimentos;	323	
Segurança dos produtos;	322	Social/ sustentabilidade (SS)
Responsabilização da liderança	319	Governança/ gestão (GG)

Fonte: Elaboração própria (2024)

Os extratos com maior representatividade dentre os fatores priorizados foram a governança/ gestão (GG), com cinco destaques e os fatores sociais/ sustentabilidade (SS), com quatro fatores priorizados. De forma antagônica, os fatores com menor contagem De Borda podem ser priorizados como pontos críticos nesta cadeia de valor. Eles encontram-se destacados no Quadro 11:

Quadro 11 - Matriz setorial de riscos ESG por contagem De Borda e critério de Pareto

Fatores	Contagem De Borda	Extrato
Redução de emissões de GEE	276	Ambiente / clima
Design ambiental	279	Ambiente/ sustentabilidade
Mudanças climáticas	280	Ambiente / clima
Redução de emissões de CO ₂	282	
Expectativas da comunidade	288	Social/ comunidade

Recrutamento e retenção de talentos	289	Social/ <i>stakeholders</i>
Igualdade de oportunidades		Governança/ gestão
Energias renováveis		Ambiente/ sustentabilidade
Qualidade do ar		

Fonte: Elaboração própria (2024)

Conforme pode ser observado no Quadro 11, a análise multivariada por contagem De Borda (Apêndice II), quando segregada por critério de Pareto, destaca os extremos da amostra, sendo que, ao serem estratificados 20% dos resultados inferiores na contagem, a análise evidencia os fatores que têm sido considerados menos prioritários pelos gestores (maior apetite pelo risco). Os extratos mais prejudicados, nesta linha de raciocínio, são o ambiente/ clima (AC) e o ambiente/ sustentabilidade (AS), com dois destaques negativos nos níveis de prioridade percebidos pelos gestores consultados.

Salta aos olhos que o fator indicativo direto de controle da pegada ecológica, a redução de emissões de GEE, recebe o segundo índice mais baixo de prioridade nesta amostra (contagem De Borda = 276), fato confirmado pela pergunta de verificação sobre redução de CO₂, com nível próximo (282) de rejeição pelos especialistas consultados. Esta proximidade entre as respostas sobre GEE e CO₂ atesta novamente o alto nível de confiabilidade (0,98)¹⁹ do instrumento de coleta.

Os dados anteriormente apresentados já são suficientes para a construção de uma matriz de materialidade setorial. Entretanto, conforme os preceitos standardizados (GRI; SASB, 2021), interessa a dupla materialidade, ou seja, a congruência entre os interesses internos e os externos à organização para a avaliação de riscos ESG, modelagem que segue explanada no Capítulo 4.

4.5 GOVERNANÇA INSTITUCIONAL E RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Para delinear os principais aspectos de governança e responsabilidade a serem considerados no caso em estudo, foram consultados especialistas em gestão com acesso aos sistemas industriais em análise. Os participantes da pesquisa foram

¹⁹ O maior coeficiente Alfa de Cronbach possível é 1,0 e, quanto maior o alfa, menor o erro esperado para o valor de verdade das respostas recebidas.

questionados sobre as técnicas, ou ferramentas de avaliação de riscos em utilização na indústria de papel em que trabalham. Eles apontaram a análise preliminar de riscos (APR) como principal abordagem utilizada para gestão de riscos, com frequência relativa de 58,8% das observações. Além desta, os respondentes destacaram também a utilização de análise de modos de falha (FMEA) em 29,4% dos questionários; a ferramenta de análise WHAT – IF (WI) foi apontada por 23,5% dos entrevistados como uma das técnicas de análise de risco em utilização na empresa em que trabalham. O formulário admitia a indicação de mais de uma técnica em uso por respondente, por isto a soma dos resultados supera 100% das ocorrências.

A árvore de causas e a árvore de falhas, foram apontadas por três e dois sujeitos de pesquisa, respectivamente. Outras técnicas de gestão, elencadas apenas uma vez na consulta foram: análise SWOT; Diagrama de Causa e Efeito; PDCA; SDCA; Princípio de Pareto; *brainstorming*; 5 porquês e técnica de incidentes críticos. Um dos sujeitos de pesquisa relata que “A empresa possui baixo *know-how* com análise de risco”, ao passo que outro dos entrevistados considera que este tipo de análise não se aplica à sua atividade.

Os consultados relatam que a segunda abordagem mais utilizada, a FMEA, embora se mostre muito mais sistematizada e rigorosa do que as demais, é estruturada a partir de uma orientação por processos complexos de registro, que pode facilmente ser descontextualizada e convertida em burocracia, dificultando as soluções ESG. O terceiro formato mais utilizado na região, WHAT –IF (WI), embora se mostre bastante flexível e com potencial de envolver a comunidade, peca pela superficialidade.

Ao serem perguntados sobre a prática de gestão de riscos mais adequada para a aplicação em projetos industriais sustentáveis, 76,5% dos gestores em atividade na indústria destacaram a análise preliminar de riscos (APR). Além desta, foram ressaltadas a análise de modos de falha (FMEA) por 52,9% dos sujeitos de pesquisa e a técnica WHAT – IF (WI) por 41,2% dos participantes, de maneira a evidenciar estas três como as principais técnicas de risco em utilização entre os gestores consultados.

Na primeira fase da consulta (Quadro 7), os sujeitos de pesquisa também foram questionados sobre as principais deficiências na governança social e ambiental da empresa em que trabalham. Os principais fatores indicados pelos respondentes foram: **clareza no alinhamento de objetivos entre Estado, comunidades e**

iniciativa privada (com frequência relativa = 58,8%); **elencar os problemas de governança** (52,9%); **acompanhar e eliminar as causas dos riscos** (47,1%); medir os impactos socioambientais da atividade (41,2%); desenvolvimento de políticas de planejamento (35,3%) e envolvimento da sociedade (29,4%).

Sobre as abordagens na gestão de riscos e de governança para a sustentabilidade, a maioria absoluta dos consultados (70,5%) concorda com a afirmação de que **abordagens colaborativas** reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável (Fraser, 2021). Além disto, 67,7% dos entrevistados corroboram a tese apontada por Ding *et al.* (2020), de que as **análises de convergência** reduzem o risco social e promovem o desenvolvimento sustentável.

Dentre os fatores de governança com maior potencial de influenciar positivamente o sucesso de projetos industriais sustentáveis, conforme os sujeitos de pesquisa, destacam-se: **influência da alta direção** (frequência relativa de 76,5%); **vantagem sustentável** (70,6%); **inovação** (64,7%); fatores legais (58,8%); e identificação com a marca (52,9%).

Os dados coletados não se mostraram significativos sobre a aplicação da NBR ISO 31000, visto que a maioria dos respondentes alega desconhecer a norma (29,4%), ou estar indecisa sobre seu impacto na gestão de riscos (29,4%). Também não foram constatadas diferenças significativas nas respostas sobre a análise de cenários; em relação à abordagem sobre demanda; e acerca da devolução de terras agrícolas à floresta como fatores que promovem a redução de riscos ao solo em projetos industriais sustentáveis. Dentre as diversas técnicas e práticas de análise de riscos destacadas pelos respondentes, foram selecionadas para prosseguimento do estudo as 20% mais representativas, por análise de Pareto.

Dentre as 10 possibilidades de respostas acerca das ferramentas mais utilizadas na indústria de papel - papelão ondulado para a avaliação de riscos, apenas duas se destacam, quais sejam: APR (Análise Preliminar de Riscos) e FMEA (Análise dos Modos de Falha), com frequências relativas de 58,8% e 29,4% respectivamente.

Em relação aos fatores de risco para projetos industriais sustentáveis, a maioria dos respondentes (nove sujeitos) afirmou concordar, ou concordar plenamente com a afirmação de que a **queda na energia da economia global** e a falta de capacidade de adaptação da sociedade às mudanças socioambientais são fatores de risco para projetos industriais sustentáveis (Creed *et al.*, 2019), enquanto seis deles se manifestaram indecisos sobre o assunto e um deles discordou da proposição.

Os resultados apontam ainda para uma grande concordância dos entrevistados com a afirmação de que a **gestão de riscos orientada para o envolvimento das pessoas** é capaz de empoderar os envolvidos e detém um maior potencial de governança para a sustentabilidade (GUMIRAN; DAAG, 2021), visto que 14 respondentes afirmaram concordar, ou concordar plenamente com a afirmação, enquanto três dos sujeitos de pesquisa se manifestaram indecisos e nenhum discordou.

Embora uma parte significativa dos respondentes (35,3%) se mostre indecisa sobre a afirmação de que o **compromisso da comunidade** é um fator crítico para o sucesso de projetos industriais sustentáveis (GUMIRAN; DAAG, 2021), a maioria deles (52,9%) concorda, ou concorda plenamente com a proposição, enquanto dois sujeitos apontaram discordância parcial. Outra assertiva corroborada pela maioria dos respondentes (64,7%) é a de que o **apoio político é um fator crítico** para o sucesso de projetos industriais sustentáveis (GUMIRAN; DAAG, 2021).

A maioria dos gestores consultados (70,6%) manifestou concordância com a afirmação de que **a integração entre objetivos públicos e privados é um fator de sucesso** para projetos industriais sustentáveis (TAYLOR; HARMAN, 2016). De forma similar, 76,5% dos entrevistados concordaram que **a relação entre benefício e custo é favorável em projetos industriais sustentáveis** (SUGIYAMA *et al.*, 2017).

Não foi constatada diferenças significativas nas respostas acerca da relação entre pobreza econômica, ou entre a dependência assistencial das comunidades e os projetos industriais sustentáveis.

4.6 MATERIALIDADE INTERNA E EXTERNA

Na segunda fase da consulta (Quadros 7 e 8), dedicada aos indicadores de materialidade, os fatores e extratos sintetizados nos Quadros 9 e 10 foram segregados em duas categorias de respondentes (comunidade e gestores em atividade no setor), de maneira que suas percepções podem materializar as diferentes perspectivas de grupos internos e externos de *stakeholders*. Os dados foram tratados conforme as metodologias indicadas no Item 3.8 e sintetizados nos Quadro 12 e 13, que representam o detalhamento das contagens De Borda para a parte da amostragem referente às respostas oferecidas por gerentes e diretores em atuação no setor de papel/papelão ondulado e aparas, em comparação com as contagens De Borda para

as respostas de representantes da comunidade para os fatores prioritários de risco ESG na perspectiva interna.

Os dados em *itálico* indicam pontos de divergência entre as respostas dos *stakeholders* internos e externos, enquanto aqueles destacados em **negrito** são pontos de convergência entre essas perspectivas, no que se refere ao alto nível de prioridade dedicado a cada fator de risco ESG, segregado por critério de Pareto.

Quadro 12 - Fatores internos de riscos ESG por critério de dupla materialidade

Extrato	Fatores	Contagem De Borda (interna)	Contagem De Borda (comunidade)
SS	<i>Confiança do cliente e lealdade</i>	<i>139</i>	<i>177</i>
	Segurança no trabalho	136	207
GG	Ética no trabalho	135	205
SS	<i>Segurança dos produtos</i>	<i>133</i>	<i>195</i>
AS	Redução do consumo de água	132	205
GG	Transparência das decisões	131	203
SS	Gestão de resíduos	131	197
	Performance financeira e resiliência	130	201
	<i>Redução de resíduos</i>	<i>130</i>	<i>195</i>
GG	Diversidade e inclusão	129	211
	Direitos Humanos na cadeia de suprimentos	129	199
GA	Fortalecimento da cadeia de suprimentos	128	221

Fonte: Elaboração própria (2024)

O elenco de fatores priorizados pela alta direção e gestores na empresa de papel/ papelão ondulado e aparas analisada evidenciou como maiores preocupações, ou seja, aversão ao risco, os fatores ESG relativos à confiança do cliente e lealdade, em conformidade com as prioridades setoriais anteriormente explanadas. Além disto, destacam-se a segurança e ética no trabalho; segurança dos produtos; consumo de água; transparência; gestão de resíduos; performance financeira e resiliência; redução de resíduos; diversidade e inclusão; e Direitos Humanos na cadeia de suprimentos. Os extratos mais significativos para a amostra de gestores internos são sociedade/ sustentabilidade (SS) e governança/ gestão (GG).

O Quadro 12 também permite comparar os níveis de prioridade apontados pelos gestores internos com o aferido a partir das entrevistas aos representantes da comunidade (reguladores, terceiro setor e líderes comunitários). Na análise

comparativa entre os fatores de materialidade são apontados, em itálico, os pontos de incongruência entre a comunidade e a organização, quais sejam: confiança do cliente e lealdade; segurança dos produtos; e redução de resíduos.

O rota de maior congruência entre os interesses comunitários e os da alta direção converge para o **fortalecimento da cadeia de suprimentos**, destacado na última linha do Quadro 12, fator este que se encontra próximo dos mais altos níveis de prioridade tanto para as partes interessas internas, quanto para as externas à organização. Esta conclusão está conforme ao contexto local, no qual parte significativa da comunidade auferir seus rendimentos a partir de empregos gerados por fornecedores da empresa, ou seja, a cadeia de suprimentos da organização analisada é fundamental para a manutenção e desenvolvimento dos arranjos produtivos locais, fomentados pela circulação e reciclagem de aparas pela indústria de papel/ papelão ondulado.

Os fatores apontados com menores índices de prioridade pelos gestores internos da organização estão elencados no Quadro 13, juntamente com a comparação entre as contagens De Borda feitas para a amostra de *stakeholders* externos (comunidade). Este quadro indica os fatores para os quais há maior apetite de riscos por parte da alta direção e também os pontos de convergência (negrito) e divergência (itálico) para com os interesses comunitários, calculados por critério de dupla materialidade. A tabela comparativa completa pode ser verificada no Apêndice III.

Quadro 13 - Matriz de riscos ESG internos por critério de dupla materialidade

Extrato	Fatores	Contagem De Borda (interna)	Contagem De Borda (comunidade)
<i>AS</i>	<i>Design ambiental</i>	<i>115</i>	<i>219</i>
<i>SD</i>	<i>Estabilidade no emprego</i>	<i>115</i>	<i>213</i>
AS	Uso de energia renovável	115	207
AS	Iniciativas sociais e ambientais	115	195
AC	Redução nas emissões de CO2	115	195
AS	Melhoria na qualidade do ar	114	199
AC	Gestão das mudanças climáticas	113	203
AC	Redução de emissões de GEE	112	183
GG	Divulgação de resultados financeiros e desempenho operacional	107	184
<i>SC</i>	<i>Investimento conforme as expectativas da</i>	<i>106</i>	<i>213</i>

Extrato	Fatores	Contagem De Borda (interna)	Contagem De Borda (comunidade)
	<i>comunidade</i>		
<i>SC</i>	<i>Redução de congestionamentos</i>	<i>104</i>	<i>215</i>

Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise comparativa por critério de dupla materialidade para os fatores de menor prioridade para a alta direção e gerência evidenciam que os principais fatores ESG nos quais há convergência quanto ao apetite de risco entre as partes interessadas se referem ao investimento em iniciativas sociais e ambientais, fator que potencializa os níveis de risco, evidenciando a fragilidade do sistema de gestão no aspecto socioambiental.

As principais incongruência entre os interesses internos e comunitários dentre os fatores de baixa prioridade para gestores e alta direção são o design ambiental; a estabilidade no emprego, o investimento conforme as expectativas da comunidade e a redução de congestionamentos, que serve como fator aferidor da confiabilidade da amostra, uma vez que certamente interessa à comunidade, mas está fora do escopo das atividades da organização. Esta conclusão é corroborada pelos coeficientes Alfa de Cronbach calculados em separado para as duas partes analisadas da amostra total, que apresentaram resultados $\alpha = 0,933$ para o grupo de repostas oferecidas por representantes da comunidade; e $\alpha = 0,989$ para as informações prestadas pelos gestores e diretores consultados, ambos indicadores de confiabilidade muito alta para o valor de verdade das respostas analisadas. O demonstrativo de cálculo pode ser visualizado no Apêndice I.

Os fatores de alta prioridade, obviamente, não são os mesmos para todos os *stakeholders*, por isto, a análise de dupla materialidade se faz necessária, de forma a agregar perspectivas diferentes sobre os riscos ESG a serem gerenciados. Neste sentido, o Quadro 14 traz o elenco dos fatores de alta prioridade para os líderes comunitários, gestores do terceiro setor e representantes do Estado (regulamentadores), em comparação com contagem De Borda realizada na amostragem de gestores e diretores entrevistados (*stakeholders* internos), assumindo-se que, diferente daqueles, estes atores representam também e privilegiadamente os acionistas da empresa.

Quadro 14 - Fatores externos de riscos ESG por critério de dupla materialidade

Extrato	Fator	De Borda Interno	De Borda Comunidade
GG	Inovação nos negócios e processos	123	235
	Responsabilização da liderança	124	231
AS	Redução de consumo de energia	126	223
SC	Empregos responsáveis		
GG	Inovação tecnológica		
GA	Fortalecimento da cadeia de suprimentos	128	221
AS	Design ambiental	115	219
SD	Automação da produção	123	217
<i>SC</i>	<i>Redução de congestionamentos</i>	<i>104</i>	<i>215</i>
SS	Fornecimento responsável de matérias-primas	127	213
	Saúde e bem-estar dos funcionários	124	
<i>SD</i>	<i>Estabilidade no emprego</i>	<i>115</i>	<i>213</i>
<i>SC</i>	<i>Investimento conforme as expectativas da comunidade</i>	<i>106</i>	

Fonte: Elaboração própria (2024)

O elenco de fatores priorizados pelos representantes da comunidade evidenciou como maiores preocupações, ou seja, aversão ao risco, os fatores relativos à inovação nos negócios e processos; responsabilização da liderança; redução de consumo de energia; empregos responsáveis; e inovação tecnológica. O rota de maior congruência entre os interesses comunitários e os da alta direção, como demonstrado anteriormente, converge novamente para o **fortalecimento da cadeia de suprimentos**.

A análise confirma que os principais fatores de divergência, dentre as maiores prioridades para a comunidade são o design ambiental, a redução de congestionamentos, a estabilidade no emprego e o investimento da indústria acompanhando as expectativas da comunidade, resultados estes que estão dentro do esperado para as características desta parte da amostra.

Os fatores apontados com menores índices de prioridade pelos representantes da comunidade estão elencados no Quadro 15, juntamente com a comparação entre as contagens De Borda feitas para a amostra de *stakeholders* internos. Este quadro indica os fatores de risco ESG para os quais há maior apetite de riscos por parte das lideranças, ONGs, representantes do Estado e também os pontos de convergência

(negrito) e divergência (itálico) para com os interesses de gestores e diretores, calculados por critério de dupla materialidade.

Quadro 15 - Menores prioridades ESG das lideranças comunitárias

Estrato	Fator	De Borda Interno	De Borda Comunidade
SS	<i>Segurança dos produtos</i>	<i>133</i>	<i>195</i>
	<i>Redução de resíduos</i>	<i>130</i>	<i>195</i>
GA	Gestão da qualidade	127	195
AS	Iniciativas sociais e ambientais	115	195
AC	Redução nas emissões de CO2	115	195
AS	Impactos ambientais da cadeia de suprimentos	123	193
	Preservação da mata ciliar	122	185
GG	Divulgação de resultados financeiros e desempenho operacional	107	184
AC	Redução de emissões de GEE	112	183
SS	<i>Confiança do cliente e lealdade</i>	<i>139</i>	<i>177</i>

Fonte: Elaboração própria (2024)

A análise comparativa por critério de dupla materialidade para os fatores de menor prioridade para a comunidade evidencia que os principais fatores ESG nos quais há convergência quanto ao apetite de risco entre as partes interessadas (negrito) são a redução de emissões de GEE, confirmada pelo baixo interesse em reduzir emissões de CO₂. Além destas, os líderes comunitários também demonstram pouco interesse pela divulgação de resultados financeiros e desempenho operacional pelas organizações ou por iniciativas sociais e ambientais.

Não foi constatado alinhamento entre os interesses por segurança dos produtos ou redução de resíduos, mas a maior incongruência encontrada entre as partes é na prioridade atribuída à **confiança do cliente e lealdade**, evidenciando este como o principal fator de crítico para a organização em estudo, haja visto o grande apetite para a exposição de risco no requisito, conforme manifestado pelos demais *stakeholders*.

4.7 MATRIZ DE DUPLA MATERIALIDADE

As ferramentas apresentadas e operacionalizadas até aqui, bem como os conceitos explorados, permitem juntar recursos e informações de qualidade para a elaboração de uma matriz de dupla materialidade, na qual estão sintetizados os principais fatores de risco ESG e os níveis de congruência e incongruência entre as partes interessadas, no que se refere ao apetite de risco. Este tipo de ferramenta é requerida para a elaboração de relatórios e reporte de riscos ESG pelas normas integradas aos padrões GRI e SASB (2021), aplicados aos sistemas de gestão considerados como padrão ouro de desenvolvimento sustentável na atualidade.

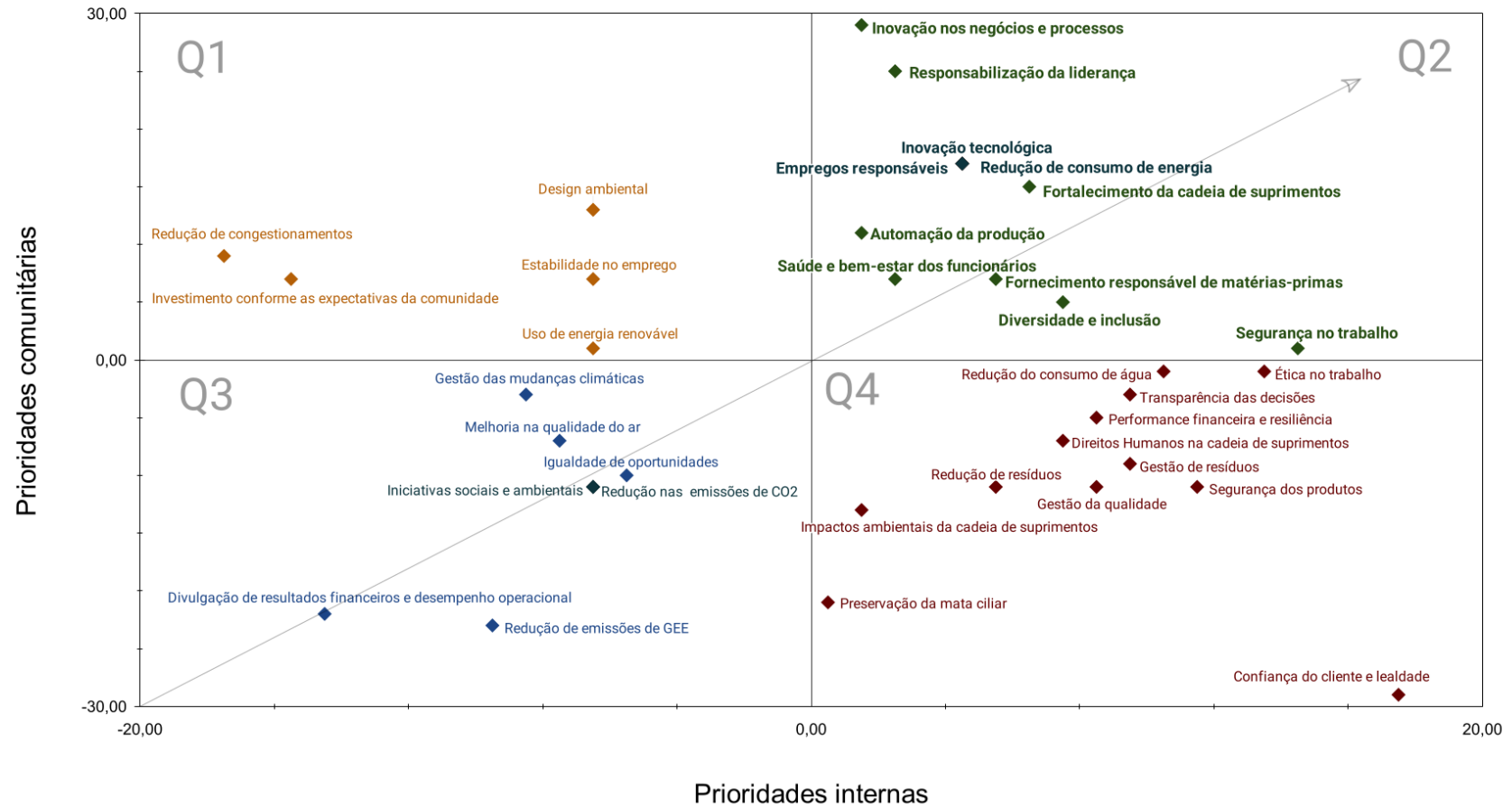
A matriz de dupla materialidade aqui apresentada foi desenvolvida com recursos próprios e planilha eletrônica fornecida gratuitamente pela Alphabet Inc. (google planilhas), a partir de dois eixos ordenados em um plano cartesiano, no qual a linha horizontal (abscissa) representa as prioridades internas da organização (x) e o eixo vertical, das coordenadas, é uma função dependente (y) composta pelos índices de interesse da comunidade, com coordenadas (x, y) determinadas pela contagem De Borda, ajustada pelo ponto médio da amplitude de cada parte da amostra $\{(\text{máximo} - \text{mínimo})/2\}$, a partir do elenco de contagem priorizado por critério de Pareto. Neste procedimento estatístico, o ponto zero do plano cartesiano é deslocado para a parte central da distribuição, permitindo a dispersão das coordenadas (x, y) relativas a cada fator em quatro quadrantes, com zero central, o que favorece a análise visual dos dados.

O resultado permite identificar no primeiro quadrante (superior esquerdo – Q1) as prioridades negativas em relação ao centro da amplitude amostral para os *stakeholders* internos (baixa prioridade para as organizações) e também dos fatores ESG de alta prioridade para a comunidade, é uma área em que são evidenciados conflitos de interesses. De forma antagônica, o terceiro quadrante (Q3), positivo em x e negativo em y, evidencia os interesses principais da alta direção e o maior apetite de risco ESG presente na comunidade, inferindo também um conjunto conflituoso de fatores.

Nos quadrantes dois (Q2) positivo e Q3, negativo, encontram-se representados fatores de risco ESG nos quais pode haver congruência de interesses entre todas as partes interessadas, sendo no Q3 o alto apetite de risco ESG e no Q2 a baixa tolerância a risco (alta prioridade), região da matriz de dupla materialidade na qual

podem ser constatadas as melhores oportunidades para projetos sustentáveis. A matriz de dupla materialidade resultante, a partir da amostra de 82 gestores em atividade em empresas de papel/papelão ondulado e aparas pode ser visualizada na Figura 46:

Figura 46 - Matriz de Dupla Materialidade: alinhamento de prioridades (internas, externas)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Na representação dos principais fatores de risco ESG identificados nesta pesquisa, distribuídos por nível de interesse das partes interessadas; a seta diagonal que aponta para Q2 indica o eixo de convergência entre os diversos interesses que fazem parte da amostra analisada. Quanto mais próximo da reta diagonal, maior o alinhamento entre comunidade e alta direção para o setor ao passo que quanto mais próximo da ponta da seta (Q2), maior a sensibilidade ao risco ESG percebida por todas as partes interessadas.

Pode-se inferir, a partir dessa argumentação, que o fator de risco ESG de maior sensibilidade, conforme os consultados, é o fortalecimento da cadeia de suprimentos, conforme já fora adiantado no Item 4.3, comentário ao Quadro 12. Além deste, merecem destaque e aprofundamento nas avaliações e análises de risco que seguem a inovação tecnológica; redução de consumo de energia; empregos responsáveis; automação da produção; saúde e bem-estar dos funcionários; fornecimento responsável de matérias-primas; responsabilização da liderança; diversidade e inclusão; inovação nos negócios e processos; e segurança no trabalho, totalizando 11 fatores de risco ESG a serem incluídos como evidência de materialidade nas fases seguintes da pesquisa, a saber: elaboração do gráfico de estimativa de riscos; diagrama sistêmico; mapeamento dos ciclos de valor; e estimativa de riscos ESG.

4.8 SOLUÇÕES PARA GOVERNANÇA INSTITUCIONAL, SOCIAL E AMBIENTAL

As consultas iniciais aos gestores de indústrias de aparas, papel e papelão na região permitiram também identificar as principais dificuldades de governança social e ambiental enfrentadas pelo setor na atualidade. Foram destacadas a falta de alinhamento entre objetivos dos principais *stakeholders* envolvidos no ecossistema industrial da região, quais sejam: o Estado, as comunidades e as organizações da iniciativa privada. Além disto, os sujeitos de pesquisa manifestam dificuldades em identificar e elencar problemas de governança, bem como de eliminar as causas dos riscos sociais e ambientais inerentes às suas atividades, evidenciando a falta de uma mentalidade específica para a gestão de riscos ESG. Foram reportadas também dificuldades na mensuração dos impactos socioambientais, a precariedade nas políticas de planejamento das empresas e a falta de envolvimento da sociedade na

busca por soluções de governança social e ambiental, justificando a demanda por um modelo simplificado e aplicável à análise e avaliação de riscos, considerando as limitações técnicas no contexto local.

As abordagens para gestão de riscos apontadas como mais relevantes para resolver tais dificuldades, conforme os entrevistados, são a colaborativa e a análise de convergência. Resultados como este evidenciam a importância do envolvimento da comunidade para o desenvolvimento de melhores níveis de governança social e ambiental, bem como a oportunidade de disseminar boas práticas para a gestão de riscos ESG, assim como a elaboração de matrizes de dupla materialidade evidencia na Figura 43, informações estratégicas que permitem justamente atacar essas dificuldades específicas da organização em estudo, o alinhamento de objetivos entre os *stakeholders*, favorecendo o engajamento da comunidade.

Infelizmente, este tipo de abordagem não é privilegiado pelos métodos de gestão de riscos mais utilizados atualmente na organização. Quando isto ocorre é por meio de técnicas superficiais de gestão de riscos, tais como *brainstorming*, *WHAT – IF* (WI), árvores de falhas, etc., sem que os gestores possam se aprofundar nos ciclos de vida dos produtos em seus efeitos sistêmicos no ambiente, ou nas expectativas da sociedade, cultura que privilegia as práticas de gestão de risco que subestimam o engajamento da comunidade ou a identificação e tratamento de impactos ESG na busca por convergência de interesses entre as diversas partes interessadas.

4.8.1 Fatores Críticos

Foi solicitado aos sujeitos de pesquisa, na primeira fase da investigação, que identificassem fatores críticos para projetos industriais sustentáveis no setor industrial de papel, papelão ondulado e aparas no Brasil, a partir de um elenco de problemas constatados em revisão da literatura e corroborados em consulta a especialistas nessa área de pesquisa (Quadro7).

Dentre os principais fatores críticos apontados pelos especialistas entrevistados destacam-se: **desenvolvimento de políticas de planejamento** (frequência relativa de 64,7% - corroborado pela matriz de dupla materialidade pelo item **inovação nos negócios e processos**); **disponibilidade de energia / redução do consumo de energia** (58,8%); aumento da demanda por energias renováveis

(52,9%); envolvimento da sociedade (47,1%); e clareza no alinhamento de objetivos entre o Estado, comunidades e iniciativa privada (41,2%).

Os respondentes identificaram como principais fatores críticos para a governança, associados ao sucesso de projetos sustentáveis na indústria papel/papelão ondulado e aparas da região, a **influência da alta direção**, que precisa estar engajada em promover a sustentabilidade como um princípio necessário para dar viabilidade a tais iniciativas, fator que está alinhado com o demonstrado na matriz de dupla materialidade (Figura 43), onde a **responsabilização da liderança** se destaca com alta prioridade para as partes interessadas, assim como destacado pelas práticas recomendadas e normas congêneres (ABNT, 2014, 2022), que colocam a liderança no centro dos sistemas de gestão de riscos.

Além disto, a **ampliação do ciclo de vida** de produtos e processos, se destaca como um diferencial importante para o sucesso de iniciativas orientadas para melhoria da governança social e ambiental, conforme a perspectiva dos respondentes, igualmente sustentado pelas normas anteriormente mencionadas.

A capacidade de **inovação** das indústrias, associada à corroboração de fatores legais e a identificação da comunidade com a marca da organização são evidenciados pelos sujeitos de pesquisa como oportunidades relevantes para potencializar o desenvolvimento e atingir o sucesso em projetos industriais sustentáveis na indústria de aparas, papel e papelão da região. A relevância deste fator de desenvolvimento para as indústrias do setor é confirmada pela análise disponível na matriz de dupla materialidade (Figura 43), se manifestando como o mais alto nível de prioridade entre os *stakeholders* externos.

Os principais fatores críticos, apontados pelos gestores como impeditivos para realizações de projetos sustentáveis, são a possibilidade de queda na energia da economia global, que reduziria a demanda e dificultaria a geração de valor pelas organizações do setor, além da falta de capacidade de adaptação da sociedade às mudanças estruturais em curso, no que tange à transição para uma economia verde e à necessidade de adoção de novas práticas de consumo, de relação com o ambiente e de respeito à normatividade social, fatores estes essenciais para a ascensão a novos patamares social, ambiental e de governança institucional na indústria contemporânea, mas que não foram corroborados pela pesquisa em profundidade (Quadro 8), sendo descartados, por isto, nas próximas fases da investigação.

O conjunto dos dados aponta, portanto, como principais fatores críticos para o sucesso de projetos sustentáveis no setor, ou seja, riscos ESG mais relevantes para o caso em estudo: a responsabilidade da liderança; o consumo de energia; a inovação e a ampliação do ciclo de vida dos produtos. Além destes, a análise de dupla materialidade (Itens 4.3 e 4.4) destaca o alinhamento de interesses em torno do fortalecimento da cadeia de suprimentos; fator reforçado pela busca por empregos responsáveis; automação da produção; saúde e bem-estar dos funcionários; segurança no trabalho; responsabilidade no fornecimento de matéria primas; diversidade e inclusão.

4.8.2 Corroboração dos achados na revisão da literatura

A fim de sintetizar os principais achados do estudo de caso e sustentá-los a partir da literatura consultada, o Quadro 16 representa uma sinopse dos fatores que assumiram mais relevo durante a análise dos dados de campo, a partir do disposto na matriz de dupla materialidade, que evidencia as convergências e divergências de prioridade entre os principais *stakeholders*.

Quadro 16 - Corroboração dos achados

Alinhamento Gestão / comunidade	Achado	Principais fontes
Convergente em baixa prioridade	<i>Divulgação dos resultados</i>	(MAZÉ et al., 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; GUMIRAN; DAAG, 2021; INDUSTRIES et al., 2021; TETTEH et al., 2021; APLANET, 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023; CALLAHAN, 2023; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	<i>Redução de emissões GEE</i>	(TAYLOR; HARMAN, 2016; SUGIYAMA et al., 2017; WACKERNAGEL e REES, 1996; COONER, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023)
	Iniciativas Socioambientais e Igualdade de oportunidades	(SUGIYAMA et al., 2017; ZHANG; WANG, 2019; CREED et al., 2019; DING et al., 2020; GRIGGS et al., 2013; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Qualidade do Ar e gestão de mudanças climáticas	(TAYLOR; HARMAN, 2016; SUGIYAMA et al., 2017; CREED et al., 2019; LEE, 2017; SASB, 2018a, 2018b; COONER, 2020; GRANT THORNTON BRASIL, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; MAASAKKERS et al. 2021; OWEN, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021; TETTEH et al., 2021; APLANET, 2023)
Convergente em alta prioridade	Fortalecer cadeia de suprimentos e fornecimento responsável de	(MAZÉ et al., 2016; SUGIYAMA et al., 2017; ABNT, 2018b; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; COONER, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; DING et al., 2020; GRI; SASB, 2021; MARCOULAKI

	matérias primas	et al., 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Redução do consumo de energia	(ODUM, 1988; TAYLOR; HARMAN, 2016; SUGIYAMA et al., 2017; TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, 2017; GRANT THORNTON BRASIL, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Inovação tecnológica, nos negócios e processos	(MAZÉ et al., 2016; SUGIYAMA et al., 2017; TAYLOR; HARMAN, 2016; CREED et al., 2019; PICOLO; TONTINI, 2008; ABNT, 2018; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; TALIENTO; FAVINO; NETTI, 2019; COONER, 2020; FRASER, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; MARCOULAKI et al., 2021; TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Empregos responsáveis; saúde e bem-estar dos funcionários	(MAZÉ et al., 2016; TAYLOR; HARMAN, 2016; ZHANG; WANG, 2019; SUN et al., 2020; ABNT, 2018b; FRASER, 2021; GRI; SASB, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021; TETTEH et al., 2021)
	Responsabilização da liderança	(MAZÉ et al., 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; GUMIRAN; DAAG, 2021; CALLAHAN, 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023)
	Segurança no trabalho	(MAZÉ et al., 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
Prioridades divergentes	Confiança do cliente e lealdade	(MAZÉ et al., 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; COONER, 2020; WANG, 2019; GUMIRAN; DAAG, 2021; TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023)
	Redução dos congestionamentos	(TAYLOR; HARMAN, 2016; ABNT, 2018b; COONER, 2020; FRASER, 2021; GRI; SASB, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021)
	Investimentos conforme às expectativas da comunidade	(TAYLOR; HARMAN, 2016; CREED et al., 2019; ZHANG; WANG, 2019; DING et al., 2020; SUN et al., 2020; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021; TETTEH et al., 2021; MIO; FASAN; SCARPA, 2023)
	Preservação da mata ciliar e design ambiental	(SUGIYAMA et al., 2017; DING et al., 2020; ABNT, 2018b; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; GRI; SASB, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021)
	Impactos ambientais na cadeia de suprimentos	(MAZÉ et al., 2016; SUGIYAMA et al., 2017; CREED et al., 2019; COONER, 2020; DING et al., 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Segurança dos produtos	(MAZÉ et al., 2016; TAYLOR; HARMAN, 2016; COONER, 2020; FRASER, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Gestão de resíduos e uso de energias renováveis	(SUGIYAMA et al., 2017; COONER, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Gestão da qualidade	(MAZÉ et al., 2016; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; FRASER, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024)
	Estabilidade no emprego	(ZHANG; WANG, 2019; GUMIRAN; DAAG, 2021; MIO; FASAN; SCARPA, 2023)
	Direitos humanos na cadeia de suprimentos	(MAZÉ et al., 2016; ABNT, 2018b; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; FRASER, 2021; SUN et al., 2020; GRI; SASB, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021)

	Transparência nas decisões e ética no trabalho	(MAZÉ et al., 2016; CREED et al., 2019; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; COONER, 2020; SUN et al., 2020; GUMIRAN; DAAG, 2021; TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023; MIO; FASAN; SCARPA, 2023)
	Consumo de água	(SUGIYAMA et al., 2017; ABNT, 2018b; DING et al., 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; GRI; SASB, 2021; GUMIRAN; DAAG, 2021; TARIQ; WANGCHUK; MUTTIL, 2021;)

Fonte: Elaboração própria (2025)

Na divulgação de resultados em gestão ESG, a partir da perspectiva de Mazé et al. (2016), o foco recai sobre a qualidade, relevância e aprimoramento da utilidade dos relatórios de sustentabilidade para os *stakeholders*. Neste escopo, defende-se que esta prática deve ser parametrizada pela relevância para os usuários dos relatórios (investidores, clientes, reguladores, etc.). Isso significa que as informações apresentadas devem ser materiais, ou seja, capazes de influenciar as decisões dos *stakeholders*.

O estudo de Bărbuță-Mișu; Madaleno e Ilie (2019) sobre a qualidade da informação na gestão ESG (Environmental, Social, and Governance) destaca a importância de atributos específicos para que esses dados sejam úteis e confiáveis. Ela seria fundamental para que os stakeholders, especialmente investidores e analistas, possam tomar decisões informadas. Para tanto, os relatórios ESG precisariam estar focados em relevância; materialidade; confiabilidade; verificabilidade; comparabilidade e completude, além de promoverem a acessibilidade e nitidez no trado das informações.

a: Os dados devem ser apresentados de forma clara, concisa e acessível. A linguagem técnica deve ser evitada sempre que possível, e a informação deve ser fácil de encontrar nos relatórios.

Os autores consultados concordam que a qualidade da informação ESG é um fator crítico, que vai além da simples conformidade regulatória, sendo um determinante essencial para a transparência, a confiança dos investidores e a eficácia da gestão da sustentabilidade corporativa, estando ligados diretamente à transparência corporativa, um elemento fundamental da governança ESG e que também serve como um importante indicador de qualidade das informações, reduzindo a pressão dos investidores e favorecendo o controle social das

organizações pelo potencial de incremento na credibilidade e confiança nas suas operações.

O fator transparência, se mostra ainda uma forma eficaz de controlar e punir as práticas de *greenwashing*, além de oferecer dados qualificados para a análise de riscos fomentando decisões estratégicas mais assertivas, as quais potencializam a resiliência das empresas frente aos desafios ambientais, sociais e de governança. Para Bărbuță-Mișu, Madaleno e Ilie (2019), portanto, a qualidade da informação na gestão ESG é um reflexo da transparência da empresa, sendo um fator crítico para atrair e manter o interesse de investidores institucionais e para uma avaliação de risco mais acurada.

Contudo o engajamento da comunidade e fortalecimento da resiliência das organizações exige aprimoramento contínuo, conforme Mazé et al. (2016), conduzindo à integração com a estratégia de Negócios. Os autores defendem que os resultados ESG não devem ser apresentados isoladamente. Eles devem estar integrados à estratégia geral do negócio, demonstrando como a sustentabilidade contribui (ou é afetada por) o desempenho financeiro e a resiliência da empresa a longo prazo.

Conforme os autores revisados, o crescimento contínuo do número de empresas que publicam relatórios de sustentabilidade, em geral utilizando padrões estabelecidos, como os da *Global Reporting Initiative* (GRI), reflete uma tendência de mercado e uma maior pressão por transparência. Embora a divulgação tenha um componente de comunicação e marketing reputacional, a literatura sugere que ela deve estar atrelada a mudanças significativas na gestão e na cultura da empresa, refletindo a integração dos critérios ESG nos processos de negócio, e não apenas uma "camuflagem" para encobrir infrações.

Nossa consulta aos gestores evidenciou, infelizmente, que a transparência é um dos fatores críticos presentes na indústria de apares, papelão e papel ondulado da região pesquisada, posto que os principais *stakeholders* convergem suas baixas prioridades em torno da transparência na tomada de decisões e publicidade dos resultados. De forma alarmante, também convergem pelo baixo interesse as reduções de emissões de GEE, principal fator de impacto negativo nas mudanças climáticas de causa antrópica (TAYLOR; HARMAN, 2016; SUGIYAMA et al., 2017; WACKERNAGEL e REES, 1996; COONER, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021;

TETTEH et al., 2021; CALLAHAN, 2023), mas que não têm motivado significativamente as prioridades nem de gestores, nem da comunidade consultada.

De forma similar, os fatores associados a iniciativas socioambientais; igualdade de oportunidades; qualidade do ar e gestão de mudanças climáticas apresentam baixa adesão dos participantes, a despeito do alto relevo dado a tais iniciativas pela maioria das fontes acadêmicas consultadas, o que evidencia um distanciamento entre os saberes científicos e o senso comum quanto a emergência de tais fatores de sustentabilidade.

No espectro positivo dos resultados, convergem com as prioridades dos principais *stakeholders* os fatores que implicam em fortalecer a cadeia de suprimentos, bem como o fornecimento responsável de matérias primas, evidenciando o interesse comum na produção, logística e processamento de aparas, que pode ser verificado *in loco*. Isto mostra um ponto de convergência entre comunidade, Estado e setor produtivo que pode potencializar os investimentos públicos e privados em torno de interesses comuns, em conformidade com muitos pressupostos advogados pela comunidade científica e pelas entidades de regulação ESG investigadas (MAZÉ et al., 2016; SUGIYAMA et al., 2017; ABNT, 2018b; BĂRBUȚĂ-MIȘU; MADALENO; ILIE, 2019; ZHANG; WANG, 2019; COONER, 2020; SUN et al., 2020; FRASER, 2021; DING et al., 2020; GRI; SASB, 2021; MARCOULAKI et al., 2021; TETTEH et al., 2021; ÁLVAREZ-POZO et al., 2024).

Também mostram convergência em altos níveis de prioridade os fatores associados à redução do consumo de energia; inovação tecnológica, nos negócios e processos; empregos responsáveis; saúde e bem-estar dos funcionários; responsabilização da liderança; saúde e segurança no trabalho. Todas estas funções são amplamente apoiadas tanto pelas partes interessadas, quanto pela literatura consultada, conforme pode ser verificado na matriz de dupla materialidade.

4.8.3 Propositura de soluções

Embora o fortalecimento da cadeia de suprimentos se destaque como um fator central para o alinhamento de interesses e engajamento da comunidade, este achado não implica em uma hierarquia de riscos, visto que há diferenças qualitativamente importantes entre tais fatores, que exigem detalhamento, a ser realizado no gráfico de riscos, e que depende de avaliação específica para cada organização, uma vez que

para cada ambiente de trabalho, dentro de cada processo produtivo, podem ser constatados níveis bastante diversos de sensibilidade quanto à saúde e segurança no trabalho ou consumo de energia, por exemplo, ainda que estejamos tratando de uma mesma organização. Por isto, não cabe aqui expor as fragilidades e expectativas de um grupo específico de gestores, na perspectiva de um departamento de uma empresa, que teria pouco valor do ponto de vista sistêmico, mas sim entender como a avaliação de riscos ESG pode ser feita em cada caso, ou seja, propor uma modelagem que seja aplicável a qualquer empresa, departamento ou setor que esteja inserido na cadeia de valor de papel/papelão ondulado e aparas.

Para equalizar os fatores críticos ESG (Item 4.5.1) e as exigências específicas do sistema produtivo em estudo, no que diz respeito à avaliação de riscos em projetos sustentáveis, propõe-se a comparação entre as pegadas ambientais de cenários diversos (presente e futuro), através da análise emergética para o ciclo material de produção (Item 2.3), apoiada pelas ferramentas de análise e avaliação de riscos ESG, organizadas a partir do Quadro 2, de maneira a compor um modelo de gestão de riscos condizente com as disponibilidades e necessidades da organização em estudo.

O Quadro 16 associa os principais riscos ESG destacados pelas evidências às ferramentas disponíveis para gestão dos mesmos, na perspectiva da produção de um diagrama sistêmico produzido por análise emergética do ciclo de vida do produto, capaz de viabilizar o mapeamento do ciclo de valor, com identificação avaliação e tratamento dos riscos ESG, tendo como saída um mapa de ciclo de valor futuro, no qual os riscos ESG são evitados, prevenidos ou mitigados, de modo a promover uma mentalidade de prevenção de riscos ESG nas organizações, a partir do design do fluxo de valor empregado nos processos produtivos da cadeia de valor (internos e externos à organização).

Quadro 17 - Riscos ESG e ferramentas de gestão utilizadas na modelagem

Metodologia	Riscos	Ferramentas	Objetivos PR2030:2022	Fase
FMEA	1. inovação;	Matriz de dupla materialidade (entrada)	Integrar estrategicamente	Avaliar os riscos
	2. responsabilidade da liderança;	Gráfico de estimativa de riscos	Diagnosticar	
	3. consumo de energia; 4. cadeia de suprimentos;	Diagrama sistêmico	Planejar	

Metodologia	Riscos	Ferramentas	Objetivos PR2030:2022	Fase
	5. empregos responsáveis; 6. saúde e bem-estar dos funcionários; 7. diversidade e inclusão.	Matriz de riscos SODAR + análise comparativa de riscos ESG (Quadro 3)	Medir e monitorar	Controlar (permanente)
Análise de ciclo de vida	8. automação da produção; 9. responsabilidade no fornecimento de matérias-primas;	do Ciclo de Valor presente	Implementar	Tratar os riscos
	10. avaliação do ciclo de vida dos produtos;	Mapa do Ciclo de Valor futuro (Saída)	Relatar e comunicar.	

Fonte: Elaboração própria (2024)

Considerando-se como conhecidos os riscos ESG mais relevantes para um sistema de produção, que podem ser identificados e visualizados a partir da geração de uma matriz de dupla materialidade para cada caso (entrada do modelo), conforme metodologia anteriormente explanada, o grupo de processos de iniciação do sistema de gestão de riscos ESG está completo e suficiente para **fomentar a inovação** nos sistemas de gestão, seguindo-se então para a fase de avaliação de riscos, previstas nas diretrizes das normas ISO 31000:2018; GRI; SASB (ABNT, 2018b; GRI; SASB, 2021). Para esta fase do modelo, propõe-se a utilização de FMEA, com os objetivos de integrar estrategicamente, diagnosticar e planejar o sistema de gestão de riscos ESG, oferecendo como saídas o gráfico de estimativa de riscos e o diagrama sistêmico. Entende-se que pela objetivação gráfica dos fatores e níveis de risco (Figura 8), a **liderança** está informada dos possíveis impactos ESG e pode ser **responsabilizada** publicamente por isto, reduzindo-se desta maneira os riscos de governança institucionais inerentes ao alto apetite de riscos sociais e ambientais. O diagrama sistêmico, por sua vez, é uma ferramenta essencial para evidenciar os modos de falha na **cadeia de suprimentos** e no **consumo de energia**, favorecendo a redução de desperdícios, prevenção e mitigação de riscos ESG dessa natureza.

As saídas do grupo de processos de avaliação de riscos ESG, produzidas pela equipe de gestão conforme cada caso, servem como entradas para as fases de tratamento e de controle de riscos no sistema de gestão de riscos ambientais, sociais e de governança institucional. Nestes processos, são integradas as metodologias de análise de modos de falha (FMEA) e as de análise de ciclo de vida, por meio do mapeamento do ciclo de valor presente e da formulação de matriz de riscos SODAR

(Item 3.1.1), apoiada em análise comparativa de riscos ESG (Quadro 3), saídas dos processos de controle e que, por isto, devem ser **atualizadas permanentemente**, a fim de fomentar os índices de monitoramento do sistema de gestão de riscos ESG. Esta fase tem o objetivo de implementar uma mentalidade de prevenção aos riscos sociais, ambientais e de governança institucional, tendo como saída um mapa de ciclo de valor presente, no qual os riscos ESG mais relevantes para o sistema podem ser claramente comunicados a todas as partes interessadas. Para o alinhamento de prioridades no setor de papel/papelão ondulado e aparas, importa controlar principalmente os riscos associados à oferta de **empregos responsáveis, saúde, bem-estar dos funcionários, diversidade e inclusão**.

Na fase de tratamento de riscos ESG, as saídas anteriores fornecem um panorama detalhado, quantitativo dos diversos níveis de riscos ESG do sistema produtivo em perspectiva *multistakeholder*, com processo de monitoramento objetivamente definido e índices adequados para a integração ao sistema produtivo, bem como à tomada de decisões estratégicas sobre a prevenção, mitigação e contingenciamento de eventos potencialmente danosos para a retenção e geração de valor pela organização, que devem ser materializados na busca por **automação da produção e responsabilidade no fornecimento** de matéria primas, para as organizações inseridas na cadeia de valor da produção de papel/ papelão ondulado e aparas, conforme fluxo de processos expresso no mapeamento do ciclo de valor presente, a fim de alinhar as prioridades das partes interessadas e reduzir a exposição aos riscos ESG.

As saídas do grupo de processos relativos à fase de tratamento de riscos servem como entradas para a fase final de cada processamento no sistema de gestão de riscos ESG, com relato e comunicação das decisões a serem implementadas para evitar, prevenir e mitigar os riscos dessa natureza, através de um mapeamento do ciclo de valor futuro, um protocolo de compromissos para com as mudanças no sistema produtivo por parte da alta direção, que viabilizam a redução de exposição a riscos de natureza ESG, promovendo a sustentabilidade da organização em perspectivas sistêmicas e alinhada com os melhores interesses de todas as partes interessadas, de forma a expor um compromisso claro da cultura organizacional com a **ampliação do ciclo de vida dos produtos**, reduzindo impactos negativos sociais, ambientais e de governança institucional nas escalas local, regional e global.

Considerando as necessidades de melhoria contínua, inerentes a todos os sistemas de gestão da qualidade, a finalização da fase de relato e comunicação da sustentabilidade em cada organização não é um encerramento, mas detém um prazo de validade e serve de entrada para a manutenção dos processos futuros de monitoramento e controle, assim como para integrar estrategicamente as partes interessadas e introduzir os próximos estágios evolutivos do sistema de gestão de riscos ESG.

5 MODELO PARA AVALIAÇÕES DE RISCOS ESG

A elaboração do modelo de avaliação de riscos proposto nesta tese partiu de dados bibliográficos revisados, análises de documentos e aplicações observadas *in loco*, além de consulta a gestores parametrizadas por contagem De Borda, segregadas por critério de Pareto com análise de confiabilidade pelo cálculo do Alfa de Cronbach. Outrossim, foram considerados como fundamentos para o modelo, os princípios de gestão dispostos nas normas ABNT voltados para a gestão ambiental ISO14001:2015; gestão de riscos ISO 31000:2018 e práticas recomendadas para gestão ESG, dispostas em ABNT PR2030:2022.

O detalhamento das ferramentas envolvidas na construção e formalização do modelo de gestão de riscos para projetos sustentáveis está sumarizado ao final do capítulo quatro (Quadro 17). Trata-se da formalização de um modelo de análise sistêmica do ciclo de vida, fundamentada em Odum (1988); em avaliação do ciclo de vida de produtos (OLIVEIRA; MAHLER, 2018) e associadas à análise de fluxo de valor dentro do processo produtivo por técnicas de FMEA, selecionadas por critério de acessibilidade aos gestores da organização em análise, de modo a facilitar a implantação do modelo pela mão de obra prontamente disponível, conforme figura 47:

Figura 47 - Síntese das etapas do Modelo de Avaliação de Riscos ESG

Seção 5.1	• Apresenta como será desenvolvido o modelo de avaliação de riscos ESG baseado na revisão bibliográfica, análise documental, observações <i>in loco</i> e consultas a gestores, aplicando métodos estatísticos e fundamentos das normas ISO 14001, ISO 31000, ABNT PR2030 e dos princípios sistêmicos de Odum (1988). • Retrata a construção do modelo de avaliação de riscos ESG.
Seção 5.2	• A elaboração do gráfico de riscos ESG por FMEA compõe a fase de diagnóstico da gestão de riscos, conforme a norma ISO/TR 14121-2:2012. • Os índices de risco ESG foram calculados com base nos documentos e em consultas a cinco especialistas experientes da empresa objeto de estudo.
Seção 5.3	• Apresenta o processo de coleta de dados de campo por análise documental e observação dos processos gerenciais, preservando informações estratégicas e a identidade dos participantes.
Seção 5.3.1	• Aborda a aplicação das ferramentas e o ajuste do modelo de avaliação de riscos ESG baseado em dados de um projeto sustentável de reciclagem de aparas, papel e papelão ondulado, integrado a duas plantas industriais no Sudeste do Brasil.
Seção 5.3.2	• Apresenta a empresa, voltada à produção a partir de materiais reciclados, seus expressivos impactos sociais, destacando-se a geração de empregos e renda, o fortalecimento da economia local e a melhoria da qualidade de vida das comunidades envolvidas.
Seção 5.3.3	• Apresenta o modelo de avaliação de riscos ESG e destaca as partes interessadas e os processos da fase de iniciativa de um projeto sustentável, em que sua influência nas decisões. Essa fase compreende quatro processos — planejamento, implementação, monitoramento e padronização — conforme o ciclo PDCA definido na ABNT PR2030:2022.
Seção 5.4	• Revela o ciclo interno de valor do estudo de caso integrando práticas de responsabilidade social na cadeia de valor, abrangendo economia circular, direitos humanos, consumo consciente de água, conduta empresarial, diversidade e inclusão, diálogos sociais, biodiversidade, governança corporativa, práticas de trabalho, transparência, gestão de resíduos e mitigação das mudanças climáticas..
Seção 5.4.1	• Apresenta o Índice de materialidade e análise dos níveis de risco e priorização dos principais fatores, os documentos foram agrupados e avaliados em uma escala de relevância de 1 (pouco relevante) a 5 (muito relevante), resolvendo divergências entre fontes e observações.
Seção 5.4.2	• São apresentadas o processo de seleção dos principais fatores ESG que se destacam nos documentos analisados da empresa objeto de estudo, destacando os riscos laborais; a cadeia de suprimentos e os riscos ambientais.
Seção 5.4.3	• Revela o ciclo de materialidade e como foi realizado o processo permitindo monitorar e registrar a constituição das evidências para seleção de tópicos ESG e mapeamento do fluxo de valor, considerando a expertise dos gestores e os documentos por eles priorizados.
Seção 5.5	• Apresenta a aplicação do diagrama sistêmico de Odum (1988) integrado a norma ABNT PR2030:2022 exibindo como foi calculado o balanço energético na indústria objeto de estudo.
Seção 5.5.1	• Apresenta e detalha o Fluxograma do ciclo de valor presente na cadeia de suprimentos da indústria anfitriã. • Expõe o fluxograma de valor presente, verificado <i>in loco</i>, demonstrando a distribuição em três processos de fabricação — papel, chapas e caixas, revelando simplesmente a visão produção e consumo.
Seção 5.5.2	• Apresenta e detalha o Fluxograma do ciclo de valor futuro na cadeia de suprimentos da indústria anfitriã. • A proposta do fluxo de valor futuro integra os aspectos de sustentabilidade (ESG) assim como os interesses internos e externos (stakeholders), fatores de governança, questões sociais e ambientais. • A comparação entre os ciclos de valor presente e futuro deixa nítida a falta de integração atual entre as perspectivas <i>multi-stakeholder</i>, permite visualizar os espaços e oportunidades propícias para novos projetos sustentáveis.

Fonte: Elaboração própria (2025)

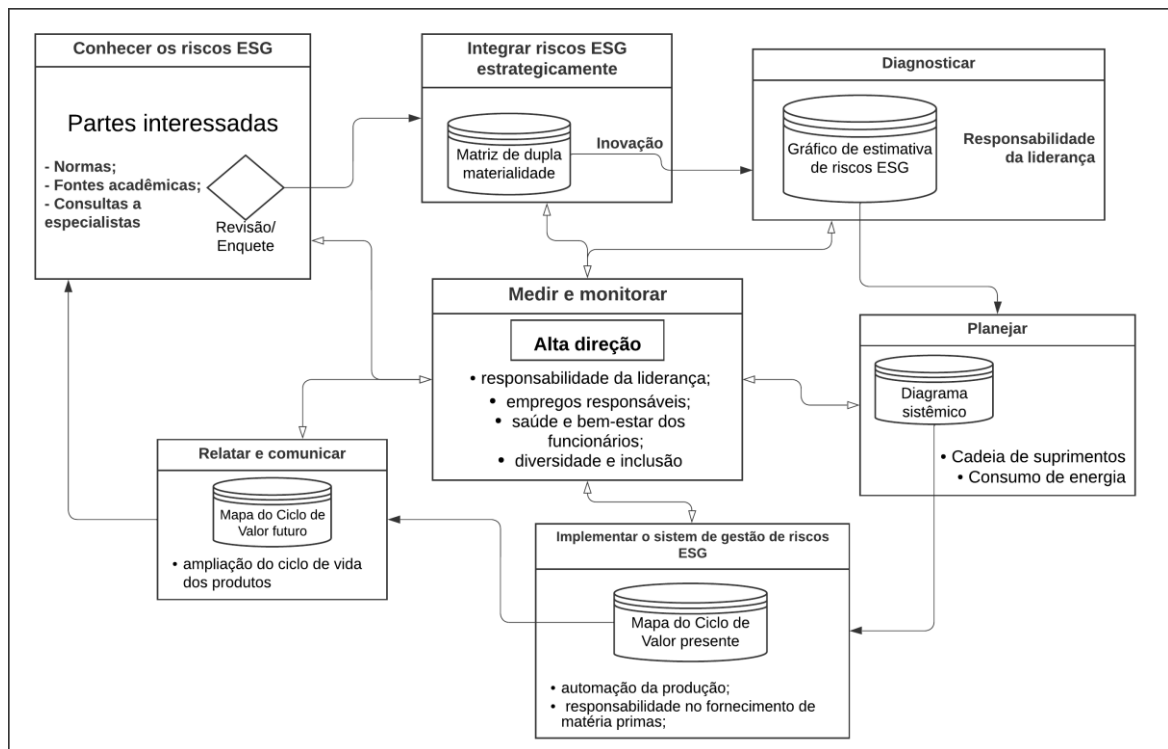
5.1 CONSTRUÇÃO DO MODELO

Para efeitos de padronização dos conceitos, na organização dos processos e quantificação dos procedimentos, os processos são divididos em sete passos, que implicam: conhecer; integrar estrategicamente; diagnosticar; planejar; implementar; medir e monitorar; relatar e comunicar os riscos, conforme previsto na PR 2030:2022 (ABNT, 2022). A gradação utilizada para os cálculos de risco indica gravidades de natureza “leve”; exposição “rara”; probabilidade “baixa” de ocorrência e “possível” de evitar, ao passo que o índice maior se refere ao extremo oposto: riscos qualificados como “graves”; exposição “frequente”; probabilidade alta de ocorrência e “impossível” de evitar ISO/TR 14121-2:2012 (ABNT, 2018a, p. 14), orientando quatro grupos de variáveis qualitativas para a análise comparativa e representação gráfica dos riscos.

A estrutura do modelo de gestão de riscos ESG parte de um conceito presente na FMEA, prática já adotada por parte significativa dos gestores consultados, a análise do fluxo de valor. Em processos enxutos (*lean*), o mapeamento do fluxo de valor presente é uma forma de identificar desperdícios, que permite otimizar os processos e aumentar o rendimento dos sistemas produtivos. Não obstante, para que esta abordagem seja adequada às exigências ESG, faz-se necessário o incremento de uma perspectiva sistêmica, que leve em consideração também os fluxos dinâmicos de valor das externalidades ambientais, sociais e de governança institucional, inerentes aos processos produtivos analisados.

A formulação da metodologia de base utiliza as diretrizes das normas NBR ISO 31000:2018 e de gestão ambiental ABNT NBR ISO 14001:2015, tendo em vista os mapeamentos dos fluxos de benefícios e custos envolvidos em projetos industriais sustentáveis (Equação 1). Esse conjunto de conceitos permite a elaboração de diagramas sistêmicos com mapeamento de fluxos de valor que permitam identificar e quantificar as variáveis necessárias para o cálculo de fatores de risco ESG, compatíveis com o projeto sustentável em análise. Na Figura 48 pode ser visualizado o fluxograma de processos para o modelo de gestão de riscos ESG propostos para o setor de papel/ papelão ondulado e aparas no Brasil, considerando tanto as exigências de normatização anteriormente indicadas, como os principais fatores de risco salientados pela consulta à literatura e aos gestores da área.

Figura 48 - Grupos de processos do sistema de gestão de riscos ESG proposto



Fonte: Elaboração própria (2024)

A fim de aplicar e validar o modelo proposto, foram buscadas na empresa anfitriã evidências que suportassem a elaboração das análises necessárias à aplicação do experimento em uma estrutura real. Neste intento, foram associadas as categorias de risco destacadas pela matriz de dupla materialidade (Figura 43 – Q2) às evidências constatadas *in loco*, conforme descritas no Quadro 18:

Quadro 18 - Categorias de Riscos ESG e evidências analisadas

Categoria (GRI/SASB)	Risco	Evidências
Gestão do ciclo de vida	• Inovação tecnológica; • Inovação nos negócios e processos	• Comparativo de custos e fianças; • Memorial Descritivo; • Auditorias; • Plano de gestão de resíduos; • Dados de evasão de efluentes.
Governança corporativa	• Responsabilização da liderança	• Memorial descritivo; • Relato Integrado; • Auditorias; • Comparativo de custos e fianças; • Controle e Monitoramento Jurídico; • Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos (PGRS); • Matriz de gerenciamento de riscos; • Educação Ambiental; • Controle e Monitoramento do Aterro Sanitário; • Controle e Monitoramento de Água; • Campanhas e Doações; • Plano de Ações Sociais.
Gestão da cadeia de suprimentos	• Fortalecimento da cadeia de suprimentos; • Responsabilidade no fornecimento de matéria primas;	• Comparativo de custos e fianças; • Auditorias; • Plano de gestão de resíduos; • Matriz de gerenciamento de riscos; • Parceria com Catadores de Material Recicláveis; • Dados de evasão de efluentes.
Segurança da produção	• Saúde e bem-estar dos funcionários; • Segurança no trabalho; • Empregos responsáveis • Diversidade e inclusão; • Automação da produção	• Matriz de gerenciamento de riscos; • Educação Ambiental; • Comparativo de custos e fianças; • Controle e Monitoramento do Aterro Sanitário; • Controle e Monitoramento de Água; • Programa de bolsas de estudos e benefícios; • Projeto desenvolver (Capacitação dos colaboradores); • Capacitação de mulheres encarceradas na penitenciária de Juiz de Fora; • Programa de capacitação de mulheres para operar empilhadeiras; • Campanhas e doações.
Gestão da energia	• Redução de consumo de energia	• Educação Ambiental; • Comparativo de custos e fianças; • Controle e Monitoramento do Aterro Sanitário; • Controle e Monitoramento de Água; • Controle e Monitoramento de Energia.

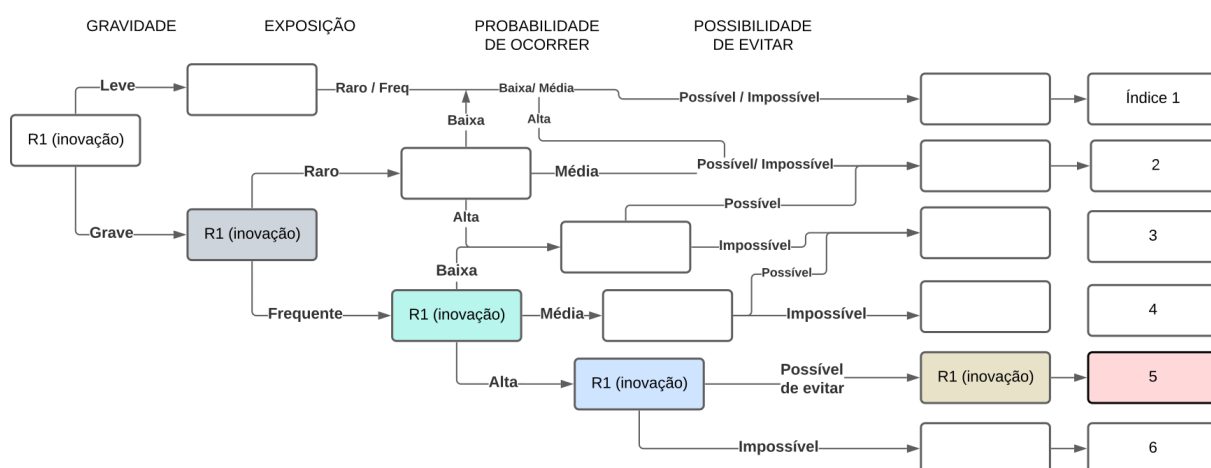
Fonte: Elaboração própria (2024)

5.2 GRÁFICO DE ESTIMATIVA DE RISCOS ESG (FMEA)

A elaboração do gráfico de estimativa de riscos ESG por análise de modos de falha (FMEA) é uma parte fundamental do sistema de gestão de riscos e fundamenta a fase de diagnóstico do sistema de gestão de riscos, podendo ser normalizado a partir da ISO/TR 14121-2:2012 (ABNT, 2018a, p. 15), que oferece modelagem para a matriz de riscos e para o cálculo dos índices de riscos, levando-se em consideração a gravidade, nível de exposição, probabilidade de ocorrência e possibilidade de evitar. Neste caso, os riscos ESG priorizados (Quadro 18), a partir da análise das evidências disponibilizadas pela empresa anfitriã e da matriz de dupla materialidade (Figura 43), permitiu desenvolver a matriz de riscos ESG (Quadro 19), apresentada após os gráficos de riscos ESG.

Para cálculo dos índices de risco foram consultados, além dos documentos mencionados no Quadro 18, cinco gerentes da empresa anfitriã, com ampla experiência nos processos examinados. A metodologia de qualificação dos riscos segue o paradigma indicado pela ISO/TR 14121-2:2012 (ABNT, 2018a, p. 15), adaptado ao caso em análise. A Figura 49 representa o gráfico de risco para os riscos de inovação (R1 = falta de inovação nos processos).

Figura 49 - Gráfico de riscos ESG para R1 = inovação

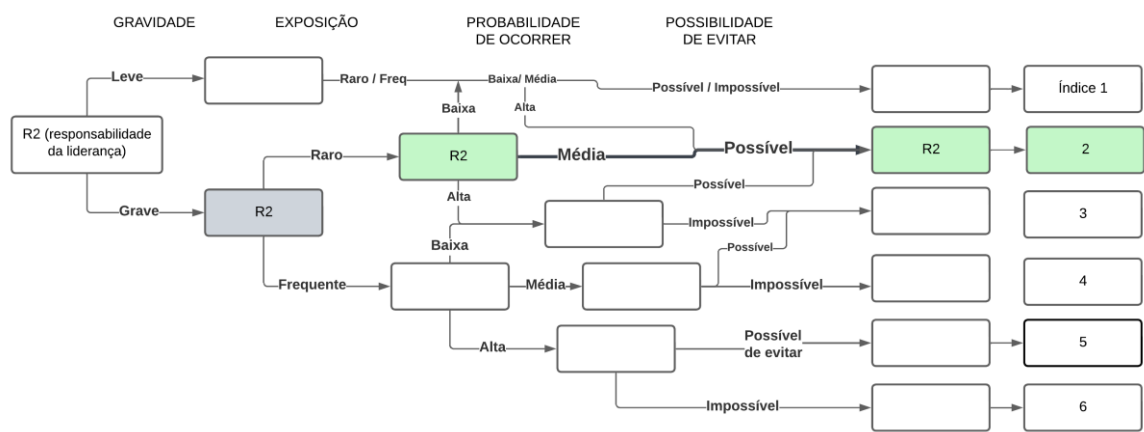


Fonte: Elaboração própria (2024)

Como representado no mapa de riscos ESG, a falta de inovação, para os gestores consultados, também considerando os documentos analisados, é um tipo de risco grave para empresas do setor de papel e papelão ondulado, cuja exposição é frequente, a probabilidade de ocorrer é alta, embora seja possível de evitar, o que leva

este fator ao índice de risco cinco (5), em uma escala de 1 a 6, o que representa um alto risco socioambiental e de governança para o sistema produtivo, resultado que se alinha aos achados anteriores, principalmente ao disposto na matriz de dupla materialidade (Figura 46). A mesma sistemática, aplicada ao risco ESG associado à responsabilidade da liderança (R2) produziu o mapa de riscos ESG representado na Figura 50:

Figura 50 - Gráfico de riscos ESG para R2 = responsabilidade da liderança



Fonte: Elaboração própria (2024)

Como pode ser visualizado na Figura 50, a consulta aos gestores e avaliação do material disponibilizado pela anfitriã permite qualificar a responsabilidade dos líderes na organização analisada com um risco ESG de nível dois (2), no qual pode-se considerar um evento de natureza grave, mas de rara oportunidade de exposição, média probabilidade de ocorrência e possível de ser evitado. Para simplificar o texto, os demais gráficos de risco ESG das outras oito categorias analisadas podem ser consultadas no Apêndice IV.

Quadro 19 - Matriz de riscos ESG por modos de falha (FMEA)

Riscos	Gravidade (Leve ou grave) 1 ou 2	Exposição (raro ou freq.) 1 ou 2	Probabilidade de ocorrer (baixa, média ou alta) 1 a 3	Possibilidade de evitar (possível ou impossível) 1 ou 2	Índice de risco
1. inovação;	Grave (2)	Frequente (2)	Alta (3)	(1) possível	5
2. responsabilidade da liderança;	2	1	2	1	2
3. consumo de energia;	1	2	3	2	2
4. cadeia de suprimentos;	2	2	3	2	6
5. empregos responsáveis;	2	2	2	2	4
6. saúde e bem-estar dos funcionários;	2	2	2	1	3
7. diversidade e inclusão;	1	1	2	1	2
8. automação da produção;	2	2	3	1	5
9. responsabilidade no fornecimento de matérias-primas;	2	2	2	1	3
10. avaliação do ciclo de vida dos produtos;	1	2	3	1	2

Fonte: Elaboração própria (2024)

A concatenação entre as ferramentas apresentadas mostrou-se relativamente simples, desde que haja um trabalho cuidadoso de análise das fontes e acesso a profissionais experientes na gestão dos processos, cujos riscos ESG estão sendo analisados. Para este caso, os gráficos de risco ESG permitiram descrever qualitativamente os principais riscos envolvidos na fabricação de papel e papelão ondulado. Além disto, a matriz de Riscos ESG (Quadro 19) favorece uma análise comparativa por quantificação dos índices de riscos para cada categoria selecionada, servindo como exemplificação de diagnóstico para o modelo analítico desenvolvido por análise dos modos de falha (FMEA), na qual os maiores índices de risco ESG sugerem a maior probabilidade de falhas na gestão socioambiental e governança, com redução da sustentabilidade e aumento do impacto negativo ao ecossistema.

A análise comparativa da matriz de riscos ESG permite inferir que o risco mais expressivo para o caso e, conseqüentemente, a principal fragilidade da organização

está na cadeia de suprimentos (índice seis de risco ESG), a qual é composta basicamente por aparistas e cooperativas de catadores, elementos de alta sensibilidade para a cadeia produtiva em que a organização está inserida. Outros dois fatores que merecem atenção priorizada (índice de risco ESG cinco) são os riscos associados à inovação tecnológica e à automação da produção, resultado que está conforme ao que já foi exposto anteriormente (Figura 46).

Na sequência, os riscos trabalhistas são evidenciados com o índice quatro de risco ESG, no que diz respeito à saúde e bem-estar dos funcionários. Trata-se de um fator que está em atenção permanente dos gestores, no sentido de preservar os colaboradores, prevenindo sistematicamente os riscos laborais por meio de campanhas educativas e incentivo permanente ao uso de EPIs (equipamentos de proteção individual), assim como de boas práticas de saúde e segurança no trabalho.

Podem ser considerados como riscos mais comedidos (índice três) os fatores associados ao fornecimento de matérias-primas, assunto constantemente ressaltado pela alta direção em seus documentos e diretrizes, cuja gestão faz parte da cultura organizacional de longa data, na qual a prática de fornecer produtos confiáveis e de qualidade é vista como uma atitude estratégica para o negócio, a ser preservada por todos os colaboradores.

Dos fatores que podem ser considerados de menor risco, dentre os analisados, destaca-se a responsabilidade da liderança, que também é um aspecto cultural, inerente aos valores e compromissos expressos pela alta direção nos documentos analisados, assim como pelo clima organizacional observado. Da mesma forma, os problemas relativos à diversidade e inclusão, que também apresentaram índice dois de risco ESG, são preocupações constantes, com campanhas de promoção da equidade de gênero e busca reiterada por facilitar a acessibilidade nos espaços corporativos, dentre outras iniciativas de interesse social promovidas pela empresa.

Por fim, o consumo de energia se mostra, no caso analisado, um fator de risco ESG presente, mas também com baixo nível de preocupação (índice dois), resultado justificado pela sistemática adoção de iniciativas tecnológicas e educativas, orientadas para a redução de desperdícios nos consumos tanto de água, quanto de energia, promovidas pela empresa. Os documentos analisados mostram uma preocupação constante da alta direção com a substituição de tecnologias com baixo rendimento energético por melhores práticas, técnicas e ferramentas (trocas de lâmpadas, motores, etc.), de maneira a otimizar o uso de energia, fato que torna este um aspecto

forte, do ponto de vista da sustentabilidade ESG, na estrutura de produção da empresa anfitriã.

De forma similar, pelo fato de boa parte dos insumos utilizados pela empresa terem origem na reciclagem, a preocupação com o ciclo vital dos produtos integra o processo produtivo em todos os seus aspectos, desde o fornecimento até o interesse dos consumidores e descarte dos rejeitos. Por isto, o risco inerente à avaliação do ciclo de vida dos produtos encontra-se entre os elementos de menor risco ESG (índice dois) para a empresa, dentre os fatores analisados, caracterizando-se como uma oportunidade ESG para o empreendimento, haja vista a enorme quantidade de resíduos que deixam de ser desperdiçados, graças aos processos de reciclagem promovidos nos parques industriais da anfitriã.

5.3 ANÁLISE DE MATERIALIDADE PARA O CASO

O diagnóstico sumarizado na matriz de riscos ESG (Quadro 19) é, em princípio, bastante subjetivo, carecendo da complementação por critério de materialidade para ser eficaz na formulação e juízos de valor. Conforme Garst; Maas e Suijs, este tipo de análise se qualifica a partir de fatores de relevância; aderência aos tópicos ESG; consistência das fontes de informação e definição do ciclo de materialidade (reprodutibilidade).

5.3.1 Caso de negócios

Foram coletados dados de campo por meio de análise documental e contato direto com os processos gerenciais da empresa anfitriã. Informações de relevância estratégica para os colaboradores da pesquisa, bem como aquelas que permitem identificar os participantes (dados pessoais) foram omitidos por princípios éticos e em respeito à Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018), aplicável a quaisquer operações de tratamento dados coletados em solo pátrio, e que considera como protegidas pelo interesse nacional, dentre outras, a “inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem; ... o desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação;”.

Para a aplicação das ferramentas e ajuste na modelagem de avaliação de riscos ESG foi utilizado como fonte de dados empíricos um projeto sustentável plenamente desenvolvido de reciclagem de aparas de papel, hoje integrado a duas plantas industriais da Região Sudeste do Brasil, certificadas a partir da norma ISO 9001:2015, com manejo florestal que segue os pressupostos da *Forest Stewardship Council*® (FSC), rotulagem esta asseverada por auditoria e certificação de terceira parte.

A empresa anfitriã do estudo de caso está em atividade a quase seis décadas, assumindo desde sua fundação a responsabilidade para com a sociedade e o meio ambiente, tendo a reciclagem como fator estratégico para as decisões organizacionais. Na atualidade, a empresa busca consolidar sua posição entre os líderes no mercado brasileiro e ampliar os negócios para o fornecimento internacional de embalagens. Neste sentido, a produção foi ampliada no ano de 2022 em 10 mil toneladas por mês, conforme entrevista cedida por uma das superintendentes da empresa. O foco dos novos investimentos está nas pessoas, orientado para a qualificação, o desenvolvimento humano e a capacitação profissional, de maneira a fortalecer o compromisso com a Segurança no Trabalho e a Gestão Ambiental.

O processo de avaliação de riscos utilizado pela organização é estruturado em dois eixos, a saber: a certificação de terceira parte (ISO 9001:2015; FSC) e a composição de auditores internos, ambos orientados para a gestão da qualidade, com focos na otimização de processos, segurança no trabalho e gestão ambiental. Embora não seja ignorada pela equipe gestora, a prática de avaliação de riscos se mostra bastante limitada, focando principalmente na fase de iniciativa dos projetos, limitando-se a práticas de análise preliminar de riscos (APR).

Não foi observado nos documentos analisados uma sistemática que indique a previsão periódica e sistemática de análises de risco para além daqueles previstos na normalização da série ISO 9001:2015, em que se recomenda o desenvolvimento genérico de uma “mentalidade de risco”. Neste caso, o foco está em atender às expectativas do cliente por meio da consideração de incertezas que possam afetar as organizações.

A avaliação de riscos nesta versão da norma é um cálculo de probabilidades, em que pese o impacto das possíveis ocorrências negativas e a chance dessas ocorrências se manifestarem. O foco da NBR ISO 9001:2015 é a gestão de riscos na

fase de planejamento de forma que as ações mitigadoras já sejam previstas no projeto, seguidas de execução, conclusão e documentação conformes.

Os riscos a serem considerados pela perspectiva do sistema de gestão adotado pela empresa dizem respeito ao mercado; crédito; liquidez; jurídico; e operacional, ou seja, a norma institucionalizada não inclui riscos ambientais e comunitários em seu escopo, limitando-se a fatores associados aos riscos de governança institucional. Devido a tais limitações, considera-se que apenas a série ISO 9001 não é suficiente para a prevenção e mitigação dos riscos de natureza ESG, donde conclui-se que a prática de gestão de riscos é incompleta na unidade produtiva analisada para os propósitos de avaliação de projetos industriais sustentáveis. Quanto à série ISO 14000, ainda que haja planos para a adesão da empresa a estas normas, os mesmos ainda não são prioridade para a alta direção.

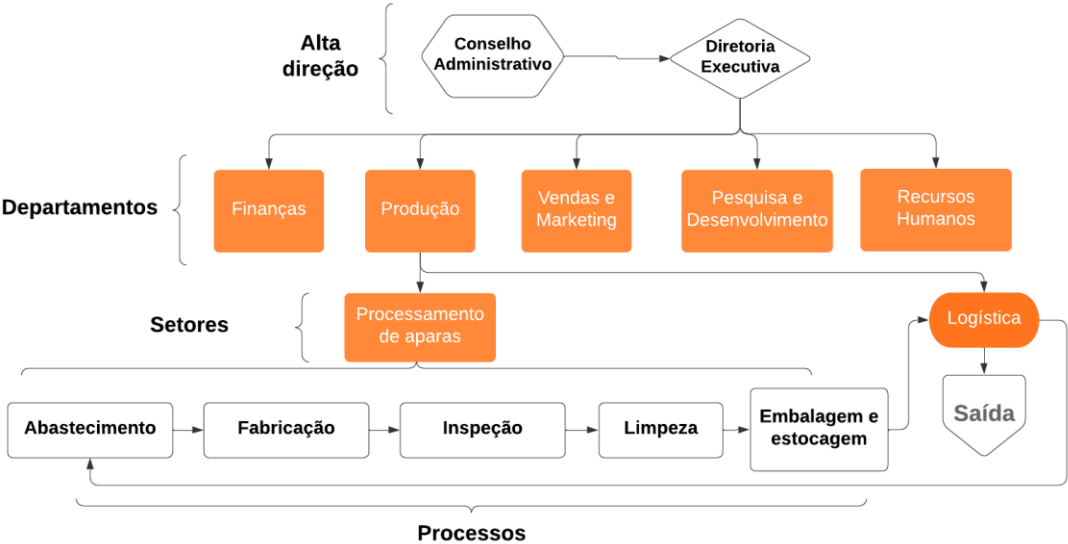
Os valores declarados pela alta direção são respeito à vida; valorização das pessoas; responsabilidade; aprendizado; compromisso com resultados; e integração ao time. A indústria oferece produtos otimizados e personalizados, de forma a atender às necessidades específicas dos clientes. Os produtos oferecidos pela empresa são maculatura (usadas em tubetes de papel); caixas; chapas; bolachas de papel; e cortes especiais.

Tais produtos são distribuídos principalmente no mercado brasileiro, consolidando a empresa entre as dez maiores fornecedoras de aparas, papel e papelão ondulado da região, que se insere em um universo de aproximadamente 64 organizações de médio e grande porte associadas à atividade. As últimas iniciativas ESG da organização estão focadas na educação da população, em parceria com escolas e associações, a fim de otimizar a coleta seletiva, com correta separação das aparas de forma a evitar contaminação dos insumos e aumentar a produtividade do processamento. Além dessas, a alta direção tem voltado suas atenções para o mercado latino-americano, intentando abrir novas perspectivas e parcerias, de maneira a reduzir a sensibilidade aos choques locais e valorizar a produção.

A empresa é dirigida por um Conselho de Administração e por uma Diretoria Executiva. O Conselho de Administração é composto por membros da família fundadora da empresa e por outros membros independentes. A Diretoria Executiva é responsável pela gestão da empresa; ela é dividida em Departamentos, tais como Vendas e Marketing; Produção; Pesquisa e Desenvolvimento; Finanças; e Recursos

Humanos. A empresa possui duas sedes na Região Sudeste do Brasil, com cerca de 2.000 funcionários diretos, a maioria alocada no Departamento de Produção. A estrutura administrativa da empresa segue representada na Figura 51:

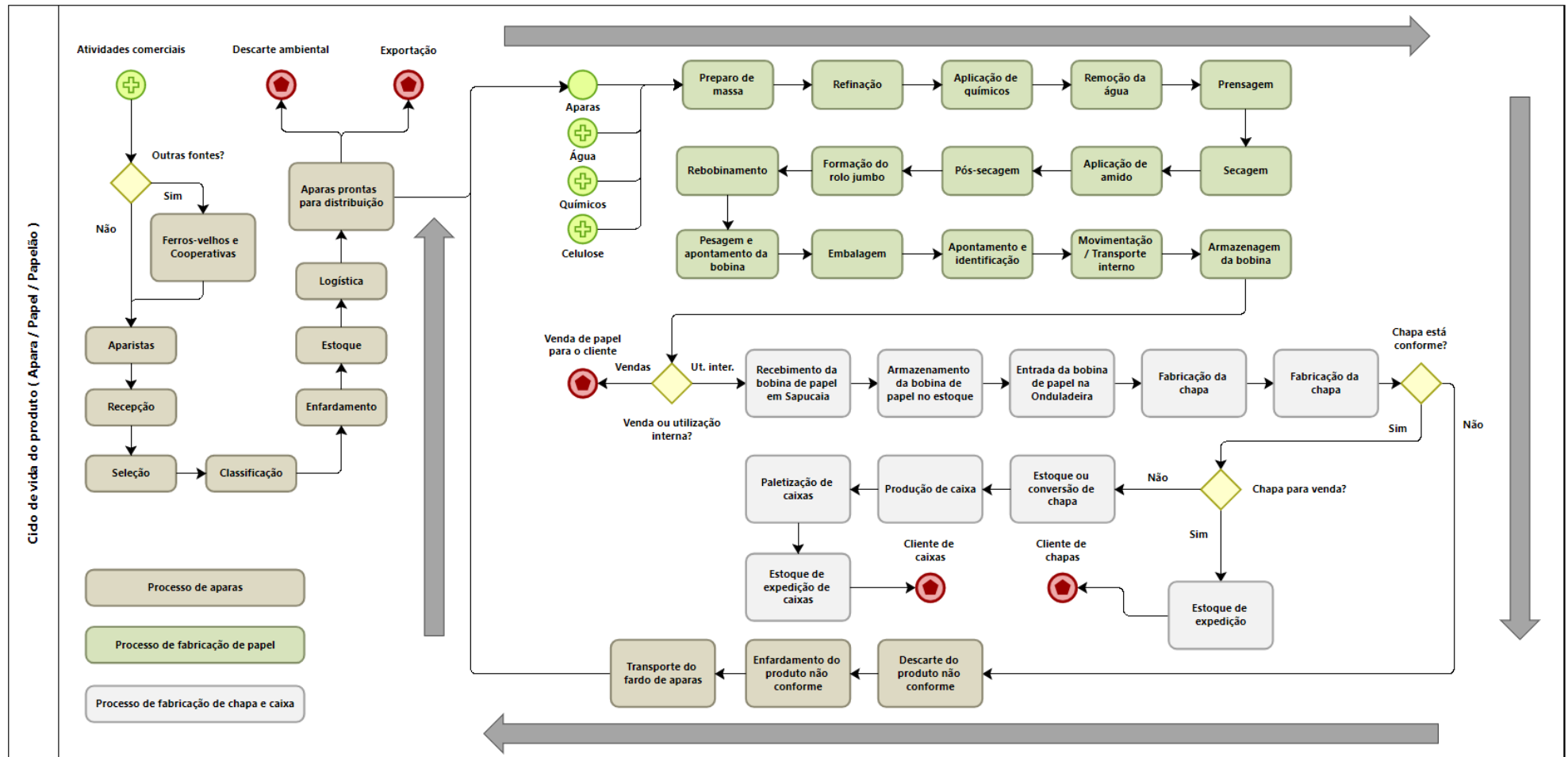
Figura 51 - Organograma simplificado da empresa, com recorte no processamento de aparas



Fonte: Elaboração própria (2024)

Observando *in loco* os diversos níveis de processamento, desde a matéria prima, até a destinação final dos resíduos, foi possível representar o ciclo de vida dos produtos aparas, papel e papelão, conforme segue na Figura 52:

Figura 52 - Ciclo de vida dos produtos aparas, papel e papelão ondulado



Fonte: Elaboração própria (2023)

O fluxo dos processos no sistema produtivo da empresa anfitriã foi analisado a partir do ciclo de vida do produto (apara, papel e papelão ondulado). Neste sistema ocorrem as interconexões entre três processos diferentes: o processamento de aparas; a fabricação de papel e o processamento do papelão ondulado para a produção de embalagens. O processamento das aparas se inicia em ferros velhos e cooperativas de coletores, que orientam o insumo para as aparistas, empresas que coletam, organizam e transferem os insumos para a fabricação.

Após a recepção desses insumos entre os aparistas, ocorrem os processos de seleção, classificação e enfardamento, seguido de estocagem e destinação logística para a distribuição às fábricas, para a exportação ou descarte ambiental dos resíduos. Quando entram nos sistemas fabris, às aparas são agregadas celulose, produtos químicos e água, que compõem uma massa, posteriormente refinada, a qual sofre novo tratamento químico para padronização de suas propriedades. O excesso de água é removido da mistura, que é prensada, seca, recebe aplicação de amido, seca novamente, é enrolada e rebobinada, pesada, embalada, identificada, estocada internamente e enviada para a próxima fase de processamento.

Após a definição da destinação das bobinas pelo cliente, elas seguem para uma máquina chamada onduladeira, que permite a confecção das chapas de papelão ondulado. As chapas são empilhadas e passam por vistoria de conformidade, novamente estocadas, podendo ser vendidas inteiras ou convertidas para a produção de caixas, que seguem para enfardamento, estoque e expedição.

A fase de processamento do papel, no qual a indústria anfitriã se concentra, pode ser subdividida em três processos, a saber: fabricação do papel; das chapas; e das caixas. Nas figuras 53, 54 e 55 são sintetizados os subníveis dos processos de industrialização das bobinas e embalagens de papelão, a partir do processamento de aparas, papel e papelão ondulado, conforme dados gentilmente cedidos pela anfitriã.

Figura 53 - Materiais, atividades e recursos da fabricação de Bobina de Papel

Recursos Materiais	Atividades	Recursos Humanos
Esteira transportadora	Desagregação	Gerente Industrial
Hidrapulper	Depuração	Gerente de Produção
Depuradores	Engrossamento	Coordenador de Produção
Engrossadores	Estocagem de massa	Supervisor de Produção
Refinadores	Refinação	Líder de Produção
Bombas	Aplicação de químicos	Analistas
Torres e tanques	Circuito de aproximação	Assistente administrativo de produção
Máquina de papel	Formação do Papel	Assessor técnico de produção
Rebobinadeira	Remoção de água	Operador de produção
Scanner	Prensagem	Auxiliar de produção
Elevadores	Secagem	Operador preparo de massa
Supervisório	Aplicação de amido no size press	
Ponte rolante	Pós secagem	Saídas
Protheus	Enroladeira (Leitura de gramatura e umidade- scanner)	Bobina de Papel
Trimpaper	Formação do rolo jumbo	Ponta de papel
Impressoras	Rebobinamento	
Computadores	Pesagem e Apontamento de Bobina	
Compressores	embalagem	
Caldeira	Apontamento e identificação	
Subestação	Movimentação para estocagem da bobina	
Entradas	Riscos associados ao processo	Controle
Ordem de Fabricação	Quebra de máquina	Produção papel
Apara e celulose	Falta de ar comprimido	Produtividade papel
Insumos (Químicos)	Falta de matéria-prima (apara e celulose)	Paradas operacionais
Vapor	Falta de vapor	Produção MP07
Água	Falta de energia	Produtividade MP07
	Falta de água	Eficiência de tempo mp07
	Falta de vestimenta	Produção MP04
	Falta de insumos químicos	Produtividade MP04
		Eficiência de tempo mp04
Metodologia		Produção MP08
IT-PPP-JDF-001-Operação da MP04		
IT-PPP-JDF-002-Apontamento MP04		
IT-PPP-JDF-003-Operação Preparo de massa		
IT-PPP-JDF-004-Operação da MP07		
IT-PPP-JDF-005- Operação rebobinadeira MP07		
IT-PPP-JDF-006-Apontamento MP7 e MP8		
IT-PPP-JDF-007 OPERAÇÃO MP8		

Fonte: Elaboração própria (2023)

Figura 54 - Materiais, atividades e recursos da fabricação de chapas

Recursos Materiais Tecnologia e Recursos Computador Telefone / Celular Trimbox Protheus Intranet Mesas / cadeiras EPIs Equipamentos de medição do processo e dos produtos	Atividades Principais atividades do processo Separação dos insumos para o preparo de cola. Preparo de cola. Testes de qualidade da cola (Viscosidade e ponto gel). Abastecer porta- bobinas com os papéis descritos no boletim. Realizar a passagem do papel no cabeçote e fooradeira (miolo/ capa interna e capa externa). Monitorar a aplicação de cola e ajustar de acordo com o tipo de onda (B/C) ou composição. Medir a temperatura do papel no porta-bobina. Acompanha a produção dos pedidos na máquina conforme a programação de produção estabelecida pelo PCP. Medir a temperatura em toda extensão da máquina. Realizar a verificação visual das chapas. Realizar a amarração das pilhas para evitar queda das mesmas ao serem manuseada na saída da ondulateira. Realizar a conferência da quantidade de chapa produzida. Fazer o apontamento da contagem das chapas e endereçamento no sistema Trimbox. Identificar os paletes com as etiquetas (imprimir). Segregar e destinar as chapas não conformes.	Recursos Humanos Coordenador Industrial Coordenador Produção Lider de produção Operador de produção Operador de manutenção Estoquista Auxiliar operacional
Entradas Programação de Produção para ondulateira Papel (matéria-prima) em estoque Insumos (Cola e resina) Vapor Energia Água Paleta		Saídas Chapa de papelão ondulado
Metodologia IT-PCH-SAP-001-Fabricação de cola IT-PCH-SAP-002-Produção de chapa. IT-PCH-SAP-003-Destinação de produto Não Conforme	Riscos associados ao processo Quebra da ondulateira Faltar água para captação Falta de energia / pique de energia Desabastecimento de papel Quebra da caldeira Falta insumo (amido, soda, borax e resina) Falha ou falta no sistema (Trimbox)	Controle (Indicadores) Refugo Fosber Consumo de material secundário Eficiência de tempo Fosber Produtividade Fosber Produtividade Niw a Refugo Niw a ROI/ OF Gravidade alta

Fonte: Elaboração própria (2023)

A Figura 53 procura sintetizar os principais materiais, recursos, atividades, entradas e saídas referentes ao processo de fabricação de bobinas de papel. Os recursos são de ordem muito variada, mas estão divididos principalmente em materiais e humanos, estes caracterizados pela presença de operadores; assistentes; analistas; líderes; supervisores; coordenadores e gerentes. A documentação analisada também detalha um amplo conjunto de atividades de processamento, as entradas e saídas do sistema; as formas de controle e protocolos referentes às metodologias de produção. Por fim, o registro permite identificar os principais riscos associados ao sistema de fabricação de papel, quais sejam: quebra de máquina; falta de ar comprimido; matéria-prima; vapor; energia; água; vestimenta; e insumos químicos.

A Figura 54 apresenta uma distribuição similar à anterior, específica sobre a fabricação de chapas, onde são identificados os riscos associados ao processo, a saber: quebra de máquinas; falta de energia; de água; de matéria-prima; e de ferramentas.

A Figura 55 apresenta uma distribuição similar, na qual há especificações sobre a fabricação de caixas, onde são registrados os riscos de: quebra de máquinas; falta de energia; de água; de matéria-prima; e de ferramentas. Notoriamente, não constam neste documento registros de riscos à saúde humana, à sociedade ou ao ambiente, evidenciando a fragilidade de avaliação de risco focadas em ciclos de vida de produtos em processos fechados, do tipo insumo – produto.

Como pode ser observado nas figuras anteriores, trata-se de um sistema industrial altamente complexo, no qual o fluxo de valor está sujeito a uma grande quantidade de desdobramentos, exigindo técnicas avançadas de Engenharia da Produção para minimizar os desperdícios e potencializar o rendimento dos recursos disponíveis.

5.3.2 Impactos sociais

Por tratar-se de uma empresa focada em produtos parcialmente derivados da reciclagem (papel e papel ondulado), a organização analisada possui impactos sociais

amplos e multifacetados, envolvendo desde a geração de empregos e renda até as questões ambientais e a relação com a comunidade.

Os principais impactos positivos da atividade, observados *in loco* são a geração de empregos e renda, contribuindo para a dinamização da economia local e a melhoria da qualidade de vida de muitas famílias através da provisão de aproximadamente 3.000 postos de trabalho diretamente associados à empresa ou às suas subsidiárias, além de favorecer incontáveis oportunidades indiretas para a geração de renda nas comunidades locais, a partir da produção anual de aproximadamente 180 mil toneladas de papel – papelão ondulado, oriundas da reciclagem de 200 mil toneladas de aparas/ano, trabalho que oferece à sociedade uma renda média de aproximadamente R\$ 20.000,00/ano por posto de serviço.

A produção de papel e papel ondulado envolve uma cadeia produtiva complexa, que abrange desde a produção de celulose até a fabricação de embalagens. Essa cadeia gera indiretamente oportunidades de trabalho em diversas áreas, como silvicultura, logística e comércio, favorecendo o desenvolvimento regional e fortalecendo os arranjos produtivos locais.

Por tratar-se de indústria pesada, o processamento de papel – papelão ondulado é um catalisador de inovação e tecnologia, uma vez que faz-se necessário otimizar seus processos e reduzir custos, gerando oportunidades para o desenvolvimento de novas tecnologias e soluções inovadoras.

Naturalmente, uma atividade antrópica dessa envergadura implica impactos socioambientais negativos, dentre os quais se destaca a degradação ambiental promovida pelo uso de grandes quantidades de água e energia, motivo pelo qual se não forem adotadas medidas adequadas de gestão ambiental, a indústria pode restringir o acesso das comunidades a recursos naturais essenciais, além de prejudicar a qualidade do ar e da água.

Outro aspecto sensível para a atividade industrial de produção de papel e papelão ondulado é a potencial geração de desigualdade social, promovida pela concentração da indústria em determinadas regiões devido à criação de empregos de baixa qualificação e à intensificação da exploração de recursos naturais em áreas mais vulneráveis. A desigualdade social detém o potencial de gerar conflitos

socioambientais, principalmente no que se refere à concorrência pelo uso da terra e dos recursos hídricos.

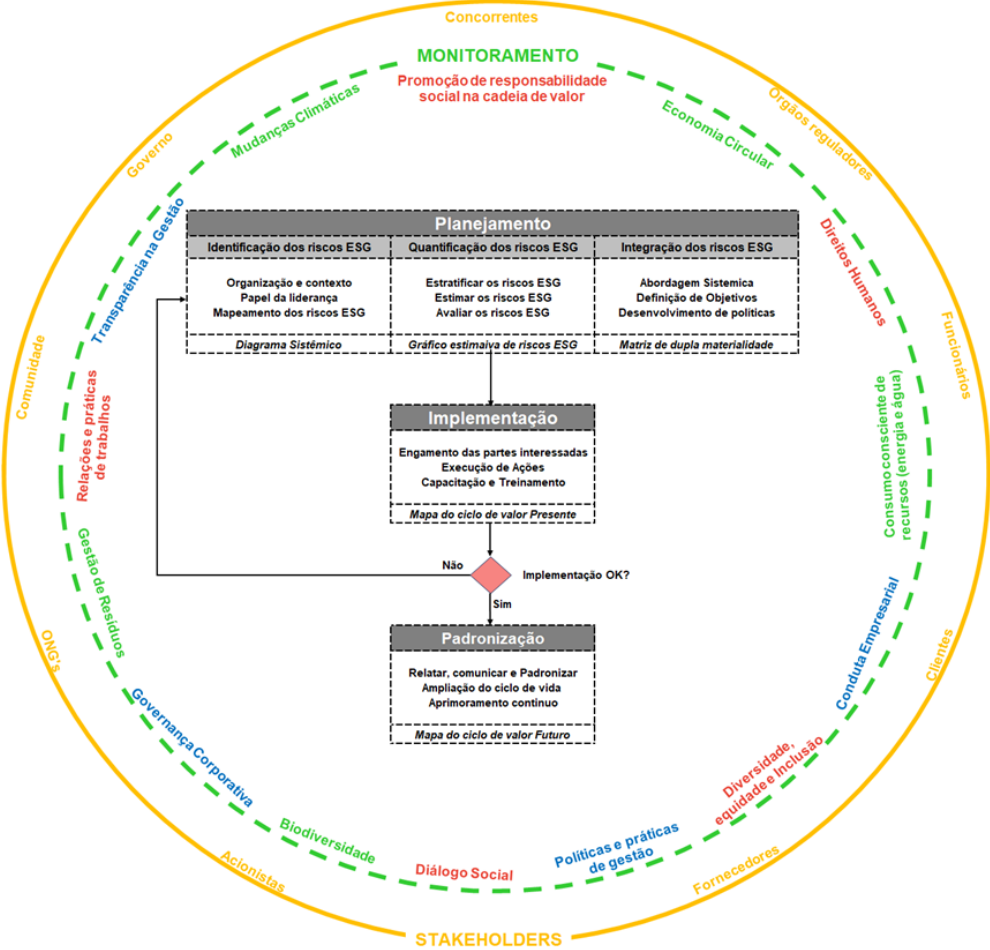
Para mitigar e prevenir os impactos negativos, maximizando os benefícios da indústria de papel e papel ondulado no Brasil, é fundamental que sejam adotadas medidas para promover a sustentabilidade e a responsabilidade social, dentre as quais se destacam: incentivo à reciclagem; substituição de fontes de energia fósseis por fontes renováveis; tratamento adequado de resíduos; diálogo com as comunidades, em busca de soluções conjuntas para os desafios enfrentados; investimento em pesquisa e desenvolvimento, gerando novas tecnologias e produtos mais sustentáveis, além de promover a inovação e a competitividade do setor.

Em síntese, a indústria objeto de estudo, desenvolve funções importantes na economia local, mas também repercute desafios relacionados à sustentabilidade e à responsabilidade social. Para garantir um desenvolvimento sustentável do setor, faz-se necessário minimizar os impactos negativos e maximizar os benefícios para a população.

5.3.3 Partes interessadas

Como pode ser observado no diagrama sistêmico para o fluxo de valor em projetos sustentáveis adotado pela empresa (Figuras 52 - 55), em que se destacam as partes interessadas e os processos envolvidos na implementação de projeto sustentável relacionado ao caso em estudo, a fase de iniciativa, no qual a influência das partes interessadas é determinante para a tomada de decisões, possui quatro processos principais (planejamento, implementação, monitoramento e padronização), conforme nomenclatura disponível na PR2030:2022 (PDCA), conforme figura 56.

Figura 56 - Diagrama sistêmico para o fluxo de valor na implantação de projetos sustentáveis (observado in loco)



Fonte: Elaboração própria (2024)

Conforme os documentos analisados, a adaptação de um novo projeto ao sistema produtivo pela empresa anfitriã exige distinguir uma fase de checagem (monitoramento), com a finalidade de verificar se a implantação está ocorrendo como planejado, de maneira a ajustar os pontos que não se mostraram eficazes em atingir os objetivos organizacionais, considerando-se os interesses dos principais *stakeholders*. Na fase de monitoramento, circulada em verde - tracejado, exige-se que além de controlar o processo de iniciativa como um todo, é necessário também monitorar os temas relacionados aos três eixos ESG, conforme disposto na PR2030:2022.

No ciclo mais externo da representação encontram-se representados os principais *stakeholders*, ou partes interessadas identificadas nos documentos da empresa: acionistas; ONGs; comunidade; governo; concorrentes; órgãos reguladores; funcionários; clientes; e fornecedores, os quais oferecem energia para o sistema e recebem as saídas nos fluxos de valor presente e futuro, mantendo o fluxo de entropia que permite controlar os riscos ESG. Por isto, são propostos como incremento à fase de implantação de projetos sustentáveis, os processos de identificação, quantificação e integração de riscos ESG ao sistema de gestão de projetos já em uso.

Após a fase de planejamento, é cultura da empresa passar para a implementação propriamente dita, para a qual o modelo aqui desenvolvido propõe incrementos relativos à busca de engajamento das partes interessadas; capacitação e treinamento dos envolvidos, ações que visam propagar os conceitos desenvolvidos na fase de planejamento, facilitando o aceite e envolvimento dos colaboradores nas demandas inerentes a qualquer projeto inovador.

Concluído o planejamento e a implantação inicial, o principal documento de saída desses processos é o mapa do ciclo de valor presente, que permite a todos os envolvidos identificar o fluxo de valores, os principais processos que compõem o projeto sustentável, suas redundâncias, desperdícios, gargalos produtivos e oportunidades. Trata-se de um documento norteador para as decisões gerenciais, a partir do qual os riscos ESG podem ser identificados, mitigados, aceitos ou rejeitados pela alta direção e pelos demais envolvidos. O mapeamento do ciclo de valor presente culmina com uma decisão, se o projeto pode ser implementado, precisa retornar para a fase de planejamento ou simplesmente será rejeitado.

Em caso de aceite do projeto sustentável pela alta direção, cumpre seguir com a fase de padronização, pela qual os gestores avaliam as conformidades e demais detalhes técnicos necessários para viabilizar sua implantação definitiva.

5.4 MODELAGEM DO FLUXO DE VALOR NA FASE DE INICIATIVA

O ciclo mais interno de processamento de valor para o caso estudado, conforme adaptação proposta entre o caso estudado e os resultados da pesquisa, propõe a integração entre os valores relativos à promoção da responsabilidade social na cadeia de valor, considerando principalmente os interesses voltados para a economia circular; os direitos humanos; consumo consciente de água; a conduta empresarial; políticas de diversidade, equidade e inclusão; a promoção de diálogos sociais; investimentos em biodiversidade; melhorias no sistema de governança corporativa e nas práticas de trabalho; a transparência na gestão; promoção da gestão de resíduos e da mitigação das mudanças climáticas. Esses valores foram integrados no framework de implantação de projetos sustentáveis (Figura 54) por coadunarem a cultura da empresa com os principais resultados de pesquisa.

Os processos de implementação de projetos sustentáveis na empresa são divididos em três fases: o planejamento; a implementação e a padronização, conforme prática corrente identificada entre os gestores consultados. No modelo proposto, busca-se integrar essa prática com os valores ESG mais relevantes para a implantação de um sistema de gestão de riscos. Trata-se da fase de padronização, na qual os processos do novo projeto sustentável visam relatar e comunicar os objetivos de ampliação do ciclo de vida dos produtos envolvidos, bem como os potenciais de redução e mitigação de impacto ESG dos processos envolvidos, potencializando os recursos da gestão socioambiental e melhorias na governança corporativa associadas ao projeto, por meio de aprimoramento contínuo.

A fase de padronização envolve uma gama ampliada de colaboradores, o que permite identificar novas soluções e melhorar o fluxo de processos, de modo a otimizar e ampliar o potencial de ganho emergético (de energia acumulada) no ciclo de valor associado aos produtos e serviços prestados pela organização, reduzindo seus riscos ESG. O documento de registro desta fase é o mapa do ciclo de valor futuro, no qual

devem constar as melhorias propostas nos fluxos de valor detalhados pelo mapeamento do fluxo de valor presente. A melhoria esperada consiste principalmente em identificar e eliminar desperdícios, aumentando a taxa de rendimento do sistema como um todo.

5.4.1 Índice de materialidade

Para análise dos níveis de risco e seleção dos fatores a serem priorizados pela equipe gestora, os diversos documentos analisados foram organizados em grupos e qualificados em uma escala de valor, a fim de resolver as possíveis divergências entre documentos e observações no caso em estudo. O Quadro 20 sumariza as fontes de informação, que foram classificadas em níveis de relevância, variando desde o nível um (pouco relevante), até cinco (muito relevante).

Quadro 20 - Índice de materialidade

Evidências	Nível de relevância (1 = pouco; 5 = muito relevante)				
	1	2	3	4	5
Controle e Monitoramento Jurídico;					X
Matriz de gerenciamento de riscos;					X
Memorial Descritivo;			X		
Auditorias;				X	
Controle e Monitoramento do Aterro Sanitário;				X	
Controle e Monitoramento de Água;				X	
Programa de bolsas de estudos e benefícios;			X		
Projeto desenvolver (Capacitação dos colaboradores);			X		
Capacitação de mulheres encarceradas na penitenciária de Juiz de Fora;			X		
Programa de capacitação de mulheres para operar empilhadeiras;			X		
Plano de gestão de resíduos;				X	
Dados de evasão de efluentes.				X	
Comparativo de custos e fianças;					X
Iniciativas de Educação Ambiental;		X			
Campanhas e Doações; Plano de Ações Sociais.		X			
Relato Integrado;		X			
Parceria com Catadores de Material Recicláveis;			X		

Os níveis de relevância foram decididos em contato direto com os gestores da empresa que colaboraram com a pesquisa, os quais evidenciaram que, em sua perspectiva, os indicadores de materialidade mais relevantes para a avaliação de riscos ESG são os controles e monitoramento jurídico; a matriz de gerenciamento de riscos e o comparativo de custos e fianças.

Também com alto nível de interesse para os gestores da organização, merecem destaque os documentos associados aos controles e monitoramentos da água e de resíduos (Aterro Sanitário); as auditorias; o plano de gestão de resíduos e os dados de evasão de efluentes.

5.4.2 Seleção de tópicos ESG

Na infinidade de registros relativos à responsabilidade jurídica da empresa, à qual tivemos acesso, destacam-se os riscos de natureza trabalhista e o licenciamento ambiental, fatores que mais ocuparam o departamento jurídico da empresa nos últimos cinco anos, conforme relatos dos gestores. Os níveis de preocupação institucional, que podem ser apontados a partir dos registros e gestores consultados, foram materializados em tópicos ESG, cujo maior ou menor grau de risco estão sumarizados no Quadro 21.

Quadro 21 - Tópicos ESG destacados pela documentação

Evidências	Tópicos ESG apontados (1= menor; 3 = maior risco)		
	1	2	3
Controle e Monitoramento Jurídico;		Licenciamento ambiental	Riscos laborais
Matriz de gerenciamento de riscos;	Água e energia	Cadeia de suprimentos	Quebra de máquinas
Auditorias;		Riscos ambientais e na cadeia de suprimentos	Riscos laborais
Controle e Monitoramento do Aterro Sanitário;			Riscos ambientais
Controle e Monitoramento de Água;		Cadeia de suprimentos	Riscos ambientais
Plano de gestão de resíduos;			Riscos ambientais

Evidências	Tópicos ESG apontados (1= menor; 3 = maior risco)		
Dados de evasão de efluentes.		Cadeia de suprimentos	Riscos ambientais
Comparativo de custos e fianças;		Riscos ambientais	Cadeia de suprimentos e riscos laborais

Fonte: Elaboração própria (2024)

Conforme representado no Quadro 21, os tópicos ESG que se destacam nas evidências consultadas são os riscos laborais; a cadeia de suprimentos e os riscos ambientais.

5.4.3 Ciclo de materialidade

A descrição e registro do ciclo de materialidade é a ferramenta que permite monitorar e recompor os passos do processo de constituição da materialidade das evidências utilizadas para a seleção de tópicos ESG e mapeamento do fluxo de valor no caso em estudo. Para tanto, foram consideradas primeiramente a expertise dos gestores que colaboraram com a seleção e apanhado documentos, os quais relataram como prioritários os registros elencados no Quadro 20.

Na sequência, foram consultados os relatos e documentos jurídicos disponíveis (planilhas, processos, súmulas, memorandos e afins, totalizando aproximadamente 1500 documentos), nos quais fica nítida a prevalência (~ 50%) de registros orientados por questões laborais, desde mapeamentos de risco e comissões internas de prevenção, até demandas trabalhistas. Além deste tópico, o serviço de licenciamento ambiental exigiu grande empenho dos procuradores jurídicos da empresa, com uma demanda menor (~10%), em termos absolutos, mas com alto nível de especificidade e complexidade.

Foram analisadas também diversas versões (oito) das matrizes de risco disponíveis na empresa, que não são destinadas à avaliação ESG, mas principalmente a riscos operacionais, dentre os quais se destacam as preocupações com as quebras de máquinas e fornecimento de insumos (cadeia de suprimentos). Nas auditorias internas e externas, esses mesmos riscos também são aventados com maior destaque dado aos riscos laborais, à cadeia de suprimentos e aos riscos

ambientais (contaminação da água), riscos estes também expressos nos documentos relativos aos controles e monitoramentos da água, do Aterro Sanitário e nos dados de efluentes.

O plano de gestão de resíduos da empresa apresenta uma grande ênfase aos riscos ambientais, principalmente aos associados à gestão de recursos hídricos e à destinação final de resíduos (Aterro Sanitário).

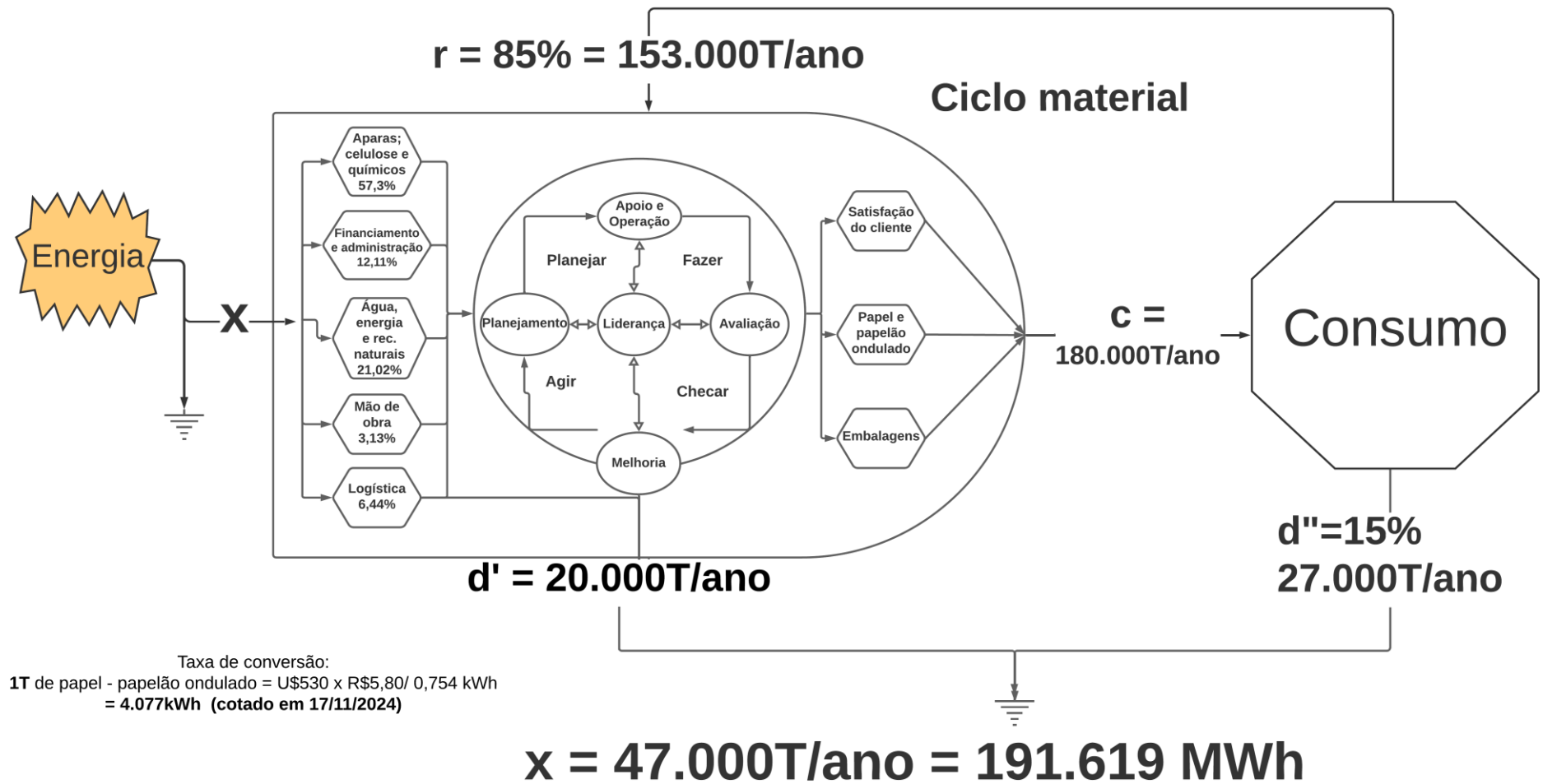
No comparativo de custos financeiros, aparecem em destaque o ônus com a cadeia de suprimento, principalmente com fornecedores e mão de obra, acompanhado pelos custos de prevenção e mitigação a riscos ambientais. Os custos da cadeia de suprimentos envolvem principalmente (~80%) a aquisição de matéria-prima (aparas; celulose; tintas; aditivos; energia e água) e de mão de obra; transporte; armazenagem; equipamentos; manutenção; financiamento; logística; administração e planejamento.

Os resultados da análise de materialidade corroboram os achados da matriz de dupla materialidade (Figura 46) e a análise comparativa da matriz de riscos ESG (Quadro 19), apontando a cadeia de suprimentos como principal fator de riscos a ser considerado no modelo de gestão de riscos ESG para o caso em estudo. A partir deste achado, as demais ferramentas aplicáveis (diagrama sistêmico; mapa de ciclo de valor presente; SODAR e mapa de valor futuro) serão concentradas nos objetivos de prevenir, mitigar e evitar riscos associados à cadeia de suprimentos, permitindo maximizar os resultados da gestão de riscos ESG na corporação.

5.5 DIAGRAMA SISTÊMICO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A fase de planejamento, no modelo proposto, se encerra com a elaboração do diagrama sistêmico para os processos diagnosticados como principais fontes de risco para o sistema produtivo, neste caso, a cadeia de suprimentos. Para isto, foram utilizados como *framework* a estrutura de processos disponíveis na análise de ciclo de vida dos produtos, associada ao modelo de diagrama sistêmico adaptado, gerando o fluxo emergético representado na Figura 57:

Figura 57 - Diagrama sistêmico da cadeia de suprimentos



Fonte: Elaboração própria (2025)

As vantagens deste cálculo de transformatividade são que os valores de referência relativos aos custos da energia elétrica (kWh) podem ser comparados em diferentes localizações geográficas e cortes temporais, evitando a necessidade de correções monetárias ou cambiais para que qualquer leitor possa mensurar os resultados aqui apresentados. Outrossim, utilizar um registro do histórico emergético evidencia a dupla necessidade de inovação tecnológica e eliminação de desperdícios para atingir o desejado aumento de eficiência, necessário para o incremento de produtividade.

Quanto ao diagrama sistêmico, ele pode ser lido em quatro blocos e processos que representam o ciclo de vida do produto, sendo o primeiro (coluna à esquerda) uma síntese dos principais custos de produção e suas respectivas destinações, quais sejam:

- Aparas, celulose e químicos (57,3% dos recursos);
- Financiamento e administração (12,11%)
- Água, energia e outros recursos naturais (21,02%)
- Mão de obra (3,13%)
- Logística (6,44%)

O volume total de insumos processados pela empresa ($x + r$) gira anualmente em torno de 200.000T, dos quais 180.000T (c) são convertidos em produtos (caixas e bobinas), dada uma taxa de reciclagem na região de 85% do papel para embalagens, uma das proporções de reaproveitamento mais altas do mundo. Por isto, pode-se inferir que 153.000T de papel – papelão ondulado retornam (r) para o sistema produtivo em forma de aparas para reciclagem.

Donde conclui-se que a diferença (total processado – $r = 47.000T$) é a quantidade de recursos extraídos do ambiente pelo sistema todos os anos, equivalente a 191.619kWh, o que corresponde ao mesmo volume (x) energético desperdiçado ($d' + d''$), seja pelo processo produtivo ($d' = 20.000T$), seja pelos consumidores ($d'' = 27.000T$), uma vez que pelo princípio de Lavoisier nada se perde e nada se cria, ou seja, a entrada e a saída do sistema, em termos energéticos, tem o mesmo valor absoluto (x), ainda que na entrada sejam recursos naturais, tais como

água, energia elétrica, celulose, etc. Enquanto na saída este é o custo ambiental dos dejetos produzidos pelos consumidores (d'') e pelo processo de fabricação (d''').

A visualização sistematizada do ciclo material da cadeia de suprimentos (Figura 53) evidencia que para melhorar o balanço energético há principalmente duas estratégias viáveis: o aumento da taxa de reciclagem ($r = 85\%$), que já é bastante alta em comparação com outras sociedades modernas, ou então reduzir os desperdícios de processo (d'), o que permite aumentar o aproveitamento da matéria-prima, diminuindo a dependência de recursos naturais e a eliminação de dejetos no ambiente (x).

Para efetivar essa estratégia, sugere-se o registro detalhado do fluxo de valor atual nos processos ligados à cadeia de suprimentos, o que permite identificar, prevenir, mitigar e eliminar desperdícios, aumentando o rendimento do sistema e reduzindo o impacto socioambiental dos mesmos.

5.5.1 Fluxograma do ciclo de valor presente na cadeia de suprimentos

A modelagem de avaliação de riscos ESG fundamentada em ciclagem de valor permite evidenciar os estrangulamentos e potenciais de ganhos de produtividade na inovação industrial por meio de projetos sustentáveis. O intuito deste tipo de modelagem é integrar práticas sustentáveis e responsáveis nas decisões empresariais, considerando como essas práticas afetam o valor a longo prazo da empresa.

Para o desenvolvimento do modelo foi considerado inicialmente, com base nos dados de campo, os principais insumos e saídas dos sistema de produção conforme está sendo visualizado pela alta direção no momento do diagnóstico, o que permite elaborar uma representação esquemática dos principais processos que transmitem valor através do sistema produtivo, a partir de uma cultura já implantada e em funcionamento, bem como o paradigma administrativo ao qual o modelo de gestão de riscos ESG deve ser aplicado.

No sistema em análise, foi constatado um fluxo linear de processos, que orienta a geração de valor pela produção desde o fornecimento de insumos até a logística de entrega dos produtos para os clientes externos. A diversidade de insumos envolvida

na produção de papel ondulado/ papelão favorece a análise experimental, visto que não é tamanha, a ponto de tornar o sistema indefinidamente complexo, nem tão simples que não possa ser remodelada para outros processos maiores e mais diversificados.

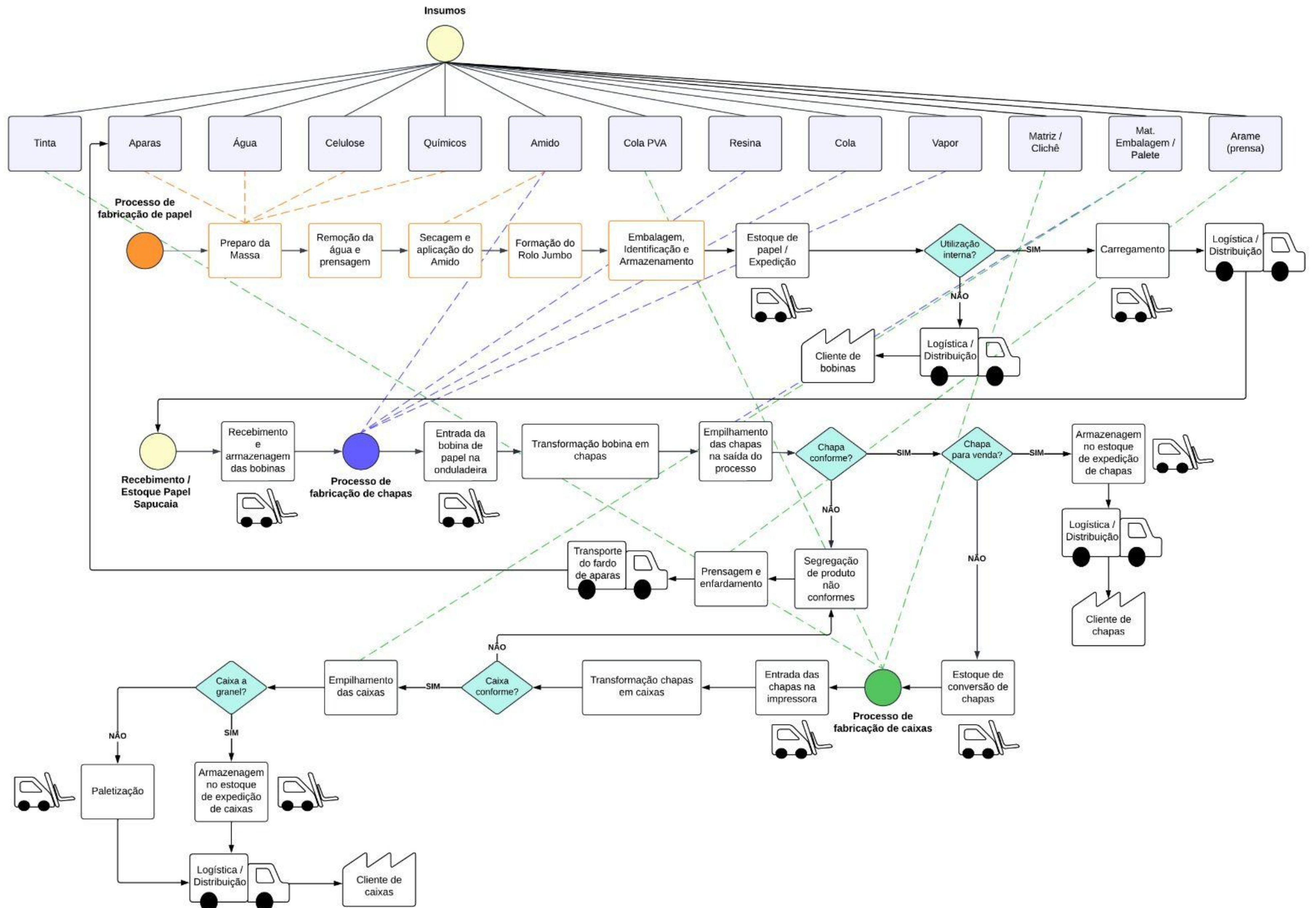
Foram constatados na análise do sistema de produção de papel ondulado\ papelão treze categorias de insumos, identificados nos processos internos da organização anfitriã, quais sejam: tintas; aparas; água; celulose; outros produtos químicos; amido; cola PVA; resina; cola; vapor (energia + água); matriz / clichê; materiais de embalagem; arame/prensagem. Destes, aparas, água, celulose e energia são os fatores de maior impacto no sistema.

Os principais componentes de risco ESG identificados nos documentos analisados foram, no campo ambiental: as mudanças climáticas; a escassez de recursos naturais e a poluição. No que se refere aos riscos sociais, a organização reconhece como principais fatores de risco, aqueles associados aos direitos humanos; condições de trabalho e impacto nas comunidades. Os riscos de governança apontados pelos documentos de gestão se referem principalmente à transparência, ética nos negócios e práticas de gestão. Estes conceitos são utilizados como referenciais para a conversão do processo linear de produção (presente), para um fluxo circular de valor futuro, no intuito de preservar e potencializar os valores circulantes no sistema, reduzindo os riscos de natureza ESG e ampliando a ciclagem vital dos produtos envolvidos nos processos.

Conforme verificado *in loco*, o fluxo de valor presente no modelo em análise pode ser distribuído alternativamente em três processos de fabricação: de papel; de chapas e de caixas, cujas derivações encontram-se representadas nas Figuras 53, 54 e 55 que trata do fluxo de valor presente, conforme o paradigma de gestão do sistema produtivo em análise. Nesta visão dos processos de produção, os principais insumos (água, celulose, aparas e químicos) são as entradas para iniciar o primeiro processo de fabricação, a produção de papel, cujo passo inicial é a preparação da massa, que segue para a drenagem e prensagem; o próximo insumo é o amido, agregado à massa, quando ela segue para a secagem. A partir de então a matéria-prima é manufaturada em forma de rolos jumbo, que são embalados e armazenados como

saída deste processo par fornecer valor aos demais (internos ou externos), como pode ser visualizado na Figura 58:

Figura 58 - Fluxograma do ciclo de valor presente



Fonte: Elaboração própria (2025)

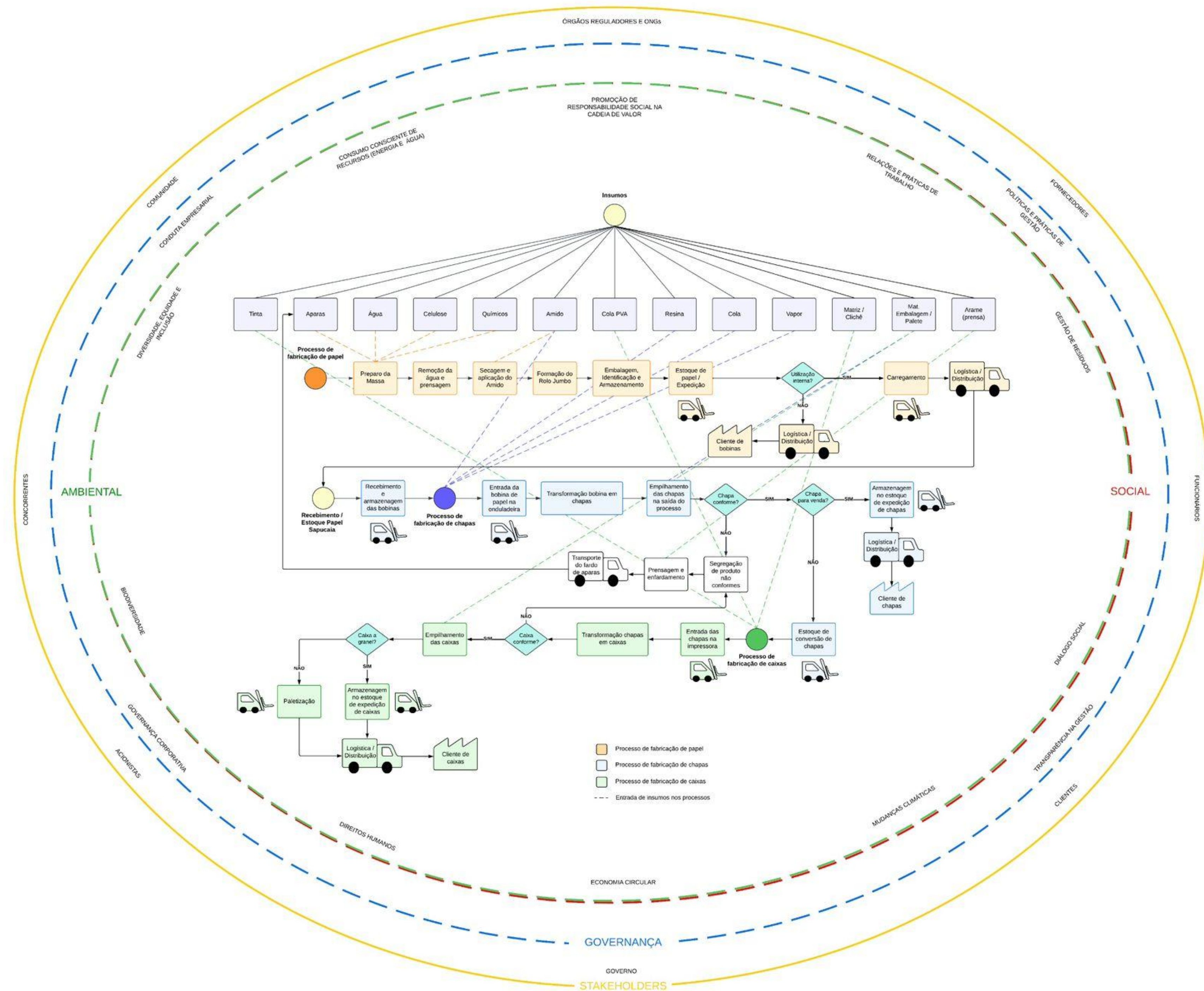
A parte dos rolos jumbo não enviada para clientes externos segue como entrada para o processo de fabricação de chapas, o qual agrega aos produtos resina, cola e vapor para a transformação de bobinas em chapas. Estas são novas saídas do processo, que podem ser enviadas para clientes externos ou então seguir como entradas para o processo de fabricação de caixas. A finalização de cada um dos processos é dada por análise de conformidade, empilhamento, armazenagem e distribuição dos produtos.

A representação do fluxograma de valor presente evidencia uma perspectiva eminentemente linear da conexão dos processos, pela qual pode-se concluir que o paradigma de gestão utilizado é do tipo insumo – produto, com foco intramuros, do ponto de vista dos processos produtivos. Não obstante, o principal insumo de processamento, as aparas, pela sua característica constitutiva, evidencia a necessidade de integração entre os elementos internos de produção e os processos externos de fluxo de valor, os quais fazem retornar à organização parte significativa daqueles produtos que anteriormente foram consequência da agregação de valores promovida pela empresa. Em outros termos, a ampliação do fluxo de valor, com potencial redução nos riscos ESG para o sistema produtivo em apreço, está intimamente ligada à disponibilidade para ampliar e aprofundar as conexões a montante e a jusante dos processos de produção representados.

5.5.2 Fluxograma do ciclo de valor futuro na cadeia de suprimentos

O conceito de ciclagem de valor refere-se à maneira como os ativos e as operações de uma empresa geram valor ao longo do tempo. A ciclagem de valor considera que o valor não é estático, mas sim um ciclo contínuo que pode ser influenciado por fatores ESG. As empresas que gerenciam bem seus riscos ESG tendem a ter uma ciclagem de valor ampliada no tempo, pois estão mais preparadas para evitar penalidades, litígios e danos à reputação. A Figura 59 representa a proposta de mudança no paradigma gerencial para o caso em estudo, a partir das categorias analisadas anteriormente:

Figura 59 - Fluxograma do ciclo de valor futuro



Fonte: Elaboração própria (2025)

Para propor uma nova modelagem no fluxo de valor (Fluxograma do ciclo de valor futuro – Figura 59), foi considerada a análise de impacto por índice de materialidade (Item 5.4.1), de forma a incluir no ciclo de valor presente, também os interesses dos *stakeholders* (círculo externo). Além disto, o mapeamento considera os principais fatores de governança evidenciados pela pesquisa, bem como as categorias relativas ao eixo social e à economia circular (círculo interno). Esta fase da implantação do modelo é especialmente sensível pois precisa considerar desde aspectos internos (cultura, disponibilidade da alta direção, clima organizacional), até questões mais específicas da cadeia de valor, tais como a avaliação de diferentes cenários de riscos ESG, os impactos potenciais nas operações e a lucratividade da empresa. Por isto, faz-se necessário também utilizar métricas e indicadores para quantificar os impactos potenciais, como perda de receita, custos de conformidade e impactos na reputação em cada caso específico para viabilizar as mudanças de paradigmas que favoreçam a ampliação do ciclo de valor nas cadeias produtivas.

As categorias destacadas pela pesquisa no requisito *stakeholders* foram órgãos regulamentadores; comunidade; concorrentes; acionistas; governo; clientes; funcionários e fornecedores. Em relação ao risco de governança, chamam atenção no sistema produtivo avaliado as práticas, políticas de gestão e a conduta empresarial. As categorias socioambientais destacadas foram a gestão de resíduos; as relações e práticas de trabalho; a responsabilidade social; o consumo consciente; a diversidade, equidade e inclusão; a biodiversidade; os direitos humanos; a economia circular; as mudanças climáticas e o diálogo social.

A comparação entre os ciclos de valor presente e futuro deixa nítida a falta de integração atual entre as perspectivas *multi-stakeholder* (futura) e o processamento linear intramuros atual, demandando da alta gestão mudanças no sentido de promover políticas e práticas de gestão que permitam progressivamente integrar as demandas ESG com os processos produtivos.

O fluxograma do ciclo de valor permite visualizar os espaços e oportunidades propícias para novos projetos sustentáveis, fomentando estratégias para melhorias contínuas nas conexões entre os diversos processos vigentes na organização, além de fomentar o desenvolvimento de políticas e práticas que minimizem os riscos identificados. Isso pode incluir a implementação de tecnologias sustentáveis,

programas de responsabilidade social corporativa e práticas de governança robustas. Outro uso potencial do fluxograma do ciclo de valor, entendido como ferramenta dinâmica e interativa, é o estabelecimento de um sistema de monitoramento contínuo para avaliar a eficácia das estratégias implementadas e os riscos emergentes. Isso deve incluir relatórios regulares sobre desempenho ESG e seu impacto na ciclagem de valor.

São esperados como benefícios do modelo o incremento da sustentabilidade a longo prazo; redução dos riscos pelo desenvolvimento de uma cultura de mitigação proativa de riscos, com potencial de evitar perdas significativas e proteger a reputação da marca; atração de investimentos pela declaração de comprometimento da organização para com práticas ESG, o que pode facilitar o acesso a capital.

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS

Defende-se nesta tese que a avaliação de riscos ambientais, sociais e de governança (ESG) é fundamental para o desempenho da indústria de aparas, papel e papelão ondulado, impactando diretamente o ciclo de valor dos projetos e produtos. O tema da sustentabilidade vem sendo debatido há mais de quatro décadas, na busca por harmonizar resultados sociais, financeiros e ambientais. Neste ínterim, a divulgação de relatórios de governança institucional passou a influenciar decisões estratégicas, com foco na sustentabilidade, orientando-se pela prevenção de impactos socioambientais e de governança negativos.

A pesquisa aborda a avaliação de riscos ESG (ambientais, sociais e de governança) em projetos industriais, realizando uma revisão sistemática da literatura e utilizando métodos quantitativos e qualitativos para coletar e analisar dados. Recorreu-se à Análise Semântica e Sistemática de dados, pela qual foram destacados e agrupados por significação as seguintes categorias de pesquisa: <stakeholders>, <comunidade>, <sustentabilidade> e <gestão>. A análise semântica foi utilizada para representar dados complexos por meio de ontologias, permitindo uma estratificação que orienta os próximos tópicos da pesquisa.

A revisão da literatura utilizou o método PICO (população, intervenção, comparação, desfecho) e coletou dados entre 2022 e 2025, quando foram definidos e aplicados critérios de busca em bases de dados como EBSCOhost e Scopus, resultando em uma seleção criteriosa de artigos revisados por pares. Também foram coletados dados através de entrevistas, questionários com escala Likert, e análise de documentos operacionais da indústria, utilizando-se *softwares* para análise semântica e estatística descritiva. Além disto, foram consultados 82 gestores e especialistas do setor, cujas respostas encontram-se tabuladas e analisadas para identificar os fatores de risco ESG mais relevantes para as organizações.

Para as consultas a especialistas em gestão que atuam na área de interesse, recorreu-se a questionários padronizados, cuja análise de consistência interna foi realizada usando o teste Alfa de Cronbach para aferir a consistência dos dados. A pesquisa inclui uma fase de desdobramentos, onde fatores de risco destacados são analisados em profundidade. Dois questionários estruturados foram desenvolvidos,

segmentados em questões ambientais, sociais e de governança, permitindo que especialistas avaliassem sua percepção sobre a análise de riscos em projetos sustentáveis.

Foram identificadas lacunas no entendimento atual dos riscos ESG, tais como a visão linear sobre o ciclo de vida de produtos, as quais sugerem que a gestão de riscos deve ser integrada a todos os processos organizacionais, com ênfase na redução de desperdícios e na maximização de valor. Neste sentido, a pesquisa oferece uma abordagem abrangente para estruturar a análise de riscos em projetos sustentáveis, ressaltando a importância de uma gestão orientada por princípios ESG, de modo a considerar a complexidade das análises de ciclo de vida e os impactos diretos e indiretos, evitando visões lineares que limitam a compreensão sistêmica. A tese propõe como objetivo geral elaborar um modelo de análise de riscos ESG para melhorar a gestão e fomentar a responsabilidade socioambiental no setor industrial de aparas, papel e papelão ondulado no Brasil. Os objetivos específicos foram: analisar a responsabilidade socioambiental em um estudo de caso, propor soluções para gestão de riscos ESG e validar o modelo proposto.

Nesse processo, a pesquisa buscou aprofundar o entendimento sobre a avaliação de riscos com foco em ESG, além de desenvolver e analisar modelos produtivos voltados à sustentabilidade, integrando a indústria às novas e melhores práticas de gestão. A revisão sistemática que serviu de fundamento para a tese indicou que a sustentabilidade é entendida atualmente como a capacidade de utilizar recursos naturais sem comprometer as futuras gerações e que o desenvolvimento sustentável expressa a busca da humanidade por proteção de recursos naturais, integrando-a às necessidades sociais e econômicas.

A revisão também evidenciou a necessidade de estabelecer critérios de materialidade para os achados de pesquisa, entendidos como essenciais para determinar a relevância e prioridade dos diferentes riscos ESG, bem como suas relações com práticas industriais sustentáveis, dentre as quais se destacam as análises de ganho de rendimento, da pegada ecológica e das relações entre comunidade e *stakeholders*. Além disso, foi mostrado que a gestão de riscos deve ser integrada à sustentabilidade para minimizar impactos negativos e maximizar oportunidades, aspecto no qual a pesquisa destacou em relevo, a partir da consulta

aos gestores da área, as técnicas de Análise Preliminar de Riscos (APR) e Análise de Modos de Falha (FMEA), que emergiram da como ferramentas chave para a avaliação de riscos ESG nas empresas de aparas, papel e papelão ondulado, uma vez que se tratam de práticas já em uso nas organizações do Brasil.

A investigação recorreu a uma grande diversidade de métodos, adaptados para o caso em estudo, no qual em algumas situações a abordagem qualitativa se mostrou mais eficaz, enquanto alguns cálculos de estatística descritiva auxiliaram da definição e exclusão de categorias de interesse ou de níveis de risco. De forma geral, a pesquisa destaca a importância dos *multi-stakeholders*, principalmente do engajamento da comunidade para o sucesso de projetos sustentáveis.

A técnica de análise por matriz de dupla materialidade, associada à pesquisa de opinião entre especialistas se mostrou particularmente eficaz na evidenciação de categorias de interesse e de pontos críticos para a sustentabilidade de projetos, assim como para a gestão de riscos ESG. Outrossim, práticas de gestão sustentável, tais como a logística reversa; a importância de parcerias para a gestão de resíduos, com valorização de cooperativas e a reciclagem se mostraram como fundamentais para a organização em estudo, assim como para a sustentabilidade dos processos sustentáveis em geral.

A pesquisa destaca ainda a necessidade de registros sistemáticos para monitoramento de estoques e fluxos de recursos, dentre os quais o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) se mostra como uma ferramenta crucial para identificar e eliminar desperdícios na produção, posto que permite visualizar e analisar o movimento de materiais e informações, otimizando processos para entregar valor de forma mais eficiente. Seus principais objetivos incluem visualizar o fluxo de valor e identificar desperdícios comuns, como superprodução, defeitos e desperdícios intelectuais. Os benefícios esperados envolvem redução de custos; melhoria da qualidade; aumento da flexibilidade e maior engajamento dos colaboradores. Além de ocupar adequadamente as habilidades dos colaboradores, a redução de desperdícios intelectuais, com adequação entre habilidades e necessidades produtivas dos funcionários, permite aproveitar a criatividade e a inovação latente nas linhas de produção, fornecendo senso de propósito e estimulando a solução de problemas

antes que eles se avolumem no sistema de produção, o que reduziria a probabilidade de riscos previsíveis e os custos de sinistros, conforme Mio; Fasan; Escarpa (2023).

Outro ponto fundamental para a sustentabilidade de projetos, evidenciado pela pesquisa, é a necessidade de integração entre os processos produtivos e a Economia Circular, motivo pelo qual a tese propõe adaptar a metodologia do MFV para otimizar tal integração, permitindo uma análise mais ampla dos riscos ESG em relação aos processos produtivos. Isto inclui a necessidade de monitorar a implementação de melhorias e garantir sua continuidade. Tal documento pode recorrer, como subsídio principal, a Análise de Dupla Materialidade, abordagem que se destaca como um poderoso recurso para o entendimento da integração entre os impactos sociais e financeiros das ações sustentáveis, uma vez que o uso de matrizes de materialidade ajuda a destacar a importância dos fatores ESG e de suas implicações em perspectiva *multi-stakeholder*.

A pesquisa enfatiza a importância de uma abordagem sistêmica e da análise do ciclo de vida dos produtos para garantir um equilíbrio entre produção e sustentabilidade, sugerindo um compromisso contínuo das organizações com a melhoria de desempenho em questões ESG. Nesta perspectiva, a Análise Emergética se mostra uma abordagem abrangente para avaliar os impactos ambientais de processos e sistemas em larga escala, utilizando energia solar equivalente como referência. Esta técnica considera a resiliência e a sustentabilidade dos sistemas de produção em um contexto global, enfatizando a necessidade de retornar a um estado normal diante de choques externos. Além disto, a tese discute a gestão de riscos nas indústrias, com ênfase na norma NBR ISO 31000:2018, que orienta a identificação, análise e tratamento de riscos. A norma propõe diferentes estratégias para lidar com riscos, incluindo a eliminação de fontes de risco e a otimização de processos produtivos.

O texto também critica as métricas atuais de neutralização de carbono, associando-as ao *greenwashing* e à falta de eficácia na verdadeira proteção ambiental, além de propor a Análise de Ciclo de Vida como uma ferramenta que se complementa à Análise Emergética, permitindo a avaliação quantitativa dos impactos ambientais de atividades industriais. Esta abordagem demonstra potencial para enfrentar desafios ambientais, embora apresente limitações relativas à dificuldade de

atualização de dados. A integração de abordagens inovadoras e a adoção de normas ISO são tidas como essenciais para o desenvolvimento de um modelo analítico eficaz para projetos sustentáveis.

No transcurso desta pesquisa, foi lançado pela Comissão de Valores Mobiliários o marco regulatório para relatórios de sustentabilidade por meio da Resolução CVM 193, que está fundamentada em padronização internacional emitida pelo *International Sustainability Standards Board – ISSB* (COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS, 2023). Dentre outras considerações, esta determinação obriga a auditoria independente dos relatórios contábeis por meio de tal padronização, a ser implantada até o final do exercício social de 2025, trazendo para o campo da governança institucional novas considerações acerca da sustentabilidade.

Abordagens atuais para a gestão de riscos ESG em processos industriais, têm recorrido a metodologias e *frameworks* padronizados, com pesquisas e análises fundamentadas em normas como ISO 31000 e GRI, refletindo a necessidade de uma abordagem sistemática para identificar, mitigar e tratar os riscos dessa natureza. Uma das metodologias de avaliação de riscos que recebeu mais destaque pelos especialistas consultados foi a Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA), ferramenta desenvolvida originalmente para a indústria automobilística para identificar falhas em produtos e processos, focada na priorização de riscos com severidade e frequência de falhas, ao passo que a modelagem de Ciclo de Vida (ACV), utilizada principalmente nas fases de implementação e controle da gestão de riscos, proporciona uma visão abrangente dos impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos

Essa diversidade de abordagens e interações entre as várias possibilidades de projetos sustentáveis evidencia que a gestão de riscos ESG requer a combinação de métodos qualitativos e quantitativos para uma melhor avaliação. Há a necessidade de integrar análises de dupla materialidade para comunicar e relativizar riscos socioambientais e de governança em torno de uma análise sistemática, utilizando ferramentas como matrizes de risco e gráficos de estimativa (Apêndice IV) que se mostram essenciais para decidir adequadamente sobre investimentos e ações em sustentabilidade.

A pesquisa evidenciou ainda o dilema entre maximização de lucro e responsabilidade social, sugerindo que as práticas atuais de gestão precisam evoluir para abraçar a dualidade entre resultados financeiros e impactos sociais/ambientais. Esses elementos centrais oferecem uma visão abrangente sobre a importância da gestão estruturada dos riscos ESG em indústrias, especialmente em relação a suas complexidades e dinâmicas sociais.

Os resultados apontam para a necessidade de um modelo de avaliação de riscos ESG aplicável à realidade das empresas de processamento de aparas, papel ondulado e papelão no Brasil, visto que a ampla diversidade de metodologias encontradas na literatura, demonstra aplicabilidade prática limitada para a mensuração e mitigação dos riscos ESG.

A metodologia adaptada incluiu a análise de fatores como sustentabilidade, impacto ambiental, direitos sociais, e práticas de governança corporativa. Dentre os principais fatores críticos destacados pelos gestores estão a adaptação às mudanças climáticas, a eficiência no uso de recursos e a promoção de práticas de governança responsáveis. A pesquisa revelou a necessidade de integrar objetivos empresariais com políticas públicas e práticas de responsabilidade social para fortalecer a sustentabilidade na indústria de aparas, papel ondulado e papelão. Revela-se, a partir da investigação aqui apresentada, a urgência de desenvolver uma abordagem sistemática e abrangente para a avaliação de riscos ESG, que seja eficaz e adaptável às particularidades do setor de papel e papelão.

Para a fundamentação de um modelo adequado às necessidades do caso em estudo, foi proposta a construção de uma matriz de dupla materialidade focada na avaliação de riscos ESG, orientada pelas peculiaridades de uma empresa do setor de aparas, papel ondulado e papelão. Utilizou-se também a contagem De Borda e o Critério de Pareto (Apêndices II e III) para priorizar fatores de risco, em cujos resultados podem ser apontados conflitos de interesse entre as partes interessadas. A Matriz de Dupla Materialidade (Figura 43) foi desenvolvida a partir das normas GRI para identificar prioridades internas, contrabalanceadas com interesses da comunidade, o que permite representar de forma visual os principais fatores de risco e facilita a avaliação dos riscos ESG em diferentes quadrantes, os quais refletem ações e prioridades divergentes entre os *multi-stakeholders*.

Além destes recursos, a metodologia proposta também agrega conceitos específicos da análise preliminar de riscos (APR); análise de modos de falha (FMEA); análise emergética do ciclo de vida e mapeamento do ciclo de valor por serem recomendados para a avaliação contínua de riscos e oportunidades em projetos sustentáveis. Na estatística descritiva por Contagem De Borda, adaptada para a confecção da Matriz de Dupla Materialidade, a partir de consultas a especialistas das partes interessadas.

Os fatores mais relevantes, segundo a aplicação do modelo proposto, incluem confiança do cliente, ética no trabalho, e segurança no trabalho, enquanto a redução de emissões de GEE foi citada com baixa prioridade. Os dados apontam para uma convergência de interesses em iniciativas sociais e ambientais entre gestores e a comunidade, enquanto a alta direção mostra um maior apetite por riscos de curto prazo, o que pode resultar em dificuldades de governança por falta de integração entre os diversos interesses envolvidos na cadeia produtiva de aparas, papel ondulado e papelão no Brasil.

A análise de dupla materialidade revela que muitos fatores prioritários para os gestores não correspondem às expectativas da comunidade, especialmente em áreas como segurança e sustentabilidade ambiental. Fracos índices de prioridade foram registrados em categorias relacionados à pegada ecológica e à responsabilidade ambiental. Para definir as prioridades entre as categorias de riscos destacadas pelas consultas a especialistas, à literatura e aos documentos do caso em estudo, foram definidos Índices de Materialidade, a partir da análise de riscos com fatores organizadas em níveis de relevância, variando de um a cinco, conforme a importância dos documentos revisados.

Entre as evidências destacadas pela pesquisa para proposição do modelo de gestão de riscos ESG, estão o controle jurídico; a matriz de gerenciamento de riscos e programas de capacitação oferecidos pela empresa anfitriã da pesquisa. Esta proposta também considerou o ciclo de vida da produção de papel intramuros, desde a coleta de aparas até a fabricação de embalagens, destacando riscos associados, como falhas de máquinas e falta de insumos. Além disto, foram considerados os impactos sociais da atividade da indústria, que gera empregos e renda, sustentando aproximadamente 3.000 postos de trabalho, mas também apresenta desafios

ambientais e questões sociais, como desigualdade. Os riscos ESG do caso em estudo foram classificados e incluem principalmente aspectos de governança, gestão da cadeia de suprimentos e segurança da produção, com destaque para o manejo da água e dos resíduos.

Por fim, a tese defende um modelo de gestão de riscos baseado na integração entre as normas de certificação e os métodos em utilização nas empresas da região, propondo um fluxo de monitoramento e avaliação contínua. O modelo proposto integra as metodologias FMEA e Análise de Ciclo de Vida, partindo de dez categorias de riscos (Quadro 16), recorrendo às ferramentas de gestão de risco: Matriz de Dupla Materialidade; gráfico de estimativa de riscos; diagrama sistêmico; matriz de riscos SODAR + análise comparativa de riscos ESG do Ciclo de Valor presente com o Ciclo de Valor futuro.

O modelo está dividido em três fases (avaliação, tratamento e controle dos riscos) e possui seis objetivos orientados pela Prática Recomendada PR2030:2022, quais sejam: integrar estrategicamente; diagnosticar; planejar; medir e monitorar; implementar; relatar e comunicar. A aplicação do modelo em um caso específico evidencia que um modelo de avaliação de riscos ESG fundamentado em ciclagem de valor permite que as empresas não apenas identifiquem e mitiguem riscos, mas também aproveitem oportunidades e integrem seus interesses aos das várias partes interessadas, garantindo um crescimento sustentável e resiliente. A integração de fatores ESG na estratégia de negócios é, portanto, uma abordagem essencial para o sucesso a longo prazo no ambiente atual de negócios. Apesar dos desafios, são evidentes as oportunidades de inovação e desenvolvimento sustentável na indústria de papel, destacando-se a necessidade de adesão às práticas que promovam a reciclagem e a responsabilidade social, buscando integrar a empresa com as comunidades locais, os fornecedores, os interesses de estado e do terceiro setor.

6.1 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS RELACIONADOS AOS RESULTADOS DA PESQUISA

Os principais impactos sociais esperados pela aplicação do modelo de análise de riscos ESG desenvolvidos nesta pesquisa envolvem a melhoria no Engajamento e Relacionamento com a Comunidade e Stakeholders, visto que ela promove a

importância dos *stakeholders* nas decisões estratégicas, evidenciando a relevância do engajamento da comunidade para o sucesso de projetos sustentáveis. Isso implica um impacto social positivo através da construção de relacionamentos mais transparentes, baseados na confiança mútua e na consideração das necessidades e expectativas locais, o que pode mitigar conflitos e garantir a licença social para operar.

Outro aspecto social destacado é a valorização de cooperativas e associações de aparistas no ciclo produtivo, bem como da inclusão Social: A menção à logística reversa e à importância de parcerias para a gestão de resíduos, com ênfase na valorização de cooperativas e na reciclagem, sugere um impacto social direto na inclusão e fortalecimento de grupos sociais que atuam na cadeia de reciclagem, como cooperativas de catadores. Isso fomenta a economia circular e gera renda e desenvolvimento para essas comunidades.

Os resultados da matriz de dupla materialidade aqui desenvolvida também apontam para a necessidade de melhoria das condições de trabalho e engajamento dos colaboradores, ressaltada pela aplicação de ferramentas como o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) para a redução de desperdícios intelectuais, que aponta para um impacto social no ambiente de trabalho, promovendo o aproveitamento adequado das habilidades dos colaboradores, o fornecimento de senso de propósito e o estímulo à inovação, o que pode levar a um maior engajamento, satisfação e bem-estar no trabalho.

Não obstante, são valorizadas a prevenção de riscos socioambientais e a mitigação de danos, com ênfase na prevenção de impactos socioambientais negativos e na integração da gestão de riscos (utilizando técnicas como APR e FMEA), que favorecem um impacto social crucial na proteção das comunidades e ecossistemas locais contra acidentes, poluição e outros danos potenciais decorrentes da atividade industrial. São ressaltadas ainda pelo conjunto das revisões e consultas aqui apresentadas a demanda por promoção da responsabilidade socioambiental aprimorada, capaz de fomentar a responsabilidade socioambiental na indústria indica com impacto social sistêmico. Isso significa que os gestores, ao adotarem esse modelo, se tornam mais conscientes e proativas em relação ao seu papel na sociedade, contribuindo para o desenvolvimento sustentável geral da região Sudeste do Brasil.

A promoção da transparência e prestação de contas, a partir da utilização da análise de dupla materialidade e da divulgação de relatórios de governança institucional influenciam decisões estratégicas, o que permite que a sociedade e os stakeholders avaliem o desempenho social e ambiental da empresa e a responsabilizem por suas ações.

Os principais impactos ambientais esperados pela aplicação do modelo aqui desenvolvido são a redução do desperdício e otimização de recursos com maximização de valor gerado na produção. Isso leva a um impacto ambiental direto na otimização do uso de matérias-primas (aparas, papel, papelão) e na redução da geração de resíduos sólidos. Outrossim, busca-se a promoção da Economia Circular e da reciclagem, promovendo práticas como a logística reversa e a reciclagem, cujos impactos ambientais imediatos são a manutenção de materiais em ciclos de uso e reuso, diminuindo a extração de recursos naturais virgens (como madeira e água) e reduzindo a pressão sobre aterros sanitários.

O modelo também prevê e promove a prevenção de impactos negativos, com minimização de danos, utilizando ferramentas de gestão ESG com impacto ambiental na redução da probabilidade de acidentes ambientais, como vazamentos de substâncias químicas, poluição da água ou do solo, e outros eventos que possam prejudicar ecossistemas locais. Promove-se, desta forma, a gestão sustentável de recursos naturais, que implica um impacto ambiental de longo prazo, garantindo que a indústria opere de forma a preservar os ecossistemas e os recursos hídricos e florestais dos quais depende.

Do ponto de vista analítico, busca-se a redução da Pegada Ecológica por meio do ganho de rendimento. Isso sugere um impacto ambiental na medição e subsequente redução do impacto total das operações da indústria sobre o meio ambiente, como o consumo de energia, as emissões de gases de efeito estufa e o uso da terra, o que só pode se alcançado através do monitoramento e melhoria contínua dos processos, com registros sistemáticos de estoques e fluxos de recursos, adaptação do MFV para otimizar a integração com a Economia Circular, garantindo que os impactos ambientais sejam monitorados e mitigados de forma contínua, favorecendo melhorias de desempenho ambiental ao longo do tempo.

6.2 CONTRIBUIÇÕES DA METODOLOGIA PROPOSTA PARA OUTROS SETORES

A metodologia proposta também pode ser adaptada às necessidades de outras cadeias complexas de produção e àquelas que são exigentes no uso de recursos naturais, tais como a mineração; agronegócio; têxtil; alimentos e bebidas. Alguns dos recursos disponíveis nesta tese que pode fortalecer a gestão ESG em tais áreas industriais são:

1 - Gestão de Riscos Integrada: a integração da análise de riscos ESG (utilizando ferramentas como APR e FMEA, já familiares em ambientes industriais) permite a identificação proativa de vulnerabilidades socioambientais em toda a cadeia de valor. Isso é crucial para setores que enfrentam pressões crescentes relacionadas à origem dos materiais, uso da água, desmatamento e condições de trabalho.

- Mapeamento e Redução de Desperdícios (MFV adaptado): O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), adaptado para a sustentabilidade e a economia circular, é uma ferramenta valiosa. Permite visualizar e otimizar o fluxo de materiais, energia e resíduos, resultando em maior eficiência no uso de recursos e redução de custos em indústrias com processos complexos e uso intensivo de insumos.
- Economia Circular e Logística Reversa: A ênfase na integração com a economia circular e na logística reversa oferece um modelo para setores que geram grande volume de resíduos pós-consumo, como eletrônicos, embalagens plásticas e a indústria automotiva. Isso ajuda a fechar ciclos de materiais e a reduzir a dependência de matérias-primas virgens.

2. Setores Financeiros e de Investimento: a metodologia também tem relevância para o setor financeiro e de investimentos, incluindo bancos, fundos de investimento e seguradoras nos seguintes aspectos:

- Análise de Dupla Materialidade: O uso da matriz de dupla materialidade como recurso principal para entender a integração entre impactos sociais/ambientais e financeiros é fundamental para

o setor financeiro. Auxilia na avaliação mais precisa do risco e retorno de investimentos, identificando pontos críticos de sustentabilidade que afetam o desempenho financeiro a longo prazo.

- Estruturação da Análise de Riscos: O modelo proposto pode servir de base para que instituições financeiras e agências de classificação de risco estruturem suas próprias metodologias de análise de crédito e subscrição de apólices, incorporando critérios ESG de forma mais robusta e sistemática.

3. Setores de Manufatura e Tecnologia:

- Engajamento de Stakeholders e Comunidade: A pesquisa destaca a importância do engajamento da comunidade e de múltiplos stakeholders. Setores que buscam expandir operações ou que enfrentam resistência local podem adotar essa abordagem para construir confiança, garantir a "licença social para operar" e gerenciar expectativas de forma mais eficaz.
- Qualidade e Transparência dos Dados: O uso de métodos quantitativos, qualitativos e a análise de consistência interna (Teste Alfa de Cronbach) para garantir a qualidade dos dados é crucial. Isso estabelece um padrão para que outros setores melhorem a credibilidade e a transparência de suas divulgações ESG, utilizando dados verificáveis e confiáveis.

Em síntese, a metodologia da tese é transferível para diversos setores porque oferece um arcabouço abrangente e flexível para a gestão da sustentabilidade, combinando teoria (PICO, análise semântica) com ferramentas práticas de gestão (MFV, APR, FMEA, dupla materialidade), e validado por especialistas, permitindo uma análise sistêmica e proativa dos riscos e oportunidades ESG. Trata-se de um modelo de análise de riscos com alta transferibilidade e pode oferecer contribuições significativas para outros setores industriais e organizacionais.

6.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As principais limitações na literatura e nas práticas existentes, que motivaram a pesquisa, incluem a tendência constatada *in loco* para uma Visão Linear sobre o Ciclo de Vida de produtos, uma vez que as práticas de mercado muitas vezes adotam uma visão simplista e linear do ciclo de vida dos produtos. Isso limita a compreensão sistêmica dos impactos diretos e indiretos e impede a integração efetiva da gestão de riscos em todos os processos organizacionais, prejudicando a aplicabilidade do modelo desenvolvido em casos reais.

Outro fator que pode dificultar a aplicação da metodologia aqui desenvolvida é a falta de Integração Sistêmica em certos setores e organizações, o que produziria lacunas na integração entre a gestão de riscos e a sustentabilidade de forma holística, minimizando eficiência do modelo, podendo gerar impactos negativos e perda de oportunidades. Além destes, pode ocorrer deficiência ou desconhecimento dos Critérios de Materialidade, o que fragilizaria a determinação da relevância e prioridade dos diferentes riscos ESG nas práticas industriais.

Há também limitações inerentes à própria pesquisa, dentre as quais se destacam o foco geográfico específico, ou seja, a pesquisa se concentra na indústria de aparas, papel e papelão ondulado no Sudeste do Brasil. Os resultados **não são generalizáveis para outras regiões** do Brasil com diferentes contextos socioeconômicos e ambientais, ou para outros países.

Devido à limitação de respondentes especializados no assunto, a pesquisa está sujeita ao viés de resposta dos especialistas, pois a coleta de dados por meio de questionários com 82 gestores pode introduzir um viés, pelo qual os participantes podem fornecer respostas que consideram socialmente desejáveis ou que refletem apenas a perspectiva da gestão, em vez da realidade operacional completa. O autor buscou mitigar este viés pela comparação com os resultados acadêmicos estabelecidos (revisão da literatura).

Embora a metodologia seja transferível, a profundidade dos achados e a análise detalhada das ferramentas (APR, FMEA) são específicas para a indústria de papel e papelão. Outros setores precisariam de validação adicional para adaptar o modelo.

Período de Coleta de Dados da Revisão Sistemática: A coleta de dados da revisão sistemática foi realizada entre 2022 e 2025. Isso significa que a base teórica da tese é relativamente atual, mas pode não ter capturado desenvolvimentos muito recentes que possam ter surgido após 2025, em um campo que evolui rapidamente como o ESG.

A dependência de dados autodeclarados (Questionários) também é um fator limitante, visto que a coleta de dados por meio de questionários com escala Likert e entrevistas baseia-se em percepções e autodeclarações dos gestores. Isso pode introduzir um viés de desejabilidade social (responder o que é esperado, e não a realidade total) ou vieses de percepção, mesmo com o uso do teste Alfa de Cronbach para consistência interna.

Por fim, a análise de documentos operacionais da indústria pode ter sido limitada pelo acesso a informações confidenciais ou pela qualidade e completude dos registros internos das empresas estudadas, um desafio comum em pesquisas aplicadas a empresas reais.

6.4 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

O percurso da pesquisa deixa diversas lacunas, principalmente em relação à quantificação dos riscos, que carece de análise aprofundada. Há que aprofundar-se ainda a abordagem sobre as melhores práticas na gestão de riscos ESG, com foco na colaboração entre *stakeholders* e na melhoria da capacitação técnica para um entendimento mais específico das dinâmicas de risco.

A aplicação do modelo proposto aponta para a necessidade de um paradigma ainda mais simplificado e eficaz para a análise de riscos, capaz de promover uma mentalidade de prevenção e inovação ESG.

A tese enfatiza a importância de alinhar objetivos entre os gestores, a comunidade e o Estado para garantir a sustentabilidade e a redução dos riscos ESG, propondo uma abordagem sistemática para tratar e monitorar esses riscos na cadeia produtiva.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ABLAH, Elizabeth; OSLON, Cora; BROWN, Jack; MERRIMAN, Virginia; LEE, Carla; KONDA; BRONLEEEWE, Tonya; BUZARD, Angela. Need for Transparency and Ongoing Communication After Residents With Contaminated Water Wells Are Connected to City Water. **Journal of Environmental Health**, [S. l.], v. 81, n. 3, p. 26–31, 2018. Disponível em: <https://web.s.ebscohost.com/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO 14044:2009 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Relatório Técnico ABNT ISO/TR 14121-2: Segurança de máquinas - Apreciação de riscos - Parte 2: Guia prático e exemplos de métodos**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. a. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/545544167/ABNT-ISO-TR-14121-2-2018-Seguranca-de-Maquinas-Apreciacao-de-Riscos-Parte-2-Guia-Pratico-e-Exemplos-e-Metodos>. Acesso em: 14 fev. 2024.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 31000: Gestão de riscos - Diretrizes**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. b.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Prática Recomendada: ABNT PR 2030 - Ambiental, social e governança (ESG) — Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações**. Rio de Janeiro: : ABNT, 2022.

ABREU, Marcos Vinicius Sanches; OLIVEIRA, Julio Cesar De; ANDRADE, Viviane Delfino Albuquerque; MEIRA, Anderson Donizete. Proposta metodológica para o cálculo e análise espacial do IDH intraurbano de Viçosa - MG. **Revista Brasileira de Estudos de População**, [S. l.], v. 28, p. 169–186, 2011. DOI: 10.1590/S0102-30982011000100009. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbepop/a/jbJDhW669nFrDsHPPkdxVTw/?lang=pt>. Acesso em: 24 set. 2022.

ALKHUZAIM, Lojain; ZHU, Qingyun; SARKIS, Joseph. Evaluating Emergy Analysis at the Nexus of Circular Economy and Sustainable Supply Chain Management. **Sustainable Production and Consumption**, [S. l.], v. 25, p. 413–424, 2021. DOI: 10.1016/j.spc.2020.11.022. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352550920313968>. Acesso em: 13 fev. 2024.

ALVARENGA, Wenderson dos Santos. **Barreiras para implantação de lean manufacturing: o caso da indústria brasileira de papel ondulado**. 2020.

Dissertação (Mestrado profissional). Orientador: Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

ÁLVAREZ-POZO, Antonio Héctor; PARMA-GARCÍA, Miguel Ignacio; ORTIZ-MARCOS, Isabel; BAUTISTA, Luis Fernando; ATANES-SÁNCHEZ, Evangelina. Analysis of Causes of Delays and Cost Overruns as Well as Mitigation Measures to Improve Profitability and Sustainability in Turnkey Industrial Projects. **Sustainability**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 1449, 2024. DOI: 10.3390/su16041449. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/4/1449>. Acesso em: 29 mar. 2024.

ANDRADE, Pedro. Ontologia Sociológica da Esfera Pública Digital: o caso da Web 2.0/3.0. **Comunicação & Sociedade**, Esfera pública digital – fragilidades e desafios: uma introdução. [S. l.], v. 23, Esfera pública digital – fragilidades e desafios: uma introdução, p. 186–201, 2013. Disponível em: <https://revistacomsoc.pt/index.php/revistacomsoc/article/view/971>. Acesso em: 19 nov. 2020.

APLANET. **Entendendo os riscos ESG e seu impacto nos negócios**. APLANET, 2023. Disponível em: <https://aplanet.org/ptbr/recursos/riscos-esg/>. Acesso em: 19 mar. 2024.

ARRAES, Ronaldo A.; ROCHA, Alane S. Perdas extremas em mercados de risco. **Revista Contabilidade & Finanças**, [S. l.], v. 17, n. 42, p. 22–34, 2006. DOI: 10.1590/S1519-70772006000300003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-70772006000300003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 29 abr. 2024.

BABBIE, Earl R. **The practice of social research**. Thirteenth edition ed. Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning, 2013.

BĂRBUȚĂ-MIȘU, Nicoleta; MADALENO, Mara; ILIE, Vasile. Analysis of Risk Factors Affecting Firms' Financial Performance—Support for Managerial Decision-Making. **Sustainability**, [S. l.], v. 11, n. 18, p. 4838, 2019. DOI: 10.3390/su11184838. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/18/4838>. Acesso em: 27 jan. 2022.

BAUER, Julia A. et al. Associations of a Metal Mixture Measured in Multiple Biomarkers with IQ: Evidence from Italian Adolescents Living near Ferroalloy Industry. **Environmental Health Perspectives**, [S. l.], v. 128, n. 9, p. 097002, 2020. DOI: 10.1289/EHP6803. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP6803>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BEHLE, Nanashara Fagundes. **Os fenômenos da contradição e dos paradoxos na linguagem : uma avaliação de teorias e de estudos da pragmática inferencial**. 2019. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Letras - Orientadora: Dra. Ana Maria Tramunt Ibaños - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://1library.org/document/zpw58d4y-fenomenos-contradicao-paradoxos-linguagem-avaliacao-estudos-pragmatica-inferencial.html>. Acesso em: 18 jul. 2024.

BERNARD, Claude. Claude Bernard (1813-1878) e a Medicina Experimental. **Cadernos de História da Ciência**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2021. DOI: 10.47692/cadhistcienc.2020.v14.34785. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/cadernos/article/view/34785>. Acesso em: 15 abr. 2024.

BOCCALETTI, Bruna Caffaro; MELLO, Luiz Carlos Brasil De Brito; BASTOS, Isadora De Paula. Principal causes and challenges for reducing product returns: applying FMEA in a case study. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 28, n. 2, p. e5115, 2021. DOI: 10.1590/1806-9649-2020v28e5115. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2021000200211&lng=en. Acesso em: 22 ago. 2023.

BRAGA, Marcus Vinicius de Azevedo. Risco Bottom Up: Uma reflexão sobre o desafio da implementação da gestão de riscos no setor público brasileiro. **Revista da CGU**, [S. l.], v. 9, n. 15, 2018. DOI: 10.36428/revistadacgu.v9i15.103. Disponível em: https://ojs.cgu.gov.br/index.php/Revista_da_CGU/article/view/103. Acesso em: 5 nov. 2020.

BRAGA, Sergio; MARTÍNEZ, Marta Pagán; CORREA, Caroline Miranda; MOURA-LEITE, Rosamaria Cox; DA SILVA, Dirceu. Greenwashing effect, attitudes, and beliefs in green consumption. **RAUSP Management Journal**, [S. l.], v. 54, p. 226–241, 2019. DOI: 10.1108/RAUSP-08-2018-0070. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rmj/a/j8KWHs8k4XfndmpPCcG9f6f/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BURROWS, Leah. **Produção de petróleo e gás natural emite mais metano do que se estimava**. 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/03/30/producao-de-petroleo-e-gas-natural-emite-mais-metano-do-que-se-estimava/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BUTLER, Kathy. **InfoGuides: Systematic Reviews: Prepare Protocol, PICO and PRISMA flow chart**. 2022. Disponível em: <https://infoguides.gmu.edu/SR/prepare>. Acesso em: 14 jan. 2023.

CALLAHAN, James. **Sistema E Método De Computador Para Detecção, Extração, Pesagem, Benchmarking, Pontuação, Relatório E Capitalização De Riscos Complexos Encontrados Em Acordos Transacionais De Compra/Venda, Acordos De Financiamento E Documentos De Pesquisa**, US2023334591 A1, 2023.

CAMPOS, Claudinei José Gomes; SAIDEL, Maria Giovana Borges. Amostragem em investigações qualitativas: conceitos e aplicações ao campo da saúde. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S. l.], v. 10, n. 25, p. 404–424, 2022. DOI: 10.33361/RPQ.2022.v.10.n.25.545. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/545>. Acesso em: 19 maio. 2024.

CAMPOS, Daniela Schievano De; SILVA, Adalene Moreira; TOLEDO, Catarina Laboure Bemfica; CARVALHO, Marcelo Juliano De; RODRIGUES, Vinícius Gomes; ARAUJO, Kawinã. Prospectivity analysis of gold and iron oxide copper-gold-(silver)

mineralizations from the Faina Greenstone Belt, Brazil, using multiple data sets. **Brazilian Journal of Geology**, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 561–590, 2017. DOI: 10.1590/2317-4889201720170012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-48892017000400561&lng=en&tling=en. Acesso em: 17 jun. 2022.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Otton, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Portal .periodicos. CAPES - Quem somos**. 2022. Disponível em: <https://www.periodicos-capes.gov.br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php/sobre/quem-somos.html>. Acesso em: 11 jan. 2022.

CAREY, Nick; STEITZ. **UE propõe proibição de vendas de carros a combustão a partir de 2035**. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2021-07/ue-propoe-proibicao-de-vendas-de-carros-combustao-partir-de-2035>. Acesso em: 6 fev. 2022.

CASTRO, Jorge Abrahão De. Política social e desenvolvimento no Brasil. **Economia e Sociedade**, [S. l.], v. 21, p. 1011–1042, 2012. DOI: 10.1590/S0104-06182012000400012. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/ecos/a/RQb5YRq9hpV5RDkjbNL69zr/>. Acesso em: 24 set. 2022.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, CEPAL (ORG.). **Equidad, desarrollo y ciudadanía**. 2. ed ed. Santiago de Chile: CEPAL & Alfaomega, 2000. v. 3 Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/1655/S3092O15Evol3_es.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, CNI. **Pesquisa sobre economia circular - 2019**. [s.l.] : CNI, 2020. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/91/29/91292dcc-f023-47cb-a52b-661c36cc6fa7/pesquisa_sobre_economia_circular_2019_1.pdf . Acesso em: 29 abr. 2024.

COONER, Jason Ryan. **Sistema, métodos técnicos e de negócios, e artigo de fabricação para utilização da tecnologia da internet das coisas em sistemas de gerenciamento de energia projetados para automatizar o processo de geração e/ou monetização de Créditos De Carbono**, US2020027096A1, 2020.

COVERT, Hannah H.; SHERMAN, Mya; LE, Daniel; LICHTVELD, Maureen Y. Environmental health risk relationships, responsibility, and sources of information among Vietnamese Americans in coastal Mississippi. **Health, Risk & Society**, [S. l.], v. 22, n. 5–6, p. 362–376, 2020. DOI: 10.1080/13698575.2020.1840528. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13698575.2020.1840528> . Acesso em: 19 mar. 2022.

CREED, Irena F.; DUINKER, Peter N.; SERRAN, Jacqueline N.; STEENBERG, James W. N. Managing risks to Canada's boreal zone: transdisciplinary thinking in pursuit of sustainability ¹. **Environmental Reviews**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 407–418, 2019. DOI: 10.1139/er-2018-0070. Disponível em: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/er-2018-0070> . Acesso em: 25 jan. 2022.

DELGADO-CEBALLOS, Javier; ORTIZ-DE-MANDOJANA, Natalia; ANTOLÍN-LÓPEZ, Raquel; MONTIEL, Ivan. Connecting the Sustainable Development Goals to firm-level sustainability and ESG factors: The need for double materiality. **BRQ Business Research Quarterly**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 2–10, 2023. DOI: 10.1177/23409444221140919. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/23409444221140919> . Acesso em: 29 mar. 2024.

DI NOI, Claudia; CIROTH, Andreas. Environmental and Social Pressures in Mining. Results from a Sustainability Hotspots Screening. **Resources**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 80, 2018. DOI: 10.3390/resources7040080. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2079-9276/7/4/80> . Acesso em: 22 jan. 2022.

DING, Jinchen; CHEN, Yunzhi; WANG, Xiaoqin; CAO, Meiqin. Land degradation sensitivity assessment and convergence analysis in Korla of Xinjiang, China. **Journal of Arid Land**, [S. l.], v. 12, n. 4, p. 594–608, 2020. DOI: 10.1007/s40333-020-0057-y. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s40333-020-0057-y> . Acesso em: 27 jan. 2022.

ELSEVIER. **Scopus - Resultados da pesquisa de documentos**. Base de dados. 2024. Disponível em: <https://www-scopus.ez22.periodicos.capes.gov.br/results/results.uri?sort=plf-f&src=p&st1=%22risk+analysis%22+AND+%28%22industrial+project%22+OR+%22materiality%22%29+AND+%28governance+AND+social+OR+environmental%29+AND+%28sustainability+OR+ESG%29&sid=6ba4a00c857934cb2f95e59f348eccdb&sot=b&sdt=b&sl=139&s=TITLE-ABS-KEY%28%22risk+analysis%22+AND+%28+%22industrial+project%22+OR+%22materiality%22+%29+AND+%28+governance+AND+social+OR+environmental+%29+AND+%28+sustainability+OR+esg+%29%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&sessionSearchId=6ba4a00c857934cb2f95e59f348eccdb&limit=10> . Acesso em: 30 mar. 2024.

FANTKE, Peter et al. Advancements in Life Cycle Human Exposure and Toxicity Characterization. **Environmental Health Perspectives**, [S. l.], v. 126, n. 12, p. 125001, 2018. DOI: 10.1289/EHP3871. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP3871> . Acesso em: 19 mar. 2022.

FARIA, Carolina Dourado De; MACHADO, Yuri de Jesus. Análise comparativa: direitos humanos e as leis orgânicas da saúde. **Revista Bioética**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 558–563, 2022. DOI: 10.1590/1983-80422022303549pt. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-80422022000300558&tlng=pt . Acesso em: 3 jan. 2023.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. Rio de Janeiro: FRANCISCO ALVES, 1977. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2244246/mod_resource/content/1/Contra%20o%20M%C3%A9todo%20-%20Paul%20Feyerabend%20%281977%29.pdf.

FRASER, Jocelyn. Mining companies and communities: Collaborative approaches to reduce social risk and advance sustainable development. **Resources Policy**, [S. l.], v. 74, p. 101144, 2021. DOI: 10.1016/j.resourpol.2018.02.003. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301420717304609> . Acesso em: 27 jan. 2022.

FULLWOOD, RR; STRAKER, EA; ARON, W. Preliminary risk analysis of transportation of nuclear waste. **TRANSACTIONS OF THE AMERICAN NUCLEAR SOCIETY**, [S. l.], v. 26, p. 271–272, 1977. Disponível em: www.webofscience.com.

GARST, Jilde; MAAS, Karen; SUIJS, Jeroen. Materiality Assessment Is an Art, Not a Science: Selecting ESG Topics for Sustainability Reports. **California Management Review**, [S. l.], v. 65, n. 1, p. 64–90, 2022. DOI: 10.1177/00081256221120692. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00081256221120692> . Acesso em: 29 mar. 2024.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Home**. 2023. Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/> . Acesso em: 10 set. 2023.

GRANT THORNTON BRASIL. **Como integrar sustentabilidade e inovação ao processo produtivo?** 2020. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/como-integrar-sustentabilidade-e-inovacao-ao-processo-produtivo/> . Acesso em: 10 set. 2023.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. [s.l.] : Penso, 2011.

GRI, Global Reporting Initiative; SASB, Sustainability Accounting Standards Board. **A Practical Guide to Sustainability Reporting Using GRI and SASB Standards**. Amsterdam/ São Francisco: GRI/SASB, 2021. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/media/mlkjp1i/gri-sasb-joint-publication-april-2021.pdf> . Acesso em: 13 fev. 2024.

GRIGGS, David et al. Sustainable development goals for people and planet. **Nature**, [S. l.], v. 495, n. 7441, p. 305–307, 2013. DOI: 10.1038/495305a. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/495305a> . Acesso em: 21 maio. 2022.

GSSB, Global Sustainability Standards Board. **Consolidated set of GRI Standards - Portuguese**. São Francisco: GSSB, 2024. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-portuguese-translations/> . Acesso em: 14 fev. 2024.

GUMIRAN, Brian Anthony; DAAG, Arturo. Negotiated participatory action research for multi-stakeholder implementation of early warning systems for landslides. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S. l.], v. 58, p. 102184, 2021. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2021.102184. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212420921001503> . Acesso em: 27 jan. 2022.

HAIR, F. H.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise Multivariada de Dados. 6º Ed. Porto Alegre: Bookman.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

HÁK, Tomáš; JANOUŠKOVÁ, Svatava; MOLDAN, Bedřich. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. **Ecological Indicators**, [S. l.], v. 60, p. 565–573, 2016. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.08.003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15004240> . Acesso em: 21 maio. 2022.

HARVARD BUSINESS REVIEW, Theodore. **Marketing Myopia**. 2004. Disponível em: <https://store.hbr.org/product/marketing-myopia/R0407L> . Acesso em: 10 set. 2023.

HORA, Henrique R. Monteiro; MONTEIRO, Gina T. Rego; ARICA, Jose. Confiabilidade em questionários para qualidade: um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. **Produto e Produção**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 85–103, 2010.

INDUSTRIES, Ana Flavia Bello Rodrigues CEO CoSafe LATAM em CoSafe LATAM Communications senior leader with over 25 Years of hands-on experience in various; BEVERAGE, Including; TELECOMMUNICATIONS; MULTINATIONAL, Cosmetics Credentials From leading; INSTITUTIONS, Local; LEADERSHIP, With Numerous Successful Projects Through Innovative; MANAGEMENT, Colaborative management Experience In crisis; RISKS, Crisis Communication for Reputational. **Gestão de Riscos ESG e oportunidades de valor para os negócios - Cultura de Segurança.** , 2021. Disponível em: <https://culturadeseguranca.seg.br/gerenciamento-de-crise/gestao-de-riscos-esg-e-oportunidades-de-valor-para-os-negocios> . Acesso em: 19 mar. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/atlasbrasil> . Acesso em: 24 set. 2022.

IPIRANGA, Ana Silva Rocha; GODOY, Arilda Schmidt; BRUNSTEIN, Janette. Introdução. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, [S. l.], v. 12, n. 3, p. 13–20, 2011. DOI: 10.1590/S1678-69712011000300002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300002&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 6 fev. 2022.

ISO, International Organization for Standardization. **ISO 45001:2018 - Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional: requisitos com orientação para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ISO, International Organization for Standardization. **ISO 21500:2021**. 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/75704.html> . Acesso em: 16 jul. 2024.

KOLAH, Jafar; KHAZAEI, Saber; BIDRAM, Elham; KELISHADI, Roya; IRANMANESH, Pedram; NEKOOFAR, Mohammad H.; DUMMER, Paul MH. Science Map of Cochrane Systematic Reviews Receiving the Most Altmetric Attention Score: A Network Analysis. **Journal of Scientometric Research**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 293–299, 2020. DOI: 10.5530/jscires.9.3.36. Disponível em: <http://www.jscires.org/article/382> . Acesso em: 31 jan. 2022.

KOMLJENOVIC, Dragan; GROVES, William A.; KECOJEVIC, Vladislav J. Injuries in U.S. mining operations – A preliminary risk analysis. **Safety Science**, [S. l.], v. 46, n. 5, p. 792–801, 2008. DOI: 10.1016/j.ssci.2007.01.012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925753507000434> . Acesso em: 23 mar. 2022.

KRAUSE, Walther. **ISO 21500 - Orientações sobre Gerenciamento de Projetos: Diretrizes para o Sucesso**. [s.l.] : Brasport, 2014.

LAGO, Fabio Gazeta; PEREZ, Maria Elena Vazquez; SANTOS, Paola Rangel Dos; FRANÇA, Sérgio Luiz Braga; NETO, Julio Vieira; FREITAG, A. E. B. Diminuição do tempo de setup de uma linha de impressão de papelão ondulado. **Journal of Lean Systems**, [S. l.], v. 8, n. 1, 2023. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/lean/article/view/6171> . Acesso em: 15 out. 2023.

LASKARIS, Zoey; MILANDO, Chad; BATTERMAN, Stuart; MUKHERJEE, Bhramar; BASU, Niladri; O'NEILL, Marie S.; ROBINS, Thomas G.; FOBI, Julius N. Derivation of Time-Activity Data Using Wearable Cameras and Measures of Personal Inhalation Exposure among Workers at an Informal Electronic-Waste Recovery Site in Ghana. **Annals of Work Exposures and Health**, [S. l.], v. 63, n. 8, p. 829–841, 2019. DOI: 10.1093/annweh/wxz056. Disponível em: <https://academic.oup.com/annweh/article/63/8/829/5537141> . Acesso em: 19 mar. 2022.

LEE, Lisa M. A Bridge Back to the Future: Public Health Ethics, Bioethics, and Environmental Ethics. **The American Journal of Bioethics**, [S. l.], v. 17, n. 9, p. 5–12, 2017. DOI: 10.1080/15265161.2017.1353164. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15265161.2017.1353164> . Acesso em: 19 mar. 2022.

LETTNER, Miriam; SOLT, Pia; RÖSSIGER, Björn; PUFKY-HEINRICH, Daniela; JÄÄSKELÄINEN, Anna-Stiina; SCHWARZBAUER, Peter; HESSER, Franziska. From Wood to Resin—Identifying Sustainability Levers through Hotspotting Lignin Valorisation Pathways. **Sustainability**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 2745, 2018. DOI: 10.3390/su10082745. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2745> . Acesso em: 7 set. 2022.

MA, Xiaotian; SHEN, Xiaoxu; QI, Congcong; YE, Liping; YANG, Donglu; HONG, Jinglan. Energy and carbon coupled water footprint analysis for Kraft wood pulp paper production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 96, p. 253–261, 2018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.07.054. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S136403211830563X> . Acesso em: 7 set. 2022.

MAASAKKERS, Joannes D. et al. 2010–2015 North American methane emissions, sectoral contributions, and trends: a high-resolution inversion of GOSAT observations of atmospheric methane. **Atmospheric Chemistry and Physics**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 4339–4356, 2021. DOI: 10.5194/acp-21-4339-2021. Disponível em: <https://acp.copernicus.org/articles/21/4339/2021/> . Acesso em: 10 jul. 2024.

MALLOY, Timothy F. et al. Advancing Alternative Analysis: Integration of Decision Science. **Environmental Health Perspectives**, [S. l.], v. 125, n. 6, p. 066001, 2017. DOI: 10.1289/EHP483. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP483> . Acesso em: 19 mar. 2022.

MANZARDO, Alessandro; REN, Jingzheng; PIANTELLA, Antonio; MAZZI, Anna; FEDELE, Andrea; SCIPIONI, Antonio. Integration of water footprint accounting and costs for optimal chemical pulp supply mix in paper industry. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 72, p. 167–173, 2014. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.03.014. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652614002352> . Acesso em: 7 set. 2022.

MARCOULAKI, Effie et al. Blueprint for a self-sustained European Centre for service provision in safe and sustainable innovation for nanotechnology. **NanoImpact**, [S. l.], v. 23, p. 100337, 2021. DOI: 10.1016/j.impact.2021.100337. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S245207482100046X> . Acesso em: 27 jan. 2022.

MAZÉ, Armelle; AÏT-AÏSSA, Myriam; MAYER, Sophie; VERJUX, Nathalie. Third-Party Certifications and the Role of Auditing Policies in Sustainability: The Time and Space of Materiality Within Combined Audits. **Organization & Environment**, [S. l.], v. 29, n. 3, p. 308–331, 2016. DOI: 10.1177/1086026615628034. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1086026615628034> . Acesso em: 30 mar. 2024.

MECCA, Marlei Salete; OLIVEIRA, Franco Marcelo; WITT, Andréia Carla Velho; VELHO, Fabio Daniel. Sustentabilidade e ESG (Environmental, Social and Governance): Estudo das operações turísticas de uma Pousada na Serra Gaúcha. **Turismo: Visão e Ação**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 425–444, 2023. DOI: 10.14210/rtva.v25n3.p425-444. Disponível em: <https://periodicos.univali.br/index.php/rtva/article/view/19330> . Acesso em: 3 dez. 2023.

MELO, Tatiana Massaroli; FUCIDJI, José Ricardo. Racionalidade limitada e a tomada de decisão em sistemas complexos. **Revista de Economia Política**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 622–645, 2016. DOI: 10.1590/0101-31572016v36n03a09. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572016000300622&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 29 abr. 2024.

MIO, Chiara; FASAN, Marco; SCARPA, Francesco. Materiality investor perspectives on utilities' ESG performance. An empirical analysis of ESG factors and cost of equity. **Utilities Policy**, [S. l.], v. 82, p. 101555, 2023. DOI: 10.1016/j.jup.2023.101555. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095717872300067X> . Acesso em: 29 mar. 2024.

MIRANDAS, Nathallia Mercedes; MATTOS, Ubirajara Aluizio De Oliveira. Revisão dos Modelos e Metodologias de Coleta Seletiva no Brasil. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 30, p. 1–22, 2023. DOI: 10.14393/SN-v30n2-2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/94NNYLb9dGZq6LPK8mwcCpj/> . Acesso em: 12 fev. 2024.

MOHER, David; LIBERATI, Alessandro; TETZLAFF, Jennifer; ALTMAN, Douglas G.; THE PRISMA GROUP. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **PLoS Medicine**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. e1000097, 2009. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pmed.1000097> . Acesso em: 9 set. 2024.

NAPOLEÃO, Bianca Minetto. **Matriz de Riscos (Matriz de Probabilidade e Impacto). Ferramentas da Qualidade**, 2019. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-de-riscos-matriz-de-probabilidade-e-impacto/> . Acesso em: 13 jul. 2023.

NEVES, Sandra Miranda; SILVA, Carlos Eduardo Sanches Da. Gestão de riscos aplicada a projetos de desenvolvimento de software em empresas de base tecnológica incubadas: revisão, classificação e análise da literatura. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 798–814, 2016. DOI: 10.1590/0104-530x472-15. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2016000400798&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 29 abr. 2024.

ODUM, Howard T. Self-Organization, Transformity, and Information. **Science**, [S. l.], v. 242, n. 4882, p. 1132–1139, 1988. DOI: 10.1126/science.242.4882.1132. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.242.4882.1132> . Acesso em: 12 jul. 2023.

OLIVEIRA, Saulo Barbará De; MAHLER, Claudio Fernando. **Avaliação do ciclo de vida de produtos: uma introdução**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2018.

OLIVEIRA, Wanderson Kleber De; ROHLFS, Daniela Buosi; GARCIA, Leila Posenato. O desastre de Brumadinho e a atuação da Vigilância em Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [S. l.], v. 28, n. 1, 2019. DOI: 10.5123/S1679-49742019000100025. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2237-96222019000100100&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt . Acesso em: 23 jan. 2022.

OWEN, Robyn. Lessons From Government Venture Capital Funds to Enable Transition to a Low-Carbon Economy: The U.K. Case. **IEEE Transactions on Engineering Management**, [S. l.], p. 1–15, 2021. DOI: 10.1109/TEM.2021.3094992.

PAUL, Justin; CRIADO, Alex Rialp. The art of writing literature review: What do we know and what do we need to know? **International Business Review**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 101717, 2020. DOI: 10.1016/j.ibusrev.2020.101717. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969593120300585> . Acesso em: 9 set. 2024.

PICOLO, Jaime Dagostim; TONTINI, Gerson. Análise do contraste da penalidade e da recompensa (PRC): identificando oportunidades de melhoria em um serviço. **RAM. Revista de Administração Mackenzie**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 35–58, 2008. DOI: 10.1590/S1678-69712008000500003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712008000500003&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 29 abr. 2024.

PIGOU, Arthur Cecil. **The Economics of Welfare**. 4. ed. Londres: MacMillan and Co., 1932. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4154221/mod_resource/content/0/Pigou-The_Economic_of_Welfare_1920.pdf . Acesso em: 10 set. 2023.

PORTELINHA, Márcia Kaster; ALMEIDA, Camila; VARGAS, Natália Rosiely Costa; LOPES, Caroline Vascocellos. Interlaces among health, sustainability and enviroment: an integrative review / Entrelaces entre a saúde, sustentabilidade e meio ambiente: uma revisão integrativa. **Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online**, [S. l.], v. 13, p. 1001–1006, 2021. DOI: 10.9789/2175-5361.rpcfo.v13.9767. Disponível em: <http://seer.unirio.br/cuidadofundamental/article/view/9767> . Acesso em: 20 mar. 2022.

QUINE, W. V. Main Trends in Recent Philosophy: Two Dogmas of Empiricism. **The Philosophical Review**, [S. l.], v. 60, n. 1, p. 280–301, 1951. DOI: 10.2307/2181906. Disponível em: https://sidoli.w.waseda.jp/Quine_Two_Dogmas.pdf . Acesso em: 16 jul. 2024.

RABECHINI JUNIOR, Roque; CARVALHO, Marly Monteiro De. Relacionamento entre gerenciamento de risco e sucesso de projetos. **Production**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 570–581, 2012. DOI: 10.1590/S0103-65132012005000091. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013000300011&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 29 abr. 2024.

RAMPASSO, Izabela Simon; QUELHAS, Osvaldo L. G.; ANHOLON, Rosley; PEREIRA, Marcio B.; MIRANDA, Jocimar D. A.; ALVARENGA, Wenderson S. Engineering Education for Sustainable Development: Evaluation Criteria for Brazilian Context. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 10, p. 3947, 2020. DOI: 10.3390/su12103947. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/3947> . Acesso em: 6 fev. 2022.

REIS, Carlos Nelson Dos. A responsabilidade social das empresas: o contexto brasileiro em face da ação consciente ou do modernismo do mercado? **Revista de Economia Contemporânea**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 279–305, 2007. DOI: 10.1590/S1415-98482007000200004. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482007000200004&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 15 out. 2023.

REN, Siyue; FENG, Xiao; YANG, Minbo. Solution of issues in emergy theory caused by pathway tracking: Taking China's power generation system as an example. **Energy**, [S. l.], v. 262, p. 125596, 2023. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125596. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360544222024823> . Acesso em: 12 jul. 2023.

RICHARDSON, Benjamin J.; CRAGG, Wes. Being Virtuous and Prosperous: SRI's Conflicting Goals. **Journal of Business Ethics**, [S. l.], v. 92, n. 1, p. 21–39, 2010. DOI: 10.1007/s10551-010-0632-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0632-9> . Acesso em: 21 maio. 2022.

RODEN, Janet. Exploring the Perceived Health, Community, and Employment Impacts of an Announced Closure of a Coal-Fired Power Station in Upper Hunter Valley, Australia. **Journal of Environmental Health**, [S. l.], v. 83, n. 7, p. 26–35, 2021. Disponível em: <https://web.s.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=d9acb4c3-dbf8-4562-ac89-6d913a844f18%40redis> . Acesso em: 20 mar. 2022.

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, 1999.

ROTONDARO, Roberto Gilioli. SFMEA: análise do efeito e modo da falha em serviços – aplicando técnicas de prevenção na melhoria de serviços. **Production**, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 54–62, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-65132002000200006>.

SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, [S. l.], v. 15, p. 508–511, 2007. DOI: 10.1590/S0104-11692007000300023. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rlae/a/CfKNnz8mvSqVjZ37Z77pFsy/?lang=pt> . Acesso em: 3 jan. 2022.

SASB, Sustainability Accounting Standards Board. **Envases y embalajes: Estándar de contabilidad sobre sostenibilidad**. [n.i.]SASB Standards, , 2018. a. Disponível em: https://d3flraxduht3gu.cloudfront.net/latest_standards/containers-and-packaging-standard_es-es.pdf . Acesso em: 14 fev. 2024.

SASB, Sustainability Accounting Standards Board. **Productos de celulosa y papel: Estándar de contabilidad sobre sostenibilidad**. [n.i.]SASB Standards, , 2018. b. Disponível em: https://d3flraxduht3gu.cloudfront.net/latest_standards/pulp-and-paper-products-standard_es-es.pdf . Acesso em: 14 fev. 2024.

SCHLEICH, Melissa Velasco. QUAIS SÃO AS POLÍTICAS E PRÁTICAS EM RECURSOS HUMANOS MAIS UTILIZADAS PELAS EMPRESAS COM MELHORES ÍNDICES ESG NO BRASIL? **Revista de Administração de Empresas**, [S. l.], v. 62, n. 5, p. e2021- 0370, 2022. DOI: 10.1590/s0034-759020220511. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902022000500209&tlng=pt . Acesso em: 15 out. 2023.

Search & Browse. [s.d.]. Disponível em: <https://www.cochrane.org/search/site/pico> . Acesso em: 9 set. 2024.

SEBRAE. **A taxa de sobrevivência das empresas no Brasil - Sebrae.** 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-taxa-de-sobrevivencia-das-empresas-no-brasil,d5147a3a415f5810VgnVCM1000001b00320aRCRD> . Acesso em: 29 abr. 2024.

SERPA, Daniela Abrantes Ferreira; FOURNEAU, Lucelena Ferreira. Responsabilidade social corporativa: uma investigação sobre a percepção do consumidor. **Revista de Administração Contemporânea**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 83–103, 2007. DOI: 10.1590/S1415-65552007000300005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552007000300005&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 15 out. 2023.

SHAFFER, Rachel M. et al. Improving and Expanding Estimates of the Global Burden of Disease Due to Environmental Health Risk Factors. **Environmental Health Perspectives**, [S. l.], v. 127, n. 10, p. 105001, 2019. DOI: 10.1289/EHP5496. Disponível em: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/EHP5496> . Acesso em: 20 mar. 2022.

SILVA, Andressa Veloso; SILVA, Ronivaldo Lima Da; DANTAS, Samara Therbia Fonseca; CAVAIGNAC, André Luís de Oliveira. Aplicação da Análise Preliminar de Riscos (APR) em açougues da cidade de Imperatriz – MA. **Brazilian Journal of Production Engineering**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 196–209, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/V04N04_10 . Acesso em: 5 mar. 2023.

SOKAL, Alan D.; BRICMONT, Jean. **Intellectual impostures: postmodern philosophers' abuse of science.** London: Profile, 2003.

STOBIERSKI, Tim. **Cost-Benefit Analysis: What It Is & How to Do It.** 2019. Disponível em: <https://online.hbs.edu/blog/post/cost-benefit-analysis> . Acesso em: 9 set. 2024.

STRAUSS, William; HOWE, N. G. **Generations: the history of America's future, 1584 to 2069.** 1. ed ed. New York, NY: Morrow, 1991.

STUMPF, Ashley M.; ERLANDSON, Grant; RUTHS, Jennifer; MEINKE, Deanna K.; NEWMAN, Lee S.; KRISHER, Lyndsay; PILLONI, Daniel; CRUZ, Alex; ASENSIO, Claudia. Noise exposures of sugar cane mill workers in Guatemala. **International Journal of Audiology**, [S. l.], v. 59, n. sup1, p. S48–S53, 2020. DOI: 10.1080/14992027.2019.1690171. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14992027.2019.1690171> . Acesso em: 22 mar. 2022.

SUGIYAMA, Masahiro et al. Transdisciplinary co-design of scientific research agendas: 40 research questions for socially relevant climate engineering research. **Sustainability Science**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 31–44, 2017. DOI: 10.1007/s11625-016-0376-2. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11625-016-0376-2> . Acesso em: 28 jan. 2022.

SUN, Meiyong; LI, Xiuhong; YANG, Rongjin; ZHANG, Yi; ZHANG, Le; SONG, Zhenwei; LIU, Qiang; ZHAO, Dan. Comprehensive partitions and different strategies based on ecological security and economic development in Guizhou Province, China. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 274, p. 122794, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122794. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652620328390> . Acesso em: 27 jan. 2022.

TALIENTO, Marco; FAVINO, Christian; NETTI, Antonio. Impact of Environmental, Social, and Governance Information on Economic Performance: Evidence of a Corporate ‘Sustainability Advantage’ from Europe. **Sustainability**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 1738, 2019. DOI: 10.3390/su11061738. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/6/1738> . Acesso em: 29 mar. 2024.

TARIQ, Muhammad Atiq Ur Rehman; WANGCHUK, Kelden; MUTTIL, Nitin. A Critical Review of Water Resources and Their Management in Bhutan. **Hydrology**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 31, 2021. DOI: 10.3390/hydrology8010031. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-5338/8/1/31> . Acesso em: 27 jan. 2022.

TAYLOR, Bruce M.; HARMAN, Ben P. Governing urban development for climate risk: What role for public–private partnerships? **Environment and Planning C: Government and Policy**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 927–944, 2016. DOI: 10.1177/0263774X15614692. Disponível em: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0263774X15614692> . Acesso em: 28 jan. 2022.

TETTEH, Merstack Opoku; CHAN, Albert P. C.; DARKO, Amos; YEVU, Sitsofe Kwame; BOATENG, Emmanuel B.; NWAOGU, Janet Mayowa. Key drivers for implementing international construction joint ventures (ICJVs): global insights for sustainable growth. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2021. DOI: 10.1108/ECAM-07-2020-0512. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-07-2020-0512/full/html> . Acesso em: 27 jan. 2022.

TOCZYŁOWSKA-MAMIŃSKA, Renata. Limits and perspectives of pulp and paper industry wastewater treatment – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 78, p. 764–772, 2017. DOI: 10.1016/j.rser.2017.05.021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032117306561> . Acesso em: 7 set. 2022.

TOMEI, Patrícia A. Responsabilidade social de empresas: análise qualitativa da opinião do empresariado nacional. **Revista de Administração de Empresas**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 189–202, 1984. DOI: 10.1590/S0034-75901984000400029. Disponível

em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901984000400029&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 15 out. 2023.

UCCELLI, Raffaella; MASTRANTONIO, Marina; ALTAVISTA, Pierluigi; CAIAFFA, Emanuela; CATTANI, Giorgio; BELLI, Stefano; COMBA, Pietro. Female lung cancer mortality and long-term exposure to particulate matter in Italy. **The European Journal of Public Health**, [S. l.], p. ckw203, 2016. DOI: 10.1093/eurpub/ckw203. Disponível em: <https://academic.oup.com/eurpub/article-lookup/doi/10.1093/eurpub/ckw203> . Acesso em: 20 mar. 2022.

UNIVERSIDADE DE LEIDEN. **VOSviewer - Visualizing scientific landscapes**. , 2023. Disponível em: <https://www.vosviewer.com/> . Acesso em: 9 jan. 2023.

WACKERNAGEL, Mathis; REES, William E. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island, BC ; Philadelphia, PA: New Society Publishers, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROOS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YANG, Fuxia; YANG, Mian; XU, Jiangchuan. The Productivity Dynamics of China's Environmentally Friendly Production Technologies in terms of Wastewater Treatment Techniques. **BioMed Research International**, [S. l.], v. 2018, p. 1–10, 2018. DOI: 10.1155/2018/6878741. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2018/6878741/> . Acesso em: 22 mar. 2022.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/672357402/YIN-2015-Estudo-de-Caso-Livro-Completo> . Acesso em: 14 fev. 2024.

YOSHIMITANAKA, Oswaldo; DRUMOND JÚNIOR, Marcos; CRISTO, Elier Broche; SPEDO, Sandra Maria; PINTO, Nicanor Rodrigues Da Silva. Uso da análise de clusters como ferramenta de apoio à gestão no SUS. **Saúde e Sociedade**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 34–45, 2015. DOI: 10.1590/S0104-12902015000100003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902015000100034&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 4 dez. 2023.

ZAMBRANO, Tatiane Fernandes; MARTINS, Manoel Fernando. Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental. **Gestão & Produção**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 295–309, 2007. DOI: 10.1590/S0104-530X2007000200008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000200008&lng=pt&tlng=pt . Acesso em: 1 maio. 2024.

ZHANG, Can; SU, Bo; BECKMANN, Michael; VOLK, Martin. Emergy-based evaluation of ecosystem services: Progress and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [S. l.], v. 192, p. 114201, 2024. DOI: 10.1016/j.rser.2023.114201. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032123010596> . Acesso em: 13 fev. 2024.

ZHANG, Xiaojun; WANG, Zhiqiang. How Does Paired Assistance to Disaster-Affected Areas (PADAA) Contribute to Economic Sustainability? A Qualitative Analysis of Wenchuan County. **Sustainability**, [S. l.], v. 11, n. 14, p. 3915, 2019. DOI: 10.3390/su11143915. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/14/3915> . Acesso em: 28 jan. 2022.

ZHAO, Yu; WANG, Tingwei; YI, Wen. Energy-accounting-based comparison of carbon emissions of solid waste recycled concrete. **Construction and Building Materials**, [S. l.], v. 387, p. 131674, 2023. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2023.131674. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950061823013879> . Acesso em: 13 fev. 2024.

ZHUANG, Haifeng; GUO, Jianbo; HONG, Xiaoting. Advanced Treatment of Paper-Making Wastewater Using Catalytic Ozonation with Waste Rice Straw-Derived Activated Carbon-Supported Manganese Oxides as a Novel and Efficient Catalyst. **Polish Journal of Environmental Studies**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 451–457, 2018. DOI: 10.15244/pjoes/74483. Disponível em: <http://www.pjoes.com/doi/10.15244/pjoes/74483> . Acesso em: 7 set. 2022.

APÊNDICE I: TESTE ALFA DE CRONBACH

[illegible][illegible]

APÊNDICE II: CONTAGEM DE BORDA E PRIORIZAÇÃO POR PARETO

[illegible]

APÊNDICE III: DADOS PARA A MATRIZ DE DUPLA MATERIALIDADE

Tratamento de dados para a Matriz de Dupla Materialidade				
Estrato	Questão	Fator	Borda Interno	Borda Comunidade
SS	Q46	Confiança do cliente e lealdade	139	177
SS	Q23	segurança no trabalho	136	207
GG	Q24	Ética no trabalho	135	205
SS	Q22	Segurança dos produtos	133	195
AS	Q18	Redução do consumo de água	132	205
GG	Q02	Transparência das decisões	131	203
SS	Q20	Gestão de resíduos	131	197
SS	Q43	Performance financeira e resiliência	130	201
SS	Q21	Redução de resíduos	130	195
GG	Q25	Diversidade e inclusão	129	211
GG	Q42	Direitos Humanos na cadeia de suprimentos	129	199
GA	Q38	Fortalecimento da cadeia de suprimentos	128	221
SS	Q39	Fornecimento responsável de matérias-primas	127	213
GA	Q26	Gestão da qualidade	127	195
AS	Q12	Redução de consumo de energia	126	223
SC	Q28	Empregos responsáveis	126	223
GG	Q36	Inovação tecnológica	126	223
GG	Q04	Responsabilização da liderança	124	231
SS	Q32	Saúde e bem-estar dos funcionários	124	213
GG	Q37	Inovação nos negócios e processos	123	235
SD	Q31	Automação da produção	123	217
AS	Q40	Impactos ambientais da cadeia de suprimentos	123	193
AS	Q16	Preservação da mata ciliar	122	185
GG	Q03	<i>Igualdade de oportunidades</i>	116	196
AS	Q35	<i>Design ambiental</i>	115	219
SD	Q33	Estabilidade no emprego	115	213
AS	Q14	<i>Uso de energia renovável</i>	115	207
AS	Q01	Iniciativas sociais e ambientais	115	195
AC	Q08	Redução nas emissões de CO2	115	195
AS	Q09	<i>Melhoria na qualidade do ar</i>	114	199
AC	Q07	<i>Gestão das mudanças climáticas</i>	113	203
AC	Q06	Redução de emissões de GEEE	112	183
GG	Q05	Divulgação de resultados financeiros e desempenho operacional	107	184
SC	Q44	<i>Investimento conforme as expectativas da comunidade</i>	106	213
SC	Q11	<i>Redução de congestionamentos</i>	104	215

APÊNDICE III

Tratamento de dados para a Matriz de Dupla Materialidade				
Estrato	Questão	Fator	De Borda Interno	De Borda Comunidade
GG	Q37	Inovação nos negócios e processos	123	235
GG	Q04	Responsabilização da liderança	124	231
AS	Q12	Redução de consumo de energia	126	223
SC	Q28	Empregos responsáveis	126	223
GG	Q36	Inovação tecnológica	126	223
GA	Q38	Fortalecimento da cadeia de suprimentos	128	221
AS	Q35	<i>Design ambiental</i>	115	219
SD	Q31	Automação da produção	123	217
SC	Q11	Redução de congestionamentos	104	215
SS	Q39	Fornecimento responsável de matérias-primas	127	213
SS	Q32	Saúde e bem-estar dos funcionários	124	213
SD	Q33	Estabilidade no emprego	115	213
SC	Q44	Investimento conforme as expectativas da comunidade	106	213
GG	Q25	Diversidade e inclusão	129	211
SS	Q23	segurança no trabalho	136	207
AS	Q14	<i>Uso de energia renovável</i>	115	207
GG	Q24	Ética no trabalho	135	205
AS	Q18	Redução do consumo de água	132	205
GG	Q02	Transparência das decisões	131	203
AC	Q07	<i>Gestão das mudanças climáticas</i>	113	203
SS	Q43	Performance financeira e resiliência	130	201
GG	Q42	Direitos Humanos na cadeia de suprimentos	129	199
AS	Q09	<i>Melhoria na qualidade do ar</i>	114	199
SS	Q20	Gestão de resíduos	131	197
GG	Q03	<i>Igualdade de oportunidades</i>	116	196
SS	Q22	Segurança dos produtos	133	195
SS	Q21	Redução de resíduos	130	195
GA	Q26	Gestão da qualidade	127	195
AS	Q01	Iniciativas sociais e ambientais	115	195
AC	Q08	Redução nas emissões de CO2	115	195
AS	Q40	Impactos ambientais da cadeia de suprimentos	123	193
AS	Q16	Preservação da mata ciliar	122	185
GG	Q05	Divulgação de resultados financeiros e desempenho operacional	107	184
AC	Q06	Redução de emissões de GEEE	112	183
SS	Q46	Confiança do cliente e lealdade	139	177

APÊNDICE IV: MAPAS DE RISCOS ESG

