

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

**NELSON ROBERTO DE ALBUQUERQUE BEZERRA**

**MODELO DE APLICAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE  
CONSTRUÇÃO NAVAL - ESTALEIRO 4.0**

**Orientador: Prof. José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc.**

**NITERÓI  
2023**

NELSON ROBERTO DE ALBUQUERQUE BEZERRA

**MODELO DE APLICAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE  
CONSTRUÇÃO NAVAL - ESTALEIRO 4.0**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em  
Sistemas de Gestão Sustentáveis da Universidade  
Federal Fluminense para qualificação ao título de  
Doutor em Sistemas de Gestão Sustentáveis na  
Área de Apoio à Decisão em Organizações  
Sustentáveis.

Orientador:  
Prof. José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc.

Niterói  
2023

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

BS74m    Bezerra, Nelson Roberto da Albuquerque  
          Modelo de aplicação da transformação digital na  
          indústria de construção naval - Estaleiro 4.0 / Nelson  
          Roberto da Albuquerque Bezerra. - 2023.  
          206 f.

          Orientador: José Rodrigues de Farias Filho.  
          Coorientador: Halder Gomes Costa.  
          Tese (doutorado)-Universidade Federal Fluminense, Escola de  
          Engenharia, Niterói, 2023.

          1. Construção naval. 2. Manufatura inteligente. 3.  
          Transformação digital. 4. Estaleiro 4.0. 5. Produção  
          intelectual. I. Farias Filho, José Rodrigues da, orientador.  
          II. Costa, Halder Gomes, coorientador. III. Universidade  
          Federal Fluminense. Escola de Engenharia.IV. Título.

CDD - XXX

NELSON ROBERTO DE ALBUQUERQUE BEZERRA

**MODELO DE APLICAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA  
DE CONSTRUÇÃO NAVAL - ESTALEIRO 4.0**

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

Aprovada em 17 de fevereiro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA:**

Documento assinado digitalmente  
 JOSE RODRIGUES DE FARIAS FILHO  
Data: 24/02/2023 11:19:59 -0300  
Verifique em <https://verificador.gov.br/>

---

Prof. José Rodrigues de Farias Filho, D.Sc. - Orientador  
Universidade Federal Fluminense - UFF

Helder Gomes Costa  
heldergc@id.uff.br:71849483787

Assinado de forma digital por Helder Gomes  
Costa heldergc@id.uff.br:71849483787  
Data: 2023.03.08 12:27:25 -0300

---

Prof. Helder Gomes Costa, D.Sc. - Co-orientador  
Universidade Federal Fluminense - UFF

Gilson B. A. Lima

Assinado de forma digital por  
Gilson B. A. Lima  
Data: 2023.02.27 10:55:05 -0300

---

Prof. Gilson Brito Alves Lima, D.Sc.  
Universidade Federal Fluminense - UFF

*Carlos Eduardo Barateiro*

---

Prof. Carlos Eduardo Barateiro, D.Sc.  
Universidade Estácio de Sá - UNESA

---

  
Prof. Carlos Henrique Siqueira Caldas, D.Sc.  
University of Texas at Austin - UTEXAS

---

Assinado por: JOÃO CARLOS GONÇALVES DOS  
REIS  
Num. de Identificação: 12141990  
Data: 2023.03.01 10:46:49 +0000

---

Prof. João Carlos dos Reis, D.Sc.  
Academi Militar - AM/Portugal

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, acima de tudo por ter me proporcionado esta vida e iluminar o meu caminho. Aos meus pais, José Jurandyr de Araujo Bezerra (in memoriam) e Lucidea Aladia de Albuquerque Bezerra, minha avó Izabel América (in memoriam) que sempre incentivaram os meus estudos. As minhas queridas, esposa Marlene Jesus Soares Bezerra e filha Thaís Soares Bezerra e filho Rafael Soares Bezerra que tiveram paciência com a minha ausência e me apoiaram para poder seguir com esse projeto, e outros em minha vida.

Especialmente, agradeço ao professor, orientador e amigo Prof. Dr. José Rodrigues de Farias Filho, que me apoiou para seguir com o tema escolhido para a pesquisa científica, indicando um processo estruturado, dando autonomia e direcionando meus esforços para o aprofundamento desta pesquisa.

Agradeço aos amigos Takeo Chikushi, Giovani Maciel, Rogerio Padilha, Requi Abe, João Cândido, Hideo Morizawa (in memoriam), Francisco Vasconcelos (in memoriam) e às turmas das famílias ISHIBRAS, EAS e ENSEADA por períodos muito especiais na minha vida e pela importância que tive como estímulo à pesquisa realizada.

Ao Prof. Dr. Gilson Brito Alves Lima, que sempre esteve disponível para orientar e conversar sobre os processos e atividades do projeto de Doutorado.

Ao professor Helder Gomes Costa, que compartilhou conhecimentos e orientações sobre as pesquisas nas bases de dados, registro como pesquisador, acesso aos Journals, entre outros.

Agradeço aos professores do Programa de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis que, estiveram presentes, compartilhando conhecimentos e orientações importantes para minha formação e desenvolvimento: Prof. Dr. Emmanuel Paiva de Andrade, Prof. Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas e orientação na parte estatística do Prof. Licínio da Silva.

Agradeço aos amigos dos grupos de pesquisa que compartilharam conhecimentos e experiências: Roberto Toledo, Hamilton Miranda, Claudio Makarovsky, Maurício Bastos de Almeida, Antônio Luiz, Marlene Bezerra, Sandro Lordelo, Gustavo Marchisotti e Fernanda Duin.

Agradeço aos 14 profissionais do setor de construção naval e *offshore* que tive o prazer de entrevistar.

Agradeço as empresas Hexagon (Sérgio Okazaki), ARES (Ricardo Mesquita), 4E Eficiência Energética (Jocimar Ristow e Gerson Gueiros Jr), GOIT (Rafael Souza) e a Pedro Senne (CEFET) pelas discussões técnicas.

Projeto: Uma Visão Lírica

Como construir, no tempo,  
O sonho em que se acredita?  
Planejando, de maneira  
Que a obra, além de ser útil,  
Seja importante e bonita.  
E com a metodologia  
De quem cria, não imita.

Engenharia do afeto  
E magia do arquiteto,  
Vendo o operário, na planta,  
Flor nascendo do concreto  
E, como tudo, na vida  
Dos que acreditam nos sonhos,  
Começa por um Projeto.

*Jurandy Bezerra (In memoriam)*

“Treine enquanto eles dormem,  
estude enquanto eles se divertem, persista  
enquanto eles descansam, e então, viva o que  
eles sonham”.

*Provérbio japonês*

“Será que devemos permanecer os  
mesmos quando o mesmo não serve mais?”

*Cícero (filósofo romano)*

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa é propor um modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval, buscando responder problema/questão “como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval & *offshore* no Brasil?” Adotou-se como metodologia de pesquisa o método misto com aplicação das abordagens quali-quantitativa. Este estudo é sustentado por pesquisa bibliográfica e análise de 261 artigos científicos, do período de 2015 a 2020, da literatura existente sobre Construção naval e Transformação digital extraída da base de dados Scopus e também por entrevistas exploratórias conduzidas com 14 especialistas em Construção naval / *offshore* atuando no setor de óleo e gás e transformação digital, realizadas com a utilização da técnica do incidente crítico. Aplicou-se a metodologia da teoria fundamentada durante o processo de análise, tanto dos resultados da literatura selecionada quanto das entrevistas. No processo de aplicação da teoria fundamentada das entrevistas considerou-se os 5 domínios da transformação digital: clientes, competição, dados, inovação e valor (CCDIV), proposto por David Rogers (2016). Como base para esta análise pode-se estruturar um modelo de equações estruturais com 5 construtos e 7 hipóteses, para medir quantitativamente as variáveis que influenciam e suportam a transformação digital no Estaleiro 4.0. Para a validação estatística das hipóteses foi utilizada a modelagem de equações estruturais – SEM, e foram coletados através de *survey*, 377 questionários sendo válidos 326, oriundos de profissionais do setor. Como resultados para a sustentabilidade da indústria naval e *offshore*, a pesquisa indicou dentre outros: falta de demanda de mercado, necessidades de profissionais experientes, falta de financiamento, falta de inovação do setor e da aplicação da transformação digital no setor. O resultado do processo de análise foi base para projetar e estruturar o modelo proposto para o estaleiro 4.0. O modelo e os achados da pesquisa foram validados através da aplicação de questionário *survey*. Espera-se que este modelo seja aplicado em algum estaleiro com piloto e disseminado para os demais.

**Palavras-chave:** Construção Naval. Manufatura Inteligente. Sustentabilidade. Indústria 4.0. Transformação Digital.

## ABSTRACT

The objective of this research is to propose a model for the application of digital transformation in the shipbuilding industry, seeking to answer the problem/question “how can digital transformation improve the competitiveness and sustainability of the shipbuilding & offshore construction industry in Brazil?” The mixed method was adopted as a research methodology with application of quali-quantitative approaches. This study is supported by bibliographical research and analysis of 261 scientific articles, from the period 2015 to 2020, from the existing literature on Shipbuilding and Digital Transformation extracted from the Scopus database and also by exploratory interviews conducted with 14 experts in Shipbuilding / offshore operating in the oil and gas sector and digital transformation, carried out using the critical incident technique. The grounded theory methodology was applied during the analysis process, both from the results of the selected literature and from the interviews. In the process of applying the grounded theory of the interviews, the 5 domains of digital transformation were considered: customers, competition, data, innovation and value (CCDIV), proposed by David Rogers (2016). As a basis for this analysis, a structural equation model can be structured with 5 constructs and 7 hypotheses, to quantitatively measure the variables that influence and support the digital transformation in Shipyard 4.0. For the statistical validation of the hypotheses, structural equation modeling - SEM was used, and 377 questionnaires were collected through a survey, 326 of which were valid, coming from professionals in the sector. As results for the sustainability of the shipbuilding and offshore industry, the survey indicated, among others: lack of market demand, needs for experienced professionals, lack of financing, lack of innovation in the sector and the application of digital transformation in the sector. The result of the analysis process was the basis for designing and structuring the proposed model for shipyard 4.0. The research model and findings were validated through the application of a survey questionnaire. It is expected that this model will be applied in a shipyard with a pilot and disseminated to the others.

**Keywords:** Shipbuilding. Intelligent Manufacturing. Sustainability. Industry 4.0. Digital Transformation.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	17
1.2 PROBLEMA DA PESQUISA .....	26
1.3 OBJETIVO GERAL.....	30
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	30
1.5 QUESTÕES DE PESQUISA, HIPÓTESES E MODELO DE PESQUISA .....	31
1.6 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA .....	34
1.7 ORIGINALIDADE .....	35
1.8 ADERÊNCIA AO PPSIG E A INTERDISCIPLINARIDADE .....	35
1.9 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	36
1.10 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	37
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>39</b>
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / REFERENCIAL TEÓRICO .....	40
<b>2.1.1 Transformação digital.....</b>	<b>42</b>
2.1.1.1 Estratégia .....	42
2.1.1.2 Clientes .....	45
2.1.1.3 Competição .....	46
2.1.1.4 Dados .....	46
2.1.1.5 Inovação .....	47
2.1.1.6 Valor .....	47
2.1.1.7 Pessoas.....	47
2.1.1.8 Projeto sustentável.....	49
2.1.1.9 Ciclo de vida do produto <i>Smart</i> .....	53
2.1.1.10 Gestão .....	58
2.1.1.11 Sistema de Produção Enxuta .....	60
2.1.1.12 Indústria 4.0 .....	61
2.1.1.13 A construção naval 4.0 ( <i>Shipbuilding</i> 4.0) e o estaleiro 4.0 ( <i>Shipyards</i> 4.0).....	64
2.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
<b>3. METODOLOGIA CIENTÍFICA DA PESQUISA.....</b>	<b>76</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	76
<b>3.1.1 Delineamento da pesquisa.....</b>	<b>76</b>
3.2 RELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVO GERAL E OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	78
3.3 ELEMENTOS ESTRUTURAIS DA METODOLOGIA DE PESQUISA DA TESE .....	79
<b>3.3.1 Etapa 1: Fase Exploratória - Pesquisa bibliográfica e qualitativa.....</b>	<b>80</b>
3.3.1.1 Etapa 1- pesquisa bibliográfica.....	81
3.3.1.2 Definir expressões booleanas .....	82
3.3.1.3 Realizar busca exploratória (motores de busca) .....	82
<b>3.3.2 Montar biblioteca .....</b>	<b>86</b>
<b>3.3.3 Refinar base de dados .....</b>	<b>87</b>
3.3.3.1 Analisar conteúdo .....	87

3.3.3.2	Frequência de palavras-chave.....	88
3.3.3.3	Pesquisa de texto .....	90
3.3.3.4	Selecionar sentenças alinhadas com o tema central da pesquisa.....	96
<b>3.3.4</b>	<b>Etapa 2 - Pesquisa qualitativa - Entrevistas com especialistas.....</b>	<b>103</b>
3.3.4.1	Roteiro da entrevista.....	103
3.3.4.2	Material apresentado aos entrevistados e questões.....	103
3.3.4.3	Perguntas feitas aos entrevistados .....	107
3.3.4.4	Análise dos resultados da pesquisa qualitativa com especialistas.....	107
3.3.4.5	Definição da amostra .....	107
3.3.4.6	Relatório Nvivo de nuvem de termos – comprimento mínimo 7 letras.....	114
3.3.4.7	Lacunas teóricas e práticas .....	119
3.3.4.8	Discussão dos resultados para identificação do problema de pesquisa.....	120
<b>3.3.5</b>	<b>Fase 2 – Pesquisa quantitativa.....</b>	<b>121</b>
3.4	AMOSTRAS .....	123
<b>3.4.1</b>	<b>Etapa 1 – Pesquisa qualitativa – Pesquisa bibliográfica exploratória.....</b>	<b>123</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Etapa 2 – Pesquisa qualitativa – Pesquisa de campo exploratória .....</b>	<b>123</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Fase II – Pesquisa quantitativa – Survey .....</b>	<b>123</b>
3.5	COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS.....	123
<b>3.5.1</b>	<b>Coleta dos dados e tratamento – Fase 1: Pesquisa bibliográfica exploratória.....</b>	<b>123</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Coleta dos dados e tratamento – Fase 1: Entrevistas com especialistas.....</b>	<b>124</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Coleta dos dados e tratamento – Fase 2: Survey .....</b>	<b>124</b>
3.6	MODELAGEM DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS – SEM .....	125
<b>3.6.1</b>	<b>Especificação do Modelo do Estaleiro 4.0, segundo a Modelagem de Equações Estruturais – SEM.....</b>	<b>125</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Constructos e variáveis manifestas. ....</b>	<b>126</b>
<b>3.6.5</b>	<b>Definição das amostras.....</b>	<b>133</b>
3.6.5.1	Pesquisa Qualitativa .....	133
3.6.5.2	Pesquisa Quantitativa – Survey.....	133
<b>4.</b>	<b>INSTRUMENTOS DE PESQUISA .....</b>	<b>135</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	135
4.2	ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS.....	135
4.3	QUESTIONÁRIO – SURVEY.....	136
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>138</b>
5.1	MODELOS DE AVALIAÇÃO SEM .....	138
5.2	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	142
5.3	AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 .....	150
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>165</b>
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	165
6.2	PESQUISAS FUTURAS.....	166
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>168</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>178</b>
	APÊNDICE 1: ROTEIRO DE ENTREVISTAS REALIZADAS COM ESPECIALISTAS.	178

APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO – SURVEYMONKEY .....	181
APÊNDICE 3: RELATÓRIO DE SAÍDA DO IBM AMOS SPSS PARA O MODELO DE MEDIDA (MM) .....	187
APÊNDICE 4: RELATÓRIO DE SAÍDA DO IBM AMOS SPSS PARA O MODELO ESTRUTURAL (ME) .....	194
APÊNDICE 5: FREQUÊNCIAS ESTATÍSTICAS CALCULADAS PARA AS VARIÁVEIS MANIFESTAS E ALPHA DE CONBACH DO MODELO .....	201

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da indústria de construção naval: geração de estaleiros - nível de tecnologia. ....	18
Figura 2: Revoluções industriais. ....	23
Figura 3: Nuvem de palavras-chave (500 palavras mais frequentes) / 261 artigos. ....	27
Figura 4: Modelo conceitual de referência. ....	33
Figura 5: Fluxo de organização da pesquisa. ....	38
Figura 6: Domínios da transformação digital. ....	43
Figura 7: Guia da transformação digital. ....	45
Figura 8: Projeto sustentável. ....	49
Figura 9: Ciclo de vida do navio e marcos importantes. ....	53
Figura 10: Projeto inteligente com eficiência energética ao longo do ciclo de vida - fabricação e operação. ....	55
Figura 11: Manufatura inteligente. ....	58
Figura 12: Ecossistema da indústria 4.0. ....	63
Figura 13: Mapa conceitual geral do estaleiro 4.0. ....	69
Figura 14: Estaleiro 4.0. ....	70
Figura 15: Pilares para transformação digital na indústria naval. ....	75
Figura 16: Atividades da pesquisa da tese. ....	77
Figura 17: Associação entre os Elementos Contextualizadores, Problema de Pesquisa e Objetivo Geral da tese. ....	78
Figura 18: Fases da pesquisa. ....	79
Figura 19: Fase 1- Fase exploratória. ....	80
Figura 20: Refinamento da base de dados. ....	87
Figura 21: Nuvem de palavras-chave (500 palavras mais frequentes) – 252 artigos. ....	88
Figura 22: Nova Nuvem de palavras-chave (500 palavras mais frequentes) - 261 artigos. ....	95
Figura 23: Mapa dos estaleiros (42). ....	104
Figura 24: Evolução da indústria de construção naval: geração de estaleiros - nível de tecnologia. ....	105
Figura 25: <i>Roadmap</i> da transformação digital. ....	106
Figura 26: Relatório NVivo de nuvem de termos. ....	114
Figura 27: Project MAP – fatores críticos de sucesso para realização da transformação digital. ....	117
Figura 28: Project MAP – transformação do analógico para o digital. ....	118
Figura 29: Project MAP – barreiras que podem existir para não implantação da transformação digital. ....	118
Figura 30: Relatório VOSviewer – density visualization: transformação digital. ....	119
Figura 31: Relatório VOSviewer – <i>network visualization</i> : transformação digital. ....	119
Figura 32: Lacunas teóricas e práticas. ....	120
Figura 33: Sumário do processo de identificação das lacunas teóricas e lacunas práticas. ....	121
Figura 34: Fase 2 – Pesquisa quantitativa. ....	122
Figura 35: Representação gráfica do modelo teórico do Estaleiro 4.0. ....	130

Figura 36: Construto exógeno – Gestão Estratégica (GEST).....	131
Figura 37: Construto endógeno – Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC). ...	131
Figura 38: Construto endógeno – Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC). ....	132
Figura 39: Construto endógeno – Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS). ....	132
Figura 40: Construto endógeno – Estaleiro 4.0 (EST40). ....	133
Figura 41: Modelo de Medida (MM). ....	139
Figura 42: Modelo Estrutural (ME).....	139
Figura 43: Relação entre os construtos do Modelo de Medida (MM).....	143
Figura 44: Modelo Estrutural (ME), pesos fatoriais e índices de ajustamento.....	143
Figura 45: Modelo conceitual inicial antes da validação estatística por meio do SEM. ....	146
Figura 46: Modelo conceitual final após a validação estatística por meio do SEM.....	147

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Liderança dos países na indústria de construção naval mundial. ....	19
Quadro 2: Cenário da construção naval no Brasil. ....	20
Quadro 3: Transformação digital na indústria de construção naval 4.0 no mundo. ....	21
Quadro 4: Elementos Contextualizadores. ....	25
Quadro 5: Lacunas teóricas. ....	28
Quadro 6: Lacunas práticas. ....	29
Quadro 7: Relação dos Elementos Contextualizadores com Problema de Pesquisa. ....	30
Quadro 8: Relação dos Elementos Contextualizadores com o Objetivo Geral de Pesquisa. ...	30
Quadro 9: Relação dos Elementos Contextualizadores com o Objetivo Geral de Pesquisa. ...	31
Quadro 10: Relação do problema de pesquisa com os objetivos geral, objetivos específicos, questões de pesquisa. ....	32
Quadro 11: Alinhamento da pesquisa. ....	39
Quadro 12: Matriz de codificação da transformação digital. ....	41
Quadro 13: Mudanças de estratégias da era analógica para a era digital. ....	44
Quadro 14: Medidas relevantes de desempenho de sustentabilidade na construção naval. ....	52
Quadro 15: Tecnologias impulsionadoras da indústria 4.0. ....	64
Quadro 16: As 13 tecnologias facilitadoras chave da indústria 4.0. ....	68
Quadro 17: Análise integrada da transformação digital do estaleiro 4.0. ....	71
Quadro 18: Critérios de priorização para avaliação da relevância dos pilares da T.D. ....	74
Quadro 19: Elementos estruturais da pesquisa. ....	76
Quadro 20: <i>Matrix coding digital transformation</i> ordenada.xlsx. ....	98
Quadro 21: <i>Matrix coding digital transformation</i> ordenada (261 artigos). ....	101
Quadro 22: <i>Matrix coding digital transformation</i> ordenada (25 artigos). ....	102
Quadro 23: Especialistas entrevistados. ....	108
Quadro 24: Análise das entrevistas (A). ....	110
Quadro 25: Análise das entrevistas (B). ....	112
Quadro 26: Análise das entrevistas (C). ....	113
Quadro 27: Forma de escrita das variáveis no SEM. ....	125
Quadro 28: Símbolos da representação gráfica do modelo SEM. ....	126
Quadro 29: Construtos e variáveis manifestas. ....	127

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação geral do índice de Competividade Mundial 2020. ....	22
Tabela 2: Participação da indústria brasileira no PIB.....	22
Tabela 3: Grau de relevância dos pilares da transformação digital na opinião dos especialistas. ....	72
Tabela 4: Lista das 100 palavras mais frequentes. ....	89
Tabela 5: Nova lista das 100 palavras mais frequentes. ....	96
Tabela 6: Frequências estatísticas das variáveis manifestas.....	140
Tabela 7: Índices e medidas de ajustamento. ....	142
Tabela 8: Resumo das estimativas associadas ao Modelo de Medida.....	144
Tabela 9: Valores de ajustamento obtidos para validação do MM.....	145
Tabela 10: Valores de ajustamento obtidos para validação do SM.....	145
Tabela 11: Validação de estimativas e hipóteses do SM.....	146
Tabela 12: Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1).....	151
Tabela 13: Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2).....	155

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Palavras-chave / Conceitos / Sub-conceitos.....	73
Gráfico 2: Grau de relevância da transformação digital na opinião dos especialistas. ....	74

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CCDIV	Clientes, Competição, Dados, Inovação, Valor.
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
EEDI	Índice de Eficiência Energética
EPCC	<i>Engineering, Procurement, Construction and Commissioning</i> (Engenharia, Suprimentos, Construção e Comissionamento)
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
I4	Indústria 4.0
IMD	<i>International Institute for Management Development</i> (Instituto Internacional de Gerenciamento)
IMO	<i>International Maritime Organization</i> (Organização Marítima Internacional)
IOT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
SCOPUS	Base de dados de resumos e citações de da literatura científica revisada por pares: revistas científicas, livros e anais de congressos.
TI	Tecnologia da Informação
TD	Transformação Digital

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os navios transportam por volta de 90% do comércio internacional e são considerados um dos modais de transporte de maior eficiência energética, em termos de distâncias de carga transportada pela mesma energia consumida comparados com os transportes de terra e mar, em comparação com o transporte terrestre e aéreo. De acordo com o *International Energy Outlook 2016*, o consumo total de energia mundial deverá aumentar 48%, de 549 quatrilhões de unidades térmicas britânicas (Btu) em 2012 para 815 quatrilhões de Btu em 2040 (IMO, 2015; ENEFF 2015; U.S. EIA 2016; ANG et al, 2017).

Segundo Stott (2013), do valor total de mercadorias transportadas, estimada em U\$ 6 trilhões, 80% são transportados por via marítima, ou seja, cerca de U\$ 4,8 trilhões.

A eficiência energética é um fator importante na indústria naval para ajudar a reduzir a fabricação e custos operacionais, bem como o impacto no meio ambiente. Diante da competição global a relação custo-benefício, os construtores e operadores de navios hoje exigem uma grande revisão em todo o projeto do navio, processo de fabricação e operação para atingir esses objetivos (ANG et al, 2017, p.1).

A indústria da construção naval, que fabrica produtos por encomenda e com prazo de entrega longo, como exemplo um navio do tipo Graneleiro é construído no Brasil em um prazo médio três vezes maior do que quando construído no Japão ou Coreia.

A realidade da indústria da construção naval brasileira revela um setor ainda muito conservador que evidencia a crescente necessidade de mudanças estruturais que propiciem melhores índices de produtividade e competitividade. Para reduzir custos, melhorar a produtividade e competitividade é preciso incorporar novas tecnologias ao processo produtivo, sustentáveis a partir de mudanças na cultura do setor (GOULARTI FILHO, 2014).

A competitividade da indústria naval mundial tem levado os estaleiros a sofisticarem os seus processos produtivos procurando reduzir custos e o tempo de construção. Esta tarefa não é simples pois, em princípio, os pedidos são personalizados com produção por pedido, (*make to order*), que exige um planejamento apurado no projeto e no processo de construção (THOMPSON, 2010).

O custo da mão de obra representa de 15% a 20% dos custos totais de construção de navios e varia em função de dois fatores: posição dos estaleiros na curva de aprendizado, que

define a velocidade dos ganhos de produtividade, e nível tecnológico dos estaleiros, que estabelece o grau de mecanização dos processos (DORES et al, 2012).

Estudos realizados por consultorias à época da formulação do PROMEF indicam que a curva de aprendizado da indústria naval brasileira apresenta declividade de 85%. Isso significa que, toda vez que a produção acumulada dobra, ocorre uma redução de 15% no consumo de mão de obra, medido pelo indicador HH/CGT. A declividade da curva dos países asiáticos é de cerca de 70%.

Note-se, ainda, a agravante carência de mão de obra qualificada no Brasil, decorrente do desinteresse pela formação de pessoas nessa área nos últimos anos, já que o nível de investimentos no setor é praticamente nulo (DORES et al, 2012).

Indicador-padrão de produtividade de mão de obra na indústria naval. HH (homem-hora)/CGT (*compensated gross tonnage* – tonelagem bruta compensada): medida que equilibra as variações no nível de complexidade entre os tipos de embarcações existentes. Para o segmento *offshore*, especialmente sondas e plataformas, utiliza-se o indicador HH/t (DORES et al, 2012, p. 291).

Considerando que o custo da mão de obra no Brasil varia entre US\$ 11 e US\$ 19/HH, inferior ao de alguns países asiáticos e europeus, porém superior ao chinês, o país pode ser orientado a um nível tecnológico intermediário, isto é, nível 3 da Figura 1, que caracteriza os níveis de tecnologia da indústria naval. (DORES et al, 2012).

Ainda Oliveira et al (2013), a Figura 1 define os níveis tecnológicos competitivos a luz dos principais elementos no processo construtivo dos estaleiros, associados a estrutura principal, a movimentação de carga, ao processamento de aço e a informatização.

**Figura 1: Evolução da indústria de construção naval: geração de estaleiros - nível de tecnologia.**

Elemento	Nível Tecnológico				
	1	2	3	4	5
<b>Estrutura principal</b>	• Carreira longitudinal ou lateral		• Dique escavado		
<b>Movimentação de carga</b>	• Guindastes 10 a 50t	• Guindastes/ pórticos 50 a 200t	• Equipamentos* 200 a 500t	• Equipamentos 500 a 1.500t	• Equipamentos superior a 1.500t
<b>Processamento de aço</b>	• Corte manual/ótico • Solda manual	• Corte a plasma • Solda semi-automática		• Corte a laser** • Solda robotizada	
<b>Informatização</b>		• CAD	• CAD/CAM • MRP	• CAD/CAM/CIM*** • ERP	
<b>Data dos primeiros estaleiros</b>	1960	1970	1980	1990	

\*São incluídos guindastes, pórticos, cabreias e sistema conjunto de trilhos-guindastes  
 \*\*Apesar de não aplicável a chapas de maior espessura, considerada o estado das artes da tecnologia de corte  
 \*\*\*CAD- Computer Aided Design; CAM – Computer Aided Manufacturing; CIM- Computer Integrated Manufacturing  
 Fonte: NSRP (National Shipbuilding Research Program), Coneray, análise da equipe

Fonte: DORES et al (2012) e OLIVEIRA et al (2013).

Com relação aos ativos que definem a capacidade de movimentação, os níveis tecnológicos 1 e 2 dispõem de equipamentos de baixa capacidade de içamento, enquanto a partir do nível 3 começam a ser movimentados e unidos grandes blocos. Assim, nos níveis 1 e 2 são edificados de 250 a trezentos blocos para a construção de um navio, enquanto no nível 5 a construção se dá a partir da edificação de 12 a vinte blocos. A redução no número de blocos proporciona a redução dos prazos de construção. (DORES et al, 2012).

Quanto à informatização, os níveis 1 e 2 têm muito baixa informatização, ao passo que a partir do nível 3 surgem sistemas de informação que permitem gerenciar recursos, processos, projetos e finanças. A aproximação do nível 5 indica maior integração desses sistemas.

Apesar da possível orientação a um nível tecnológico intermediário, nível 3, os novos estaleiros Atlântico Sul, em Pernambuco, e Rio Grande, no Rio Grande do Sul, optaram por uma estratégia tecnológica equivalente ao nível 4 por disporem de dique, alta capacidade de içamento, etapas de processamento automatizadas e presença de sistemas de informação modernos. (DORES et al, 2012).

Dentro do contexto tecnologia deve-se ressaltar as parcerias tecnológicas do estaleiro Atlântico Sul, em Pernambuco com a SAMSUNG (Coreia do Sul) e a do estaleiro Indústria Naval ENSEADA com a KAWASAKI (Japão).

No cenário mundial apresenta-se, a liderança dos países na indústria de construção naval (Quadro 1) em relação a entrega /encomenda de navios, medida em tonelada bruta (TB). Teve-se na década de 1900 o domínio do Reino Unido por 4 décadas seguintes, posteriormente os E.U.A assumiram esta posição por duas décadas, vindo em seguida o Japão por 4 décadas, embora permaneça em posição de destaque até os dias atuais. A partir dos anos 2000 a Coreia do Sul e China tem-se despontado na liderança do setor.

**Quadro 1: Liderança dos países na indústria de construção naval mundial.**

<b>LIDERANÇA DOS PAÍSES NA CONSTRUÇÃO NAVAL ATRAVÉS DAS DÉCADAS</b>													
<b>Pos.</b>	<b>SÉCULO XX</b>										<b>SÉCULO XXI</b>		
	<b>1900</b>	<b>1910</b>	<b>1920</b>	<b>1930</b>	<b>1940</b>	<b>1950</b>	<b>1960</b>	<b>1970</b>	<b>1980</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
1º	Reino Unido	Reino Unido	Reino Unido	Reino Unido	EUA	EUA	Japão	Japão	Japão	Japão	Coreia do Sul	China	Coreia do Sul
2º									Coreia do Sul	Coreia do Sul	Japão	Coreia do Sul	China
3º									Alemanha Oriental	Alemanha Oriental	China	Japão	Japão

Fonte: JESUS et al (2013).

No Quadro 2 faz-se um cenário da construção naval, visando apresentar os principais planos de construção naval oriundas de ações governamentais e o impacto relativo à mão de obra no setor.

**Quadro 2: Cenário da construção naval no Brasil.**

<b>CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO NAVAL NO BRASIL</b>					
<b>Item</b>	<b>Período</b>	<b>Evento</b>	<b>Fase</b>	<b>Emprego</b>	<b>Observações</b>
1	Tempos Coloniais até 1549	Arsenal de Marinha da Bahia	Portugueses		Posição geográfica e estratégica do Brasil em relação à rota da Índia. Madeira de boa qualidade
2	1956 - 1961	Plano de Metas	Estruturação Desenvolvimento Auge		Governo de Juscelino Kubitschek, implantou a indústria de construção naval.
3	1970 - 1974	1º Plano de Construção Naval			
4	1975-1979	2º Plano de Construção Naval			
5	1979			<b>40.000</b>	2º maior construtor naval do mundo
6	Década 1980			Crise	
7	Década 1990				
	2000			1.910	
	2001			3.976	
	2002			6.493	
	2003			7.465	
	2004			12.651	PROME 1
	2005			14.442	
	2006			19.600	
	2007			39.000	
	2008			40.277	PROME 2
	2009			41.000	
	2010			56.000	
	2011			60.000	
	2012			62.000	
	2013			70.000	
	2014			<b>82.136</b>	
	2015			58.872	Petróleo US\$30 /Barril
	2016			34.777	
	2017			34.021	
	2018			31.021	
	2019			19.000	
	2020			15.000	

Fonte: Adaptação do Autor – Cenários SINAVAL (2007, 2010, 2011, 2018).

De acordo com Sinaval (2022), a série histórica dos empregos no setor de construção naval e offshore de 2020 a 2022 em maio de 2022 o número de funcionários no setor era de 21.447.

De acordo com Stanic et al, (2018). Quase todos os principais atores da indústria de construção naval estão se preparando para as mudanças que virá nos próximos 10 a 20 anos e trabalhando fortemente em direção a quarta revolução Industrial, vide Quadro 3.

**Quadro 3: Transformação digital na indústria de construção naval 4.0 no mundo.**

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE CONTRUÇÃO NAVAL 4.0 NO MUNDO (Mudanças nos próximos 10 a 20 anos)						
Item	País	Ponto Focal	Programa	Início do Programa	Investimentos	Metas Principais
1	Alemanha		Industrie 4.0	2013	Construção Naval - 12 bilhões de Euros (Construção naval 4.0)	Estudo sobre Competências industriais e tecnológicas no setor naval (Inovações)
2	Estados Unidos		Industrial Internet Consortium (IIC)			Digitalização Redução de 15% de custos em relação aos métodos tradicionais de construção naval militar passou de 308 para 355 navios por ano
3	China		Made in China 2025 Centro de Inovação 2020 – 15 2025 – 40	2015		Construção Naval = 5S Mar, Navio, Sistema, Inteligência, Serviços. Significa navio com avaliação de status, monitoramento de eficiência energética, análise, avaliação e otimização, avaliação e otimização da manutenção, rota marítima, navegação e controle operacional, todos conectados via Big Data.
4	Japão	Cooperação Alemanha Japão	Iniciativa da Cadeia de Valor Industrial	2016		
5	Coréia	Samsung (SHI) Daewoo (MSME) Hyundai (HHI)	Estratégia de Inovação de Fabricação 3.0	2015		2500 patentes Navios SMART
6	Espanha	Estaleiro Ferrol Navantia Navy Company	ACLUNAGA (Cluster Association of Naval Galicia)	2016		
7	Austrália	Adelaide Estaleiro Naval Australiano		2018	TI 100 milhões U\$S	Design e Engenharia 1,5 bilhão U\$S

**Fonte: Adaptado de STANIC (2018).**

A lição aprendida pelo setor naval precisa permitir uma reflexão de que é necessário estar preparado à retomada das atividades, já que o sucesso alcançado nas plantas em um curto espaço de tempo, as boas práticas empregadas e as experiências trazidas e adquirida pelos profissionais que vivenciaram a recente fase de plena ocupação de postos de trabalho no setor naval brasileiro não podem ser desdenhadas, porque possibilitam sua adequação para outras bases produtivas de grande porte no país.

O IMD (*International Institute for Management Development*) publicou em seu relatório global em 2017 que o Brasil apresenta uma tendência gradativa de perda de espaço no cenário competitivo internacional. Nos últimos sete anos o país perdeu vinte e três posições em um *ranking* de 63 países, tal fato representa a constatação da estagnação na produtividade brasileira em nível internacional. A Tabela 1 apresenta o relatório publicado

pelo IMD em 2020 onde a posição do Brasil é de número 56 no *ranking* de países em relação a competitividade mundial em comparação ao total dos mesmos 63 países.

**Tabela 1: Classificação geral do índice de Competitividade Mundial 2020.**

WCY 2020	PAÍS	WCY 2019	VARIAÇÃO	WCY 2020	PAÍS	WCY 2019	VARIAÇÃO
1	Singapura	1	0	32	França	31	-1
2	Dinamarca	8	6	33	República Checa	33	0
3	Suíça	4	1	34	Japão	30	-4
4	Holanda	6	2	35	Eslovênia	37	2
5	Hong Kong	2	-3	36	Espanha	36	0
6	Suécia	9	3	37	Portugal	39	2
7	Noruega	11	4	38	Chile	42	4
8	Canadá	13	5	39	Polônia	38	-1
9	Emirados Árabes	5	-4	40	Indonésia	32	-8
10	EUA	3	-7	41	Letônia	40	-1
11	Taiwan	16	5	42	Cazaquistão	34	-8
12	Irlanda	7	-5	43	Índia	43	0
13	Finlândia	15	2	44	Itália	44	0
14	Catar	10	-4	45	Filipinas	46	1
15	Luxemburgo	12	-3	46	Turquia	51	5
16	Áustria	19	3	47	Hungria	47	0
17	Alemanha	17	0	48	Bulgária	48	0
18	Austrália	18	0	49	Grécia	58	9
19	Reino Unido	23	4	50	Rússia	45	-5
20	China	14	-6	51	Romênia	49	-2
21	Islândia	20	-1	52	Peru	55	3
22	Nova Zelândia	21	-1	53	México	50	-3
23	Coreia do Sul	28	5	54	Colômbia	52	-2
24	Arábia Saudita	26	2	55	Ucrânia	54	-1
25	Bélgica	27	2	56	Brasil	59	3
26	Israel	24	-2	57	Eslováquia	53	-4
27	Malásia	22	-5	58	Jordânia	57	-1
28	Estônia	35	7	59	África do Sul	56	-3
29	Tailândia	25	-4	60	Croácia	60	0
30	Chipre	41	11	61	Mongólia	62	1
31	Lituânia	29	-2	62	Argentina	62	0
				63	Venezuela	63	0

Fonte: IMD COMPETITIVENESS YEARBOOK (2020).

A participação da indústria no produto interno bruto (PIB) na Tabela 2 tem demonstrado ao longo das décadas um cenário de desindustrialização do país. O Brasil passou a, essencialmente, se especializar em *commodities*, com o fornecimento de matéria primas e produtos agrícolas. O desenvolvimento tecnológico é essencial para geração de novos empregos e impulsionar a inovação. A tecnologia tem que ocupar lugar de destaque nos investimentos do país e a indústria 4.0 pode dar um caminho para a retomada do setor.

**Tabela 2: Participação da indústria brasileira no PIB.**

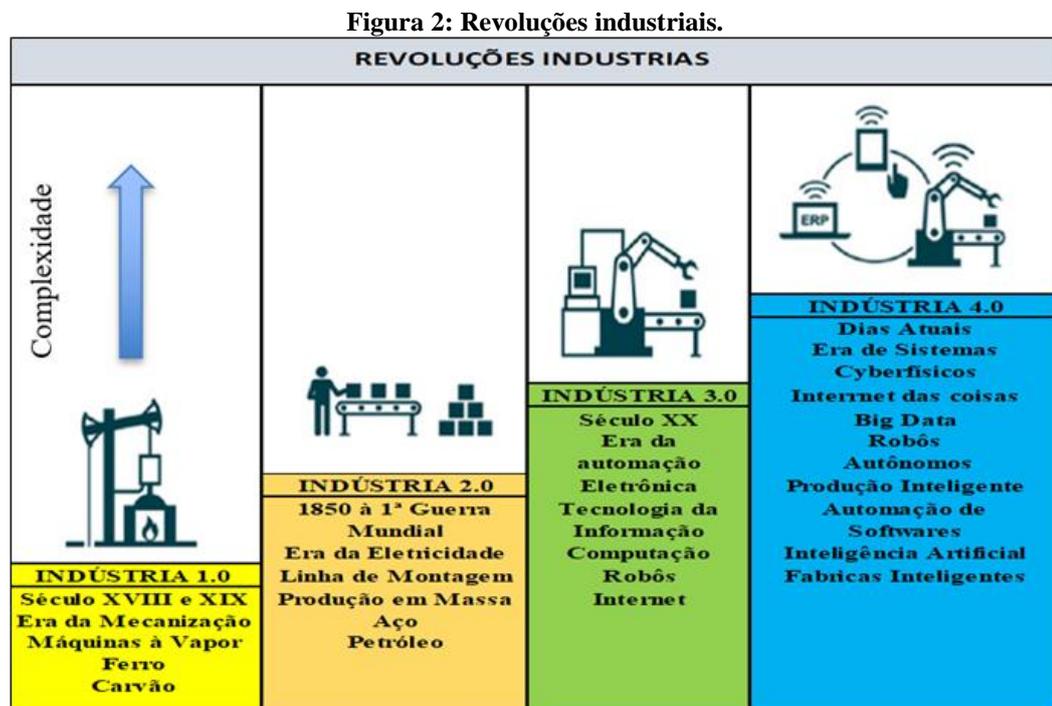
PIB NA INDÚSTRIA			
	Década 1980	2015	2029
%	34	11	9

Fonte: SACOMANO et al (2018).

Na Figura 2 apresenta-se as revoluções industriais. Um caminho viável que promoveria a melhoria da competitividade do Brasil, tornando o país mais competitivo viria da adoção efetiva do modelo de fabricação que implementasse a transformação digital através da indústria 4.0 com a automação dos seus processos de fabricação.

A transformação digital que está ocorrendo no mundo, apresenta-se cada vez mais forte no Brasil, e pesquisar como será impactada a indústria de construção naval, a análise dos processos de fabricação, o impacto na mão de obra e como ocorre a influência na educação e em resumo na sociedade serão objetivos desta pesquisa. Por exemplo, com o emprego de tecnologias disruptivas em projetos **EPCC**, que envolvem engenharia, suprimentos, construção & montagem e comissionamento, percebe-se que com o emprego da conectividade (**IOT**), da manufatura inteligente, da robótica em larga escala, do comissionamento virtual, cada vez mais as máquinas se comunicarão entre si, redesenhando e inovando grande parte dos processos de manufatura como hoje conhece-se. Essa transformação digital vai trazer um ambiente empresarial que vai demandar de novos modelos de gestão, novos processos de aprendizagem e novos líderes e novos operadores.

Atualmente, enfrenta-se uma grande diversidade de desafios fascinantes: entre eles, o mais intenso e importante é o entendimento e a modelagem da nova revolução tecnológica, a qual implica nada menos que a transformação de toda humanidade (SCHWAB, 2016).



Fonte: Adaptado de SENAI (2018).

A primeira revolução industrial ocorreu entre 1760 e 1840, com as ferrovias e a invenção da máquina a vapor, conhecida como a era da mecanização (Schwab, 2016). Surge na Inglaterra e teve como característica o êxodo rural, tinha-se a mão de obra barata e abundante nas cidades, como matrizes energéticas, o carvão mineral e vegetal e o tear passou a ser mecanizado. Neste período surge o liberalismo econômico caracterizado pela livre concorrência entre os países.

Na segunda revolução ocorreu o surgimento da eletricidade, da linha de montagem e da massificação da produção (Schwab, 2016). Iniciou-se na segunda metade do século XIX, entre 1850 e 1870, e finalizou-se no fim da segunda Guerra Mundial, entre 1939 e 1945 e teve presença na França, Alemanha, Itália, E.U.A e Japão.

Segundo Schwab (2016), a terceira revolução industrial teve início na década de 1960 com os semicondutores e da computação em mainframe; da computação pessoal, na década de 1970; e da internet, na década de 1990. A terceira revolução industrial é também conhecida como revolução digital ou do computador.

A quarta revolução industrial surge a partir da revolução digital na virada século. É caracterizada pela internet mais móvel e ubíqua, está presente em todos os lugares, simultaneamente; pelo emprego de sensores mais poderosos, menores em tamanho e custo; pela inteligência artificial e pela aprendizagem de máquinas. Os sistemas e máquinas inteligentes se fundem tecnologicamente, permitindo a interação entre os domínios digitais, físicos e biológicos (SCHWAB, 2016).

Considerada como a era da conectividade, passa-se a ter pessoas conectadas, sistemas conectados, informações em tempo real, produção totalmente integrada, uso mais eficiente de recursos e fábricas inteligentes (*Smart Factorys*).

Neste contexto a competitividade e a produtividade passam a ser as palavras de ordem. A competitividade mundial e a quarta revolução industrial impõem desafios à indústria brasileira, fato corroborado pelo relatório "Prontidão para o Futuro da Produção" (WEF, 2018), onde constam os resultados da avaliação de 100 países, os quais representam cerca de 96% do PIB mundial. A metodologia avalia a "estrutura de produção" e os "fatores condutores da produção", e o Brasil está na 41ª posição no quesito "estrutura de produção"; e na 47ª posição na esfera "fatores condutores da produção".

A internet das coisas (IOT) oferece aos gerentes de projetos conectividade constante e maior eficiência de dados, apoiando a tomada de decisão baseada em dados.

Já Rogers (2017), aponta que as regras de negócios mudaram, já que em todos os setores de atividades, a difusão de novas tecnologias digitais e o surgimento de novas ameaças

disruptivas estão transformando os modelos e processos de negócios rapidamente, capturando o valor percebido pela sociedade cada vez mais rápido! Em face de tudo isso, vê-se como as forças digitais estão reformulando cinco domínios fundamentais de estratégias: clientes, competição, dados, inovação e valor. (ROGERS, 2017).

A transformação digital, conclui Rogers (2017), não diz respeito, basicamente, a tecnologia, mas sim a estratégia. Embora ela talvez exija que você atualize sua arquitetura de TI, o mais importante é aprimorar o seu pensamento estratégico.

A aceleração, sem precedentes históricos, dos avanços tecnológicos nos últimos vinte anos tem possibilitado aos setores de transformação um crescente aumento do lucro e da produtividade em escala global. Tais fatores impactam os modelos tradicionais de trabalho e de formação profissional que, por sua vez, influenciam a dinâmica das organizações alterando o modo de vida em sociedade.

No Quadro 4, apresentam-se os elementos contextualizadores desta pesquisa, estes foram identificados através da revisão bibliográfica e das entrevistas realizadas com os 14 especialistas.

**Quadro 4: Elementos Contextualizadores.**

<b>ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES</b>	
EC1	Transformação Digital /Indústria 4.0
EC2	Mercado / Demanda
EC3	Mão de Obra Qualificada
EC4	Governo / Financiamento
EC5	Gestão de Projetos Complexos

**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

**EC1** – Um caminho viável que promoveria a melhoria do indicador IMD brasileiro tornando o país mais competitivo viria da adoção efetiva do modelo de fabricação que implementasse a transformação digital através da indústria 4.0 com a automação dos seus processos de fabricação. Segundo FIRJAN (2018), no panorama naval destacam-se como principais gargalos a serem selecionados no setor de construção naval: O desenvolvimento de processos integrados de construção (conceito "Indústria 4.0"), que resultem em aumento exponencial de produtividade; Necessidade de investimento em formação e aperfeiçoamento profissional, em especial da média gerência; dominar e implementar o uso de inovações.

**EC2** – A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) prevê que, no período entre 2010 a 2030, o que chama de *Ocean Economy*, como responsável

por cerca de 5% de valor adicionado bruto (VAB) mundial ou aproximadamente US\$ 3 trilhões, com participação em mais de 40 milhões de empregos diretos (OCDE, 2016). No Brasil, estima-se que a “Economia do Mar” represente em torno de 19% do PIB, em torno de R\$ 1 trilhão (Carvalho, 2018). Segundo FIRJAN (2020), o potencial da indústria naval no Brasil é proporcional à grandeza do país. Considerada a 8ª economia mundial, tem-se o maior parque industrial da América Latina e possui a 5ª população do mundo e mais de 40 mil quilômetros de vias navegáveis, sem contar 8.500 quilômetros de costa, a chamada Amazônia Azul. Políticas como conteúdo local são práticas internacionais e vitais para o desenvolvimento da indústria naval, mas sozinhas não resolvem o desafio da competitividade. É preciso em paralelo simplificar o regime fiscal e expandi-lo para toda a cadeia produtiva, mitigando dessa forma o Custo Brasil.

**EC3** – O Brasil na década de 70 chegou a ocupar a segunda a posição na construção naval, com mão de obra especializada, nas décadas seguintes com falta de demanda/mercado os profissionais migraram para outros setores, reduzindo a mão de obra qualificada do setor.

**EC4** – O setor naval a nível mundial conta com financiamento/ incentivo governamental é tratado como estratégico em muitos países, nos quais um dos incentivos é a exigência ter um elevado percentual de conteúdo local.

**EC5** – Os projetos da indústria naval sejam por exemplo, navio ou uma plataforma de petróleo são considerados de alta complexidade, devido a quantidade de componentes e fornecedores envolvidos, bem como riscos inerentes e longa duração de execução.

## 1.2 PROBLEMA DA PESQUISA

Apresentada a contextualização e, utilizando como base as entrevistas exploratórias realizadas com 14 especialistas da indústria naval e *offshore* e os 261 artigos analisados, foram identificadas várias lacunas de pesquisa, que precisam ser preenchidas, para que haja o avanço da ciência.

O objetivo da pesquisa passou por análise utilizando o *software* NVIVO e está alinhada com a Figura 3 abaixo:

Figura 3: Nuvem de palavras-chave (500 palavras mais frequentes) / 261 artigos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

As lacunas identificadas, levaram a encontrar os elementos contextualizadores com o problema de pesquisa, pelas indicações dos principais autores identificados na pesquisa bibliográfica e bibliométrica que estudaram o tema. O problema de pesquisa pode ter respaldo também na análise da Tabela 1 que trata da classificação geral do índice de competitividade mundial de 2020 e da Tabela 2 onde tem-se a participação da indústria brasileira no PIB, o que leva a indagação, análise e busca de caminhos quando a desindustrialização do país.

No centro da revisão bibliográfica, deve haver o desenvolvimento de um problema de pesquisa, ou de uma série de problemas de pesquisa, os quais valham a pena e sejam possíveis de pesquisar (GRAY, 2012).

No Quadro 7, apresenta-se os elementos contextualizadores identificados na literatura e que também foram citados nas entrevistas realizadas com especialistas; estes elementos são os influenciadores e direcionadores para o problema a ser tratado nesta pesquisa.

A partir da análise léxica e bibliográfica realizadas identificou-se as lacunas teóricas e com as análises do conteúdo das entrevistas realizadas identificou-se as lacunas práticas, que são apresentadas no Quadro 5 e no Quadro 6.

Quadro 5: Lacunas teóricas.

ITEM	LACUNAS TEÓRICAS
1	Melhoria da produtividade e redução dos custos do negócio, aplicando e otimizando as tecnologias da Quarta Revolução Industrial para aplicações da construção naval, inovando nas principais áreas de negócios, e fornecendo base para a otimização dos processos de construção naval
2	Modernização de instalações para fornecimento de produtos competitivos internacionalmente, com a criação de uma indústria de construção naval sustentável por meio de um processo incremental de baixo risco.
3	Implantação de infraestrutura moderna de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) que dará suporte aos gêmeos digitais dos navios.
4	Integração vertical e horizontal com clientes e fornecedores, com o objetivo de integrar o processo desde a oficina até a prova de mar do navio.
5	Falta de uma cadeia de suprimentos engajada no processo de inovação, melhorando a conectividade de seus produtos a cada lote fabricado.
6	Falta de produtividade, que afeta as indústrias baseadas em projetos (como a construção naval), tem sido constantemente discutida por acadêmicos e profissionais, que têm sugerido e proposto medidas para aumentar seu desempenho
7	Aplicação dos conceitos Indústria 4.0, utilização de tecnologias emergentes para projetar melhores produtos, melhorar a eficiência de seus serviços e oferecer novos processos de valor agregado. Como consequência, processos, pessoas, máquinas e sistemas autogerenciados estarão se comunicando e cooperando
8	Um redesenho das instalações existentes para maximizar os níveis de produtividade do estaleiro, permitindo-lhes atingir ou superar benchmarks internacionais.
9	A construção naval e <i>offshore</i> fornece alto valor agregado, mas requerem grandes investimentos de capital fixo, embora tenham longos ciclos de vida. Porém, a maioria deles nem sempre evolui de acordo com o desenvolvimento da tecnologia de ponta. A produtividade no setor de construção naval está se desenvolvendo mais lentamente do que outras indústrias de transformação geralmente ignorando benchmarks externos. Isso cria uma barreira à mudança, além de regulamentações conservadoras, que dificulta a entrada de inovações disruptivas, causando uma falta de competitividade.
10	A Indústria 4.0 é uma evolução vital para a sobrevivência de qualquer organização industrial. Particularmente aqueles que visam mercados globais, buscam uma distinção estratégica que apoie a excelência necessária em seus resultados. Isso implica uma transformação de cima para baixo que se aplica a uma ampla gama de métodos, ferramentas e técnicas envolvidas na gestão da produção, processos e locais de trabalho aprimorados e desenvolvimento de habilidades da equipe.
11	As empresas industriais de construção naval e <i>offshore</i> precisam redesenhar suas estratégias, permitindo não apenas uma melhor alocação de recursos, mas também investimentos em infraestrutura e sistemas de qualidade.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 6: Lacunas práticas.

ITEM	LACUNAS PRÁTICAS
1	Melhorar a capacidade competitiva diante dos seus competidores, transformando a rotina analógica, utilizando boas práticas adaptando-a numa nova realidade de mundo, tornando-a mais competitiva, com preços mais atrativos, melhores e mais rigorosos padrões de segurança, qualidade e sustentabilidade.
2	Desenvolver ambiente para novos investimentos na indústria de construção naval e <i>offshore</i> , favorecendo uma inserção no cenário de competição internacional.
3	Estaleiros brasileiros ocupados com menos de 15% da sua capacidade nominal de produção. Falta de uma política de criação de valor para o desenvolvimento de uma indústria mais especializada.
4	Previsibilidade de demanda e segurança jurídica de contratos
5	Grande parcela de trabalho manual, baixa escolaridade. Para produção de um navio, na média são necessários dois mil trabalhadores durante três anos.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Das lacunas teóricas e práticas identificadas e apresentadas nos Quadros 5 e 6, decidiu-se tratar nesta pesquisa por influência de indicação dos principais autores, estes indicaram a necessidade de modernização das instalações, integração vertical e horizontal com clientes e fornecedores, com o objetivo de integrar o processo desde a oficina até a prova de mar do navio. Dentro deste contexto esta pesquisa irá tratar a necessidade da implantação dos conceitos da Indústria 4.0 na indústria naval e *offshore*, buscando uma evolução para a sua sobrevivência. Permitindo atender mercados globais, e ter uma visão estratégica que apoie a excelência necessária em seus resultados. Isso implica uma transformação de cima para baixo que se aplica a uma ampla gama de métodos, ferramentas e técnicas envolvidas na gestão da produção, processos e locais de trabalho aprimorados e desenvolvimento de habilidades da equipe.

O problema de pesquisa foi definido utilizando como base a análise do resultado das entrevistas com os especialistas e na revisão bibliográfica, sendo este: **Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval & *offshore* no Brasil?**

No Quadro 7 apresenta-se a relação dos elementos contextualizadores com o problema da pesquisa.

**Quadro 7: Relação dos Elementos Contextualizadores com Problema de Pesquisa.**

ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES	PROBLEMA
<p>Transformação Digital / Indústria 4.0</p> <p>Mercado / Demanda</p> <p>Mão de Obra Qualificada</p> <p>Governo / Financiamento</p> <p>Gestão de Projetos Complexos.</p>	<p>Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval &amp; <i>offshore</i> no Brasil?</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

A pesquisa busca contribuir para a identificação dos fatores críticos na análise de como alcançar a produtividade e competitividade internacional incluindo a sustentabilidade como objetivo agregador para a indústria de construção naval e *offshore*. Desta forma, o objetivo geral da mesma pode ser estabelecido conforme o Quadro 8, contribuindo para identificação das atividades e processos para a implantação da transformação digital nos estaleiros no Brasil.

**Quadro 8: Relação dos Elementos Contextualizadores com o Objetivo Geral de Pesquisa.**

ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES	PROBLEMA	OBJETIVO GERAL
<p>Transformação Digital / Indústria 4.0</p> <p>Mercado / Demanda</p> <p>Mão de Obra Qualificada</p> <p>Governo / Financiamento</p> <p>Gestão de Projetos Complexos</p>	<p>Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval &amp; <i>offshore</i> no Brasil?</p>	<p>Propor modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval.</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

No desdobramento do objetivo geral, chegou-se aos seguintes objetivos específicos conforme Quadro 9:

**Quadro 9: Relação dos Elementos Contextualizadores com o Objetivo Geral de Pesquisa.**

ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES	PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Transformação Digital / Indústria 4.0 Mercado / Demanda Mão de Obra Qualificada Governo / Financiamento Gestão de Projetos Complexos	Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval & <i>offshore</i> no Brasil?	Propor modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval.	1-Identificar na bibliografia os princípios da transformação digital aplicados a indústria naval 2-Identificar os processos construtivos onde a TD deverá ser aplicada. 3- Identificar as tecnologias mais apropriadas para aplicação da TD na indústria naval 4-Propor modelo para gestão da implantação da TD na indústria naval

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 1.5 QUESTÕES DE PESQUISA, HIPÓTESES E MODELO DE PESQUISA

As hipóteses desta pesquisa, foram formuladas preliminarmente, através de dedução lógica sobre os objetivos de pesquisa, objetivo geral e objetivos específicos que foram apresentados anteriormente. Foi realizado também a análise léxica através da busca de sentenças e expressões com suporte do *software* do NVivo, com os códigos gerados da bibliografia, conceitos teóricos levantados e também com os resultados das entrevistas realizadas com os especialistas. As hipóteses aqui definidas darão suporte para estruturar e construir o delineamento e realização da pesquisa utilizando método misto.

No Quadro 10 apresenta-se a relação do Problema de Pesquisa com os Objetivos Geral, Objetivos Específicos, Questões de Pesquisa e Hipóteses.

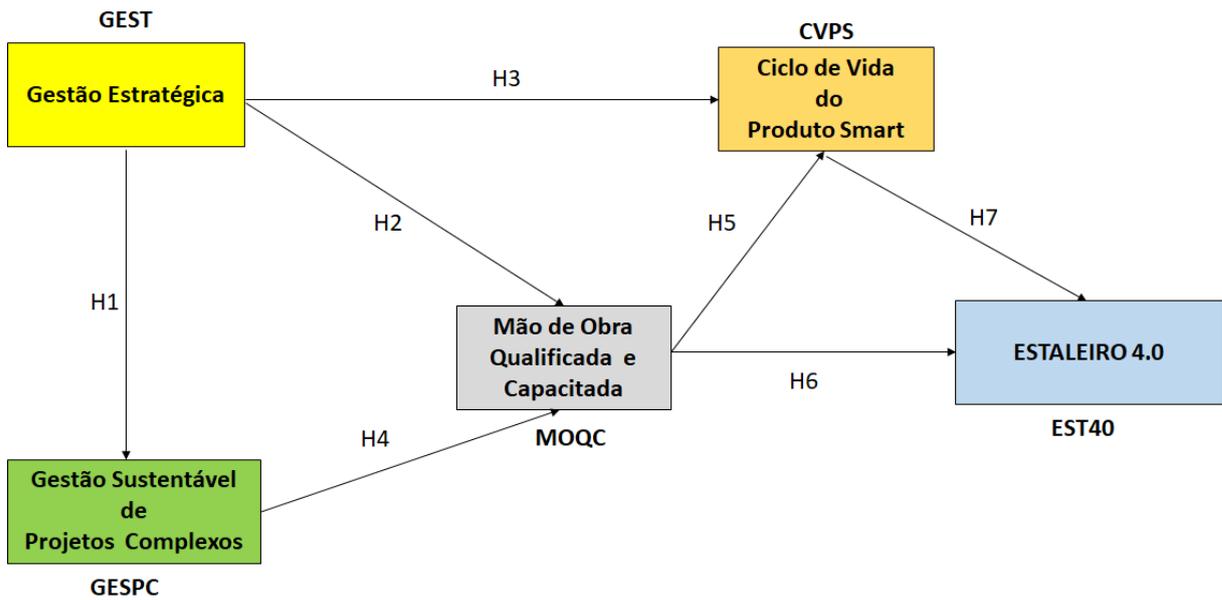
**Quadro 10: Relação do problema de pesquisa com os objetivos geral, objetivos específicos, questões de pesquisa.**

ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES	PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	QUESTÕES DE PESQUISA
<p>Transformação Digital / Indústria 4.0</p> <p>Mercado / Demanda</p> <p>Mão de Obra Qualificada</p> <p>Governo / Financiamento</p> <p>Gestão de Projetos Complexos</p>	<p>Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval &amp; <i>offshore</i> no Brasil?</p>	<p>Propor modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval.</p>	<p>1-Identificar na bibliografia os princípios da transformação digital aplicados a indústria naval</p> <p>2-Identificar os processos construtivos onde a TD deverá ser aplicada.</p> <p>3- Identificar as tecnologias mais apropriadas para aplicação da TD na indústria naval</p> <p>4-Propor modelo para gestão da implantação da TD na indústria naval</p>	<p>Quais são os FCS para a implantação da TD na indústria de construção naval &amp; <i>offshore</i> no Brasil?</p> <p>Como migrar de estaleiro analógico para digital?</p> <p>Quais são as barreiras para a implantação da TD na indústria de construção naval &amp; <i>offshore</i> no Brasil</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com o resultado da pesquisa bibliográfica realizada e apresentada no capítulo 3 na pesquisa bibliográfica, avançou-se nos conceitos e definiu-se o modelo de referência com as hipóteses na Figura 4, atendendo aos objetivos propostos para este estudo.

**Figura 4: Modelo conceitual de referência.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Na Figura 4 apresenta-se o modelo de referência para o Estaleiro 4.0 indica a necessidade da implantação de gestão estratégica que direcione uma Gestão Sustentável de Projetos Complexos e uma Mão de Obra Qualificada e Capacitada, e a implantação de Ciclo de Vida do Produto *Smart*. A gestão da Mão de Obra Qualificada e Capacitada permitirá a aplicação do Sistema de Gestão Enxuto. O Ciclo de Vida do Produto *Smart* e o Sistema de Gestão Enxuto suportarão o *Shipbuilding* 4.0 que permitirá a implantação do *Shipyards* 4.0.

O modelo apresenta as relações que foram estabelecidas entre os construtos e as possíveis hipóteses:

- H1: Existe relação entre a Gestão Estratégica e a Gestão Sustentável de Projetos Complexos.
- H2: Existe relação entre a Gestão Estratégica e a Mão de Obra Qualificada e Capacitada.
- H3: Existe relação entre a Gestão Estratégica e o Ciclo de Vida do Produto *Smart*.
- H4: Existe relação entre a Gestão Sustentável de Projetos Complexos e a Mão de Obra Qualificada e Capacitada.
- H5: Existe relação entre a Mão de Obra Qualificada e Capacitada e o Ciclo de Vida do Produto *Smart*.
- H6: Existe a relação entre a Mão de Obra Qualificada e Capacitada e o Estaleiro 4.0
- H7: Existe relação entre o Ciclo de Vida do Produto *Smart* e o Estaleiro 4.0

## 1.6 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A relevância desta pesquisa decorre do fato do tema ser atual e estar em desenvolvimento. Do ponto de vista das pesquisas científicas, identificadas a partir da pesquisa bibliográfica realizada, identificou-se pouca literatura disponível sobre transformação digital na indústria naval.

A escolha do tema para esta pesquisa foi influenciada pela importância e atualidade dos assuntos Transformação Digital e indústria 4.0 e pela importância e impacto das implantações das mesmas nas organizações. Como cita David Rogers (2017) “As regras de negócios mudaram. Em todos os setores de atividades está havendo o surgimento de novas ameaças disruptivas que estão transformando modelos e processos de negócios”.

O setor naval brasileiro passa por um momento de crise e uma saída para o retorno ao seu crescimento poderá ser concretizar através da aplicação da Transformação Digital, traçar caminhos para que esta indústria a torne competitiva no mercado internacional através da aplicação da indústria 4.0 com a automação do estaleiro.

A viabilidade da tese pode ser constatada por já possuir a sinalização positiva de um estaleiro brasileiro para a implantação do projeto de pesquisa a ser aplicado na prática como plano de gestão da mudança de uma linha de produção convencional para uma linha de produção digital integrada a todas as disciplinas e funções da organização.

A pesquisa trará contribuições para o debate atual entre os profissionais envolvidos com construção naval e *offshore* e transformação digital e pode fornecer subsídios para pesquisadores que aplicam ou que pretendem aplicar práticas mais eficientes e diretrizes para obterem maior aderência do seu negócio e de seus projetos. Permitindo as organizações o equilíbrio da busca pela excelência operacional em seus sistemas de produção e na busca da sustentabilidade.

Para este pesquisador esta pesquisa trará uma visão abrangente sobre as potencialidades da aplicação da transformação digital e os possíveis ganhos de produtividade na indústria de construção naval e *offshore*. A minha experiência como profissional do setor foi em um período de grande crescimento e com grande utilização de mão de obra nos projetos, bem como permitirá que este pesquisador possa transferir para outros pesquisadores, estudantes e demais profissionais informações sobre a aplicação da transformação digital na indústria naval.

Na esfera acadêmica espera-se que este trabalho reflita na conceituação e prestígio do programa de pós-graduação do PPSIG, disseminando proposições e soluções aplicáveis por

profissionais, indústrias e partes interessadas na área deste estudo e que ocorra ganhos do programa de pós-graduação na formação / consolidação de uma linha de pesquisa mais sólida e consistente, impulsionando futuras pesquisas e publicações.

## 1.7 ORIGINALIDADE

Por conta das buscas realizadas na base de dados *Scopus*, o número de artigos identificados que envolviam a pesquisa realizada: *digital shipbuilding*, *Shipbuilding 4.0* e *Shipyards 4.0* chegaram a menos de 20 e o período de publicação ficou entre 2018 e 2020.

Neste ensaio exploratório, busca-se a interseção dos temas como Gestão Eficaz, Manufatura Inteligente, Projeto Sustentável e Estaleiro Digital.

O Brasil em 2018 possuía em torno de 42 estaleiros conforme o Sinaval, (2018) indica no seu *site*, através do mapa dos estaleiros e acredita-se que a pesquisa possa atender futuras demandas do setor. Registra-se que não há no Brasil até final de 2018 nenhuma linha de produção em estaleiro naval brasileiro digital, portanto a proposta de tese é inovadora.

## 1.8 ADERÊNCIA AO PPSIG E A INTERDISCIPLINARIDADE

A interdisciplinaridade exige uma reunião de pontos de vista, que deve ser utilizada sempre que há um confronto entre os limites dos territórios de conhecimento e o surgimento de uma disciplina ainda desconhecida no mapa dos saberes. (LUCINÉIA, 2011).

No entanto ela apresenta algumas definições que destacam o consenso comum de que oferece contribuições em estudos de temas complexos que se desenvolvem dentro de diferentes áreas do saber. Sua prática permite uma percepção sistêmica da construção do conhecimento respeitando as Inter retroalimentações das partes do processo que o compõe.

Um projeto interdisciplinar envolve trocas entre especialistas diversos possibilitando integração real das disciplinas de domínio das partes envolvidas. (PACHECO et al, 2010).

O projeto de tese aqui apresentado é aderente à linha de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Gestão da Sustentabilidade da UFF (PPSIG/UFF), intitulada “Gestão das Organizações Sustentáveis” de caráter interdisciplinar, que tem como objetivo o desenvolvimento de estudos na formação de estratégias em diferentes organizações com foco no processo, na influência da cultura social e organizacional e na gestão do conhecimento.

Com a transformação digital, a interdisciplinaridade irá se destacar, devido a necessidade de intercâmbio de conhecimento de especialistas de diferentes áreas do conhecimento para alcançar uma visão sistêmica sobre o fenômeno relacionado à produção brasileira na indústria naval. Os saberes se ajudarão e o processo interdisciplinar que passa por todos os setores da empresa ficará mais evidente, pois com o emprego das tecnologias disruptivas vão passar por todos os envolvidos nos processos da organização, considerando a visão dos administradores, engenheiros e analistas de sistemas dentre outras especialidades.

A incorporação da Inovação às práticas e decisões, e a adoção de indicadores de resultados sociais, culturais, ambientais e econômicos, serão necessárias para avaliar o desempenho global organizacional. A aderência ao PPSIG vem da contribuição com os estudos sobre as práticas de fatores que contribuem para a produtividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval brasileira com base na transformação digital, o emprego da indústria 4.0 e a aplicação da automação meio de alavancagem da competitividade.

## 1.9 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Delimitou-se as buscas de bibliografia sobre o tema às áreas temáticas como: estaleiro digital, construção naval, Transformação digital, Manufatura inteligente, automação, gestão, produtividade, sustentabilidade, pessoas, segurança, mão de obra, engenharia, energia, ciência da computação, economia, matemática. A pesquisa teve por objetivo prover resultados que caracterizassem a aplicação de modelo que integrasse a Transformação digital a indústria de construção naval, nas áreas temáticas consideradas na pesquisa bibliográfica.

A pesquisa bibliográfica abrangeu artigos publicados nos últimos 6 anos de 2015 a 2020.

Do ponto de vista geográfico, o objetivo desta tese foi realizar entrevistas com especialistas no Brasil e realizar um *survey* também com profissionais do setor naval no Brasil.

Do ponto de vista da indústria, o modelo de TD, resultante desta pesquisa não está restrito a única e exclusivamente a indústria de construção naval (ICN), guardando as suas características próprias da ICN, a pesquisa pode ser aplicada as indústrias de uma forma geral.

## 1.10 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em 6 (seis) capítulos.

### **Capítulo 1: Introdução**

Neste capítulo descreve-se e apresenta-se a introdução do trabalho, a contextualização da pesquisa, definição do problema da tese, e seus desdobramento em objetivos gerais, específicos e questões de pesquisa

Também neste capítulo, descreve-se as delimitações, justificativa, relevância, originalidade da pesquisa e aderência ao PPSIG e à interdisciplinaridade e sua estrutura organizativa.

### **Capítulo 2: Fundamentação Teórica**

Este capítulo está dividido em Revisão Bibliográfica e Referencial Teórico da Tese, apresenta-se também os principais conceitos vindos da revisão de literatura e mapa conceitual da Tese. Na fundamentação teórica do estudo considerando os temas: Transformação Digital, Estratégia, Clientes, Competição, Dados, Inovação, Valor, Pessoas, Projeto Sustentável, Ciclo de Vida do Produto Sustentável, Gestão, Sistema de Produção Enxuta, Indústria 4.0, Construção Naval, *Shipbuilding\_4.0*, Estaleiro 4.0.

### **Capítulo 3: Metodologia Científica da Pesquisa**

Neste capítulo, apresenta-se a metodologia científica da pesquisa e descreve-se os meios utilizados para obtenção dos resultados da tese, está dividido e estruturado em: desenho da pesquisa, delineamento da pesquisa e componentes metodológicos das fases.

Também se apresenta o roteiro, perguntas e análise das entrevistas com os especialistas.

### **Capítulo 4: Instrumentos de Pesquisa**

Neste capítulo, apresenta-se, o roteiro a ser aplicado e a forma de uso de cada um dos instrumentos de pesquisa: entrevista com especialistas, questionário – *survey*.

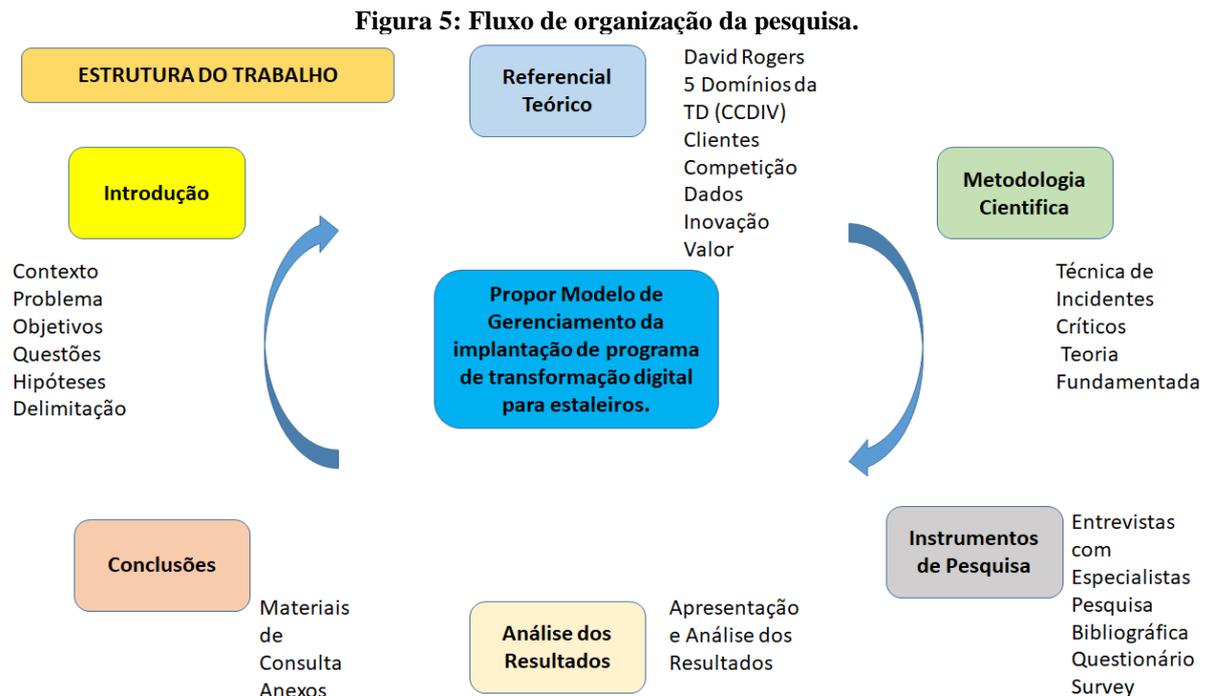
### **Capítulo 5: Análise dos Resultados**

Neste capítulo, após a conclusão das 3 fases da pesquisa, serão apresentados e analisados todos os resultados que demonstram os achados da pesquisa, através da análise do resultado da pesquisa quantitativa – *survey*.

## Capítulo 6: Conclusões

Neste capítulo, será discutido o alcance dos objetivos da pesquisa, onde pretende-se responder as questões da mesma, com a preparação do texto final de conclusão da tese, bem como pretende-se sugerir novas pesquisas a partir dos achados desta.

Alinhado com os objetivos e as questões desta pesquisa, descreve-se a estrutura do trabalho que é apresentada na Figura 5:



Fonte: Elaborado pelo Autor.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo compreende a Revisão Bibliográfica / Referencial Teórico, onde são apresentados, os principais conceitos e sub-conceitos-chave identificados na pesquisa bibliográfica exploratória realizada, de forma a dar embasamento à discussão formulada. Apresenta-se também os Mapas Conceituais e a dissertação crítica que é a base conceitual desta pesquisa.

Apresenta-se no Quadro 11, o processo adotado na metodologia da pesquisa, com o alinhamento da pesquisa em função dos elementos contextualizadores situação problema, objetivos geral e específico, questões de pesquisa e conceitos chave identificados.

**Quadro 11: Alinhamento da pesquisa.**

ELEMENTOS CONTEXTUALIZADORES	PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	QUESTÕES DE PESQUISA	CONCEITOS CHAVE
Transformação Digital / Indústria 4.0 Mercado / Demanda Mão de Obra Qualificada Governo / Financiamento Gestão de Projetos Complexos	Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade e da indústria da construção naval & <i>offshore</i> no Brasil?	Propor modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval.	1-Identificar na bibliografia os princípios da transformação digital aplicados a indústria naval 2-Identificar os processos construtivos onde a TD deverá ser aplicada. 3- Identificar as tecnologias mais apropriadas para aplicação da TD na indústria naval 4-Propor modelo para gestão da implantação da TD na indústria naval.	Quais são os FCS para a implantação da TD na indústria de construção naval & <i>offshore</i> no Brasil?  Como migrar de estaleiro analógico para digital?  Quais são as barreiras para a implantação da TD na indústria de construção naval & <i>offshore</i> no Brasil?	5 Domínios da T.D (CCDIV): Clientes; Competição; Dados; Inovação; Valor  Projeto Sustentável  Ciclo de Vida do Produto <i>Smart</i> .  Indústria 4.0  Estaleiro 4.0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

## 2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Stanic (2018), na indústria de construção naval de hoje, existem três problemas principais que são considerados; eficiência de produção, a segurança do navio, eficiência de custos e conservação de energia e proteção ambiental.

Buscou-se nesta pesquisa identificar na literatura científica os artigos dos principais autores que estão tratando do tema da transformação digital na indústria naval.

No processo de pesquisa bibliográfica utilizou-se como ferramenta de apoio para análise léxica e de conteúdo dos artigos o *software* NVivo. Apresenta-se no Quadro 12, a matriz de codificação com os principais artigos selecionados pela citação das palavras-chave desta pesquisa e que fazem parte do referencial teórico da tese.

**Quadro 12: Matriz de codificação da transformação digital.**

The image shows a large, dense matrix table with multiple columns and rows. The table is oriented vertically on the page. The content within the table is extremely dense and difficult to read, appearing as a complex grid of text and symbols. The table is divided into several vertical sections, with some sections highlighted in different colors (blue, green, red). The overall appearance is that of a highly detailed and complex data matrix.

**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

### 2.1.1 Transformação digital

O termo Indústria 4.0 foi cunhado pelo Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha em 2011 fazendo referência a conexão inteligente de máquinas e processos na indústria por meio de tecnologias da informação e da comunicação, pode-se observar vários setores como farmacêutico, de dispositivos médicos, automobilístico entre outros já estão em plena implantação da T.D e a construção naval necessita embarcar nesta onda.

Segundo a *SofExpert* (2021), espera-se que com a T.D e a criação de valor, dentre outras expectativas vá ocorrer a redução de custos operacionais, eliminação das barreiras de produtividade, facilidade no monitoramento dos processos e detectar variações e melhorar operações, reduzir desvios de fabricação e acelerar a resolução de problemas, bem como melhorar a eficiência e a produtividade da fábrica e simplificar a gestão.

A *Pricewaterhouse Coopers* realizou uma pesquisa com 2.000 fabricantes. O resultado mostra que 86% deles esperam que seus esforços de transformação digital tragam redução de custos e ganhos de receita até 2023.

#### 2.1.1.1 Estratégia

A indústria de construção naval foi continuamente melhorada com novas máquinas, *software* e nova reestruturação organizacional implementada; mas ainda está enfrentando dificuldades com grande número de mudanças durante a construção e grande número de séries de navios levou à perda de controle sobre custos e controle de qualidade. O peso da crise gerou grandes perdas, afetando fortemente os estaleiros que não conseguiam cumprir plenamente os requisitos de qualidade, segurança, eficiência de custos e as flutuações do mercado de construção naval. (STANIĆ et al, 2017).

Segundo Rogers (2016), a transformação digital não tem a ver com tecnologia, tem a ver com a estratégia e novas maneiras de pensar. Transformar-se para o digital exige que o negócio atualize sua mentalidade estratégica muito mais que sua infraestrutura de TI.

A força das tecnologias digitais não está nas tecnologias per se. Em vez disso, decorre de como as empresas as integram para transformar seus negócios e a maneira como funcionam (KANE et al, 2015, pág. 4).

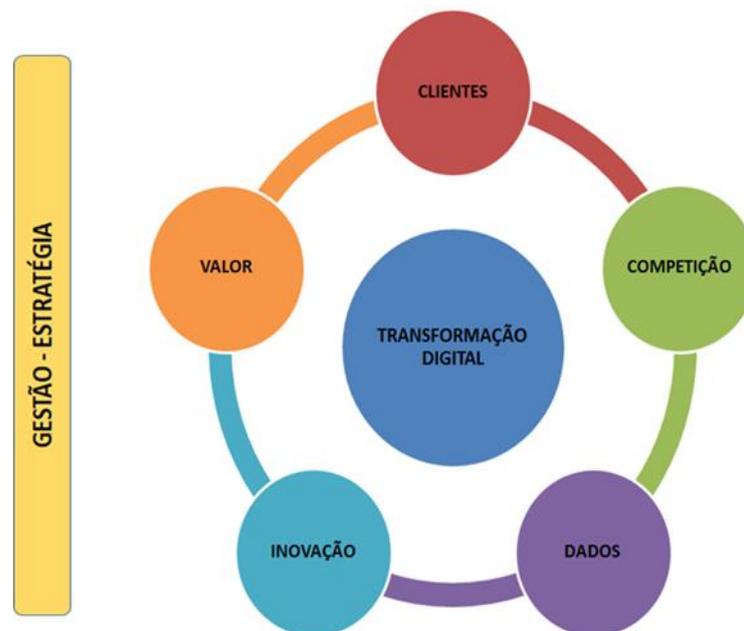
As regras de negócios mudaram. Em todos os setores de atividade, a difusão de novas tecnologias digitais e o surgimento de novas ameaças disruptivas estão transformando

modelos e processos de negócios. A revolução digital está virando de cabeça para baixo o velho guia de negócios (ROGERS, 2016).

De acordo com Rogers (2016), as empresas constituídas antes do surgimento da internet enfrentam um grande desafio: muitas das regras e pressupostos fundamentais que governavam e orientavam a atuação e o progresso dos negócios na era pré-digital não mais se aplicam. A ruptura não é inevitável. As empresas podem transformar-se e florescer na era digital, desde que o negócio atualize sua mentalidade estratégica, muito mais que sua infraestrutura de TI.

Na Figura 6, apresenta-se segundo Rogers (2016) o cenário da Transformação digital é dividido em cinco domínios principais: clientes, competidores, dados, inovação e valor (CCDIV).

#### DOMÍNIOS DA T.D (CCDIV):



**Figura 6: Domínios da transformação digital.**  
**Fonte: Adaptado de ROGERS (2016).**

O Quadro 13 apresenta as principais mudanças necessárias de estratégias da era analógica para a era digital para que a empresa tenha sucesso neste novo cenário.

**Quadro 13: Mudanças de estratégias da era analógica para a era digital.**

<b>MUDANÇAS DA ERA ANALÓGICA PARA A ERA DIGITAL</b>		
	<b>Era Analógica</b>	<b>Era Digital</b>
<b>Clientes</b>	Clientes como mercado de massa	Clientes como rede dinâmica
	Comunicações são transmitidas aos clientes	Comunicações fluem em mão dupla
	A empresa é o principal influenciador	Os clientes são o principal Influenciador
	Marketing para induzir à compra	Marketing para inspirar a compra, a lealdade e a defesa da marca
	Fluxos de valor em mão única	Fluxos de valor recíprocos
	Economias de escala (empresa)	Economias de valor (clientes)
<b>Competição</b>	Competição em setores delimitados	Competição entre setores fluidos
	Distinções nítidas entre parceiros e rivais	Distinções nebulosas entre parceiros e rivais
	Competição é jogo de soma zero	Concorrentes cooperam em áreas-chave
	Os principais ativos são mantidos na empresa	Os principais ativos situam-se em redes externas
	Produtos com características e benefícios únicos	Plataformas com parceiros que trocam valor
	Poucos concorrentes dominantes por categoria	O vencedor leva tudo, devido aos efeitos de rede
<b>Dados</b>	Dados são dispendiosos para serem gerados nas empresas	Dados são gerados continuamente em todos os lugares
	O desafio dos dados é armazená-los e gerenciá-los	O desafio dos dados é convertê-los em informações valiosas
	As empresas usam apenas dados estruturados	Os dados não estruturados são cada vez mais úteis e valiosos
	Os dados são gerenciados em departamentos operacionais	O valor dos dados é conectá-los entre os departamentos
	Os dados são ferramentas para gerenciar processos	Os dados são ativo intangível importante para criar valor
<b>Inovação</b>	As decisões são tomadas com base na intuição e na autoridade	As decisões são tomadas com base em testes e validações
	O teste de ideias é caro, lento e difícil	O teste de ideias é barato, rápido e fácil
	Os experimentos são raros e conduzidos por especialistas	Os experimentos são contínuos e conduzidos por todos
	O desafio da inovação é encontrar a solução certa	O desafio da inovação é resolver o problema certo
	O fracasso é evitado a todo custo	Os fracassos são fontes precursoras e baratas de aprendizado
	O foco se concentra no produto “acabado”	O foco se concentra em produtos de viabilidade mínima e em iterações pós-lançamento.
	Otimize o modelo de negócios por tanto tempo quanto possível	Evolua antes de ser necessário, para manter-se à frente da disrupção
	Julgue a mudança pela intensidade do impacto sobre o negócio vigente	Julgue a mudança pela maneira como cria oportunidade para o próximo negócio
	O sucesso no mercado dá lugar à complacência	“Só os paranoicos sobrevivem”
<b>Valor</b>	Proposta de valor definida pelo setor	Proposta de valor definida pela evolução das necessidades dos clientes
	Execute a sua atual proposta de valor	Descubra a próxima oportunidade de criar valor para o cliente

**Fonte: Adaptado de ROGERS (2016).**

A Figura 7 apresenta os temas estratégicos para cada domínio associando-os aos conceitos chaves.

Figura 7: Guia da transformação digital.

Domínios		Temas Estratégicos	Conceitos Chave
	<b>Clientes</b>	Explore as redes de clientes	Reinvenção do funil de marketing Jornada de compra Principais comportamentos das redes de clientes
	<b>Competição</b>	Construa plataformas, não apenas produtos	Modelos de negócio de plataforma Efeitos de rede (in)diretos (Des) intermediação Tens de Valor Competitivos
	<b>Dados</b>	Converta dados em ativos	Padrões de valor dos dados Drivers para o big data Tomada de decisão baseada em dados
	<b>Inovação</b>	Inove por experimentação rápida	Experimentação divergente Experimentação convergente MVP (produto mínimo viável) Caminhos para escalar
	<b>Valor</b>	Adapte a sua proposta de valor	Conceitos de valor de mercado Caminhos de saída de um mercado em declínio Passos para a evolução da proposta de valor

Fonte: Adaptado de ROGERS (2016).

A seguir descreve-se os cinco domínios da transformação digital apresentado no Quadro 13 e na Figura 7.

#### 2.1.1.2 Clientes

Segundo Rogers (2016), cliente é o primeiro domínio da transformação digital, neste os mercados são caracterizados mais por redes de clientes do que mercados de massa, nos quais os clientes estão dinamicamente conectados e influenciam-se mutuamente.

O que os clientes valorizam pode mudar com muita rapidez, e nossos concorrentes estão a toda hora descobrindo novas oportunidades que talvez sejam valorizadas pelos clientes. Ir aos extremos e superar os limites em busca da próxima fonte de valor para os clientes é cada vez mais imperativo (ROGERS, 2016).

Segundo Ang et al (2017), o mundo está cada vez mais conectado e os clientes estão cada vez mais exigentes e dinâmicos. Os estaleiros de hoje precisam projetar e produzir produtos mais inovadores e eficientes em energia para se manterem competitivos.

De acordo com Sulaiman et al (2017), o desenvolvimento contemporâneo de projetos de design, construção e manutenção de navios exige que o construtor de navios adote práticas capazes de envolver o cliente, que normalmente não são necessárias em obras técnicas.

#### 2.1.1.3 Competição

Competição é o segundo domínio da transformação digital, de acordo com Rogers (2016), as tecnologias digitais transformam a maneira como se encara a competição. Cada vez mais, compete-se não só com empresas rivais de nossos próprios setores de atividade, mas também com negócios de outros setores de atividade, que roubam nossos clientes com suas novas ofertas digitais.

Cada vez mais, nossos recursos competitivos não mais se situam em nossa organização, mas sim numa rede de parceiros que se reúnem em relações de negócios mais difusas. Na era digital, as fronteiras entre os setores estão ficando nebulosas, assim como a distinção entre parceiros e concorrentes. Hoje todos os relacionamentos entre empresas são uma mistura de competição e cooperação em constante mutação (ROGERS, 2016).

#### 2.1.1.4 Dados

O terceiro domínio são os dados, como os negócios produzem, gerenciam e utilizam informações. Para realmente transformar os dados em ativo estratégico, todas as pessoas da empresa precisam desenvolver a mentalidade de dados, ou seja, considerar os dados e as questões por ele impostas como parte do dia a dia das operações. (ROGERS, 2016).

O armazenamento de dados na nuvem é cada vez mais barato, acessível e amigável. O maior desafio hoje é converter a enorme quantidade de dados em informações valiosas.

Segundo Rogers (2016), a proliferação das redes sociais, dispositivos móveis e sensores embutidos em equipamentos e demais objetos, da cadeia de suprimentos, permite o acesso um grande volume de dados não estruturados pelas empresas. Esses são gerados sem planejamento, e demandam a utilização de software como ferramentas analíticas (soluções de *big data*), para tratamento da interpretação destes dados, transformando estes dados em novo ativo estratégico.

#### 2.1.1.5 Inovação

Considerado como o quarto domínio, inovação de acordo com Rogers (2016), é onde as ideias são desenvolvidas, testadas e trazidas ao mercado pelas empresas. A inovação no passado tinha seu foco no produto acabado. Assim, testar no mercado era difícil e o custo do fracasso era alto. As tecnologias digitais também estão transformando a maneira como as empresas inovam, as tecnologias digitais possibilitam a verificação e a experimentação contínuas, algo inconcebível no passado.

A construção de protótipos é barata e o teste de ideias é rápido em comunidades de usuários. O aprendizado contínuo e a iteração (repetição) rápida de produtos, antes e depois do lançamento, são o novo padrão (ROGERS, 2016).

#### 2.1.1.6 Valor

O quinto domínio e último domínio da transformação digital identificado por Rogers (2016). é considerado o valor, pois o ambiente de negócios passa por rápida transformação forçando as empresas seguir um caminho de evolução constante, pensar de maneira diferente, olhando para as novas tecnologias digitais como uma maneira de ampliar e melhorar suas propostas de valor para os clientes.

#### 2.1.1.7 Pessoas

Na era da construção naval 4.0, os estaleiros precisam ter engenheiros qualificados, especialistas em ciência técnica, mas também em ciência de TI e todos os dados técnicos relevantes do navio bem-sucedido Aulas. Na fase de projeto, deve-se minimizar o período de projeto, mas também os custos de engenharia de futuras classes de navios. Esta solução holística abrange toda a construção naval empresa e ciclo de vida para permitir que os construtores navais integrem seu conhecimento organizacional, (STANIĆ et al, 2017).

Segundo Erol et al (2016), os engenheiros precisam ter competência pessoal, esta pode ser entendida como a capacidade de uma pessoa agir de forma reflexiva e autônoma. A competência pessoal também compreende a capacidade de aprender (desenvolver habilidades cognitivas), de desenvolver uma atitude própria e um sistema de valores éticos.

No nível do trabalhador, a Indústria 4.0 levará a uma maior automação das tarefas de rotina, o que implica que os trabalhadores terão que enfrentar o fato de que suas tarefas presentes não existirão mais no futuro. Tal perspectiva sobre o futuro do próprio trabalho requer a capacidade de ver o quadro geral da sociedade como um todo (os desafios, por exemplo, escassez de recursos e oportunidades, por exemplo, riqueza), as oportunidades para o próprio desenvolvimento e o compromisso com a aprendizagem ao longo da vida como uma responsabilidade própria (EROL et al, 2016; GANSCHAR et al, 2013).

No entanto, em vez de desenvolver uma devoção ingênua à tecnologia, uma atitude crítica em relação aos desenvolvimentos tecnológicos será um ativo chave para o futuro trabalhador e organização. Uma confiança geral na tecnologia é vital, mas também a capacidade de reconhecer a linha tênue entre a tecnologia como um meio para aumentar a produtividade e a tecnologia como um meio de controle total do trabalhador (EROL et al, 2016; GRZYBOWSKA et al, 2017).

Erol et al (2016), também se refere a competência social do engenheiro, esta refere-se ao fato de que um indivíduo está inserido em um contexto social, por exemplo, uma organização requer a habilidade de se comunicar, cooperar e estabelecer conexões e estruturas sociais com outros indivíduos e grupos.

O aumento do escopo e da complexidade exige uma mentalidade orientada para a construção e manutenção de redes de especialistas que possam cooperar *ad-hoc* na busca de soluções adequadas para problemas específicos. O trabalho humano se concentrará nas bordas desses processos, em que a flexibilidade humana na resolução de problemas e a criatividade são vantajosas. Assim, as atividades criativas serão realizadas em um ambiente social distribuído, envolvem equipes interdisciplinares e Inter organizacionais heterogêneas e requerem a habilidade de comunicar problemas complexos em diferentes idiomas. (EROL et al, 2016; GANSCHAR et al, 2013; WINDELBAND et al, 2011).

Competências relacionadas à ação para transferir planos com sucesso para a realidade, não apenas no nível individual, mas também no nível organizacional, fortes habilidades analíticas e uma capacidade de encontrar soluções "*brown field*" específicas para um domínio e praticáveis sem perder o objetivo geral são competências essenciais dos futuros engenheiros. Os gerentes devem ser capazes de decompor conceitos complexos em pacotes de trabalho realistas, para encontrar e designar pessoas e equipes adequadas. Como a Indústria 4.0 não é uma metodologia direta ou os gerentes de tecnologia são obrigados a encorajar a adoção de novas rotas ("*green field*"), mas também levar em consideração o risco de falha. Para trabalhadores e gerentes, uma forte orientação interdisciplinar "*out-of-the-box*" tende a facilitar a busca de soluções em ambientes complexos. Provavelmente, a competência mais crítica para atuar em uma produção futura é a habilidade de lidar com a existência de estruturas paralelas: estruturas que estão realmente

desatualizadas, mas vitais para a continuidade das operações e estruturas que são construídas em paralelo para enfrentar novos desafios. (EROL et al, 2016, p 15)

### 2.1.1.8 Projeto sustentável

O *Triple Bottom Line* ou Tripé da Sustentabilidade, também é conhecido como os 3 Ps da sustentabilidade, que são *People* (Pessoas), *Planet* (Planeta) e *Profit* (Lucro). É um conceito criado pelo sociólogo britânico John Elkington, em 1994. Ele estabelece que as organizações devem ir além ao medir seus resultados, não focando apenas as vendas – como era feito no passado. O momento presente é de as empresas se verem enquanto parte da sociedade e integrantes do meio ambiente, impactando essas esferas com seu modo de ser.

A partir dessa visão, os resultados devem ser medidos por três fatores, os quais constituem esse Tripé da Sustentabilidade, conforme Figura 8:

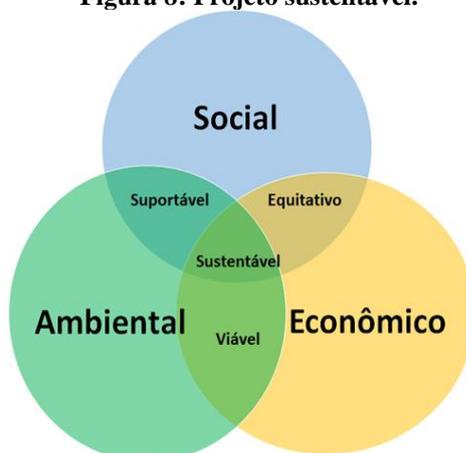
**1. Social** – engloba as pessoas que estão ligadas à empresa direta ou indiretamente, como colaboradores e *stakeholders*. O objetivo aqui é promover o bem-estar e a qualidade de vida dentro e fora do negócio.

**2. Ambiental** – constitui as ações que a empresa leva a cabo para minimizar ou eliminar os efeitos ambientais negativos que a atividade econômica dela causa. Aqui pode-se destacar o uso de energias renováveis, o apoio à reciclagem de materiais etc.

**3. Econômico** – aqui se insere a lucratividade propriamente dita. Mas é válido destacar que, no *Triple Bottom Line*, a empresa deve buscar esse lucro aliado a ações de promoção do bem-estar das pessoas e a práticas ambientais favoráveis.

Isso significa que, nesse modelo, essas três dimensões devem interagir de forma holística. Quando isso é feito com êxito, a empresa pode ser enquadrada como sustentável.

**Figura 8: Projeto sustentável.**



Fonte: Adaptado de SILVIUS (2015).

Para que se alcançar um projeto que seja sustentável ou verde, Toledo et al (2021), entende que é necessário combinar processos de gestão de projetos verdes, com o desenvolvimento e gestão de uma cadeia de suprimentos sustentável, acrescido da gestão do ciclo de vida do produto e do projeto atendendo as questões da sustentabilidade.

Um dos principais obstáculos no caminho de um crescimento verde e sustentável é o equívoco de que os custos e duração deste tipo de projeto são mais altos. Estas barreiras percebidas podem ser endereçadas através da adoção de boas práticas de gestão de projetos, incorporando indicadores verdes e sustentáveis em todo o processo de gestão do projeto. Estes indicadores promoverão a sustentabilidade dos projetos, reduzindo as preocupações com barreiras e obstáculos ao longo do caminho (ROBICHAUD e ANANTATMULA, 2011; RUMAITHI e BEHEIRY, 2016; TOLEDO et al, 2021).

A gestão sustentável do projeto será fundamental para que, entre outras considerações, cada novo projeto busque reduzir o consumo de energia, reaproveitar água, reduzir o uso de recursos não renováveis e reutilizar recursos e produtos. Os novos produtos e / ou serviços gerados precisam ser projetados dentro do conceito de economia circular (TOLEDO et al, 2021, p.8).

A eficiência energética é um fator importante na indústria naval para ajudar a reduzir a fabricação e custos operacionais, bem como o impacto no meio ambiente. Diante da competição global a relação custo-benefício, os construtores e operadores de navios hoje exigem uma grande revisão em todo o projeto do navio, processo de fabricação e operação para atingir esses objetivos (VAKILI et al, 2023 e ANG et al, 2017).

Segundo Ang et al (2017), o design inteligente a fabricação e operação são o caminho a seguir em uma era da indústria 4.0, deve-se projetar visando a melhor eficiência energética para obter-se navios mais inteligentes e com operação inteligente ao longo do ciclo de vida do produto.

Por meio de inteligência computacional e integração ciber-física, imagina-se que a indústria 4.0 pode revolucionar o design, fabricação e operações de navios em um processo de produto inteligente ao longo da vida em o futuro próximo.

Os navios hoje transportam 90% do comércio internacional e são considerados um dos modais de transporte mais eficiente em relação a eficiência energética em termos de distâncias de carga transportada pela mesma energia consumida comparados com os transportes de estrada de rodagem e aéreo (ANG et al, 2017).

Como parte do regulamento do índice de eficiência energética (EEDI) implementado pela *International Maritime Organization* (IMO) em 2013, os navios construídos após 2025

serão pelo menos 30% mais eficientes em termos de combustível. Como consequência, o transporte ecológico e a eficiência energética são agora os principais critérios de design para a construção de novos navios (ANG et al, 2015; ANG et al, 2017; HUGLES, 2016)

Um navio com eficiência energética é aquele projetado para consumir o mínimo combustível ou energia durante a operação e construído usando o mínimo de recursos e energia. Preço do combustível a volatilidade é outra grande preocupação para os operadores de navios. O combustível é a maior despesa individual para o navio operações que respondem por 50 a 60 por cento dos custos gerais e reduzindo o consumo de combustível em apenas 1 por cento pode significar uma economia anual de \$ 300.000 por ano para um grande navio de contêiner (ANG et al, 2017).

Em 2013, a IMO introduziu regulamentação EEDI o regulamento que define a eficiência energética padrão para os novos navios (IMO, 2016). Atender ao limite exigido dos construtores navais e operador é ter cuidado significativo para cumprir o requisito; todos os navios construídos após 2025 terão, pelo menos, 30% mais economia de combustível O transporte ecológico e a eficiência energética são agora os critérios chave para a construção dos novos navios, Isso envolve quase todos os sistemas dos navios; solicita a construção naval ecologicamente correta e soluções progressivas de fornecedores (ANG et al, 2017).

Durante a definição inicial do projeto, os estaleiros precisam seguir o *green shipping* soluções, soluções amigas do clima e do ambiente e tecnologias de segurança marítima que requerem ampla experiência e conhecimento marítimo.

Segundo em virtude da pressão econômica na indústria da construção naval, também tem havido um aumento consistente no foco em um ambiente mais ecológico e socialmente responsável na indústria marítima (STRANDHAGEN et al, 2020; PARA-GONZALEZ e MASCARAQUE-RAMIREZ, 2020; LEE e NAM, 2017).

Embora seja significativo que a indústria marítima contribui para alcançar a sustentabilidade das Nações Unidas (ONU) Objetivos de Desenvolvimento (ODS), faltam pesquisas sobre este assunto (WANG et al, 2020).

O consumo de material associada aos diferentes processos de construção naval é uma chave medida de sustentabilidade na construção naval (TUAN e WEI, 2019). Além disso, existem vários fatores ambientais questões relacionadas ao movimento de materiais através uma cadeia de abastecimento, incluindo o transporte de materiais e produtos durante diferentes estágios de uma cadeia de abastecimento e o manuseio de produtos durante sua fase de final de vida por sucateamento, reutilizar, reciclar ou remanufaturar (SOUSA JABBOUR et al, 2018).

Para a construção naval, o consumo de energia nos diferentes processos e nas emissões e resíduos em toda a cadeia de abastecimento da construção naval são as mais relevantes medidas de sustentabilidade (STRANDHAGEM et al, 2020; TUAN e WEI, 2019).

A indústria marítima desempenha um papel vital na sustentabilidade global e está associado a cada um dos ODS da ONU (STRANDHAGEM et al, 2020; WANG et al, 2020).

Segundo Strandhagem et al. (2020), para melhorar a sustentabilidade e atender aos ODS da ONU, o impacto que as empresas têm na sustentabilidade deve haver uma avaliação holística da sustentabilidade da cadeia de suprimentos, requerendo uma olhada em todas as fases da cadeia de abastecimento pelas quais os produtos passam (GRI, *UN Global Compact*, e WBSCD 2015).

O Quadro 14 apresenta as principais medidas de sustentabilidade identificadas na literatura.

**Quadro 14: Medidas relevantes de desempenho de sustentabilidade na construção naval.**

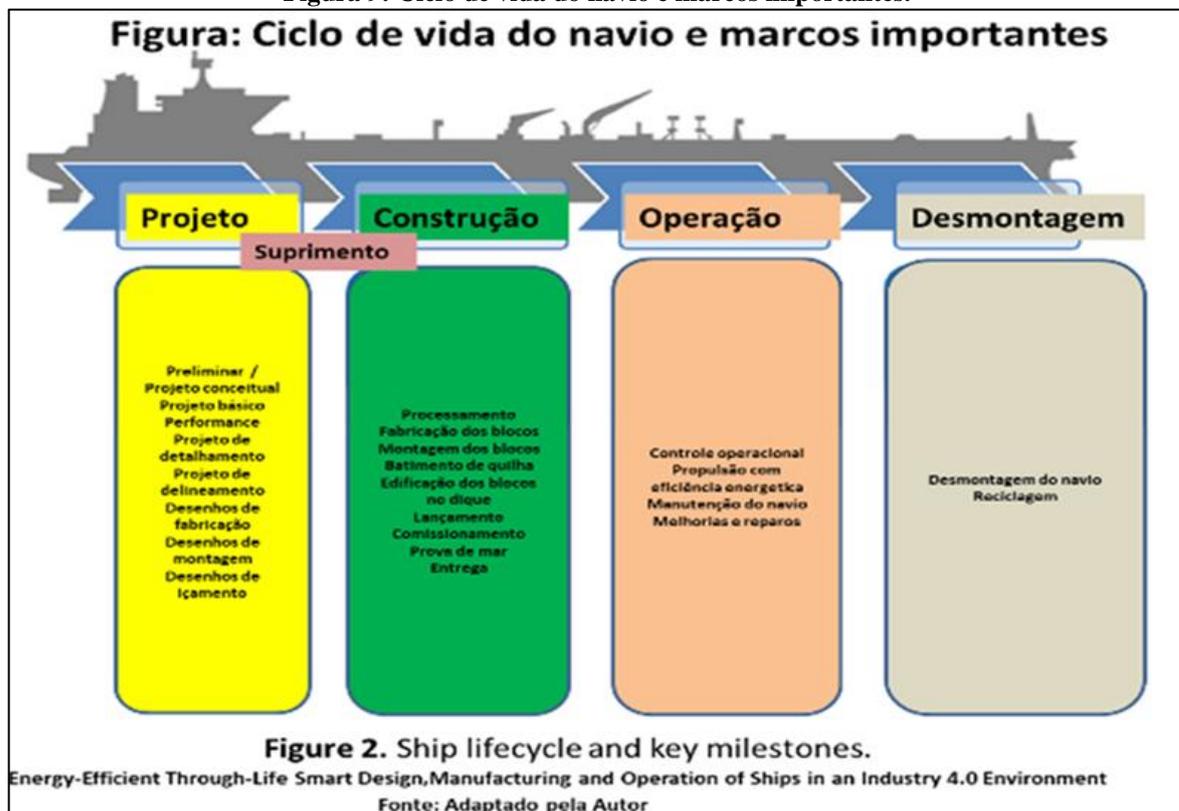
<b>MEDIDAS RELEVANTES DE DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO NAVAL</b>		
<b>Medidas de Sustentabilidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
Desempenho Econômico Custo da Produção	Custos de mão de obra, que dependem do volume de horas-homem empregadas e mão de obra custos unitários.	Pires Jr., Lamb, and Souza (2009)
Tempo para Entrega	Tempo entre o contrato e a entrega.	Pires Jr., Lamb, and Souza (2009)
Qualidade	A qualidade do navio, a flexibilidade do estaleiro e capacidade técnica para atender aos requisitos do proprietário, disponibilidade e eficiência dos serviços pós-venda e garantias e necessidade reduzida de supervisão durante a construção.	Pires Jr., Lamb, and Souza (2009)
Desempenho Ambiental Consumo de Material	Consumos de materiais associados à fabricação de aço, fabricação de equipamentos e processos de <i>outfitting</i> .	Tuan and Wei (2019)
Consumo de Energia	Consumo de energia nos processos dos fornecedores, transporte para o estaleiro, processos do estaleiro e a fase de operação do navio.	Tuan and Wei (2019)
Emissões e resíduos	Emissões (para o ar e para a água) e resíduos dos processos dos fornecedores, transporte para o estaleiro, os processos do estaleiro e a fase de operação do navio.	Tuan and Wei (2019)
Desempenho social Condições de trabalho Relacionamento e comunicação com atores da cadeia de abastecimento	Segurança no trabalho dos trabalhadores, saúde, estresse e a repetitividade das tarefas dos trabalhadores. Transparência e visibilidade na comunicação e compartilhamento de informações e relacionamento com os principais fornecedores, estaleiros e armadores parceiros.	Joe and Chang (2017) Para-Gonzalez and Mascaraque-Ramirez(2020)

**Fonte: Adaptado de STRANDHAGEN et al (2020).**

### 2.1.1.9 Ciclo de vida do produto *Smart*

Segundo Okumus et al (2023), Ang et al (2017), um projeto inteligente com eficiência energética ao longo do ciclo de vida, Fabricação e Operação, deve considerar o "aspecto espacial" no design e fabricação de navios, e também olhar para os vários estágios do processo de design e fabricação durante todo o ciclo de vida, a fim de melhorar a eficiência energética geral. O ciclo de vida do produto e os principais marcos na vida de um navio típico são apresentados na Figura 9, onde fica claro que existem muitos estágios e subatividades que influenciam a capacidade de construção e operacionalidade de um navio, que por sua vez afeta a eficiência energética geral.

Figura 9: Ciclo de vida do navio e marcos importantes.



Fonte: Adaptado de ANG et al (2017).

Na fase de projeto tem-se as atividades principais e requeridas para o design do navio, incluindo entre outros: esboço preliminar, projeto conceitual, projeto básico, análise de performance, especificação dos materiais para compra, projeto de detalhamento, projeto de delineamento, desenhos de fabricação desenhos de montagem, desenhos de içamentos de carga.

Na fase de suprimentos tem-se as atividades principais e requeridas para a compra dos materiais necessários para a construção do navio, incluindo entre outros: seleção de fornecedores, colocação de pedidos, fabricação, inspeção, expedição, transporte e o recebimento e estocagem.

Na fase de construção tem-se as atividades principais e requeridas para fabricação e montagem do navio, incluindo entre outros: processamento, fabricação dos blocos, montagem dos blocos, batimento de quilha, edificação dos blocos no dique, lançamento, comissionamento, prova de mar e entrega.

Na fase de operação tem-se as atividades principais e requeridas para se executar os testes necessários para assegurar a performance do navio, incluindo entre outros: prova de mar preliminar, prova de mar oficial, visando assegurar o controle operacional da embarcação, propulsão com eficiência energética, manutenção do navio e possíveis melhorias e reparos.

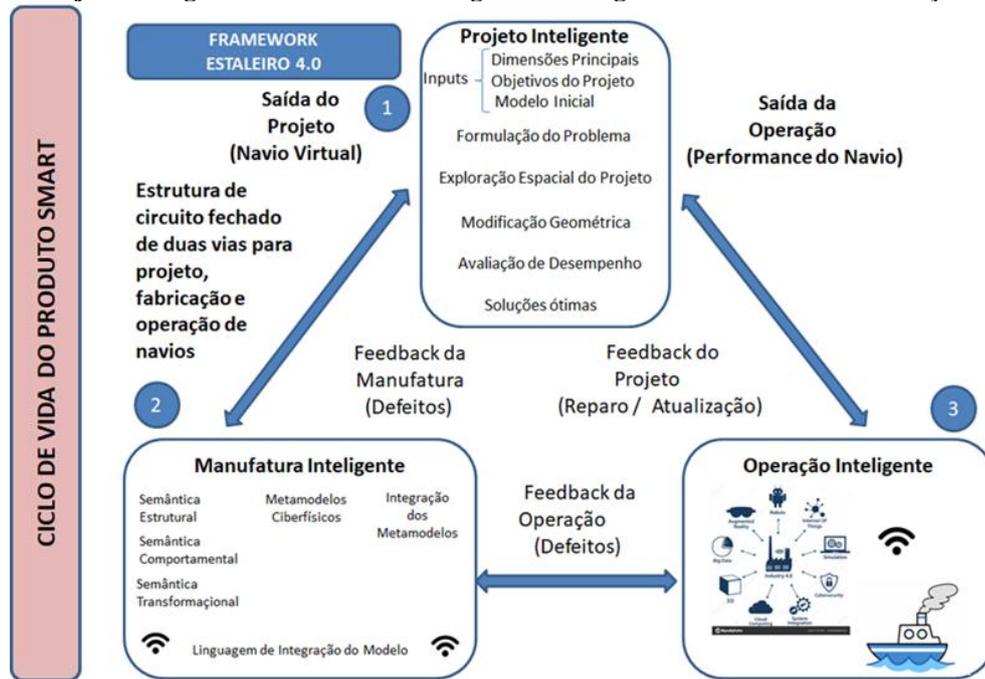
Na fase de desmontagem onde ocorre o término da vida útil do navio, tem-se as atividades principais e requeridas tais como: desmontagem do navio com separação das peças por categorias e segregação visando a facilidade do descarte e reciclagem das mesmas.

Segundo Ang et al (2017), a fim de atender às necessidades de mudança dos clientes e regulamentos ambientais mais rigorosos, os estaleiros devem ser capazes de antecipar tendências e modificar processos de design ou fabricação adequadamente, embora as tecnologias da indústria 4.0 possam ser aplicadas individualmente em cada estágio do ciclo de vida para reduzir o consumo de energia e melhorar a eficiência energética, o benefício máximo só pode ser alcançado combinando várias tecnologias em todo o ciclo de vida do produto.

Para atingir este objetivo, Ang et al (2017), propõe o *framework* apresentado na figura 10, este integra as várias tecnologias da indústria 4.0 e montar os desafios-chave em um circuito fechado de duas vias para o ciclo de vida de um navio.

Na Figura 10 apresenta-se um *framework* do ciclo de vida de um projeto inteligente onde temos as etapas de engenharia, fabricação e operação

Figura 10: Projeto inteligente com eficiência energética ao longo do ciclo de vida - fabricação e operação.



Fonte: Adaptado de ANG et al (2017).

Durante o projeto de uma nova embarcação, existem várias metas que precisam ser alcançadas: maior desempenho, menor custo, confiabilidade e maior qualidade e conformidade com as mais recentes tecnologias de segurança marítima e requisitos regulamentares. Os navios precisam ser mais fáceis de construir e consertar; precisa-se obter maior redução dos custos de construção, serviço e propriedade total do navio, considerando também a operação do navio, pois é onde ocorre o maior consumo de energia durante todo o ciclo de vida. (ANG et al, 2017).

De acordo com Ang et al (2017), para dar melhores resultados, os construtores navais terão fornecedores verificados e confiáveis, ligados ao estaleiro e pessoal de serviço com a produção cronogramas e modelos 3D de todos os aspectos do projeto. Os construtores navais precisam se beneficiar das novas soluções inovadoras para fornecer acesso imediato aos dados relevantes certos; e as equipes de serviço se beneficiarão desses dados para a cadeia de abastecimento apropriada para reduzir o serviço e tempos de ciclo de revisão.

De acordo com Ang et al (2017), Venta (2007), Meyer et al (2009), no contexto da indústria 4.0, os navios podem ser construídos e operados como um produto inteligente ou ativo inteligente. Um produto ou sistema pode ser considerado inteligente se puder (i) monitorar continuamente seu status e ambiente, (ii) reagir e se adaptar ao ambiente e às condições operacionais, (iii) manter o ótimo desempenho em circunstâncias variáveis, e (iv) comunicar-se ativamente com os usuários, o ambiente e outros produtos e sistemas. Ao

incorporar tecnologias habilitadoras, como *IoT* e big data analítica, os navios também podem se mover em direção a um produto inteligente.

Por exemplo, devido às condições operacionais em constante mudança e ao ambiente a que os navios são expostos durante cada viagem, é um desafio monitorar de forma eficaz todos os parâmetros operacionais, por exemplo, condições meteorológicas, navegação rota, velocidade, calado do navio e alcançar as configurações ideais para a máxima eficiência energética. (DIAZ et al, 2023; ANG et al, 2017; VENTA, 2007; MEYER et al, 2009).

A IMO introduziu o Plano de Gestão de Eficiência Energética (SEEMP), visando fornecer orientação para operação de navios com baixo consumo de combustível. Como parte das recomendações, são apresentadas medidas como o uso da previsão do tempo relativa ao clima para otimizar a eficiência, estas irão auxiliar a reduzir o consumo de combustível e consequentemente, emissões de carbono.

Embora os sensores já estejam instalados a bordo de navios para medir parâmetros-chave, como velocidade da embarcação, condições de carregamento e condições ambientais (vento e corrente), os oficiais do navio tem a necessidade de avaliar manualmente os dados coletados por meio dos sensores e tomar certas decisões com base na experiência pessoal. Com a indústria 4.0, essas informações agora podem ser analisadas usando análises de big data para planejar automaticamente a rota ideal. Da mesma forma, essas informações podem ser usadas para modificar as configurações do navio como ajustar a água de lastro ou arranjo de carga para que o navio consuma o mínimo de combustível. Essas informações também podem vir de dados capturados por meio de análises de big data de outra frota de embarcações navegando pela mesma região para comparar e escolher a melhor arranjo ou definição de rota.

Simulações automatizadas também podem ser realizadas antes da viagem para prever o consumo de energia em vários cenários e, portanto, a rota ideal ou configuração de navio podem ser selecionados (ANG et al, 2017, p.13).

Segundo Ang et al (2017); Rolls-Royce (2017), uma outra aplicação, que se utiliza da coleta de dados e do monitoramento da condição do navio, manutenção ou reparo, permite que a programação possa ser melhor estimada para que o navio esteja sempre operando em ótimas condições, levando a redução do consumo de combustível. Por exemplo, é bem conhecido na indústria naval que as cracas devido a bioincrustação acumulada na parte inferior do casco do navio após serviço prolongado no mar aumentará o arrasto e levam a um maior consumo de energia (combustível). Por meio de sensores e análises de big data, essas cracas podem ser detectadas e analisadas para estimar o coeficiente de arrasto e prever o cronograma ideal para limpeza subaquática do casco ou docagem a seco para restaurar uma superfície limpa do casco para melhor energia eficiência. (ANG et al, 2017; ROLLS-ROYCE, 2017)

Mais recursos inteligentes, como análise de big data e sensores avançados (*IoT*) estão sendo explorados e introduzidos por principais fabricantes de motores. Conforme a indústria avança em direção a embarcações autônomas, monitoramento remoto e o controle do motor de um navio e da praça de máquinas torna-se vital. Isso será ainda mais aprimorado por tecnologias relacionadas a indústria 4.0, como *IoT* (sensores e comunicação) e análise de big data para automação na tomada de decisão. Os principais desafios para a implementação dessas tecnologias da indústria 4.0 em operações de navios incluem segurança cibernética e integração de diferentes sistemas e equipamentos de navios em uma única plataforma operacional (ANG et al, 2017).

Ao adotar os conceitos do ciclo de vida do produto inteligente suportado pelos conceitos da indústria 4.0, será possível transformar a forma como os futuros navios serão projetados, fabricados e operados para ser usado de forma inteligente (ANG et al, 2017).

Na manufatura inteligente Ang et al (2017) e Li et al (2017), observa que durante a fabricação de navios, grandes quantidades de energia são necessárias para alimentar o equipamento pesado e máquinas no estaleiro. É um desafio monitorar o consumo de energia de cada máquina em toda a planta, a fim de chegar a medidas de controle e melhorar a eficiência energética geral.

Com sensores inteligentes e ferramentas de previsão, o consumo de energia pode ser monitorado e rastreado até o nível de máquina individual. Isso permite a medição precisa dos padrões de consumo dentro do toda a instalação do estaleiro e ajustes podem ser feitos para melhorar a eficiência de energia elétrica usando um sistema de gestão de energia inteligente (ANG et al, 2017; FENG et al, 2015).

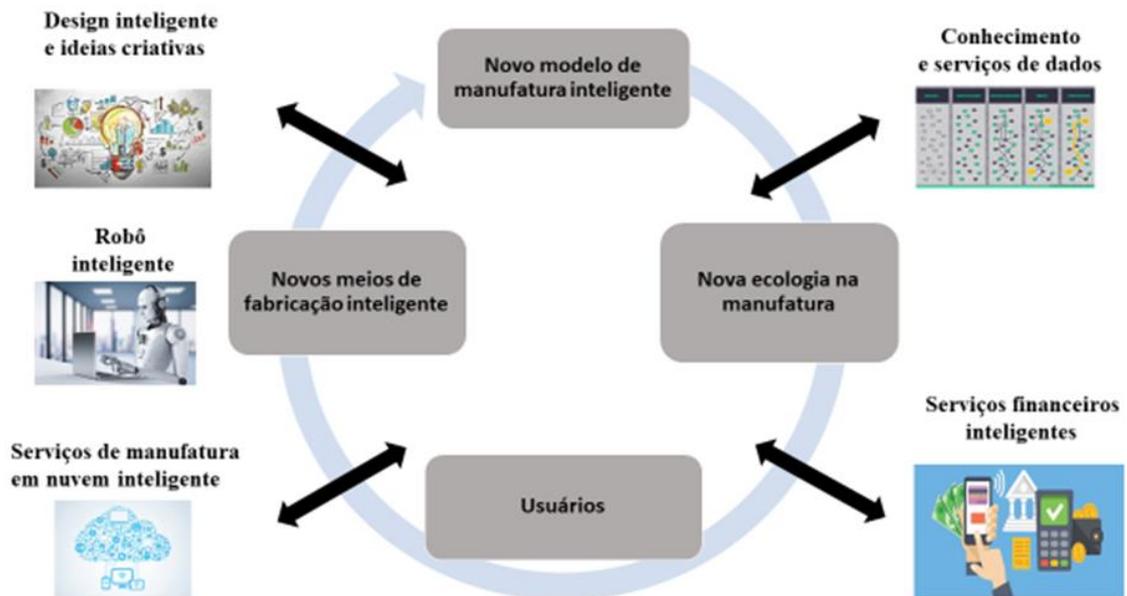
A construção de navios pode ser vinculada ao design e à operação por meio da indústria 4.0. Com o avanço da *IoT*, as lacunas entre o mundo real e virtual estão se fechando. Um exemplo disso é o sistema de produção física cibernética (CPPS), que pode ser usado como uma plataforma eficaz para conectar a fabricação ao design. CPPS funciona como uma rede online de máquinas inteligentes com componentes mecânicos e eletrônicos, comunicando-se via rede, estes compartilham continuamente informações sobre níveis de estoque, problemas ou falhas e mudanças em pedidos ou níveis de demanda. (ANG et al, 2017; SALDIVAR et al, 2015).

O CPPS de acordo com Ang et al (2017) e Saldivar et al (2015), conecta e cria uma rede inteligente de máquinas, sistemas de tecnologia de informação e comunicação (TIC), produtos inteligentes e indivíduos em toda a cadeia de abastecimento e ciclo de vida completo do produto. Ao conectar os processos de fabricação e operação do navio, quaisquer defeitos

encontrados após a entrega do navio também podem ser monitorados e realimentados automaticamente ao fabricante (estaleiro) para melhorar o processo de fabricação.

Laouenan et al (2022), Li et al (2017), propõe novos modelos, meios e formas de manufatura inteligente, arquitetura de sistema de manufatura inteligente e sistema de tecnologia de manufatura inteligente, com base na integração da tecnologia de IA com comunicações de informação, manufatura e tecnologia de produto relacionada. A figura 11 apresenta o ambiente integrado da manufatura inteligente com as tecnologias da indústria 4.0 com destaque para inteligência artificial (IA).

**Figura 11: Manufatura inteligente.**



Fonte: Adaptado de LI et al (2017)

#### 2.1.1.10 Gestão

A construção naval é uma indústria única, os produtos que são manufaturados nos estaleiros estão em uma escala e complexidade muito maiores do que normalmente se vê em outras fabricações. Quando os navios estão sendo construídos ou reparados, podem levar meses, senão anos, para que esses produtos sejam concluídos.

Os estaleiros de hoje enfrentam muitos desafios diferentes, principalmente por causa da complexidade e do tempo necessário para construir muitos dos navios usados na defesa ou transporte naval, bem como devido à quantidade de trabalho necessária para reparar e revisar esses navios. O que se observa nos estaleiros navais são centenas, senão milhares, de

trabalhadores tendo que trabalhar juntos para atender às restrições de tempo muito apertadas. Muitas vezes, um atraso em uma área pode ter um efeito cascata e causar grandes atrasos na produção geral de um navio. Assim, o desafio da gestão nos estaleiros é enorme, pelas grandes dificuldades enfrentadas na programação e coordenação das mais diversas atividades que são necessárias ao longo do processo fabril do estaleiro.

Segundo Ebrahimi et al (2021), as melhorias contínuas da tecnologia e a volatilidade do mercado com suas incertezas associadas têm um impacto significativo e alteram parcialmente as expectativas dos clientes do projeto de navios. Para ser bem-sucedido em tal mercado, não só é necessário o desenvolvimento de produtos competitivos, mas também os processos de trabalho que os acompanham e a organização ou empresa que estrutura o desenvolvimento da solução do navio estão envolvidos.

De acordo com Strandhagen et al (2020) e Zennaro et al (2019), do ponto de vista das operações e gestão da cadeia de abastecimento, as características da construção naval são semelhantes às de produtos grandes e altamente personalizados como um todo. Este tipo de produção é caracterizado pela ambiguidade nas especificações do produto, que são altamente dependentes de requisitos do cliente, volume de vendas e cumprimento de prazos curtos, resultando em mais incerteza e fluxo complicado de material e informações.

Porque os navios são produtos complexos e altamente personalizados que são fabricados em baixo volume, e o grau de customização dos produtos acabados é alta e muitas vezes única. Como os estaleiros são organizados com layouts posicionais fixos, modelo típico de sistemas de produção não repetitivos, sua logística interna pode ser bastante complexa. Esta produção altamente customizada também torna difícil a obtenção de automação eficiente e econômica. Assim, quando comparado a outros tipos de produção mais repetitivos, o trabalho manual ainda é proeminente neste tipo de manufatura (JOE e CHANG, 2017; MACCARTHY e FERNANDES, 2000; PARA-GONZALEZ e MASCARAQUE-RAMIREZ, 2020; SJØBAKK, THOMASSEN e ALFNES, 2014).

O grau de automação na construção naval é consideravelmente limitado, pois as operações de construção naval raramente são repetíveis. A construção naval é um negócio global que envolve várias empresas em muitos países, os fornecedores desempenham um papel importante em projetos de construção naval, até 80% do valor investido nos produtos concluídos é produzido externamente ao próprio estaleiro (HELD, 2010; MELLO e STRANDHAGEN, 2011).

Segundo Rohm Maren (2016), a capacidade de conseguir equilibrar a complexidade externa e interna será um fator decisivo de competitividade e que o ponto chave será a internet de tudo.

#### 2.1.1.11 Sistema de Produção Enxuta

A manufatura enxuta tem sido a metodologia mais notável para melhorar o desempenho operacional em organizações de manufatura nas últimas duas décadas [34], aumentando sua produtividade e diminuindo seus custos [35]. Manufatura enxuta ajuda empresas industriais a se transformarem para agregar mais valor, devido ao uso de um conjunto considerável de ferramentas, metodologias e procedimentos focado em impulsionar seu desempenho [36], redução de resíduos e melhor comunicação (SÁNCHEZ-SOTANO et al, 2020; NETLAND et al, 2016; SANDERS et al, 2016; NG e GHOBAKHLOO, 2017).

De acordo com Tortorella et al (2018), Kamble et al (2019), Tortorella, Giglio e Van Dun (2018), Tortorella e Fettermann (2018), Rossini et al (2019), existem diferentes pontos de vista na literatura relacionados a como a manufatura enxuta e Indústria 4.0, interagem para influenciar o desempenho de processos envolvidos. Alguns estudos sugerem que a manufatura enxuta é um mediador de sua relação, enquanto outros sugerem que a Indústria 4.0 é um moderador. Outros investigam seus efeitos de suporte sem hipotetizar quais dos dois é o moderador, e até mesmo outros estudos enfatizaram a interação entre eles em muitos contextos, dependendo da indústria e do tamanho da empresa.

De acordo com Sánchez-Sotano et al (2020) e Jiang et al (2016), se os fabricantes de construção naval desejam operar com princípios de produção enxuta, eles devem estabelecer o plano de gerenciamento do projeto de construção naval com base em produção e equilíbrio geral de recursos, decompondo as tarefas do produto de acordo com zona, estágio e tipo e detalhamento na relação entre tarefas e recursos.

Neste contexto, as oportunidades da Indústria 4.0 são utilizadas como um método e ferramenta estratégica para acelerar o engajamento de fornecedores da construção naval. Nesses casos, as ferramentas enxutas visam principalmente introduzir e motivar a implementação destes conceitos na prática em toda a cadeia de abastecimento, onde os objetivos devem ser totalmente compreendidos e as equipes multifuncionais devem estar ativas na criação do fluxo de valor (SÁNCHEZ-SOTANO et al, 2020; BEIFERT et al, 2018).

Para enfrentar com sucesso esses desafios, as empresas de construção naval devem aprimorar sua tecnologia e inovação de gestão, bem como ativamente adotar sistemas de produção avançados, para melhorar sua eficiência (BUER et al, 2018).

Para análise da produtividade, Sulaiman et al (2017), afirma que a Tonelagem Bruta Compensada (CGT) é a medida do conteúdo de trabalho que forma a base da estimativa da produtividade do estaleiro, esta é a melhor e mais reconhecida medição de produtividade para a Construção Naval.

Para a melhoria da produtividade são propostas mudanças na tecnologia do estaleiro, inovação tecnológica, humana inovação de capital e eficiência de recursos, minimização do risco, desempenho do produto, melhoria da qualidade do produto e garantia da qualidade (YU, XIAO e JIANG, 2010; PIRES, LAMB e SOUZA, 2009; SHIN et al, 2009; LAMB et al, 2006; SULAIMAN et al, 2017).

#### 2.1.1.12 Indústria 4.0

O termo Indústria 4.0 foi cunhado pelo Ministério Federal de Educação e Pesquisa da Alemanha em 2011 fazendo referência a conexão inteligente de máquinas e processos na indústria por meio de tecnologias da informação e da comunicação. O documento oficial "Industrie 4.0" foi originalmente lançado em 2013 pelo Ministério Federal da Economia e Energia da Alemanha (MANHART, 2015).

Segundo Travaglioni et al (2020), Ang et al (2017) e Lee et al (2013), a Indústria 4.0 originou-se primeiro de um projeto de estratégia de alta tecnologia do governo alemão em 2011. Muitas vezes referida como a quarta revolução industrial, que visa fundir o ambiente real com o virtual através de sistemas ciberfísicos de forma a alcançar o máximo de autonomia e eficiência. Esta permite uma mudança de paradigma da produção "centralizada" para "descentralizada", revertendo a lógica tradicional do processo de produção.

Segundo Ang et al (2017), Kagermann et al (2013), Mario et al (2015) e Posada et al (2015), muitos estudos descrevem os componentes básicos e habilitadores das tecnologias da indústria 4.0. As principais ações necessárias para o sucesso da sua implementação incluem: Internet das coisas (*IoT*); sistemas ciberfísicos, fábricas inteligentes, computação visual, tecnologias semânticas, gerenciamento do ciclo de vida do produto, big data industrial, cibersegurança, robótica inteligente (robôs autônomos, robôs colaborativos), realidade aumentada e automação industrial; computação em nuvem, análise de dados, produção

integrada de produtos, simulação e manufatura aditiva. Resumindo a indústria 4.0 deve funcionar como uma rede colaborativa que combina diversas tecnologias e grande análise de dados.

A indústria de construção naval está atrás de outras indústrias de manufatura, quando se trata de digitalização (ZENNARO et al, 2019; SANCHEZ-GONZALEZ et al, 2019; STANIC et al, 2018).

Segundo Jiang, Yshuo et al. (2022), Roy et al. (2020), o digital *twin* é uma estratégia da indústria 4.0 que opera com o princípio de *virtualização*, sendo considerado um facilitador da implementação da indústria 4.0. Uma empresa investe bastante na criação de protótipos do produto final para testar a eficiência do mesmo. Por exemplo, se algum equipamento for fabricado, seu protótipo será testado pelos trabalhadores ou operadores que trabalharão nele no futuro. Às vezes, não é seguro trabalhar com protótipos, pois pode haver uma ocorrência de riscos industriais. O conceito do digital *twin* elimina esses obstáculos e fornece uma plataforma para os trabalhadores aprenderem em um ambiente virtual

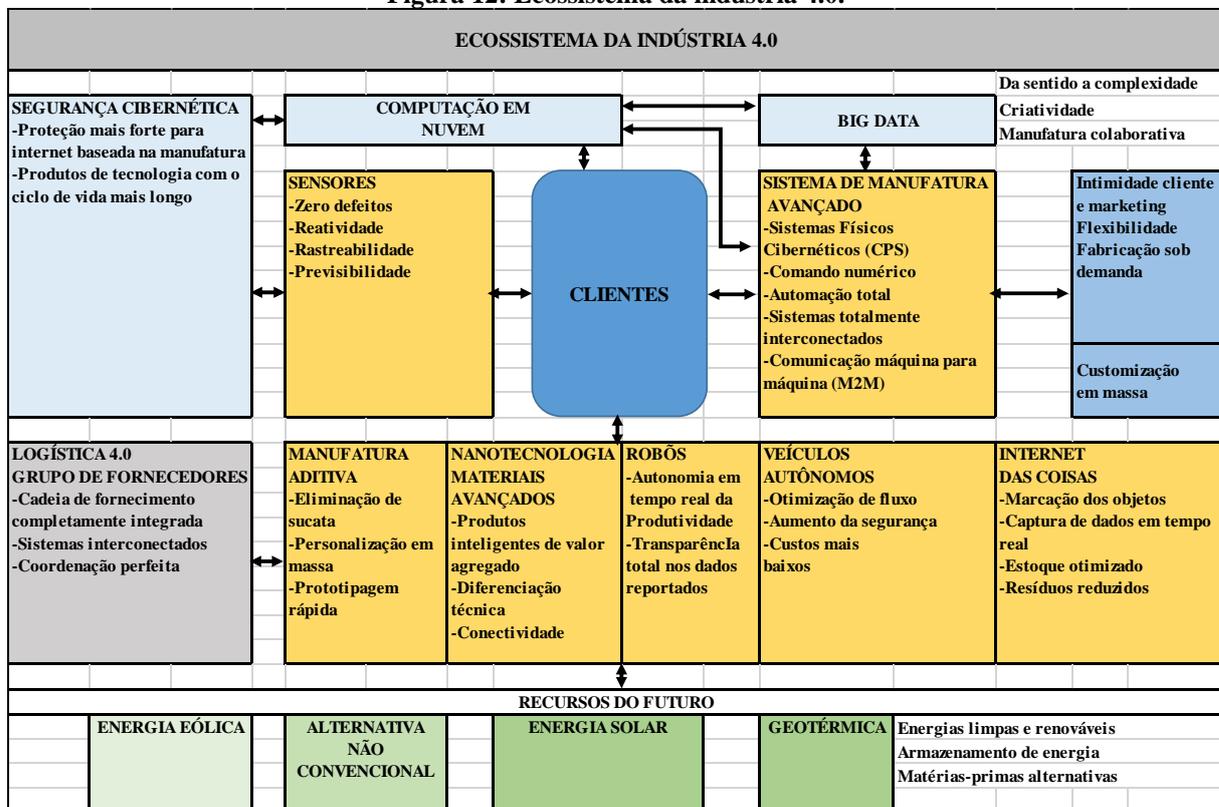
Na indústria 4.0, tecnologias especialmente relevantes incluem aquelas que permitem a aquisição e transferência de dados em tempo real. Tecnologias de identificação automática, como RFID e sistemas de localização em tempo real (RTLS), são adequados para esses fins na indústria de construção naval. Combinando o fluxo digitalizado de informações com etiquetagem de itens, sensores e tecnologia de realidade aumentada podem aumentar a produtividade de um estaleiro, ajudando os operadores a localizar itens muito mais rapidamente do que fazem hoje (Fernandez-Caram et al, 2018). Os principais desenvolvimentos tecnológicos que apoiam a construção e a operação de um navio incluem robôs industriais e tecnologias operadoras de suporte, como realidade aumentada e realidade virtual, e outros tipos de tecnologia visual fornecendo suporte aos operadores, exibindo horários de trabalho, modelos de produtos, instruções de trabalho, etc. em *tablets* ou *wearables*, como óculos e capacetes inteligentes (STRANDHAGEN et al, 2020; JAGUSCH et al, 2019; FERNANDEZ-CARAM et al, 2018; MITTAL et al, 2019; BLANCO-NOVOA et al, 2018).

A disponibilização deste tipo de informação através de *wearables* irá melhorar a produtividade dos trabalhadores em um estaleiro, melhorando também as condições de trabalho e garantindo um melhor local de trabalho com segurança para os trabalhadores do estaleiro por meio de sensores em tempo real fornecendo avisos sobre riscos potenciais nas proximidades de um trabalhador durante trabalhos realizados no chão de fábrica (STRANDHAGEN et al, 2020; JOE e CHANG 2017).

Segundo Strandhagen et al (2020), a digitalização pode ajudar as empresas de construção naval a superar alguns dos desafios atuais relacionados à reutilização, remanufatura e reciclagem de navios. O potencial para fornecer uma visão completa e digital de um navio e seus componentes, além da capacidade de fazer conexões entre os navios existentes que estão atualmente em operação, podem ajudar as empresas a superar os obstáculos relacionados à remanufatura.

Segundo Roland Berger (2017), o Figura 12 apresenta o modelo econômico, social e industrial da indústria 4.0, que mostra a combinação das novas tecnologias da cadeia de valor, desde os fornecedores até os clientes.

Figura 12: Ecossistema da indústria 4.0.



Fonte: Adaptado de BERG (2017).

Para poder trabalhar em fábricas inteligentes, os profissionais precisarão ter várias habilidades e competências. A base do trabalho na era digital é a confiança na tecnologia (Erol et al, 2016). Além disso, os profissionais precisarão ter uma compreensão fundamental dos sistemas de tecnologia de automação e análise de dados. Deverão ter conhecimento interdisciplinar e uma compreensão de sistemas interconectados (Erol et al, 2016; Kagermann et al, 2013). A automação das etapas de processamento aumenta o planejamento e tarefas de controle, que por sua vez exigem mais competência de tomada de decisão das pessoas (Schuh

et al, 2017). Essas habilidades e competências podem ser desenvolvidas e aprimoradas por meio da aplicação de treinamentos e programas de educação, por exemplo, com base em cenários ou *e-learning* (Darbanhosseiniamirkhiz e Ismail, 2012; Erol et al, 2016). Em suma, as empresas devem trabalhar em estreita colaboração com escolas e universidades para que os futuros funcionários possam receber as habilidades e competências exigidas por novos perfis de trabalho (KIEL et al, 2017).

Segundo Roland Berger (2017), apresenta a mudança estratégica da indústria de manufatura influenciada pelo conceito da Indústria 4.0, como: migrando da produção em massa para customização em massa; efeito de escala de volume para unidades localizadas e flexíveis; de fabricação em massa para fabricação através de pedido; de produtos para serviços; de controle de custos para melhor emprego do capital investido; de processos através do controle de atividades para trabalho e organização flexível; de trabalhos em condições pesadas para ambientes flexíveis e agradáveis.

**Quadro 15: Tecnologias impulsionadoras da indústria 4.0.**

TECNOLOGIAS IMPULSIONADORAS DA INDÚSTRIA 4.0								
INDÚSTRIA 4.0	PROJETO DO PRODUTO PROCESSO	MONITORAMENTO CONTROLE			OPERAÇÕES DE FABRICAÇÃO		SERVIÇOS (INTEGRAÇÃO, MANUTENÇÃO)	ORGANIZAÇÃO DE TRABALHO
		Monitoramento Comando	Rastreabilidade	Gerenciamento de fluxo	Precisão	Flexibilidade		
MATURIDADE FUTURA PRECURSORES	Industrialização Virtual	Máquinas e Plantas Interconectadas	Sensores Ativos	Logística Automatizada Internet das Coisas	Máquina "inteligente" (autocorreção)	Manufatura Aditiva Cobotics	Manutenção condicional	Organização de Aprendizagem do Operador Aumentado
	Fábrica Virtual Digitalizada Simulação do Processo de Produção	Monitoramento remoto, aplicativo móvel, bancos de dados compartilhados	Sensores térmicos, higrométricos, de contagem, Outros	GPAO compartilhado	Sensores a laser, interruptores vibratórios, programas corretivos	Impressão 3D, Dispositivos de assistência com IA	Big Data Manutenção Remota	
MATURIDADE EMERGENTE DIFUSÃO LIMITADA	CFAO	Planejamento e gerenciamento centralizado de máquinas	Rastreamento RFID por peça	Logística interna automatizada	Engenharia de precisão	Máquinas multi-suporte e multi-operação	Retrofit	Organização de Dever
	PLM	MES	Gravação a laser, <u>flashcode</u> , chips	GPAO PLM RFID	Esmerilhamento GV, corte a laser, soldagem HF	Centro de transferência	SNC, programas, <u>multi-fuso</u> , outros	Manufatura da Produção
MATURIDADE DISPONÍVEL DIFUSÃO INDUSTRIAL	CAO IAO	Comando Numérico	Gerenciamento de Lote	Digitalização do Fluxo de Pedidos	Técnicas Tradicionais	Máquinas Programadas Desprogramadas	Instalação de Máquinas	Especialização em Tarefas

Fonte: Adaptado de BERG (2017).

#### 2.1.1.13 A construção naval 4.0 (*Shipbuilding* 4.0) e o estaleiro 4.0 (*Shipyards* 4.0)

De acordo com Stanić et al (2018) e Hribernik (2016), o conceito *Shipbuilding* 4.0 surgiu como o seguimento do conceito da Indústria 4.0 aplicável na indústria naval. O

objetivo do *Shipbuilding* 4.0 é um estaleiro inteligente que se caracteriza por adaptabilidade, eficiência de recursos, mas também estreita integração entre armador e o construtor naval com os fornecedores dos estaleiros de cooperação essenciais, os parceiros no negócio e processos de valor.

A construção naval 4.0 irá transformar o projeto, fabricação, operação, transporte, serviços, sistemas de produção, manutenção e cadeias de valor em todos os aspectos da indústria de construção naval. Nos últimos anos, a quarta revolução industrial se espalhou em quase todas as indústrias. O impacto da construção naval 4.0 será significativo. No passado, a indústria de construção naval melhorava continuamente com novas máquinas, *software* e uma nova reestruturação organizacional implementada. Hoje existem três problemas principais que são considerados; eficiência de produção, a segurança do navio, eficiência de custos e conservação de energia e proteção ambiental. Para criar um novo valor, o navio deve se tornar um Navio Inteligente, capaz de “pensar” e ser produzido no processo de construção naval inteligente. A implantação do estaleiro 4.0, apresenta o futuro para o setor naval, criando novo valor no processo, novas demandas com redução do custo de produção e operacional e aumento da eficiência produtiva (STANIĆ et al, 2018).

Os construtores navais têm que projetar e construir navios mais rápido e melhor do que nunca antes fabricado. Isso requer uma abordagem totalmente diferente para a concepção e construção do navio. Os construtores navais precisam atender às expectativas do armador para modernizar rapidamente a frota com as soluções de sistemas de eficiência energética no navio (STANIĆ et al, 2018; MANHART, 2015).

Na era do estaleiro 4.0, os estaleiros usarão o poder dos algoritmos do mundo digital de big data, aprendizado de máquina e previsão analítica para aumentar sua capacidade de prever o futuro. Os algoritmos permitem ter conhecimento dos resultados futuros a partir dos dados coletados. A disponibilidade dos dados digitais coletados desde o projeto básico até a operação dos navios no *Shipyards* 4.0 será essencial. Descontinuidades no fluxo de dados causarão perdas de lucros. (STANIĆ et al, 2018; HOCK, 2015).

De acordo com Strandhagen et al (2020), as soluções digitais mais desenvolvidas para a indústria da construção naval são aquelas que abordam os desafios dos fornecedores e fases de logística, fabricação e montagem. Das soluções identificadas, o uso de RFID para rastrear materiais (Pero e Rossi, 2014) e o desenvolvimento de suporte através da realidade virtual e realidade aumentada (Blanco-Novoa et al, 2018) são aquelas que estão mais próximas de se tornarem uma prática comum. Por outro lado, várias das soluções permanecem em fase piloto (Fernandez-Caram et al, 2018; Blanco-Novoa et al, 2018) ou em um nível conceitual ou de

desenvolvimento de sistema (DALLASEGA, RAUCH e LINDER, 2018; JOE e CHANG, 2017; ANG et al, 2017; JHA, 2016). Apenas algumas implementações industriais em estágio inicial foram identificadas (JAGUSCH, SENDER e FLÉ UGGE, 2019; PERO e ROSSI, 2014). A este respeito, as estruturas existentes, como proposto por Frank, Dalenogare e Ayala (2019), pode ser útil no direcionamento do setor industrial através implementação dessas possíveis soluções digitais na indústria de construção naval. Este nível inclui serviços em nuvem, conectividade aprimorada, monitoramento e controle de produtos, integração vertical de sistemas internos de TI e o estabelecimento de plataformas digitais internas (FRANK, DALENOGARE e AYALA 2019).

Rivas (2018), realizou estudo com objetivo de aplicar o conceito da indústria 4.0 na indústria naval como estaleiro 4.0 neste estudo contou com diversos projetos suportado pelo processo de implantação no estaleiro NAVANTIA na Espanha e na Colômbia este projeto teve como objetivo entregar os seguintes resultados: Criação de uma indústria de construção naval sustentável que fornecerá a capacidade futura da Marinha por meio de um processo incremental de baixo risco; instalações modernas que fornecerão produtos competitivos internacionalmente; moderna infraestrutura de TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) que dará suporte aos gêmeos digitais dos navios; criação de nova força de trabalho qualificada e capaz de enfrentar os novos desafios industriais.

As tecnologias digitais transformadoras identificadas por Rivas (2018), e consideradas como elementos chave foram:

- A digitalização de todas as máquinas das oficinas permitirá a integração vertical por meio de sistemas de informação, permitindo a otimização da manutenção das máquinas e do consumo de energia;
- A robótica colaborativa permitirá que pessoas e robôs trabalhem juntos. Uma série de tarefas será automatizada, desde as mais difíceis e repetitivas, até o controle de qualidade ou mesmo administrativo;
- A manufatura aditiva, ou impressão 3D, permitirá a fabricação de peças de componentes complexos a partir de um modelo 3D com a mesma simplicidade da impressão em folha de papel;
- A realidade virtual permitirá o desenvolvimento de um 'gêmeo digital' ou navio 0 a ser criado e totalmente explorado antes da construção física;
- A realidade aumentada permitirá que os trabalhadores acessem facilmente todas as informações sobre qualquer componente específico;

- A mineração de dados permitirá a extração de informações significativas de uma grande quantidade de dados (big data) gerados na integração horizontal e vertical do Estaleiro 4.0;
- A Internet das Coisas conectará todas as partes interessadas do Estaleiro 4.0: pessoas, produtos e instalações dentro do estaleiro físico ou em todo o mundo. Isso poderia incluir cadeias de abastecimento geograficamente dispersas ou permitir a conexão de estaleiros;
- Computação em nuvem segura removerá as fronteiras para armazenamento, computação e troca de informações existentes;
- Cibersegurança garantirá a proteção de todas as informações;
- A modelagem virtual otimizará os navios e as configurações de seus sistemas com antecedência, bem como simulará os processos de produção necessários para sua fabricação. O gêmeo digital será a pedra angular de todo o processo ao longo de todo o ciclo de vida dos navios;

Todas essas medidas irão traduzir diretamente em uma melhoria significativa da saúde e segurança pessoal, proteção ambiental e uma otimização do consumo de energia; a utilização de sensores de processos de produção *online* e a inserção de robôs especializados, bem como *big data* e *data mining*, permitirão a identificação antecipada de defeitos e erros a serem corrigidos com antecedência. Isso melhorará muito a garantia de qualidade e reduzirá o risco inerente a programas complexos.

A inteligência e conectividade a bordo dos navios e seus sistemas durante a construção serão mantidos após a entrega aos proprietários, permitindo o envolvimento entre o navio inteligente e o estaleiro 4.0 ao longo de sua vida, permitindo a sustentação inteligente e novos modelos de negócios (RIVAS, 2018).

O ambiente altamente complexo – para os campos técnico e de gestão – o gêmeo digital ou navio zero será a pedra angular do conceito do Estaleiro 4.0. Permitirá a simulação de novos produtos e desenvolvimentos de processos em estações de trabalho virtuais. Isso inclui considerações pessoais e a redução de riscos à saúde e à segurança (RIVAS, 2018; PORTER e HEPPELMANN, 2015).

Sotano et al (2020) realizou estudo de caso no estaleiro NAVANTIA na Espanha e identificou 13 tecnologias facilitadoras chave (KETs) como suporte à implantação da transformação digital no estaleiro 4.0, dentre elas. O Quadro 16 apresenta as 13 tecnologias facilitadoras chave.

**Quadro 16: As 13 tecnologias facilitadoras chave da indústria 4.0.**

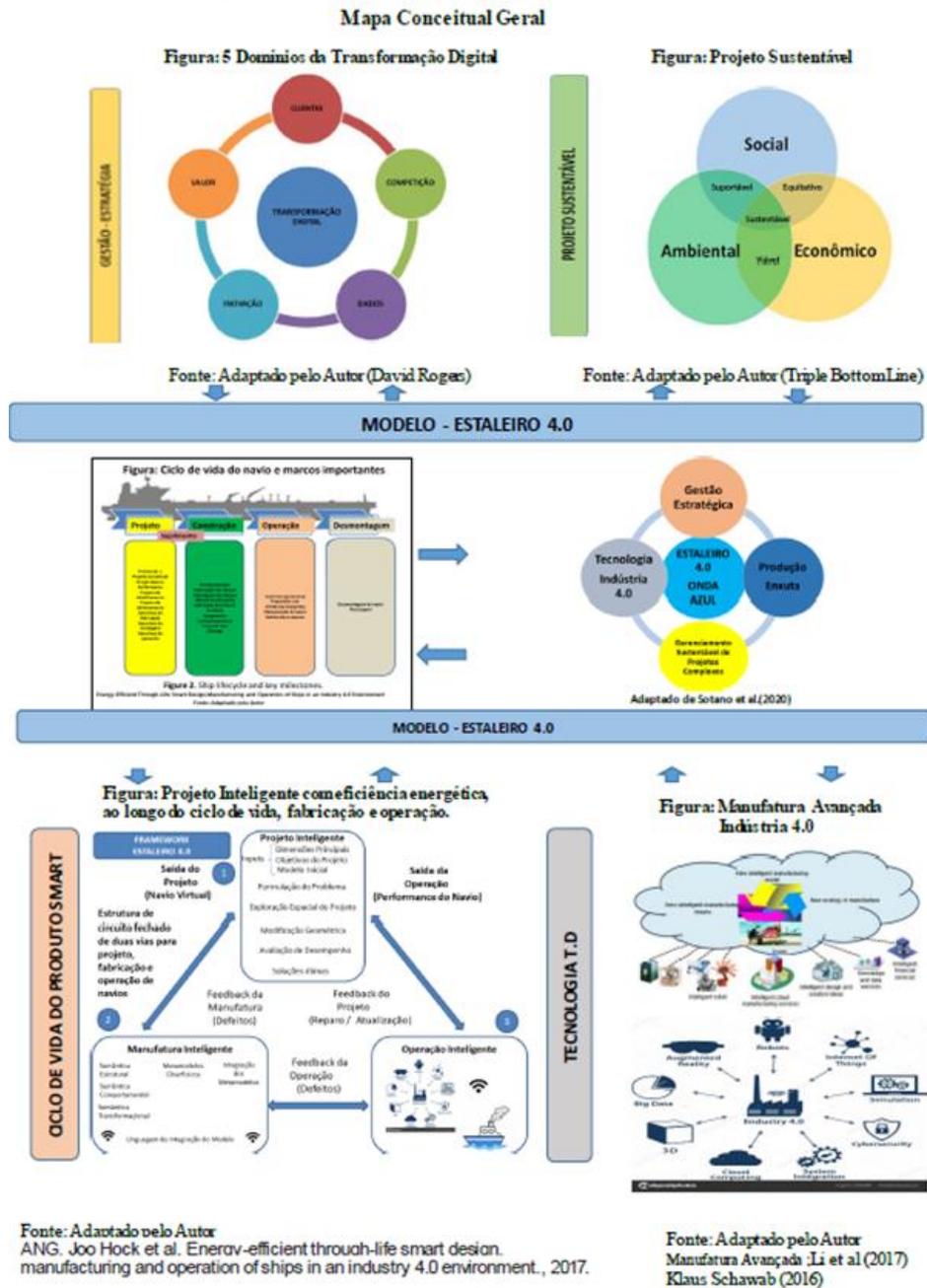
Tendências da transformação digital no Setor de Construção Naval		
Item	13 KETS	Descrição
1	Robótica Colaborativa Cobots	Os robôs da indústria 4.0 precisam ser mais flexíveis e autônomos, o uso de sensores avançados torna possível a integração entre o robô e o operador, resultando em robôs colaborativos ou cobots.
2	Manufatura aditiva Impressão 3D	A impressão 3D é um processo de fabricação também conhecido como fabricação aditiva. Consiste na fabricação de uma peça adicionando camada de material por camada.
3	Realidade Virtual e Aumentada	A realidade virtual implica uma imersão total do ser humano estar dentro de um mundo virtual usando um dispositivo especial conectado a uma simulação. A realidade aumentada converge o mundo real com o virtual por meio de um dispositivo, adicionando dados do sistema virtual (ou gêmeo digital)
4	Veículo Guiados Autônomo (AGV)	Veículos autônomos guiados são usados para processar e transportar mercadorias dentro de um ambiente de fábrica. Eles são considerados inteligentes devido à sua capacidade de tomada de decisão descentralizada para evitar colisões e estabelecer o melhor planejamento do caminho possível para chegar ao seu destino
5	Novos Materiais	O desenvolvimento de novos materiais, como os baseados em carbono composto plástico reforçado com fibra de vidro, polímeros ou novas ligas de metal, facilita para redesenhar o produto do setor de construção naval para adicionar ou substituir vários componentes.
6	Modelagem e Simulação (M&S) Gêmeo Digital	Uma simulação é a imitação da operação de um mundo real através de um processo ou sistema ao longo do tempo
7	Plataforma Digital	A plataforma digital é a resposta que a Navantia deu as integrações horizontais e verticais que envolvem todas as partes interessadas que participa do processo de produção, incluindo marketing, operações da cadeia de abastecimento, ou engenharia, entre outros. Para possibilitar essa integração, uma plataforma digital, auxiliada pela computação em nuvem, é a resposta perfeita para reunir todos os agentes, tanto do fornecedor como do cliente
8	Internet das Coisas IOT	A IoT se refere à conectividade de cada dispositivo dentro de uma rede que é capaz de gerar dados de sensores ou dispositivos eletrônicos incorporados, que são enviados posteriormente para a nuvem por meio de um sistema de transmissão
9	Big Data e Analytics	São tecnologias que permitem a captura, agregação, e processamento da quantidade de dados cada vez maiores, recebidos pelos diferentes sistemas
10	Nuvem	A nuvem é essencialmente uma infraestrutura de rede que suporta a interconexão da Indústria 4.0 por meio de servidores e tecnologias de computação em nuvem
11	Blockchain	Blockchain é uma tecnologia que pode ser usada em qualquer transação digital que termina a decorrer no futuro Estaleiro 4.0
12	Cibersegurança	A grande quantidade de informações que são enviadas de diferentes dispositivos para a nuvem e trás e cria novas oportunidades e vulnerabilidades para as empresas industriais. A evolução da segurança para o mundo virtual é necessária, dando origem à cibersegurança, que visa aumentar os níveis de segurança em ambientes IoT.
13	Inteligência Artificial IA	Sistemas que exibem comportamento inteligente ao analisar seu ambiente e ações (com algum grau de autonomia) para atingir objetivos específicos

Fonte: Adaptado de SOTANO et al (2020).

Na Figura 13 apresenta-se o Mapa Conceitual Geral do Estaleiro 4.0, onde temos os pilares da transformação digital dentre eles observa-se os 5 domínios que são clientes, competição, dados, inovação, valor (CCDIV); o projeto sustentável temos o tripé da

sustentabilidade, social (pessoas), meio ambiente e econômico; ciclo de vida do produto *smart*; onde temos o projeto inteligente, manufatura inteligente e operação inteligente; indústria 4.0 onde temos as tecnologias habilitadoras do setor.

**Figura 13: Mapa conceitual geral do estaleiro 4.0.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Na Figura 14, apresenta-se os elementos chave do estaleiro 4.0, que são; a gestão estratégica, tecnologias facilitadoras proporcionadas pela indústria 4.0, o gerenciamento sustentável de projetos complexos e a produção enxuta.

Figura 14: Estaleiro 4.0



Fonte: Elaborado pelo Autor.

### ANÁLISE INTEGRADA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO ESTALEIRO 4.0

O Quadro 17 apresenta o mapa conceitual da tese, neste incluem-se: I) os pilares da transformação digital, divididos em 4 categorias e 14 subcategorias (Estratégia - clientes, competências, dados, inovação, valor, pessoas; Projeto Sustentável – social, ambiental, econômico; Ciclo de Vida do produto *Smart* – Projeto inteligente, manufatura inteligente, operação inteligente; Estaleiro 4.0 – gestão e indústria 4.0). II). Os conceitos e sub conceitos para a implantação do Estaleiro 4.0, identificados nas pesquisas bibliográficas e entrevistas realizadas.

Realizou-se a interpolação dos dados do mapa conceitual com o resultado do Grau de Relevância dos Pilares da Transformação Digital na Opinião dos Especialistas, apresentado na Tabela 3, e obtendo-se o Gráfico 1 e o Gráfico 2.

O Quadro 18 apresenta os critérios de priorização para avaliação da relevância dos Pilares da T.D na visão dos especialistas.

Pode-se observar a importância dada no resultado da pesquisa onde clientes, gestão e a implantação da indústria 4.0, como mostrado na Tabela 3 demonstra-se esta necessidade de priorização da T.D na indústria naval.

Na Figura 15 apresenta-se os pilares para transformação digital na indústria de construção naval

Quadro 17: Análise integrada da transformação digital do estaleiro 4.0.

PILARES DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL															
ANÁLISE INTEGRADA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL PARA O ESTALEIRO 4.0 MAPA CONCEITUAL		ESTRATÉGIA					PROJETO SUSTENTÁVEL			CICLO DE VIDA DO PRODUTO SMART			ESTALEIRO 4.0		
		Clientes(A)	Competição(B)	Dados C	Inovação(D)	Valor(E)	Pessoas(F)	Social(G)	Ambiental(H)	Econômico(I)	Projeto Inteligente (J)	Manufatura Inteligente (K)	Operação Inteligente(L)	Gestão(M)	Indústria 4.0(N)
PALAVRAS CHAVE / CONCEITOS / SUB CONCEITOS	Gestão Eficaz	Gestão Estratégica (1)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Pessoas motivadas (2)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Mão de Obra Qualificada e Capacitada (3)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Trabalho em equipe (4)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Planejamento (5)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Controle (6)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Segurança do Trabalho como Prioridade (7)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Sistema de Gestão Total (8)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Alta Produtividade (9)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Projetos entregues no Prazo (10)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Projetos entregues no Custo (11)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Baixa Demanda (12)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Lazer (13)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Tecnologia (14)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Treinamento (15)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Educação (16)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Conhecimento (17)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Sustentabilidade (18)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Impactos Operacionais	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Projeto no Meio Ambiente (19)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Gestão Sustentável de Projetos Complexos (20)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Indicadores (21)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Novos modelos de gestão (22)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Maturidade do mercado (23)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Mudança de mentalidade (24)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Mudança disruptiva (25)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Organizações tradicionais (26)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Organização exponencial (27)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Novos modelos de comunicação (28)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Inovação (29)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Complexidade (30)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Resiliência (31)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Motivação (32)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Espírito de Equipe (33)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Novos processos de aprendizagem (34)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Autonomia (35)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Propósito de Vida (36)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Educação (37)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Treinamento (38)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Novos Líderes (39)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Novos Sociedades (40)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Terceira geração (41)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Características (42)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Resiliência (43)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	RFI (44)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Necessas de segurança do trabalho (45)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Cláusula Laboral (46)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Planejar antes de fazer (47)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Análise de riscos (48)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Planejamento (49)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Indicadores (50)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Defeitos menos (51)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Motivação do colaborador (52)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Cultura organizacional (53)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Comunicação efetiva (54)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Controle da produção (55)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Fluxo dos processos (56)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Padronização dos processos (57)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Lean Manufacturing (58)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Novas formas de pensar o universo da produção (Novos processos) (59)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Aprender processos de produção antigos (Metodologia) (60)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Liderança (61)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Definição de responsabilidades (62)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Validação do colaborador (63)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Eficiência operacional (64)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Treinamento (Qualificação) (65)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Inovação (66)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Investimento em Tecnologia (67)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Investimento em Ferramentas (68)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Entrega Agil (69)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Omnichannel Social ( Person ) (70)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Omnichannel Ambiental (71)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Omnichannel Econômico (72)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Inovação (73)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Robótica Avançada (74)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Sensores (75)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Digitalização (76)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Internet das coisas ( IOT ) (77)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Simulação (78)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Sistema Integrado (79)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Manufatura Aditiva / impressão 3D (80)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Inteligência Artificial (81)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Logística Autônoma (82)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Cloud Computing (83)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Big Data (84)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Analytics (85)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Realidade aumentada (86)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
Segurança cibernética (87)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
TOTAL (Máximo) = 4.350 TOTAL (Mínimo) = 870	3840	3840	3840	3840	3840	3880	3870	3870	3870	3970	3970	3830	3830	3980	

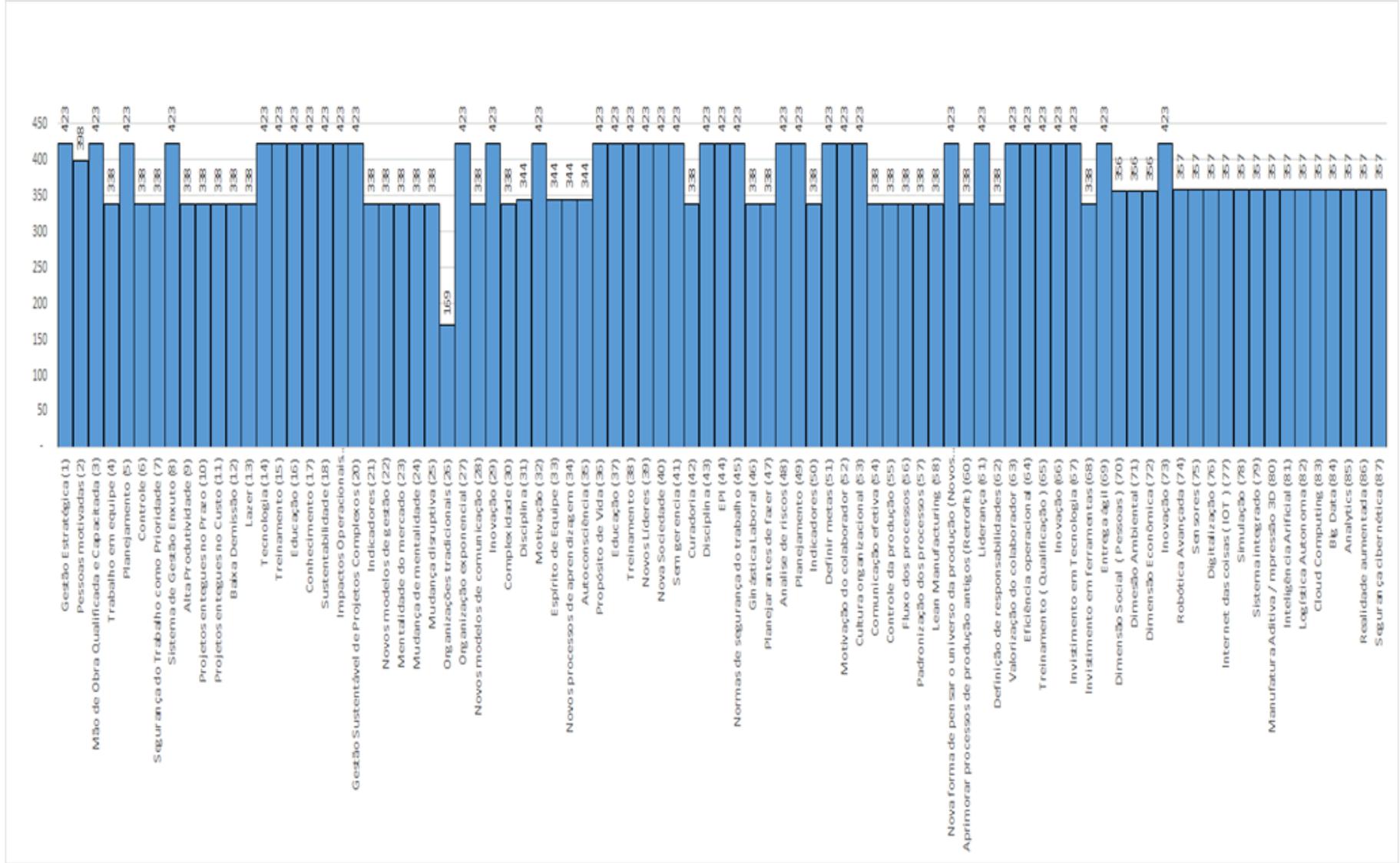
Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Tabela 3: Grau de relevância dos pilares da transformação digital na opinião dos especialistas.**

ITEM	DESCRIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	TOTAL
<b>A</b>	Clientes	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	700
<b>B</b>	Competição	40	30	40	50	40	50	50	30	40	40	40	40	40	40	570
<b>C</b>	Dados	40	30	40	50	50	50	40	40	30	40	50	50	50	50	610
<b>D</b>	Inovação	40	30	50	40	40	50	40	40	40	40	40	50	40	40	580
<b>E</b>	Valor	40	30	40	40	50	40	40	40	30	50	40	30	30	30	530
<b>F</b>	Pessoas	40	30	50	50	40	40	50	50	50	40	30	50	40	40	600
<b>G</b>	Social	30	30	50	40	40	40	50	40	50	30	40	40	40	40	560
<b>H</b>	Ambiental	30	30	50	50	40	40	50	40	40	30	40	40	40	40	560
<b>I</b>	Econômico	30	30	40	50	50	40	50	40	40	40	50	40	40	50	590
<b>J</b>	Projeto Inteligente	50	40	50	50	50	40	40	50	30	50	50	40	50	40	630
<b>K</b>	Manufatura Inteligente	50	40	40	50	50	40	40	40	30	50	50	50	50	40	620
<b>L</b>	Operação Inteligente	50	40	40	50	50	40	40	40	30	40	50	50	50	40	610
<b>M</b>	Gestão	50	40	50	50	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	660
<b>N</b>	Indústria 4.0	50	40	40	50	50	50	50	40	30	50	50	40	50	50	640
<b>TOTAL (700)</b>		<b>590</b>	<b>490</b>	<b>630</b>	<b>670</b>	<b>640</b>	<b>610</b>	<b>630</b>	<b>590</b>	<b>540</b>	<b>600</b>	<b>630</b>	<b>620</b>	<b>620</b>	<b>600</b>	

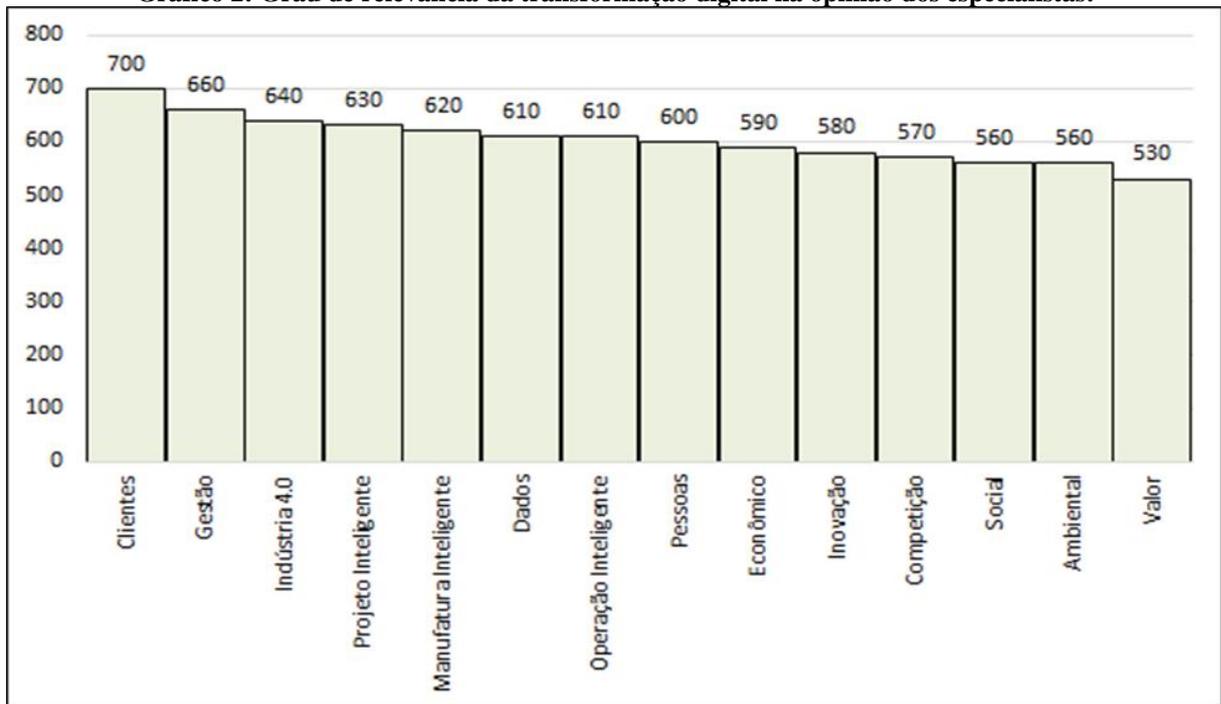
**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Gráfico 1: Palavras-chave / Conceitos / Sub-conceitos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Gráfico 2: Grau de relevância da transformação digital na opinião dos especialistas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Quadro 18: Critérios de priorização para avaliação da relevância dos pilares da T.D.

Critérios de Avaliação de Relevância		
<b>1</b>		
1	Negócio / Indústria	
2	Cliente / Mercado	
3	Ambiente	
<b>2</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	
<b>3</b>		
1	Ambiente	
2	Cliente / Mercado	
3	Negócio / Indústria	
<b>4</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>5</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	
<b>6</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>7</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>8</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	
<b>9</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>10</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>11</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	
<b>12</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Ambiente	
3	Negócio / Indústria	
<b>13</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	
<b>14</b>		
1	Cliente / Mercado	
2	Negócio / Indústria	
3	Ambiente	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Figura 15: Pilares para transformação digital na indústria naval.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

## 2.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada permitiu identificar as principais e mais atuais pesquisas relacionadas com tema da implantação da transformação digital na indústria naval. Buscou-se apresentar os principais resultados dos principais autores e os conceitos e subconceitos chave identificados na pesquisa bibliográfica exploratória realizada.

Para implantação do estaleiro 4.0, o autor entende que é necessário combinar uma estratégia organizacional que considere a gestão sustentável de processos complexos, com mão obra qualificada e capacitada, para suportar a manufatura utilizando o ciclo de vida do produto *Smart*, aplicando o modelo do sistema de produção enxuta, de forma a suportar a implementação dos conceitos da transformação digital na indústria da construção naval.

### 3. METODOLOGIA CIENTÍFICA DA PESQUISA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é apresentada a metodologia científica de pesquisa utilizada. Inicialmente descreveu-se o delineamento da pesquisa. Em seguida são apresentados os métodos de pesquisa utilizados ao longo da tese: pesquisa exploratória de campo e teoria fundamentada, pesquisa bibliográfica e *survey* (questionário). No Quadro 19 apresenta-se os elementos definidos para o processo metodológico desta pesquisa.

**Quadro 19: Elementos estruturais da pesquisa.**

ELEMENTOS CONSIDERADOS NO PROCESSO METODOLÓGICO						
Filosofia da pesquisa	Lógica da Pesquisa	Abordagem problema	Objetivos da pesquisa	Estratégia da pesquisa	Horizonte de tempo	Coleta de dados
Fenomeno lógica	Dedutiva (Fatos, achados, bibliografia, entrevistas)	Mista (Qualitativa e quantitativa)	Descritiva e Exploratória	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesquisa exploratória de campo</li><li>• Teoria fundamentada</li><li>• Bibliográfica</li><li>• <i>Survey</i> Questionário</li></ul>	Transversal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entrevista</li><li>• Documentos</li><li>• Questionário</li><li>• Observação</li></ul>

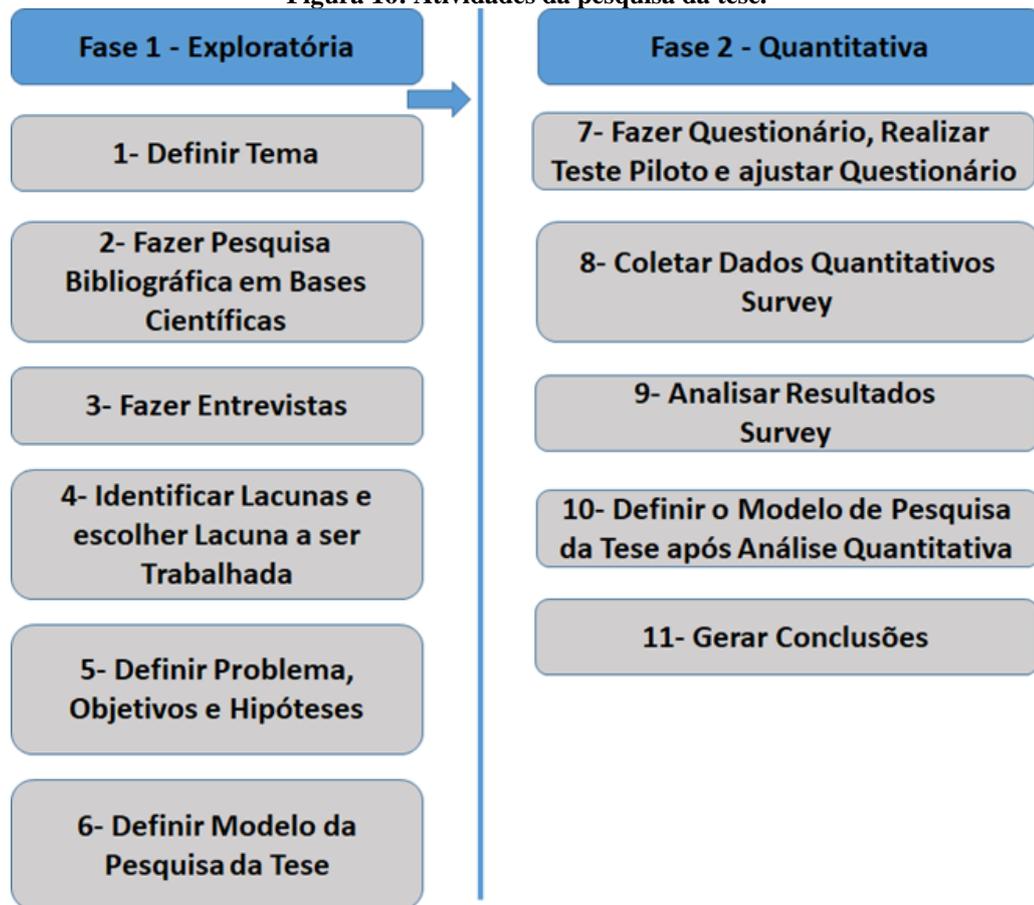
**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

##### 3.1.1 Delineamento da pesquisa

Delineamento da pesquisa é o processo utilizado para pesquisa bibliográfica, análise léxica e de conteúdo para definição dos *gaps* (lacunas) da literatura e escolha para definição do problema da tese.

Esta pesquisa está estruturada em 2 fases e 11 atividades conforme apresentado na Figura 16, utilizando com base a proposta de Gray (2012). Inicia-se com a atividade 1, que foi a escolha do tema, e seguindo as demais atividades de pesquisa qualitativa e quantitativa, definição do modelo proposto, e ajustes do mesmo. As demais etapas, seguintes a etapa de definição do Tema, serão detalhadas nos demais capítulos.

Figura 16: Atividades da pesquisa da tese.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Nesta pesquisa desenvolveu-se a pesquisa bibliográfica em paralelo com a pesquisa qualitativa, do tipo exploratória, de forma a identificar o problema de pesquisa a ser explorado.

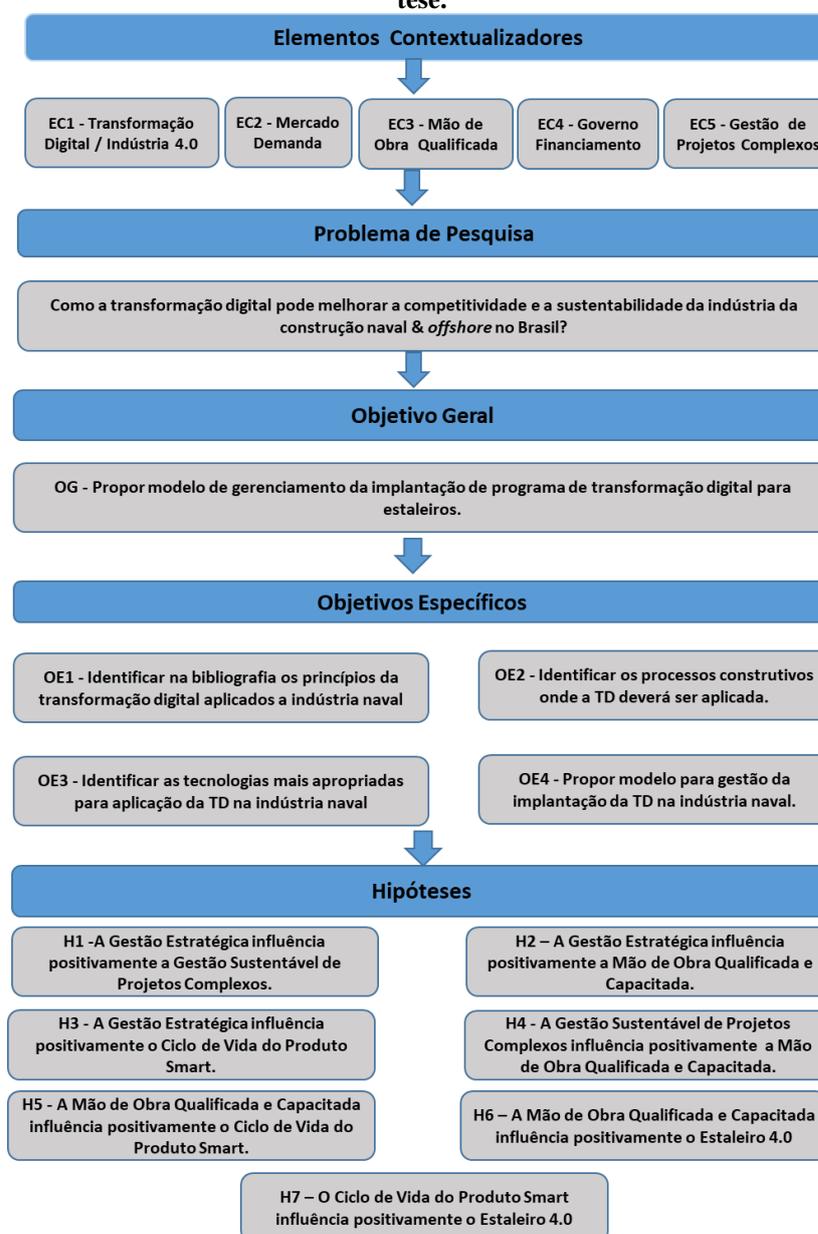
A definição do problema a ser tratado nesta pesquisa foi resultado da identificação de lacunas na pesquisa bibliográfica, sendo estas oriundas dos achados de experiências de outras pesquisas científicas. A estes achados foram adicionados os achados identificados na pesquisa exploratória, resultado das entrevistas realizadas com os especialistas sobre suas experiências reais e percepções, a partir de vivências e conhecimento prático.

Segundo Farias Filho (2009), a avaliação do resultado das buscas realizadas na etapa de Exploração Bibliográfica e na Pesquisa Exploratória, em função das lacunas teóricas e práticas definidas, auxilia a formulação do Problema da Pesquisa.

### 3.2 RELAÇÃO ENTRE OS OBJETIVO GERAL E OS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Apresenta-se na Figura 17 a relação entre os elementos contextualizadores, o problema de pesquisa, o objetivo geral, os objetivos específicos e as hipóteses da tese. O presente trabalho apresenta objetivos específicos (objetivos secundários) que serão desenvolvidos, buscando atender o objetivo geral, ou seja, encontrar uma possível solução para o problema de pesquisa.

**Figura 17: Associação entre os Elementos Contextualizadores, Problema de Pesquisa e Objetivo Geral da tese.**

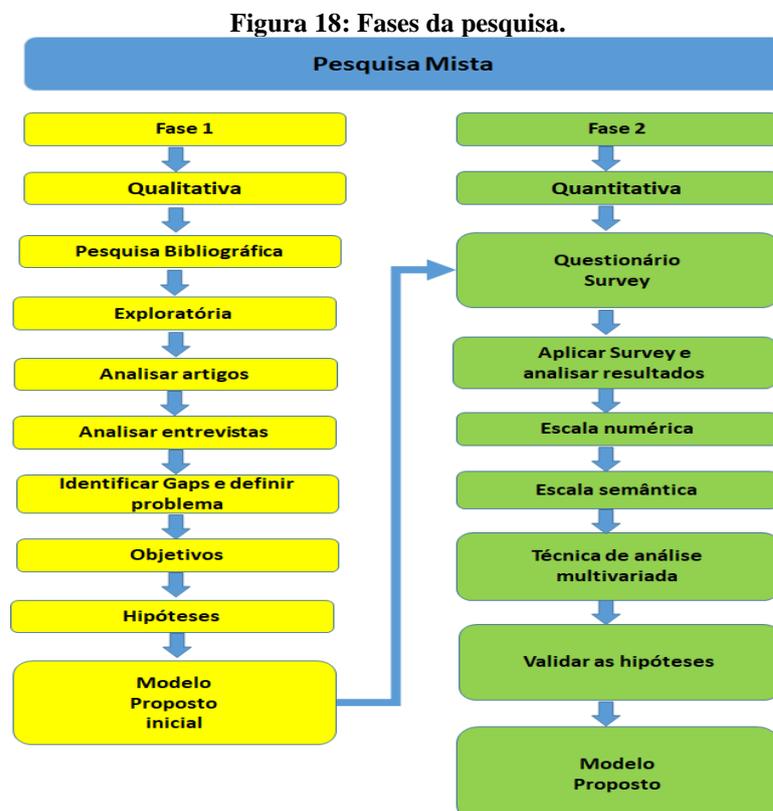


Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3 ELEMENTOS ESTRUTURAIS DA METODOLOGIA DE PESQUISA DA TESE

Esta pesquisa foi desenvolvida em 2 fases, conforme Figura 18 utilizando a abordagem mista. Esta abordagem foi escolhida pois utiliza os pontos fortes das pesquisas qualitativa e quantitativa, e também devido à complexidade dos problemas abordados em pesquisas das ciências sociais e da saúde, não sendo adequado utilizar apenas uma abordagem qualitativa ou quantitativa. Outra contribuição é pela característica interdisciplinar da pesquisa, que contribui para a formação de equipes de pesquisa que são compostas por indivíduos que possuem interesses e abordagens metodológicas diferentes. A combinação dos métodos qualitativo e quantitativo, também nos fornece mais intuições, vem como sua combinação, proporciona maior compreensão dos problemas de pesquisa (CRESWELL, 2010).

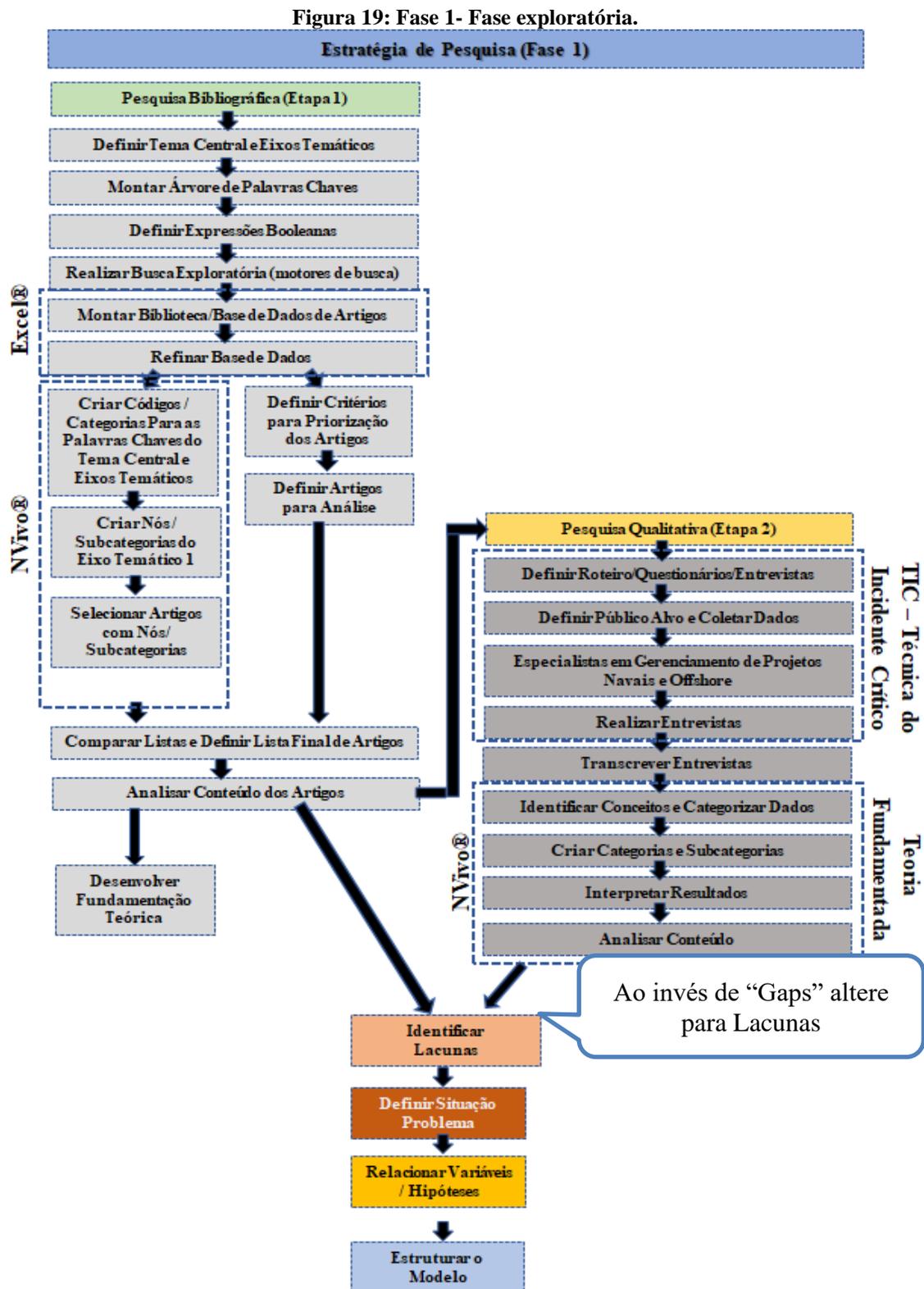
A Fase 1 exploratória tem o propósito de definir o Problema, os Objetivos e as Hipóteses. Ao Final desta fase será proposto o modelo conceitual. Na Fase 2 de caráter quantitativo será construído questionário tipo *Survey* a partir do modelo proposto, será definida uma escala numérica e semântica e escolhida uma técnica de Análise multivariada para validar as hipóteses. Na análise quantitativa, após a validação das hipóteses o modelo será ajustado.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3.1 Etapa 1: Fase Exploratória - Pesquisa bibliográfica e qualitativa

A Figura 19 apresenta os passos da fase exploratória.



Fonte: Adaptado de TOLEDO (2020).

### 3.3.1.1 Etapa 1- pesquisa bibliográfica

Utilizou-se o *software* Nvivo como suporte para analisar o conteúdo dos artigos selecionados com seu arquivo PDF baixado:

- 1) Pegar palavras mais frequentes
  - a. Execução da função de Consulta frequência de palavras com tamanho mínimo de 6 letras
  
- 2) Identificar onde apareceram
  - a. Execução da função Pesquisa de Texto para as palavras-chave do tema central e dos eixos temáticos:
    - 2.1) Tema Central: *Digital Transformation*
    - 2.2) Eixos Temáticos:
      - 2.2.1) Eixo 1 – *Effective Management*
        - 2.2.1.1) *People*
        - 2.2.1.2) *Labor Safety*
        - 2.2.1.3) *Productivity*
        - 2.2.1.4) *Sustainability*
      - 2.2.2) Eixo 2 – *Industry 4.0*
        - 2.2.2.1) *Intelligent Manufacturing*
        - 2.2.2.2) *Automation*
        - 2.2.2.3) *Digital Shipbuilding*
  
- 3) Selecionar sentenças onde apareceram as palavras alinhadas ao tema central da pesquisa
  - a. Execução da função Pesquisa de Texto para as sentenças selecionadas
  
- 4) Identificar principais palavras/códigos
  - a. Execução da função Criar Memo para registrar possíveis códigos a serem criados associados aos artigos onde aparecem as sentenças selecionadas
  
- 5) Salvar principais parágrafos como códigos
  
- 6) Verificar textos onde aparecem mais vezes
  
- 7) Buscar códigos das entrevistas nas palavras mais frequentes dos artigos

8) Fazer um resumo dos achados

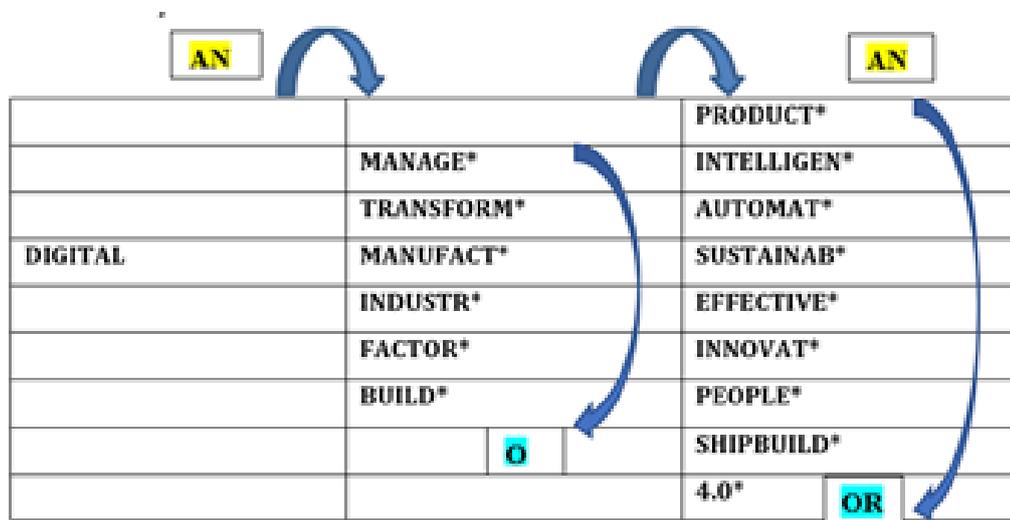
Obs: As etapas são registradas e organizadas como um tutorial sobre as decisões tomadas, detalhando o passo-a-passo.

### 3.3.1.2 Definir expressões booleanas

Eixo 1 - *Effective Management*:

Eixo 2 - *Industry 4.0*:

#### CONSTRUÇÃO DAS BOOLEANAS:



((digital AND (manage\* OR transform\* OR manufact\* industr\* OR factor\* OR build\*) AND (product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0")))

### 3.3.1.3 Realizar busca exploratória (motores de busca)

A) SCOPUS (busca realizada em 28/05/2020):

Eixo 1 – *Effective Management*

Eixo 2 - *Industry 4.0*

B) Resultado da busca dos arquivos:

**1º Filtro:** Considerando todos os anos desde 1953 até 2020

Total de artigos pesquisados = **8059**

Portal\_periodicos\_CAPES x Scopus - Document search result x

www-scopus-com.ez24.periodicos.capes.gov.br/results/results.uri?numberOfFields=0&src=s&clickedLink=&edit=&editSaveSearch=&origin=searchbasic&autho...

Apps Android Nova guia

Scopus Search Sources Lists SciVal ? ? ? Create account Sign in

## 8,059 document results

TITLE-ABS-KEY(((digital AND (manage\* OR transform\* OR manufact\* AND industr\* OR factor\* OR build\*) AND (product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* AND effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0"))))

Edit Save Set alert Set feed

Search within results...

Documents Secondary documents Patents View Mendeley Data (1250848)

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

Limit to Exclude

Access type

Open Access (1,196) >

Other (6,863) >

Document title	Authors	Year	Source	Cited by
1 Looking to the future of commerce: retail transformation as connected consumers embrace smart homes and smart stores	Morrison, G., Marcotte, D.	2020	Journal of Brand Strategy 8(3), pp. 265-273	0

**2º Filtro:** Considerando desde 2011 (Indústria 4.0, termo cunhado na feira de Hannover na Alemanha) até 2020

Total de artigos pesquisados = **6011**

www-scopus-com.ez24.periodicos.capes.gov.br/results/results.uri?numberOfFields=0&src=s&clickedLink=&edit=t&editSaveSearch=&origin=searchbasic&autho...

Apps Android Nova guia

Scopus Search Sources Lists SciVal ? ? ? Create account Sign in

## 6,011 document results

TITLE-ABS-KEY(((digital AND (manage\* OR transform\* OR manufact\* AND industr\* OR factor\* OR build\*) AND (product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* AND effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0")))) AND PUBYEAR > 2010

Edit Save Set alert Set feed

Search within results...

Documents Secondary documents Patents View Mendeley Data (9654)

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

Limit to Exclude

Access type

Document title	Authors	Year	Source	Cit
----------------	---------	------	--------	-----

**3º Filtro:** Considerando desde 2015 (considerando os últimos 6 anos) até 2020

Total de artigos pesquisados = **4811**

The screenshot shows the Scopus search results page for 1,222 documents. The search criteria are displayed as a complex Boolean string: `TITLE-ABS-KEY((digital AND (manage* OR transform* OR manufact* AND industr* OR factor* OR build*) AND (product* OR intelligen* OR automat* OR sustainab* AND effective* OR safe* OR innovat* OR people OR shipbuilding OR "4.0"))) AND DOCTYPE(ar) AND PUBYEAR > 2014 AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PSYC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "HEAL") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHAR") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "NURS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "IMMU") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DFNT") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "VETE")) AND (EXCLUDE(LANGUAGE, "Chinese") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "German") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Russian") OR ... View all`. The interface includes a search bar, navigation tabs for Documents, Secondary documents, and Patents, and a table of results.

Document title	Authors	Year	Source	Cited
[Results are truncated in the image]				

**4º Filtro:** Considerando desde 2015(considerando os últimos 6 anos e deixando somente artigos) até 2020

Total de artigos pesquisados = **1793**

The screenshot shows the Scopus search results page for 1,793 documents. The search criteria are: `TITLE-ABS-KEY((digital AND (manage* OR transform* OR manufact* AND industr* OR factor* OR build*) AND (product* OR intelligen* OR automat* OR sustainab* AND effective* OR safe* OR innovat* OR people OR shipbuilding OR "4.0"))) AND DOCTYPE(ar) AND PUBYEAR > 2014`. The first result is visible in the table below.

Document title	Authors	Year	Source	Cited
1 The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model	Li, Y., Dai, J., Cui, L.	2020	Internatic Journal of Productio	

**5º Filtro:** Considerando desde 2015 (considerando os últimos 6 anos e deixando somente artigos e excluindo algumas áreas temáticas ) até 2020

Total de artigos pesquisados = **1473**

Filter by subject area

Subject Area	Count	Subject Area	Count	Subject Area	Count
<input type="checkbox"/> Engineering	(885) >	<input type="checkbox"/> Agricultural and Biological Sciences	(98) >	<input checked="" type="checkbox"/> Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	(18) >
<input type="checkbox"/> Computer Science	(515) >	<input type="checkbox"/> Earth and Planetary Sciences	(84) >	<input type="checkbox"/> Multidisciplinary	(16) >
<input type="checkbox"/> Business, Management and Accounting	(400) >	<input type="checkbox"/> Physics and Astronomy	(83) >	<input checked="" type="checkbox"/> Nursing	(12) >
<input type="checkbox"/> Social Sciences	(314) >	<input type="checkbox"/> Mathematics	(81) >	<input checked="" type="checkbox"/> Immunology and Microbiology	(6) >
<input type="checkbox"/> Environmental Science	(191) >	<input checked="" type="checkbox"/> Chemical Engineering	(58) >	<input type="checkbox"/> Neuroscience	(5) >
<input type="checkbox"/> Energy	(152) >	<input checked="" type="checkbox"/> Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	(54) >	<input checked="" type="checkbox"/> Dentistry	(4) >
<input type="checkbox"/> Materials Science	(130) >	<input checked="" type="checkbox"/> Chemistry	(53) >	<input checked="" type="checkbox"/> Veterinary	(1) >
<input type="checkbox"/> Economics, Econometrics and Finance	(128) >	<input checked="" type="checkbox"/> Arts and Humanities	(49) >		
<input type="checkbox"/> Decision Sciences	(112) >	<input checked="" type="checkbox"/> Psychology	(27) >		
<input checked="" type="checkbox"/> Medicine	(112) >				

Filter: # of results

Limit to Exclude

TITLE-ABS-

KEY (( digital AND ( manage\* OR transform\* OR manufact\* AND industr\* OR factor\* OR build\* ) AND ( product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* AND effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0" ) ) ) AND DOCTYPE ( ar ) AND PUBYEAR > 2014 AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CENG" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) )

**6º Filtro:** Considerando desde 2015 (considerando os últimos 6 anos e deixando somente artigos em inglês para o emprego usando o NVivo) até 2020

Total de artigos pesquisados = **1279**

1,279 document results

TITLE-ABS-KEY(( digital AND ( manage\* OR transform\* OR manufact\* AND industr\* OR factor\* OR build\* ) AND ( product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* AND effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0" ) ) ) AND DOCTYPE ( ar ) AND PUBYEAR > 2014 AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CENG" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "HEAL" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "IMMU" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "VETE" ) ) AND ( EXCLUDE ( LANGUAGE , "Chinese" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE , "German" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE , "Russian" ) OR ...

Edit Save Set alert Set feed

Search within results...

Documents Secondary documents Patents

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

Limit to Exclude

Access type

Document title	Authors	Year	Source

[https://www-scopus-com.ez24.periodicos.capes.gov.br/results/results.uni?sort=plf-f&src=s&sid=84207f18dc5924c5f9b89ed3912e5508&ot=a&sdot=a&cluster=scosubjabbr%2c"MEDI"%2cf%2c"CENG"%2cf%2c"BIOC"%2cf%2c"CHEM](https://www-scopus-com.ez24.periodicos.capes.gov.br/results/results.uni?sort=plf-f&src=s&sid=84207f18dc5924c5f9b89ed3912e5508&ot=a&sdot=a&cluster=scosubjabbr%2c)

**7º Filtro:** Considerando desde 2015 (considerando os últimos 6 anos e deixando somente artigos em inglês para o emprego usando o NVivo e publicados em journal) até 2020

Total de artigos pesquisados = **1222**

Scopus Search Sources Lists SciVal Search ? Bell Create account Sign in

## 1,222 document results

TITLE-ABS-KEY((digital AND (manage\* OR transform\* OR manufact\* AND industr\* OR factor\* OR build\*) AND (product\* OR intelligen\* OR automat\* OR sustainab\* AND effective\* OR safe\* OR innovat\* OR people OR shipbuilding OR "4.0"))) AND DOCTYPE(ar) AND PUBYEAR > 2014 AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "MEDI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CENG") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "BIOC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "CHEM") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ARTS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PSYC") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "HEAL") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "PHAR") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "NURS") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "IMMU") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DENT") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "VETE")) AND (EXCLUDE(LANGUAGE, "Chinese") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "German") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Russian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Spanish") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Italian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "French") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Korean") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Slovenian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Hungarian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Lithuanian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Persian") OR EXCLUDE(LANGUAGE, "Undefined")) AND (EXCLUDE(SRCTYPE, "d") OR EXCLUDE(SRCTYPE, "k") OR EXCLUDE(SRCTYPE, "p"))

Edit Save Set alert Set feed

Search within results... [Q]

Documents Secondary documents Patents

Analyze search results Show all abstracts Sort on: Date (newest)

All Export Download View citation overview View cited by Add to List [Print] [Email] [Share]

Document title	Authors	Year	Source	Cited
<p>TITLE-ABS-KEY((digital AND (manage* OR transform* OR manufact* industr* OR factor* OR build*) AND (product* OR intelligen* OR automat* OR sustainab* effective* OR safe* OR innovat* OR people OR shipbuilding OR "4.0"))) AND DOCTYPE(ar) AND PUBYEAR &gt; 2014 AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA,"MEDI" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"CENG" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"BIOC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"ARTS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"PSYC" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"HEAL" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"NURS" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"IMMU" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"DENT" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA,"VETE" ) ) AND ( EXCLUDE ( LANGUAGE,"Chinese" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"German" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Russian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Spanish" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Italian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"French" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Korean" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Slovenian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Hungarian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Lithuanian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Persian" ) OR EXCLUDE ( LANGUAGE,"Undefined" ) ) AND ( EXCLUDE ( SRCTYPE,"d" ) OR EXCLUDE ( SRCTYPE,"k" ) OR EXCLUDE ( SRCTYPE,"p" ) )</p>				

Open Access (359) >

### 8º Filtro:

Este filtro foi feito com base nos artigos mais alinhados com a pesquisa

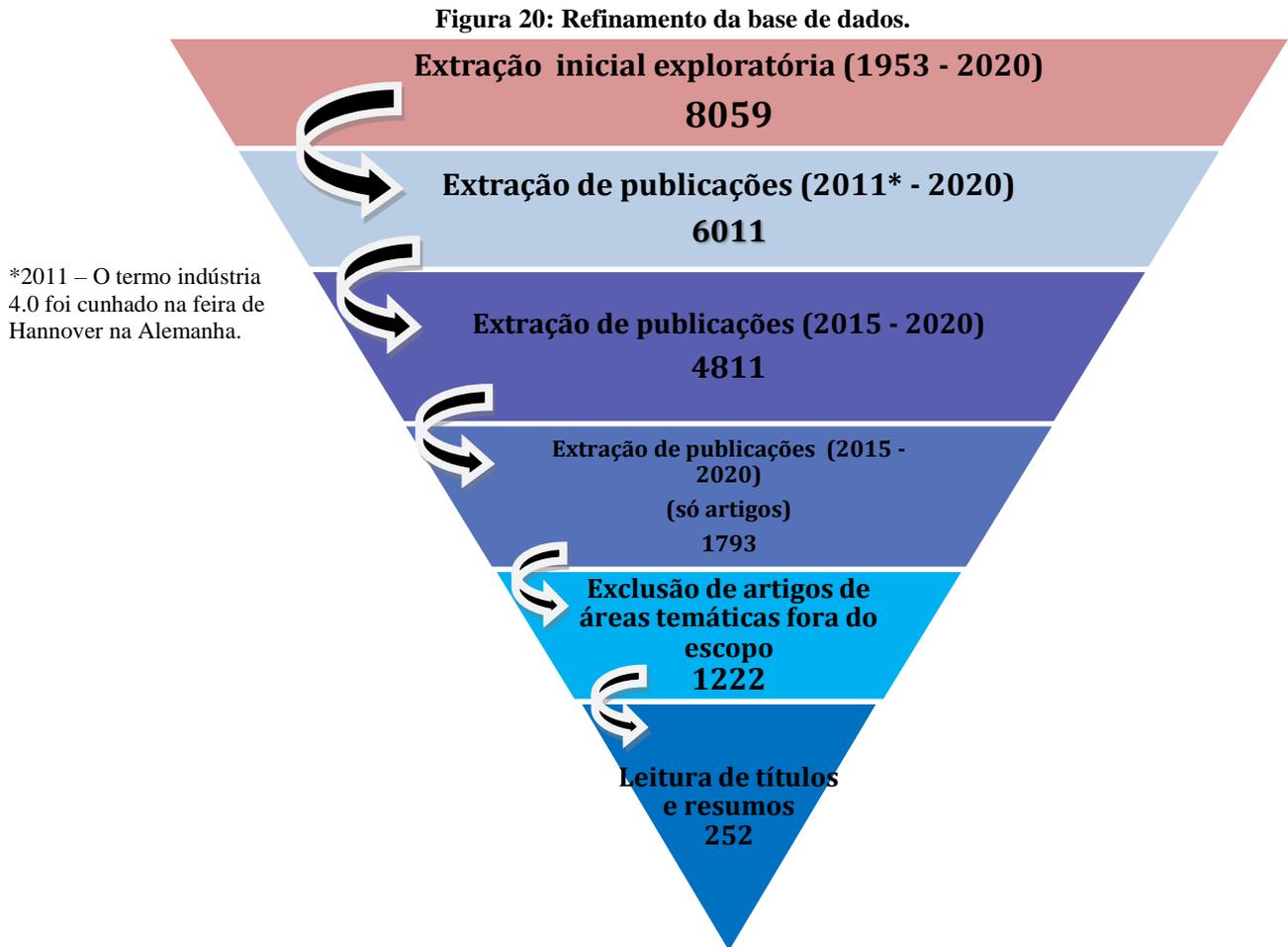
Total de artigos selecionados = 252

### 3.3.2 Montar biblioteca

A busca exploratória utilizando os motores de busca das bases *SCOPUS*, pelos eixos temáticos, permitiu a extração de 8059 artigos. As informações (Título, autor, *abstract*, ano de publicação, *keywords*, *journal*, etc.) destes arquivos foram carregadas no EXCEL, para realização do refinamento da base.

### 3.3.3 Refinar base de dados

Utilizando o *software* Excel, foi realizado o refinamento da Base de dados como demonstrado na Figura 20.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

#### 3.3.3.1 Analisar conteúdo

Foi realizado o *export* a partir da base de dados do Excel, dos arquivos PDF dos 252 artigos selecionados, para o *software* NVivo, para a realização da análise do conteúdo dos documentos.



Tabela 4: Lista das 100 palavras mais frequentes.

Item	Palavra	Extensão	Contagem	Item	Palavra	Extensão	Contagem
1	digital	7	10392	51	project	7	1625
2	manufacturing	13	9036	52	virtual	7	1604
3	industry	8	7994	53	related	7	1591
4	systems	7	6480	54	applications	12	1590
5	production	10	6451	55	platform	8	1581
6	information	11	6273	56	however	7	1567
7	process	7	5721	57	quality	7	1564
8	management	10	5396	58	implementation	14	1548
9	research	8	4998	59	computing	9	1499
10	technology	10	4688	60	software	8	1499
11	technologies	12	4643	61	assembly	8	1477
12	business	8	4530	62	framework	9	1440
13	product	7	3735	63	proposed	8	1412
14	industrial	10	3716	64	operations	10	1405
15	innovation	10	3412	65	monitoring	10	1390
16	development	11	3207	66	intelligent	11	1379
17	processes	9	2760	67	example	7	1374
18	control	7	2645	68	communication	13	1362
19	physical	8	2643	69	literature	10	1331
20	journal	7	2542	70	processing	10	1314
21	knowledge	9	2482	71	maintenance	11	1296
22	analysis	8	2479	72	integrated	10	1282
23	service	7	2479	73	customer	8	1270
24	performance	11	2456	74	important	9	1268
25	different	9	2376	75	decision	8	1264
26	services	8	2354	76	therefore	9	1262
27	products	8	2339	77	section	7	1253
28	construction	12	2272	78	automation	10	1241
29	machine	7	2220	79	provide	7	1226
30	engineering	11	2208	80	intelligence	12	1200
31	international	13	2191	81	computer	8	1199
32	internet	8	2155	82	developed	9	1195
33	transformation	14	2111	83	organizational	14	1190
34	companies	9	2096	84	potential	9	1184
35	approach	8	1975	85	concept	7	1183
36	factory	7	1881	86	content	7	1173
37	learning	8	1801	87	sustainability	14	1171
38	application	11	1791	88	economic	8	1169
39	company	7	1773	89	capabilities	12	1165
40	university	10	1765	90	current	7	1165
41	network	7	1762	91	architecture	12	1138
42	available	9	1723	92	devices	7	1130
43	integration	11	1709	93	building	8	1129
44	simulation	10	1707	94	solutions	9	1128
45	support	7	1695	95	environmental	13	1125
46	environment	11	1676	96	requirements	12	1104
47	planning	8	1665	97	methods	7	1099
48	results	7	1662	98	networks	8	1097
49	challenges	10	1658	99	sensors	7	1087
50	resources	9	1642	100	organization	12	1083

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3.3.3 Pesquisa de texto

Execução da Pesquisa de Texto para as palavras-chave do tema central e dos eixos temáticos, utilizando a opção de correspondência exata de palavras, pois esta se mostrou mais alinhada com a árvore de palavras-chave representada de 1 até 15 e tema central da pesquisa:

#### **Tema Central: *Digital Transformation***

#### **Eixos Temáticos:**

Eixo 1 – *Effective Management*

*People*

*Labor Safety*

*Productivity*

*Sustainability*

Eixo 2 – *Industry 4.0*

*Intelligent Manufacturing*

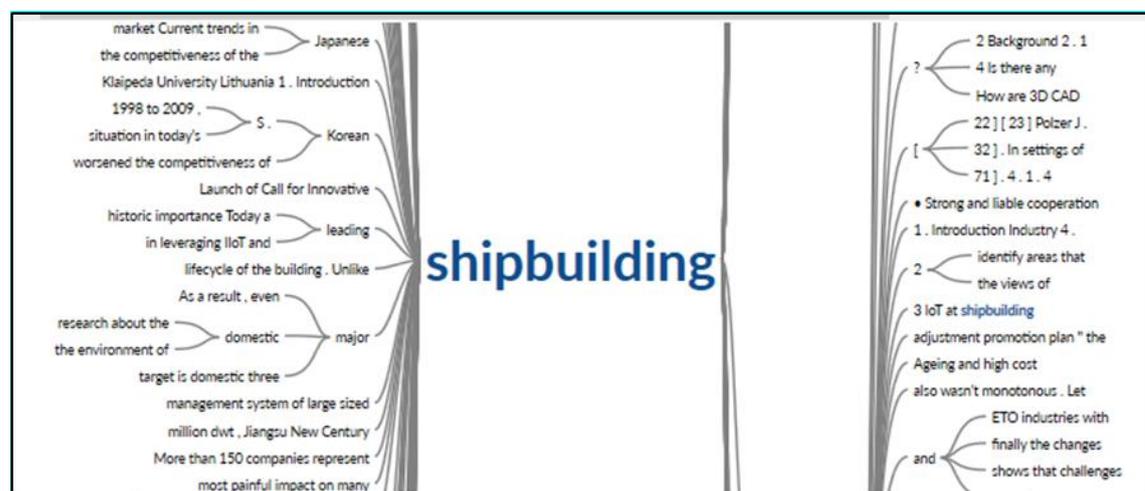
*Automation*

*Digital Shipbuilding*

#### **1. Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – *Digital Shipbuilding***



#### **2. Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – *Shipbuilding***



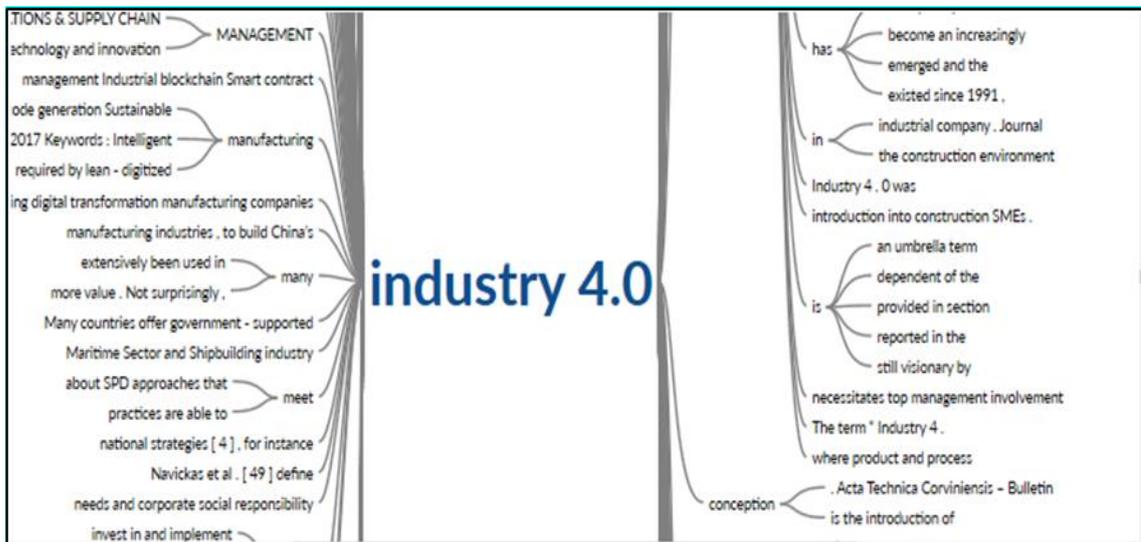
3. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Digital Transformation**



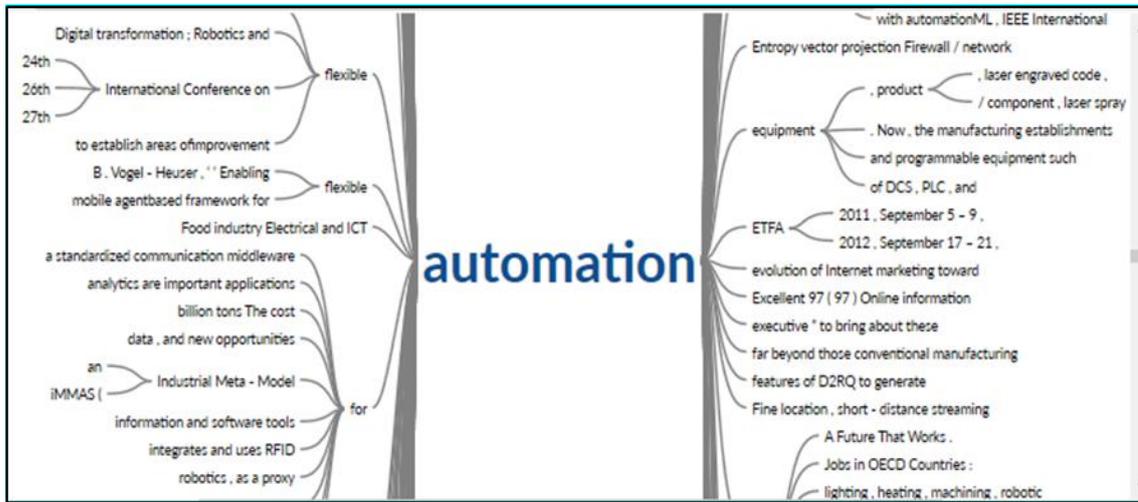
4. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Intelligent manufacturing**



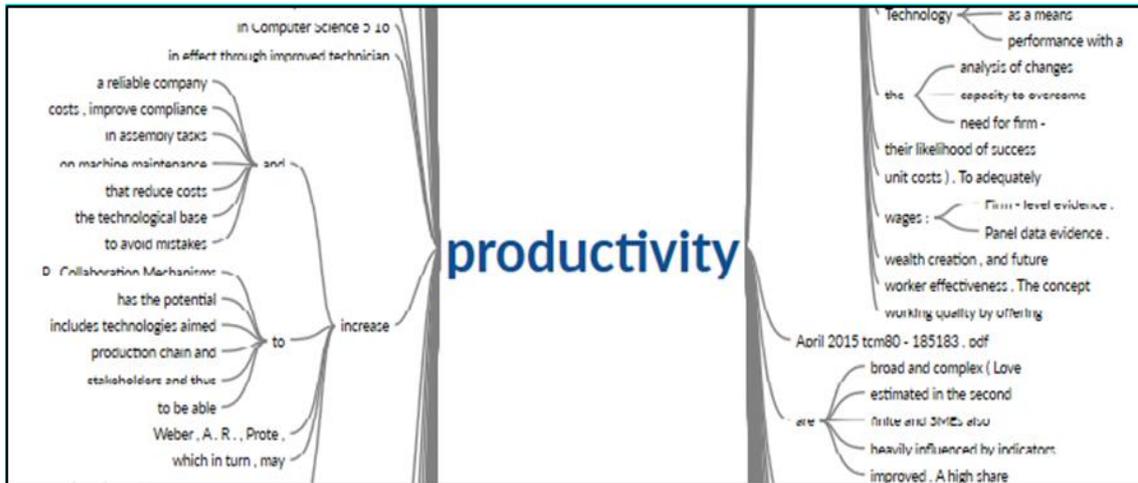
5. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Industry 4.0**



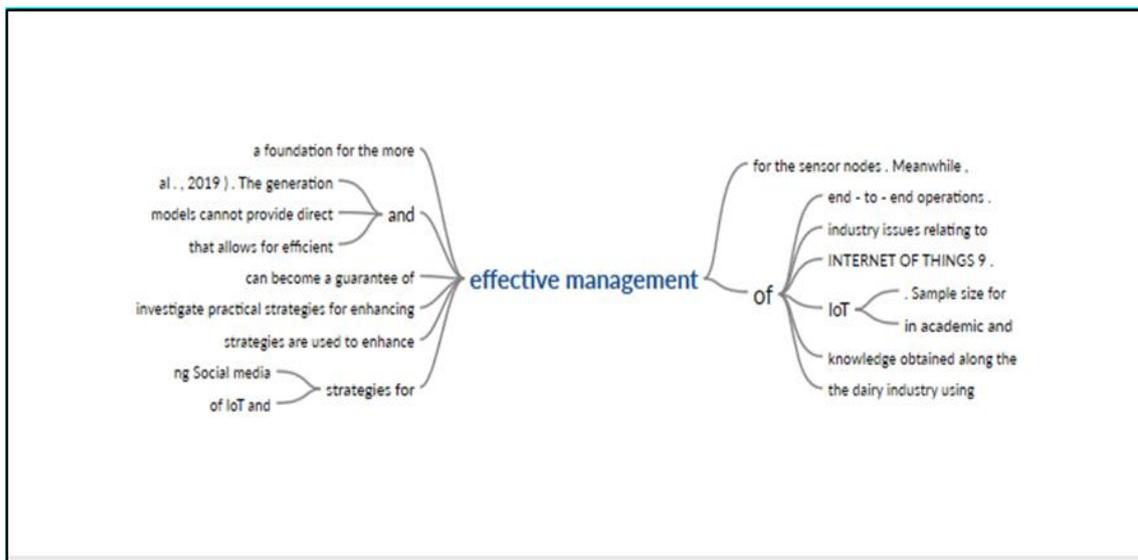
6. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Automation**



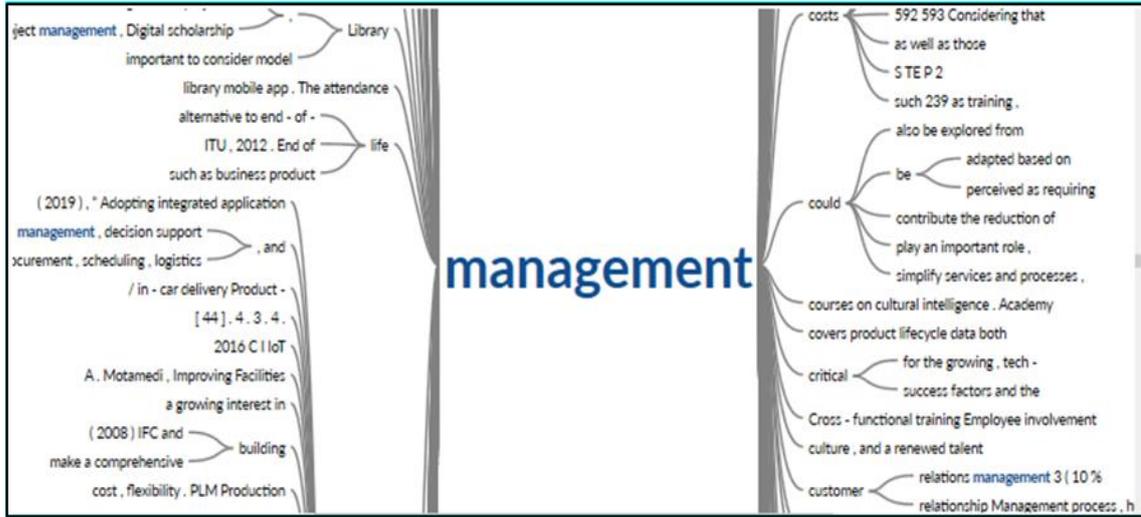
7. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Productivity**



8. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Effective Management**



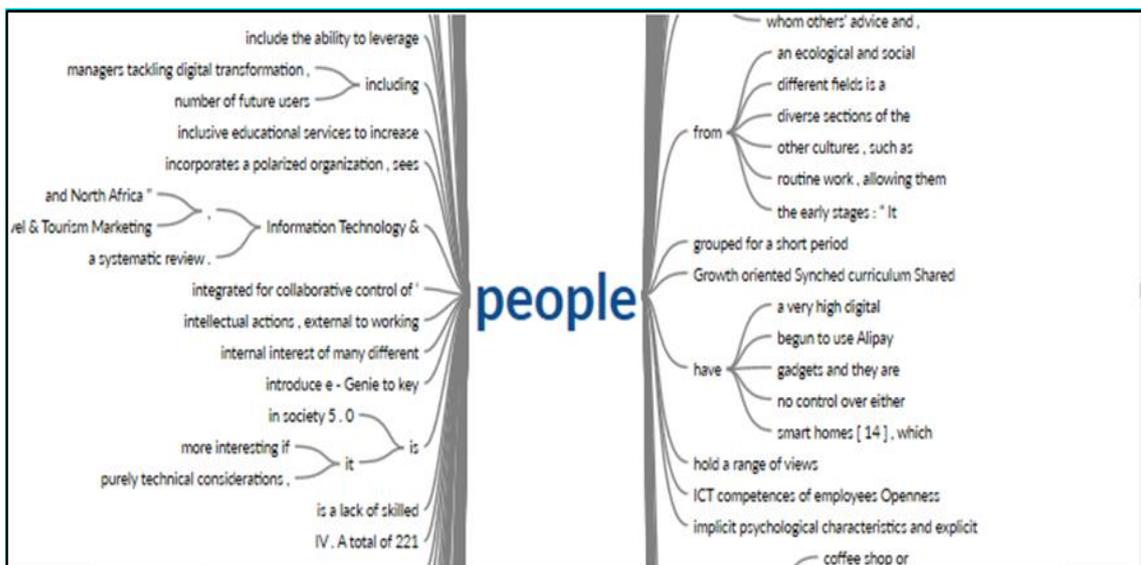
9. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Management**



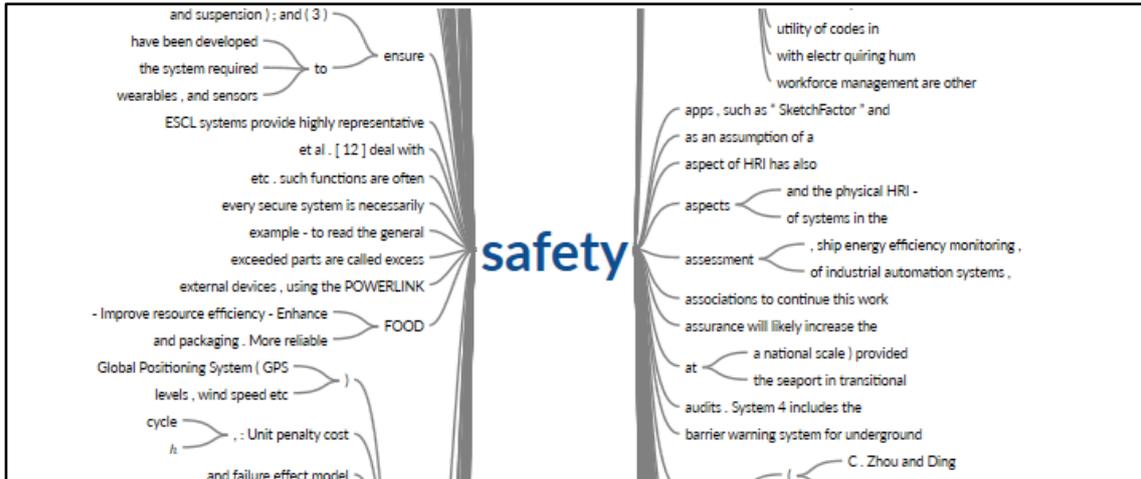
10. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Sustainability**



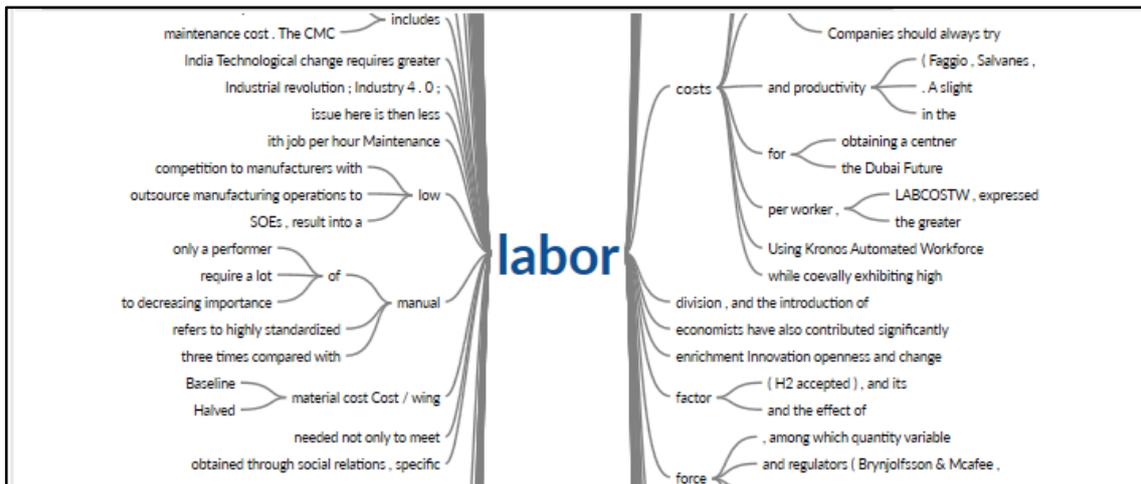
11. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – People**



12. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Safety**



13. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – labor**



14. **Árvore de Palavras: Pesquisa de Texto – Labor Safety**

Não se teve resultado

Ainda através da análise do artigo de Stanić et al (*Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the face of the shipbuilding industry. Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, v. 69, n. 3, p. 111-128, 2018.), foi identificado que o termo *Digital Shipbuilding* também é referenciado na literatura científica como *Shipbuiding 4.0*. Realizou-se então nova busca na base *Scopus* para o termo “*Shipbuilding 4.0*”, obtendo-se como resultado mais 9 artigos em linha com o tema, vindo a aumentar para 261 artigos demonstrado na Figura 22 e na Tabela 5.

Figura 22: Nova Nuvem de palavras-chave (500 palavras mais frequentes) - 261 artigos.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 5: Nova lista das 100 palavras mais frequentes.

Item	Palavra	Extensão	Contagem	Item	Palavra	Extensão	Contagem
1	digital	7	10720	51	resources	9	1668
2	manufacturing	13	9300	52	virtual	7	1658
3	industry	8	8235	53	implementation	14	1654
4	production	10	6713	54	related	7	1625
5	systems	7	6571	55	quality	7	1616
6	information	11	6478	56	applications	12	1615
7	process	7	5973	57	platform	8	1607
8	management	10	5537	58	however	7	1601
9	research	8	5062	59	software	8	1574
10	technology	10	4789	60	assembly	8	1532
11	technologies	12	4766	61	framework	9	1529
12	business	8	4579	62	computing	9	1520
13	product	7	3968	63	operations	10	1428
14	industrial	10	3762	64	proposed	8	1427
15	innovation	10	3441	65	example	7	1398
16	development	11	3307	66	monitoring	10	1378
17	processes	9	2850	67	intelligent	11	1376
18	physical	8	2730	68	communication	13	1365
19	control	7	2682	69	literature	10	1349
20	journal	7	2591	70	processing	10	1339
21	performance	11	2573	71	maintenance	11	1326
22	analysis	8	2564	72	integrated	10	1318
23	service	7	2522	73	important	9	1305
24	knowledge	9	2510	74	customer	8	1303
25	different	9	2390	75	decision	8	1283
26	products	8	2390	76	therefore	9	1283
27	services	8	2379	77	section	7	1267
28	construction	12	2294	78	provide	7	1262
29	engineering	11	2292	79	automation	10	1253
30	machine	7	2245	80	developed	9	1229
31	international	13	2203	81	computer	8	1227
32	internet	8	2174	82	potential	9	1217
33	companies	9	2157	83	intelligence	12	1209
34	transformation	14	2128	84	current	7	1208
35	approach	8	2032	85	organizational	14	1206
36	factory	7	1906	86	concept	7	1200
37	application	11	1816	87	sustainability	14	1194
38	learning	8	1806	88	content	7	1191
39	company	7	1798	89	economic	8	1190
40	available	9	1791	90	capabilities	12	1169
41	university	10	1778	91	architecture	12	1162
42	simulation	10	1773	92	methods	7	1162
43	integration	11	1772	93	solutions	9	1160
44	network	7	1752	94	material	8	1158
45	planning	8	1741	95	requirements	12	1157
46	support	7	1734	96	environmental	13	1143
47	environment	11	1691	97	building	8	1137
48	project	7	1691	98	devices	7	1136
49	results	7	1686	99	organization	12	1134
50	challenges	10	1681	100	equipment	9	1101

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3.3.4 Selecionar sentenças alinhadas com o tema central da pesquisa

Através da análise do resultado nas árvores de palavras-chave geradas como resultado da pesquisa de texto para as palavras-chave do tema central e dos eixos temáticos, buscou-se selecionar as sentenças mais alinhadas ao tema da pesquisa, dentro do resultado de cada

pesquisa de texto das palavras-chave do tema central, ou seja, a partir destas, realizou-se novas pesquisas de texto, identificando os artigos onde apareceram os trechos das sentenças selecionadas.

### **CRIAÇÃO DE CÓDIGOS PARA O RESULTADO DA PESQUISA TEXTO**

Execução da função Pesquisa de Texto para as palavras-chave do tema central e dos eixos temáticos, em seguida utilizando a função “*save results – spread to: Broad context*” para criar códigos das palavras-chave.

### **CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS DA *CODING MATRIX* QUE POSSUÍAM CÓDIGOS *KEYWORDS***

(*Digital Shipbuilding, Shipbuilding, Digital Transformation, Intelligent Manufacturing, Industry 4.0, Automation, Productivity, Effective Management, Management, Sustainability, People, SafetyLabor, Labor*)

Execução da função de classificação no Excel (Classificação personalizada-expandir seleção-classificar pelas colunas – *Keywords*), para listar os itens encontrados na relação de todos os autores com os códigos criados para as palavras-chave mais relevantes para a pesquisa. (252 artigos) foi utilizado o Quadro 20 , da *matrix coding digital transformation ordenada.xlsx*.

Quadro 20: Matrix coding digital transformation ordenada.xlsx.

Articles	Digital Shipbuilding	Shipbuilding	Digital Transformation	Intelligent Manufacturing	Industry 4.0	Automation	Productivity	Effective Management	Management	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
476: V69_N3_D7_1220_RP_Stancic9_330	0	80	0	0	3	6	20	0	3	0	0	0	0	0
438: song2017_234	1	22	0	0	0	0	36	0	28	0	0	1	0	0
440: strandhagen2020_306	0	58	0	0	37	6	67	0	33	45	1	5	0	0
79: 16925_320	0	43	0	0	0	3	22	0	6	1	3	3	0	0
121: 71278_310	0	40	20	3	40	3	33	0	26	1	5	1	1	0
394: ran2016_274	0	36	0	0	0	0	26	0	0	4	6	6	0	0
370: paper05_107	0	29	7	0	0	0	26	0	18	0	6	8	0	0
11: 08298525_302	0	14	0	0	24	3	18	0	5	0	2	2	0	0
77: 165_Article Text-4121-1-10-20180314_304	0	12	1	0	26	4	18	0	4	0	3	3	0	0
9: 08281493_303	0	12	0	0	12	0	12	0	0	2	0	2	0	0
17: 10.1007@s00170-020-05229-6_36	0	12	0	0	7	1	17	1	13	0	1	0	3	0
3: 001127983_305	0	6	0	0	23	1	24	0	1	0	0	3	0	0
420: sensors-18-01961	0	6	0	0	7	6	11	0	5	0	1	2	0	0
416: sensors-16-02186-v2	0	3	0	0	6	7	17	0	9	0	1	6	0	0
286: k108109811519_71	0	1	0	1	14	5	23	0	10	0	1	0	0	0
502: zhang2016_273	0	1	0	1	0	0	22	0	0	0	0	0	1	0
460: thesisdanielskog	0	0	89	0	0	5	57	0	31	0	1	0	2	0
131: Altimeter_DT2017_204_01	0	0	80	0	0	0	10	0	9	0	8	0	0	0
200: DigitalTransformationintheNigeriaConst	0	0	46	0	0	0	13	0	18	1	1	0	0	0
172: brunetti2020_48	0	0	43	0	0	3	14	0	24	6	13	1	0	0
360: OrganizationalReadinessforDT_Sanchez2	0	0	31	0	0	1	17	0	30	1	4	1	0	0
446: sustainability-12-04980-v2_298	0	0	29	0	2	1	4	0	8	0	0	0	0	0
1: [23005661 - Foundations of Management] 6	0	0	27	0	1	4	4	0	15	1	5	3	2	0
372: paper635_41	0	0	24	0	17	7	63	0	16	4	1	1	0	0
308: lewkowicz2019_82	0	0	21	0	21	3	33	0	7	6	3	1	1	0
254: heavin2018_165	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	6	0	0	0
51: 10.1080@16258312.2020.1716633_30	0	0	15	0	28	5	9	0	19	0	2	1	0	0
59: 10.3390@su1126490_63	0	0	10	0	12	1	63	0	17	6	3	17	0	0
290: khin2018_83	0	0	10	0	0	0	29	0	18	0	0	0	0	0
456: The Transformation of Traditional Bankin	0	0	10	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0
368: panicka2018_135	0	0	9	0	26	0	13	0	20	4	0	0	0	0
35: 10.1016@j.promfg.2017.04.035_233	0	0	9	0	10	0	10	0	4	1	1	1	0	0
109: 201-212_88	0	0	0	0	0	4	12	0	4	0	0	5	4	0
27: 10.1016@j.promfg.2017.07.281_235	0	0	0	0	10	0	8	0	0	0	0	1	0	0
45: 10.1080@09537287.2019.1631458_22	0	0	8	0	14	0	32	0	36	0	1	0	0	0
156: bawono2020_51	0	0	8	0	3	0	7	0	13	1	1	0	0	0
408: santos2019_313	0	0	7	0	39	2	25	0	7	21	5	19	3	0
148: barata2019_112	0	0	7	0	11	11	38	0	11	5	40	0	0	0
238: ghobakhloo2019_27	0	0	6	1	50	6	48	0	49	8	5	5	0	0
61: 10.3390@su12041460_23	0	0	6	0	26	1	21	0	25	1	4	0	0	0
310: li2018_09	0	0	6	0	0	8	26	0	16	11	0	0	0	0
168: brahma2020_38	0	0	5	0	21	6	9	0	29	4	8	0	0	0
158: bellii2019_72	0	0	5	0	21	2	32	0	16	1	2	0	1	0
202: DmitryPlekhanov_Digitalisationstagesin	0	0	5	0	1	0	16	0	7	0	0	0	2	0
398: remane2017_249	0	0	5	0	0	0	15	0	4	1	0	0	0	0
222: frank2019_90	0	0	4	1	61	4	51	0	6	1	0	0	0	0
314: lichtenthaler2019_133	0	0	4	0	0	1	0	0	3	0	5	0	0	0
164: birkei2019_105	0	0	4	0	63	5	20	0	23	43	3	1	1	0
69: 10712-Article Text-34929-5-10-20200629_2	0	0	4	0	6	6	29	0	27	4	28	0	0	0
206: dutta2020_29	0	0	4	0	33	18	44	0	28	1	2	1	1	0
144: bag2020_32	0	0	4	0	12	4	15	0	0	12	0	0	0	0
142: 8115409825919_73	0	0	4	0	3	0	4	0	14	5	6	3	0	0
344: muhuri2019_100	0	0	4	0	116	28	61	0	27	1	0	3	0	0
302: lanz2017_227	0	0	3	2	1	3	18	0	8	5	0	0	1	0
472: Understanding the Implications of digiti	0	0	3	0	48	21	33	0	30	3	5	10	2	0
436: Smart Factory Implementation and Proce	0	0	3	0	1	3	23	0	19	3	19	3	0	0
204: Driving Digital Strategy_Sample_Chaptr	0	0	3	0	3	0	5	0	3	0	1	0	0	0
162: uidgeri2019_132	0	0	3	0	0	5	46	0	7	0	3	2	0	0
240: Glotko_Main_trends_of_government_re	0	0	3	0	0	1	17	1	13	17	0	0	4	0
220: fernandez-carames2018_166	0	0	3	0	43	11	35	0	2	0	2	0	0	0
113: 47_Balassarre_Ricciardi_Campo_300	0	0	2	0	23	6	29	0	9	0	0	0	0	0
97: 1-s2.0-S2215098618317750-main	0	0	2	0	22	13	44	0	15	0	3	6	1	0
103: 2018_XK1_3_5_192	0	0	2	0	14	1	24	0	0	0	1	0	5	0
284: jchansson2020_39	0	0	2	0	11	2	0	0	18	7	1	0	0	0
105: 20190222045223497_116	0	0	2	0	7	0	27	0	5	2	0	0	0	0
53: 10.32914@i.5.1.1-2.5_159	0	0	2	0	7	0	18	0	3	0	1	0	0	0
150: bauw2015_291	0	0	2	0	7	0	13	0	0	4	0	3	0	0
190: clausen2020_35	0	0	2	0	6	2	9	0	18	0	0	0	0	0
87: 1-s2.0-S014829681930387X-main_62	0	0	2	0	3	2	52	0	39	5	2	0	0	0
330: Managing Stimulation of Regional Innov	0	0	2	0	1	1	2	0	11	0	0	0	0	0
328: makort2017_256	0	0	2	0	0	9	9	5	29	0	4	0	0	0
15: 0e9296ded1935e0ddf835a4113d02abccbcb	0	0	2	0	0	2	5	0	2	0	0	0	0	0
316: liu2019_16	0	0	1	4	4	4	26	0	4	15	2	0	0	0
57: 10.3390@su10010247_186	0	0	1	0	52	1	35	0	17	33	6	1	1	0
348: nagy2018_143	0	0	1	0	48	5	45	0	11	30	8	0	3	0
378: l.pereira2017_242	0	0	1	0	25	9	24	0	10	0	1	0	3	0
250: Haldigger_Paniti_97_131	0	0	1	0	1	4	17	0	2	2	1	1	0	0
232: gadalera2019_85	0	0	1	0	2	2	15	0	2	2	0	1	0	0
234: geray_rondero2019_115	0	0	1	0	119	9	132	1	4	0	0	0	13	0
166: bossman2019_119	0	0	1	0	41	8	28	0	0	2	5	6	5	0
312: li2020_01	0	0	1	0	26	1	32	0	32	16	0	1	0	0
133: Analyzing the Barriers to Industry 4_37	0	0	1	0	6	0	2	0	2	2	0	0	2	0
434: simons2017_236	0	0	1	0	3	0	16	0	2	0	0	5	0	0
374: park2018_10	0	0	1	0	0	3	3	0	6	0	1	0	0	0
140: Astudyoninvestmentinthebigdatadrive	0	0	1	0	2	0	24	0	36	0	0	0	0	0
123: A fourth industrial revolution_72	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0
228: FujiPress_IJAT-12-4-6_156	0	0	1	0	0	9	22	0	14	0	0	0	0	0
25: 10.1016@j.jbusres.2019.11.017_53	0	0	1	0	0	5	67	0	0	1	0	2	0	11
208: e1225088c19_86	0	0	1	0	0	2	19	0	0	0	13	0	0	0
75: 152-1-Williams_126	0	0	1	0	0	0	13	0	0	0	5	4	0	0
214: andres2019_130	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
224: freestone2019_66	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
93: 1-s2.0-S2095809917307130-main_299	0	0	0	23	0	24	4	50	0	32	3	2	0	0
7: 08207346_211	0	0	0	22	0	26	9	22	0	14	0	2	0	14
182: chen2019_25	0	0	0	11	0	1	30	0	0	0	0	1	0	0
13: 09003502_49	0	0	0	4	0	5	32	0	16	0	0	0	0	0
504: zhang2017_92	0	0	0	16	0	3	24	0	7	4	24	1	1	0
41: 10.1080@0951192x.2019.1690681_57	0	0	0	6	0	3	40	0	0	0	4	0	0	0
31: 10.1016@j.jmsy.2020.04.013_50	0	0	0	5	0	3	52	0	21	0	0	2	0	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**SELEÇÃO DOS ITENS DA CODING MATRIX QUE POSSUÍAM PELO MENOS OS CÓDIGOS KEYWORDS (DIGITAL SHIPBUILDING E/OU SHIPBUILDING)**

Seleção no Excel dos itens encontrados na relação de todos os autores x os códigos criados para as palavras-chave mais relevantes para a pesquisa (*Digital Shipbuilding e/ou Shipbuilding*), selecionados 16 artigos, demonstrado no Quadro 21 abaixo.

**A: Matrix que possuam pelo menos os códigos Keywords**

Article Title	Authors	Digital Shipbuilding	Shipbuilding	Digital Transformation	Intelligent Manufacturing	Industry 4.0	Automation	Productivity	Effective Management	Management	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the face of	Vereša Stanić, Marko Hadži	2	50	3	0	38	6	20	0	3	0	0	9	0	0
Research on systematisation shipbuilding production manag	Song, Y.J.	1	22	0	0	0	0	36	0	28	0	0	1	0	0
Sustainability challenges and how industry 4.0 technologies	Jo Wessel Strandhagen, Sv	0	58	0	0	37	6	67	0	33	45	1	5	0	0
Global Competition in Shipbuilding: Trends and Challenges	Rima Mickevičienė	0	43	0	0	0	3	22	0	6	1	3	3	0	0
Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector	Alejandro Sánchez-Sotano	0	40	20	3	40	3	33	0	26	1	5	1	1	0
Building information modelling-enabled best practices in AS	Ran, L., Singh, V.	0	36	0	0	0	7	26	0	26	0	4	6	0	0
Reduction of piping management person-hours through use	Morikawa, K., Ando, T.,	0	29	7	0	0	0	25	0	18	0	0	0	0	0
A Review on Industrial Augmented Reality Systems for the I	PAULA FRAGA-LAMAS 1, JM	0	14	0	0	24	3	18	0	5	0	2	2	0	0
Navantia's Shipyard 4.0 model overview	Ángel Recamán Rivas 1	0	12	1	0	6	2	18	0	4	0	3	3	0	0
A Practical Evaluation of Commercial Industrial Augmented	ÓSCAR BLANCO-NOVDAL	0	12	0	0	25	4	12	0	2	0	0	2	0	0
Industrial Internet of Things in the production environment	Muniri-Doce, A., Diaz-Casas	0	12	0	0	7	au	17	1	13	0	1	0	3	0
INDUSTRY 4.0 IN THE MARITIME SECTOR POTENTIALS AND CH	Karl Hribernik	0	6	0	0	23	1	24	0	1	0	0	3	0	0
A Fog Computing Based Cyber-Physical System for the Auto	Tiago M. Fernández-Caram	0	6	0	0	7	6	11	0	5	0	1	2	0	0
Smart Pipe System for a Shipyard 4.0	Paula Fraga-Lamas 1, Diego	0	3	0	0	6	7	17	0	9	0	1	6	0	0
Industry 4.0: India's defence industry needs smart manufact	Anand, P., Nagendra, A.	0	1	7	1	14	5	23	0	10	0	1	0	0	0
Overview of 3D printing technologies for reverse engineerin	Zhang, J., Yu, Z.	0	1	0	1	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**SELEÇÃO DOS ITENS DA CODING MATRIX QUE POSSUÍAM PELO MENOS OS CÓDIGOS KEYWORDS (DIGITAL TRANSFORMATION E INTELLIGENT MANUFACTURING E INDUSTRY 4.0 E AUTOMATION)**

Seleção no Excel dos itens encontrados na relação de todos os autores x os códigos criados para as palavras-chave mais relevantes para a pesquisa (*Digital Transformation e Intelligent Manufacturing e Industry 4.0 e Automation*), selecionados 16 artigos.

**B: Matrix que possuam pelo menos os códigos Keywords**

Article Title	Authors	Digital Transformation	Intelligent Manufacturing	Industry 4.0	Automation	Productivity	Effective Management	Management	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector	Alejandro Sánchez-Sotano	20	3	40	3	33	0	26	1	5	1	1	0
Industry 4.0: India's defence industry needs smart manufact	Anand, P., Nagendra, A.	7	1	14	5	23	0	10	0	1	0	0	0
Digital transformation of manufacturing: Industry of the futu	Borangiu, T., Morariu, O., R	24	8	17	7	63	0	16	4	1	1	0	0
Competence Center for the Digital Transformation in Small	Müller, E., Hopf, H.	8	5	10	5	9	0	1	0	0	1	0	0
An Industry 4.0 maturity model proposal	Santos, R.C., Martinho, J.L.	7	2	39	2	25	0	21	0	5	0	3	0
The Viable Smart Product Model: Designing Products that Ur	Barata, J., da Cunha, P.R.,	7	1	11	11	38	0	17	1	5	40	0	0
Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of	Ghobakhloo, M., Fathi, M.	6	1	50	6	48	0	49	8	0	5	0	0
Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manu	Frank, A.G., Dalenogare, L.	4	1	51	5	51	0	6	0	1	0	0	0
Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview	Muhuri, P.K., Shukla, A.K.,	3	4	116	28	61	0	27	1	0	3	0	0
Concepts methods and tools for individualized production	Lanz, M., Tuokko, R.	3	2	1	3	18	0	8	5	0	0	1	0
Research on digital production technology for traditional ma	Liu, Y., Tong, K.D., Mao, F.	1	4	4	4	26	0	15	0	2	0	0	0
What drives the implementation of Industry 4.0? The role of	Müller, J.M., Kiel, D., Voigt	1	1	52	1	35	0	17	33	6	1	1	0
The role and impact of industry 4.0 and the internet of thing	Nagy, J., Oláh, J., Erdel, E.	1	1	48	5	45	0	11	30	8	0	3	0
A review of the meanings and the implications of the Indust	Pereira, A.C., Romero, F.,	1	1	25	9	24	0	10	0	1	0	3	0
Episodes of robotics and manufacturing automation achieve	Williams, M.-A.,	1	1	4	17	19	0	2	2	1	1	0	0
Optimization of the energy consumption of industrial robot	Gadaleta, M., Pellicciari, M	1	1	2	3	15	0	2	2	0	1	0	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**SELEÇÃO DOS ITENS DA CODING MATRIX QUE POSSUÍAM PELO MENOS OS CÓDIGOS KEYWORDS (PRODUCTIVITY E EFFECTIVE MANAGEMENT E MANAGEMENT SUSTAINABILITYE PEOPLE E SAFETYE LABOR)**

Seleção no Excel dos itens encontrados na relação de todos os autores x os códigos criados para as palavras-chave mais relevantes para a pesquisa (*Productivity* e *Effective Management* e *Management* e *Sustainability* e *People* e *Safety* e *Labor*), selecionados 6 artigos.

**C: Matrix que possuía pelo menos os códigos Keywords**

Article Title	Authors	Productivity	Effective Management	Management	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
Industrial Internet of Things in the production environment	Munin-Doce, A., Diaz-Casás	17	1	13	0	1	0	3	0
Main trends of government regulation of sectoral digitalizat	Glotko, A.V., Polyakova, A.	17	1	13	17	0	0	4	0
Promoting innovation and application of internet of things i	Makori, E.O.	9	5	29	0	4	0	0	0
Digital supply chain model in Industry 4.0	Garay-Rondero, C.L., Marti	59	1	112	4	4	1	0	0
Digital Modeling, Integrated Project Delivery and Industry T	Judy A. Kraatz 1,* , Adriana	13	1	10	0	1	0	2	0
MTES: An Intelligent Trust Evaluation Scheme in Sensor-Clou	Wang, T., Luo, H., Jia, W., Li	0	1	8	0	1	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

**CLASSIFICAÇÃO DOS ITENS DA CODING MATRIX QUE POSSUÍAM CÓDIGOS KEYWORDS (DIGITAL SHIPBUILDING, SHIPBUILDING 4.0, SHIPYARD 4.0, DIGITAL TRANSFORMATION, INTELLIGENT MANUFACTURING, INDUSTRY 4.0, AUTOMATION, PRODUCTIVITY, EFFECTIVE MANAGEMENT, MANAGEMENT, SUSTAINABILITY, PEOPLE, SAFETY LABOR, LABOR) – 261 ARTIGOS**

**Quadro 21: Matrix coding digital transformation ordenada (261 artigos).**

ARTIGOS	AUTORES	Digital Shipbuilding / Shipbuilding 4.0 / Shipyard 4.0	Shipbuilding	Digital Transformation	Industry 4.0	Intelligent Manufacturing	Automation	Effective Management	Management	Productivity	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the	Venesa Stanic, Marko	43	50	3	38	0	6	0	3	3	0	0	9	0	0
Research on systematisation shipbuilding production	Song, Y.J.,	22	0	1	0	0	0	0	28	4	0	0	1	0	0
DATA DRIVEN PERFORMANCE EVALUATION IN SHIP	Imran Bilal, Sebner	2	24	0	2	0	0	0	3	12	0	0	1	1	0
Transparency in the Design-Accompanying Product	Konrad Jagusch, Jan S.	2	17	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Developing a Digital Twin and Digital Thread Fram	Toh Yen Pang 1., Ju	2	2	12	1	0	2	0	24	3	2	1	4	0	0
Sustainability challenges and how industry 4.0 tech	Jo Wessel Strandhaag	1	58	0	37	0	0	0	33	10	45	1	5	0	0
Trends of Digital Transformation in the Shipbuildi	Alejandro Sánchez-S	1	40	20	40	3	3	0	26	5	1	5	1	1	0
THE FUTURE REALITY OF THE DIGITAL TWIN AS A CR	D Morais and G Gould	1	23	1	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0
Possible Applications of Additive Manufacturing i	Marcin Ziółkowski an	1	21	0	6	0	2	0	6	0	1	5	0	0	0
Achieving a Sustainable Shipbuilding Supply Chain	Magdalena Ramirez	1	19	3	23	2	1	0	28	2	9	1	3	1	0
Industry 4.0 Roadmap: Implementation for Small a	Alberto Cotrino *, M	1	2	5	0	0	1	0	2	8	3	0	0	0	0
Global Competition in Shipbuilding: Trends and Ch	Rima Mickeviciene	0	43	0	0	0	3	0	6	8	1	3	3	0	0
Building information modelling-enabled best prac	Ran, L., Simin, Y.	0	36	0	0	0	7	0	26	8	0	4	6	0	0
Reduction of piping management person-hours th	Morikawa, K., Ando,	0	29	7	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0
A Review on Industrial Augmented Reality System	PAULA FRAGA-LAMA	0	14	0	24	0	3	0	5	1	0	2	2	0	0
Task-centric method for shipyard hoisting process	Mindong Liuz - Mei N	0	14	0	3	0	0	0	12	0	0	1	5	0	0
Navantia's Shipyard 4.0 model overview	Ángel Recaman Rivas	0	12	1	6	0	2	0	4	3	0	3	3	0	0
A Practical Evaluation of Commercial Industrial Au	OSCAR BLANCO-NOV	0	12	0	25	0	4	0	2	1	0	0	2	0	0
Industrial Internet of Things in the production env	Munin-Doce, A., Diaz	0	12	0	7	0	1	0	13	1	0	1	0	3	0
INDUSTRY 4.0 IN THE MARITIME SECTOR POTENTIAL	Karl Hrbnerik	0	6	0	23	0	1	0	1	1	0	0	3	0	0
A Fog Computing Based Cyber-Physical System for	Tiago M. Fernández-d	0	6	0	7	0	6	0	5	1	0	1	2	0	0
Smart Pipe System for a Shipyard 4.0	Paula Fraga-Lamas *	0	3	0	6	0	7	0	9	2	0	1	6	0	0
Industry 4.0: india's defence industry needs smart	Anand, P., Nagendra	0	7	0	14	1	5	0	10	7	0	1	0	0	0
Overview of 3D printing technologies for reverse	Zhang, J., Yu, Z.	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
The Dynamics of Digital Transformation: The Role	Daniel Skog	0	0	89	0	0	5	0	31	2	0	1	0	2	0
The 2017 State of Digital Transformation	BRIAN SCULS and AUT	0	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0
Digital transformation in the Nigerian construction	Fidelis Okochukwu E	0	0	45	0	0	0	0	18	8	1	0	0	0	0
Digital transformation challenges: strategies emer	Brunetti, F., Matt, D.	0	0	43	2	0	3	0	24	1	6	13	1	0	0
Organizational readiness for the digital transform	Marisa Analia Sánche	0	21	0	0	0	0	0	30	1	0	1	1	0	0
Digital Transformation Model Innovat	Albert Rof *, Aires	0	29	2	0	1	0	0	8	0	16	3	0	0	0
Foundations of Management Digital Transformati	Marcin KOTARBA	0	0	0	1	0	4	0	15	0	1	5	3	2	0
Digital transformation of manufacturing. Industry	Borangui, T., Morariu	0	24	0	17	8	0	0	16	2	4	1	1	0	0
The Missing "Return to Fabric" in the Digital Trans	Lewkowicz, M., Litoni	0	21	0	7	0	3	0	6	0	0	0	0	0	0
Challenges for digital transformation-towards a co	Heavin, C., Power, D.	0	0	15	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0
Transformation strategies for the supply chain: the	Fraindl, R., Nikolope	0	15	0	28	0	5	0	19	2	0	2	1	0	0
Standardization framework for sustainability from	Ávila-Gutiérrez, M.J.	0	10	12	0	0	0	0	18	1	51	1	6	0	0
Digital technology, digital capability and organiza	Chin, S., Ho, T.-C.F.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
The Transformation of Traditional Banking Activit	S.S. Galazova, I.	0	10	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0
Co-evolution of the university technology transfere	Pančić, P.M.A., Balic	0	9	26	0	0	0	0	20	2	48	2	0	0	0
Textile Lead Factory – Preparing Germany	Dennis Küster*, Mi	0	10	0	0	0	0	0	4	0	1	1	1	0	0
The digital transformation of the oil and gas secto	Kushzhanov, N.V., Di	0	0	0	0	4	0	0	6	0	0	5	4	0	0
Business intelligence and analytics value creatio	Bordeleau, F.-E., Mo	0	8	14	0	0	0	0	36	5	0	1	0	0	0
Competence Center for the Digital Transformation	Müller, E., Hopf, H.,	0	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Driving transformation performance through innov	Bawono, M., Mihardj	0	0	0	0	0	0	0	13	0	1	1	0	0	0
An Industry 4.0 maturity model proposal	Santos, R.C., Martinh	0	7	39	2	1	2	0	21	5	0	5	0	3	0
The Viable Smart Product Model: Designing Produ	Barata, J., da Cunha,	0	7	11	0	0	0	0	0	0	17	40	0	0	0
Corporate survival in industry 4.0 era: the enabli	Ghobadikho, M., Fat	0	6	50	1	6	0	0	49	9	8	0	5	0	0
Digitalization: An opportunity for contributing to	Ordieres-Meré, J., Re	0	6	26	0	1	0	0	25	2	46	1	2	0	0
The digital transformation of business models in t	Li, F.,	0	6	0	0	8	0	0	18	0	11	0	0	0	0
Developing Industry 4.0: digital work	Brahams, M., Tripathi,	0	5	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toward Industry 4.0 With IoT: Optimizing Business	Belli, L., Davoli, L., M	0	0	21	0	2	0	0	4	3	1	2	0	0	0
Decision analytics – Key to digitalisation	Carlsson, C.,	0	5	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0	2	0
Discovering digital business models in traditional	Remane, G., Hanelt,	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Development of a risk framework for industry 4.0	Birke, H.S., Veile,	0	63	0	5	0	0	0	23	0	43	3	1	1	0
Industry 4.0 concepts within the czech sme manuf	Nwaiwu, F., Duduci,	0	4	59	0	6	0	0	27	4	0	1	0	0	0
Industry 4.0 technology: implementation patter	Frank, A.G., Dalenog	0	4	15	0	5	0	0	6	0	1	0	0	0	0
Digital transformation priorities of india's discrete	Dutta, G., Kumar, R.	0	4	33	0	18	0	0	28	9	1	2	1	1	0
Procurement 4.0 and its implications on business	Bag, S., Wood, L.C., M	0	4	12	0	6	0	0	34	0	12	0	0	0	0
Boosting the firm transformation in industry 5.0: E	Mihardjo, L.W.W., Sa	0	4	0	0	0	0	0	14	0	5	6	0	0	0
Extremes of acceptance: employees attitudes tow	Lichtenthaler, U., W	0	0	1	4	0	0	0	3	0	5	0	0	0	0
Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed	Muhuri, P.K., Shukla,	0	3	116	4	28	0	0	27	6	1	0	3	0	0
Understanding the implications of digitisation and	Thuy Duong Oesterle	0	3	48	0	21	0	0	30	9	3	5	10	2	0
Concepts methods and tools for individualized pro	Lanz, M., Tueckro, R.	0	3	0	0	3	0	0	9	1	5	0	0	1	0
430 : Smart Factory Implementation and Process in	Sjodin, D.R., Parida,	0	3	0	0	3	0	0	19	1	3	19	3	0	0
Driving Digital Strategy	Sunil Gupta	0	3	1	0	0	0	0	3	1	0	1	0	1	0
Driving process innovation with IoT field data	Bilgeri, D., Gebauer,	0	3	0	0	5	0	0	7	0	0	3	2	0	0
Main trends of government regulation of sectoral	Glotko, A.V., Polyakc	0	3	0	0	0	0	0	13	7	17	0	0	4	0
A Review on Human-Centered IoT-Connected Sme	Fernandez-Carames,	0	43	0	11	0	0	0	18	2	0	2	0	0	0
THE ADVENT OF INDUSTRY 4.0 IN MANUFACTURING	Fabrizio Baldassarre,	0	23	0	6	0	0	0	9	5	0	3	0	0	0
Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on	V. Alcazer, S.C.B., V. C	0	22	6	0	13	0	0	15	2	0	3	6	1	0
Emerging trends and opportunities for industry 4	Vasin, S., Gamidullae	0	14	0	1	0	0	0	9	2	0	1	0	5	0
Digital production innovation projects – The applic	Bag, S., Wood, L.C., M	0	11	0	0	0	0	0	18	0	0	7	1	0	0
Human machine cooperation in smart production	Dannapfel, M., Wissl	0	7	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0
Transforming to a Hyper-connected Society and E	Bauer, W., Hammerl	0	2	7	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0
The influence of ict megatrends on global megare	Vukanović, Z.,	0	2	0	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0
Smart Manufacturing Through Digital Shop Floor M	Clausen, P., Mathias	0	6	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0
Digital servitization business models in ecosyste	Kohsamaki, M., Parid	0	3	0	0	0	0	0	39	0	5	2	0	0	0
Managing stimulation of regional innovation subj	Vasin, S., Gamidullae	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Promoting innovation and application of internet	Makori, E.O.	0	2	0	0	9	5	0	29	2	0	4	0	0	0
Industrie 4.0 by siemens: Steps made today	Cozmiuc, D., Petrisor	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Digital supply chain model in industry 4.0	Garay-Rondero, C.L.	0	110	0	9	1	0	0	112	1	4	1	0	0	0
What drives the implementation of industry 4.0?	Müller, J.M., Kiel, D.,	0	52	1	1	0	0	0	17	1	33	6	1	1	0
The role and impact of industry 4.0 and the intern	Nagy, J., Oláh, J., Erd	0	48	0	11	0	0	0	11	4	30	8	0	0	0
How manufacturing firm characteristics can influe	Bosman, L., Hartman	0	41	0	8	0	0	0	18	10	0	6	5	0	0
The impact of digital technologies on economic ar	Li, Y., Dai, J., Cui, L.	0	26	0	1	0	0	0	32	0	16	0	1	0	0
A review of the meanings and the implications of	Pereira, A.C., Romer	0	1	25	1	9	0	0	10	8	0	1	0	3	0
Analyzing the barriers to industry 4.0 through best	Kumar, S., Subash, M	0	6	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
Research on digital production technology for trad	Li, Y., Tong, K.D., M	0	4	0	4	4	0	0	15	0	0	2	0	0	0
Episodes of robotics and manufacturing automati	Williams, M.-A.,	0	1	4	1	17	0	0	2	0	2	1	1	0	0
Learning in the AufFab – The Fully Automated Ind	Simons, S., Abe, P., N	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	

**SELEÇÃO DOS ITENS DA CODING MATRIX QUE POSSUÍAM PELO MENOS OS CÓDIGOS KEYWORDS (DIGITAL SHIPBUILDING / SHIPBUILDING 4.0 / SHIPYARD 4.0 E SHIPBUILDING)**

Seleção no Excel dos itens encontrados na relação de todos os autores x os códigos criados para as palavras-chave mais relevantes para a pesquisa (*Digital Shipbuilding/ Shipbuilding 4.0 e Shipyard 4.0 Shipbuilding*), selecionados 25 artigos.

**Quadro 22: Matrix coding digital transformation ordenada (25 artigos).**

ARTIGOS	AUTORES	Digital Shipbuilding / Shipbuilding 4.0 / Shipyard 4.0	Shipbuilding	Digital Transformation	Industry 4.0	Intelligent Manufacturing	Automation	Effective Management	Management	Productivity	Sustainability	People	Safety	Labor	Labor Safety
Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing t	Venesa Stanić, Marko	43	50	3	38	0	6	0	3	3	0	0	9	0	0
Research on systematisation shipbuilding product	Song, Y.J.	1	22	0	0	0	0	0	28	4	0	0	1	0	0
DATA DRIVEN PERFORMANCE EVALUATION IN SHIP	Umran Bilen, Sebner	2	24	0	4	0	0	0	3	12	0	0	1	1	0
Transparency in the Design-Accompanying Produc	Konrad Jagusch, Jan S	2	17	0	1	0	2	0	5	1	0	0	0	0	0
Developing a Digital Twin and Digital Thread Fram	Toh Yen Pang 1,*, Ju	2	4	2	12	1	3	0	24	3	2	1	4	0	0
Sustainability challenges and how industry 4.0 tec	Jo Wessel Strandhag	1	58	0	37	0	6	0	33	10	45	1	5	0	0
Trends of Digital Transformation in the Shipbuildi	Alejandro Sánchez-S	1	40	20	40	3	3	0	26	5	1	5	1	1	0
THE FUTURE REALITY OF THE DIGITAL TWIN AS A CR	D Morais and G Goul	1	23	1	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0
Possible Applications of Additive Manufacturing T	Marcin Ziótkowski an	1	21	0	6	0	2	0	6	0	6	1	8	0	0
Achieving a Sustainable Shipbuilding Supply Chain	Magdalena Ramirez-	1	19	3	23	2	1	0	28	2	9	1	3	1	0
Industry 4.0 Roadmap: Implementation for Small a	Alberto Cotrino *, M	1	2	5	30	0	1	0	2	8	3	0	0	0	0
Global Competition in Shipbuilding: Trends and Ch	Rima Mickeviciene	0	43	0	0	0	3	0	6	8	1	3	3	0	0
Building information modelling-enabled best prac	Ran, L., Singh, V.	0	36	0	0	0	7	0	26	8	0	4	6	0	0
Reduction of piping management person-hours th	Morikawa, K., Ando,	0	29	7	0	0	0	0	18	12	0	0	0	0	0
A Review on Industrial Augmented Reality System	PAULA FRAGA-LAMA	0	14	0	24	0	3	0	5	1	0	2	2	0	0
Task-centric method for shipyard hoisting process	Mindong Liu1 · Mei M	0	14	0	3	0	5	0	12	0	0	1	5	0	0
Navantia's Shipyard 4.0 model overview	Ángel Recamán Rivas	0	12	1	6	0	2	0	4	3	0	3	3	0	0
A Practical Evaluation of Commercial Industrial Au	ÓSCAR BLANCO-NOV	0	12	0	25	0	4	0	2	1	0	0	2	0	0
Industrial Internet of Things in the production env	Munin-Doce, A., Díaz	0	12	0	7	0	1	1	13	1	0	1	0	3	0
INDUSTRY 4.0 IN THE MARITIME SECTOR POTENTIAL	Karl Hribernik	0	6	0	23	0	1	0	1	1	0	0	3	0	0
A Fog Computing Based Cyber-Physical System for	Tiago M. Fernández-C	0	6	0	7	0	6	0	5	1	0	1	2	0	0
Smart Pipe System for a Shipyard 4.0	Paula Fraga-Lamas *,	0	3	0	6	0	7	0	9	2	0	1	6	0	0
Industry 4.0: India's defence industry needs smart	Anand, P., Nagendra	0	1	7	14	1	5	0	10	7	0	1	0	0	0
Overview of 3D printing technologies for reverse e	Zhang, J., Yu, Z.	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3.4 Etapa 2 - Pesquisa qualitativa - Entrevistas com especialistas

De forma a enriquecer a pesquisa exploratória foram realizadas entrevistas com 14 especialistas com experiência em gerenciamento e execução de projetos dos setores naval, *offshore* e industrial da área de óleo & gás.

#### 3.3.4.1 Roteiro da entrevista

Foi utilizado o seguinte roteiro para aplicação da entrevista:

Bom dia,

Prezado (a) meu nome é Nelson Bezerra, sou aluno do Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da UFF/RJ, e estou sendo orientado pelo prof. José Rodrigues de Farias Filho. Esta entrevista faz parte de um levantamento inicial, a ser realizado junto a profissionais com experiência em Construção Naval / *Offshore* e Transformação Digital/Indústria 4.0. Tem como objetivo, apoiar na identificação de lacunas na área da Construção Naval / *Offshore* e Transformação Digital / Indústria 4.0, para suportar o desenvolvimento de Tese de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis. Linha de Pesquisa: Tecnologias Aplicadas para Organizações Sustentáveis; Projeto de Pesquisa: Transformação Digital.

Gostaria de agradecer sua participação nesta entrevista, que não deverá durar mais do que 20 min. Peço sua autorização para gravar, seu nome e qualquer referência o nome de empresa será omitido na transcrição das informações.

Peço por favor que leia o documento impresso e se não houver nenhuma dúvida, vamos iniciar a gravação:

- 1) Ligar o gravador
- 2) Ler a pergunta para o entrevistado

#### 3.3.4.2 Material apresentado aos entrevistados e questões

##### CONTEXTUALIZAÇÃO:

A Transformação Digital está mudando a forma como se relacionam as pessoas com os negócios, conforme definido por David Rogers (2016), os cinco domínios da Transformação Digital são: clientes, competição, dados, inovação e valor (CCDIV). Vários

estaleiros estão sem encomenda no Brasil em 2019 e o nível de empregados no setor naval tem diminuído ano após ano e uma das saídas para esta crise passa por repensar-se o setor rumo a exportação e em desenvolver processos competitivos a nível internacional.

Considerar a possibilidade de que com a implantação da Transformação Digital nos canteiros navais & *offshore* no Brasil, pode-se ter uma oportunidade de atingir-se índice de competitividade internacional nesse setor.

Quando se refere ao processo de desenvolvimento da construção naval & *offshore*, deve-se considerar a importância da sustentabilidade que deve ser vista em todas as partes envolvidas no processo de construção desde a aquisição da matéria-prima até o descarte do produto ao fim de sua vida útil.

## 1 – Contextualização dos canteiros de obra / estaleiros navais & *offshore* no Brasil:

1.1 – Segue mapa da localização dos 42 estaleiros no Brasil conforme Sinaval (Figura 23).

Figura 23: Mapa dos estaleiros (42).



Fonte: Elaborado pelo Autor.

1.2 – Como suporte para a análise quanto a aplicação da Transformação Digital, ou seja, passar a indústria de construção naval & *offshore* do estado analógico para o digital,

apresenta-se o nível de tecnologia na Figura 24 e o *Roadmap* da Transformação Digital que está impactando as pessoas e os negócios no mundo (Figura 25).

**Figura 24: Evolução da indústria de construção naval: geração de estaleiros - nível de tecnologia.**

Elemento	Nível Tecnológico				
	1	2	3	4	5
<b>Estrutura principal</b>	• Carreira longitudinal ou lateral		• Dique escavado		
<b>Movimentação de carga</b>	• Guindastes 10 a 50t	• Guindastes/ pórticos 50 a 200t	• Equipamentos* 200 a 500t	• Equipamentos 500 a 1.500t	• Equipamentos superior a 1.500t
<b>Processamento de aço</b>	• Corte manual/ótico • Solda manual	• Corte a plasma • Solda semi-automática		• Corte a laser** • Solda robotizada	
<b>Informatização</b>		• CAD	• CAD/CAM • MRP	• CAD/CAM/CIM*** • ERP	
<b>Data dos primeiros estaleiros</b>	1960	1970	1980		1990

\*São incluídos guindastes, pórticos, cábreas e sistema conjunto de trilhos+guindastes

\*\*Apesar de não aplicável a chapas de maior espessura, considerada o estado das artes da tecnologia de corte

\*\*\*CAD- Computer Aided Design; CAM – Computer Aided Manufacturing; CIM- Computer Integrated Manufacturing

Fonte: NSRP (National Shipbuilding Research Program), Conergy, análise da equipe

**Fonte: DORES et al (2012) e OLIVEIRA et al (2013).**

Figura 25: Roadmap da transformação digital.

ROADMAP DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL					
Mudanças Sociais		Mudanças Econômicas	Nosso papel hoje	Nosso papel Futuro	
			Cliente	Cliente	
	Mudanças Oportunidades	insights			
Mudanças Mercados /Canais		Mudanças Tecnológicas		Propósito Massivo Transformador	
	Road Map da Transformação Digital		Curto Prazo Inovação Incremental	Médio Prazo Inovação Incremental Disruptiva	Longo Prazo Disruptiva
Inovação: Produto Processo Paradigma Posicionamento					
Domínios da Transformação Digital			Cientes Competição Dados Principal Inovação Principal Valor Agregado	Cientes Competição Dados Principal Inovação Principal Valor Agregado	Cientes Competição Dados Principal Inovação Principal Valor Agregado
Estratégia Rede de Clientes Comunidades			Acessar Engajar Customizar Conectar Colaborar	Acessar Engajar Customizar Conectar Colaborar	Acessar Engajar Customizar Conectar Colaborar
Tipo de Plataforma: Marketplace Transação Mídia Padrão			Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos	Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos	Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos
Big Knowledge Estratégia sobre Dados			Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos	Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos	Usuários Publicadores / Conteúdo Anunciantes Parceiros Tecnológicos
Business Model (Monetização)					

Adaptação Nelson Bezerra - Autor Prof. Yougui / David Rogers (5 Dimensões da Transformação Digital)

Fonte: Adaptado pelo autor (Prof. YOUNGUI / David ROGERS)

### 3.3.4.3 Perguntas feitas aos entrevistados

Considerando as figuras abaixo (1, 2, 3) e sua vivência /experiência /conhecimento, na sua opinião quais as variáveis ou fatores são críticos ou fundamentais para a realização de uma transformação digital nos canteiros / estaleiros navais & *offshore* no Brasil.

1 – Na sua opinião quais as variáveis ou fatores são críticos ou fundamentais para a realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil?

2 – Como sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & *offshore* no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.

3 – Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil?

### 3.3.4.4 Análise dos resultados da pesquisa qualitativa com especialistas

A análise dos resultados da pesquisa qualitativa com especialistas, foi realizada utilizando-se o método da teoria fundamentada de Glaser e Strauss (1967) na codificação dos dados, onde categorizou-se as respostas a três questões obtidas através do roteiro de entrevistas sobre a percepção destes especialistas, considerando:

### 3.3.4.5 Definição da amostra

A população do estudo foi constituída por especialistas com experiência em gerenciamento e execução de projetos dos setores naval, offshore e industrial da área de óleo & gás, também contou com a participação de especialistas em transformação digital e produção enxuta, foram realizadas ao todo entrevistas com 14 (catorze) especialistas representativos com vivência na execução e acompanhamento de projetos em organizações distintas, pertencentes as seguintes categorias:

- Gerência de Projetos na Indústria Naval & *Offshore*
- Gerência de Projetos na indústria de Petróleo & Gás
- Gerência de Projetos de TI e Telecomunicações
- Gerência de Projetos Bim e Planejamento
- Gerência de Projetos de Produção Enxuta
- Gerência de Projetos na indústria de Energia Limpa

- Gerência de Projetos de Engenharia & Tecnologia
- Gerenciamento de Projetos Educacionais
- Gerenciamento de Projetos na área de Energia
- Gerenciamento de Projetos na área de Empreendedorismo

**Quadro 23: Especialistas entrevistados.**

IDENTIFICAÇÃO	EXPER. ANOS	FUNÇÃO	ORGANIZAÇÃO	NATUREZA DOS PROJETOS
Entrevistado 1	17	Presidente	Manufatura	Constr. Naval e <i>Offshore</i>
Entrevistado 2	51	Diretor	Manufatura	Constr. Naval e <i>Offshore</i>
Entrevistado 3	45	Diretor	Manufatura	Constr. Naval e <i>Offshore</i>
Entrevistado 4	42	Diretor	Tecnologias	Engenharia & Tecnologia
Entrevistado 5	16	Diretor	Consultoria	Produção Enxuta
Entrevistado 6	36	Gerente de Projetos	Manufatura	Indúst. de Petróleo & Gás
Entrevistado 7	30	Gerente de Projetos	Engenharia	Constr. Naval e <i>Offshore</i>
Entrevistado 8	30	Gerente de TI	Governo	TI & Telecom
Entrevistado 9	12	Gerente de TI	Manufatura	Indúst. de Petróleo & Gás
Entrevistado 10	38	Gerente de Projetos	Governo	Educação
Entrevistado 11	15	Coord. de Projetos	Manufatura	Energia
Entrevistado 12	20	Coord. de Projetos	Manufatura	Constr. Naval e <i>Offshore</i>
Entrevistado 13	38	Gerente de Projetos	Manufatura	BIM & Planejamento
Entrevistado 14	35	Empresário	Educação	Empreendedorismo

**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Em uma primeira etapa, realizou-se a leitura das transcrições das entrevistas, buscando-se obter uma interpretação geral das respostas dos especialistas.

Em uma segunda etapa, foram gerados códigos para palavras, frases e/ou sentenças nas transcrições das entrevistas, sendo criadas categorias refletindo similaridade e frequência de respostas.

Na terceira etapa, foi realizada uma revisão, ajuste de nomenclatura e combinação de categorias. Após criteriosa análise desses resultados determinou-se seis categorias que refletem adequadamente as respostas as duas questões fornecidas pelos participantes, conforme apresentado a seguir:

Questão 1: Na sua opinião quais as variáveis ou fatores são críticos ou fundamentais para a realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil?

Questão 2: Como sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & *offshore* no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.

Questão 3: Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil?

a) Quais os fatores de sucesso são críticos ou fundamentais para a realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil, apresentada a análise no Quadro 24.

Quadro 24: Análise das entrevistas (A).

Continua

A) QUAIS OS FATORES DE SUCESSO SÃO CRÍTICOS OU FUNDAMENTAIS PARA A REALIZAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO NAVAL & OFFSHORE NO BRASIL						
Item	Clientes	Competição	Dados	Inovação	Valor	Pessoas
1	Demanda de mercado	Adoção pela Indústria do <i>Total Life Cycle Coast</i>	<i>Benchmarking</i> da tecnologia do setor	Digitalização desde o início do processo	Capacidade própria ou linha de financiamento	Fator humano
2	Criar novos nichos de mercado	Ambiente competitivo saudável	Como tratar o alto fluxo de informação	Investimento	Composição societária mista - privada, governo e banco de fomento	Preparar a mão de obra para o novo momento da indústria
3	Incorporar aos novos contratos o item transformação digital	Considerar a transformação digital como investimento		Baixo custo atuais dos sensores	Considerar como indústria estratégica para o país	Necessidade de profissionais experientes
4		Considerar as questões da sustentabilidade		Linhas de financiamento	Extensão da costa Brasileira	Profissionais da nova geração já acostumados com o digital
5		Incentivos tributários			País Exportador e Importador	Como trazer valor para organização
6		Infraestrutura saúde			Plano de construção naval de longo prazo	Redução de mão de obra não especializada
7		Infraestrutura Transporte			Política de Transporte	
8		Parceria com universidades			Transporte Internacional	
9		Planejamento Integrado das fases			Transporte Nacional	
10		Previsibilidade de demanda			Incentivos governamentais	
11		Segurança jurídica			Política pública para o setor	
12		Co criação e <i>Learning Engagement</i>			Patrocínio do alto escalão	
13		Ganhar produtividade, qualidade e segurança			Política de criação de valor	

Conclusão Quadro 25.

A) QUAIS OS FATORES DE SUCESSO SÃO CRÍTICOS OU FUNDAMENTAIS PARA A REALIZAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO NAVAL & OFFSHORE NO BRASIL						
Item	Clientes	Competição	Dados	Inovação	Valor	Pessoas
14		Capacitar mão obra				
15		<i>Benchmarking</i> internacional				
16		Capacitação dos instrutores em transformação digital				
17		Domínio da língua inglesa				
18		Domínio de ferramentas de projetos 3D				
19		<i>Cluster</i> de produção				
20		Compensar falta de experiência				
21		Compensar lacuna em educação				
22		Considerar os princípios <i>lean</i> no processo				
23		Mapeamento dos processos				
24		Robotização dos processos				
25		Treinamento profissional				
26		Melhorar a capacidade competitiva				

Fonte: Elaborado pelo Autor.

b) Como sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & *offshore* no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.

**Quadro 25: Análise das entrevistas (B).**

<b>B) COMO SAIR DA CONDIÇÃO EM QUE OS CANTEIROS DE OBRA / ESTALEIROS NAVAIS &amp; OFFSHORE NO BRASIL ESTÃO HOJE DE UMA SITUAÇÃO DE “ANALÓGICO” PARA TRANSFORMÁ-LOS EM “DIGITAL”.</b>						
<b>Item</b>	<b>Clientes</b>	<b>Competição</b>	<b>Dados</b>	<b>Inovação</b>	<b>Valor</b>	<b>Pessoas</b>
1	Nova demanda de mercado	Planejamento do processo produtivo	Benchmarking com indústrias internacionais	Equipar o parque tecnológico naval	Estar operacional	Investir em educação
2		Sobrevivência	Criar checklist da situação de cada estaleiro	Implantar gêmeos digitais	Necessidade de financiamento	Desenvolver conhecimento, habilidades e atitudes
3			Definir baseline da transformação digital	Implantar IOT		Planejamento e mudança cultural
4			Definir o propósito para adoção da transformação digital	Implantar rastreabilidade através de RFID		
5				Implementar Tecnologia da informação		
6				Trabalho colaborativo virtual		
7						
8						
9						
10						
11						
12						

**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

c) Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & offshore no Brasil?

**Quadro 26: Análise das entrevistas (C).**

<b>C) QUAIS SÃO AS BARREIRAS QUE PODEM EXISTIR PARA A NÃO IMPLANTAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO NAVAL &amp; OFFSHORE NO BRASIL?</b>						
<b>Item</b>	<b>Cientes</b>	<b>Competição</b>	<b>Dados</b>	<b>Inovação</b>	<b>Valor</b>	<b>Pessoas</b>
1	Demanda de mercado	Altas taxas de impostos e tributos	Falta de conhecimento	Falta agilidade na implantação da tecnologia	Cultura do desperdício	Desafio para capacitação das pessoas
2		Capacidade financeira da empresa	Desenvolver habilidades para aplicação das novas tecnologias	Falta de cultura de inovação da organização	Falta de entendimento da necessidade da transformação digital	Falta de profissionais capacitados
3		Concorrência da Ásia é subsidiada	Falta de planejamento e recursos	Falta de maturidade tecnológica		
4		Falta de linha de crédito com juros baixos	Falta de previsibilidade de demanda	Falta tecnologia de base		
5		Falta de patrocínio	Falta de visão estratégica dos líderes da organização	Sem comunicação por fibra ótica		
6		Indústria não considerada estratégica		Indústria extremamente tradicional e conservadora		
7		Não termos conteúdo local apropriado		Não considerar inovação como investimento		
8		Prazo de retorno do investimento de longo prazo		Necessidade da customização do emprego da tecnologia em cada estaleiro		

**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

### 3.3.4.6 Relatório Nvivo de nuvem de termos – comprimento mínimo 7 letras

**Figura 26: Relatório NVivo de nuvem de termos.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

Na análise das respostas das entrevistas, levou-se em consideração os cinco domínios da TD conforme David Rogers (Clientes, Competição, Dados, Inovação e Valor - CCDIV), onde os especialistas indicaram os principais fatores para uma organização obter sucesso na realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil, sugerindo também que seja acrescentado um domínio muito importante no contexto que são as pessoas, consideradas parte fundamental no sucesso da TD.

#### **PONTOS IMPORTANTES INDICADOS PELOS ESPECIALISTAS DE COMO MIGRAR, OBTER SUCESSO E REDUZIR AS BARREIRAS PARA MIGRAÇÃO DO ANALÓGICO PARA O DIGITAL:**

**I. Clientes** – Criar demanda e novos nichos de mercado incorporando a transformação digital aos novos contratos.

**II. Competição** – Adoção pela indústria do “total life cycle cost”, necessidade de: previsibilidade de demanda, segurança jurídica, considerar a indústria estratégica, capacitação da mão de obra, conteúdo local apropriado, linha de crédito com juros baixos e considerar as questões da sustentabilidade.

**III. Dados** – *Benchmarking* da tecnologia do setor e definir *baseline* e propósito para TD.

**IV. Inovação** – Implantar a cultura da inovação na organização, adotando a digitalização desde o início do processo e considerar a inovação com investimento.

**V. Valor** – Considerar a indústria como estratégica para o país através de uma política nacional de transporte com linha de crédito especial para o setor e a necessidade da Transformação Digital.

**VI. Pessoas** - Mudança cultural, combinando profissionais experientes com investimento em educação para a capacitação de pessoas desenvolvendo conhecimento, habilidades e atitudes

Os especialistas consideram que em virtude do Brasil, ser o quinto maior país do mundo em extensão territorial, com 8.514.876 km<sup>2</sup>. O país possui um litoral com 7.367 km, banhado a leste pelo oceano Atlântico. O contorno da costa brasileira aumenta para 9.200 km se forem consideradas as saliências e reentrâncias do litoral e possuindo uma série de rios navegáveis. O setor de construção naval e *offshore* deveria ser considerado estratégico para a nação, com forte participação no modal de transporte e também visando competir no cenário internacional.

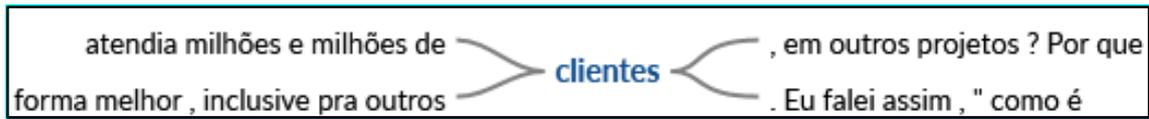
A falta de demanda faz com a produtividade seja baixa por não termos uma carteira de projetos de longo prazo, o que também afeta na formação da mão de obra em virtude de não termos continuidade fazendo com que a indústria perca competitividade no mercado internacional, não conseguindo viabilizar o equilíbrio econômico-financeiro dos projetos perante a concorrência.

Outro ponto a destacar nas opiniões dos especialistas é a necessidade de uma forte mudança cultural, migrando da cultura do desperdício para o de alta produtividade.

Pode-se concluir que como o setor de construção naval e *offshore* já teve sua pujança na década de 70 onde o Brasil ocupou o posto de segundo construtor naval no mundo. Aponta-se que a busca da competitividade internacional em conjunto com a implantação da Transformação Digital é o caminho para recuperação e retorno ao desenvolvimento do setor, muito embora deve-se os considerar que os países asiáticos têm a indústria subsidiada.

Faz-se necessário ter pessoas comprometidas, competentes, capacitadas e enganadas, para suportar o processo de mudança cultural no setor de construção naval e *offshore* para implantação da TD.

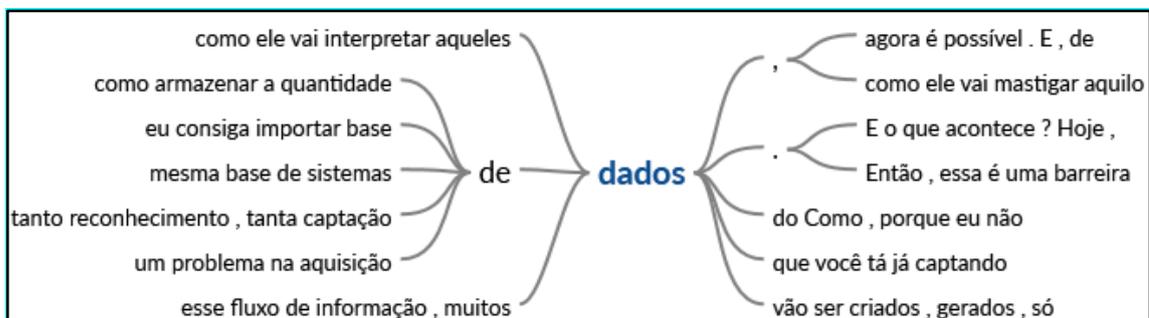
1. Relatório Nvivo Frequência de palavras – para o termo clientes:



2. Relatório Nvivo Frequência de palavras – para o termo competição:



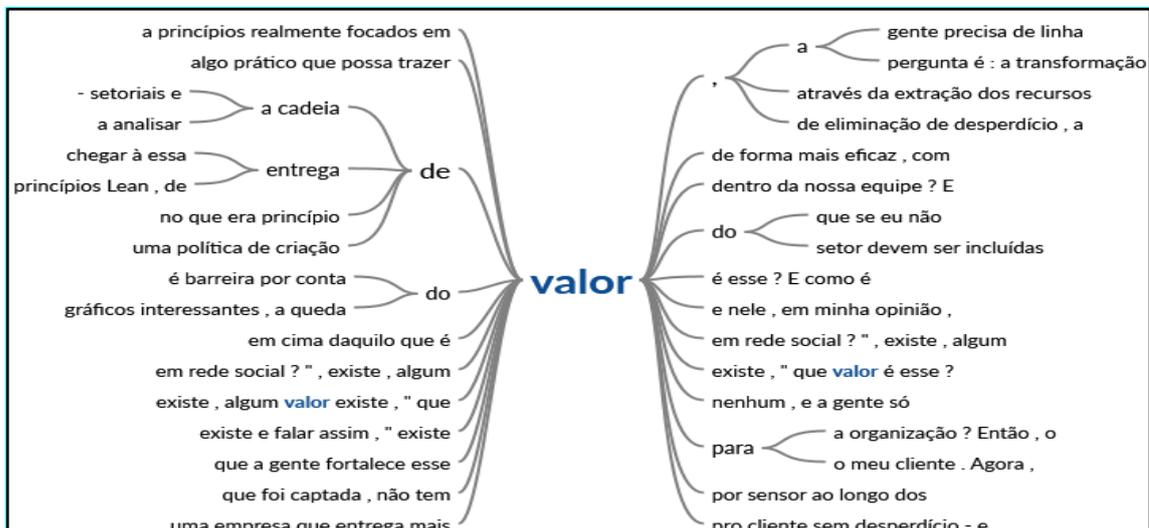
3. Relatório Nvivo Frequência de palavras – para o termo dados:



4. Relatório Nvivo Frequência de palavras – para o termo inovação:



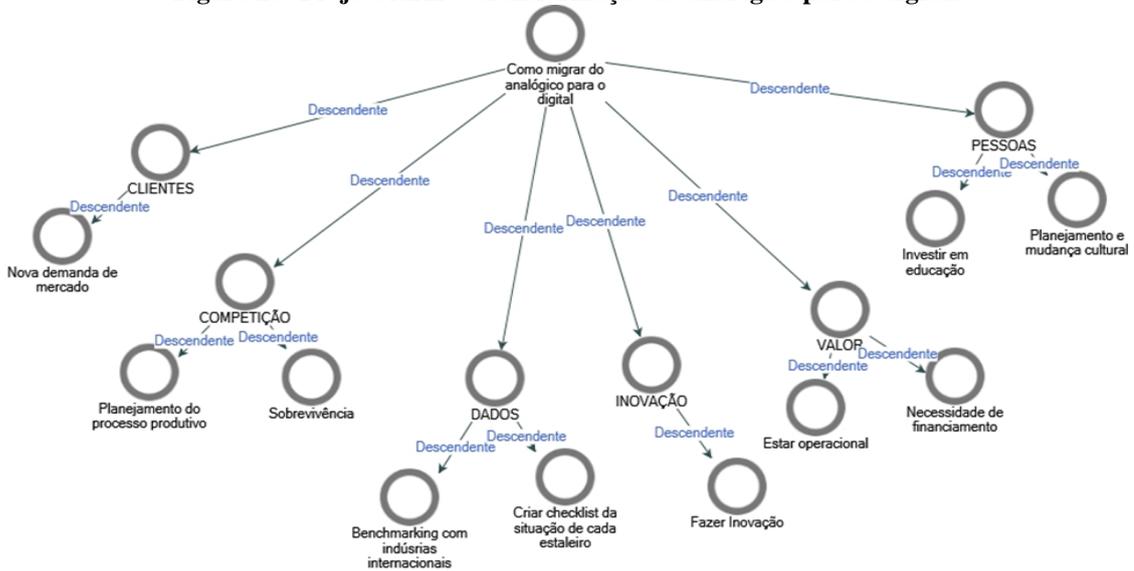
5. Relatório Nvivo Frequência de palavras – para o termo valor:





**8. Relatório NVivo – Project MAP: Como sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & offshore no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.**

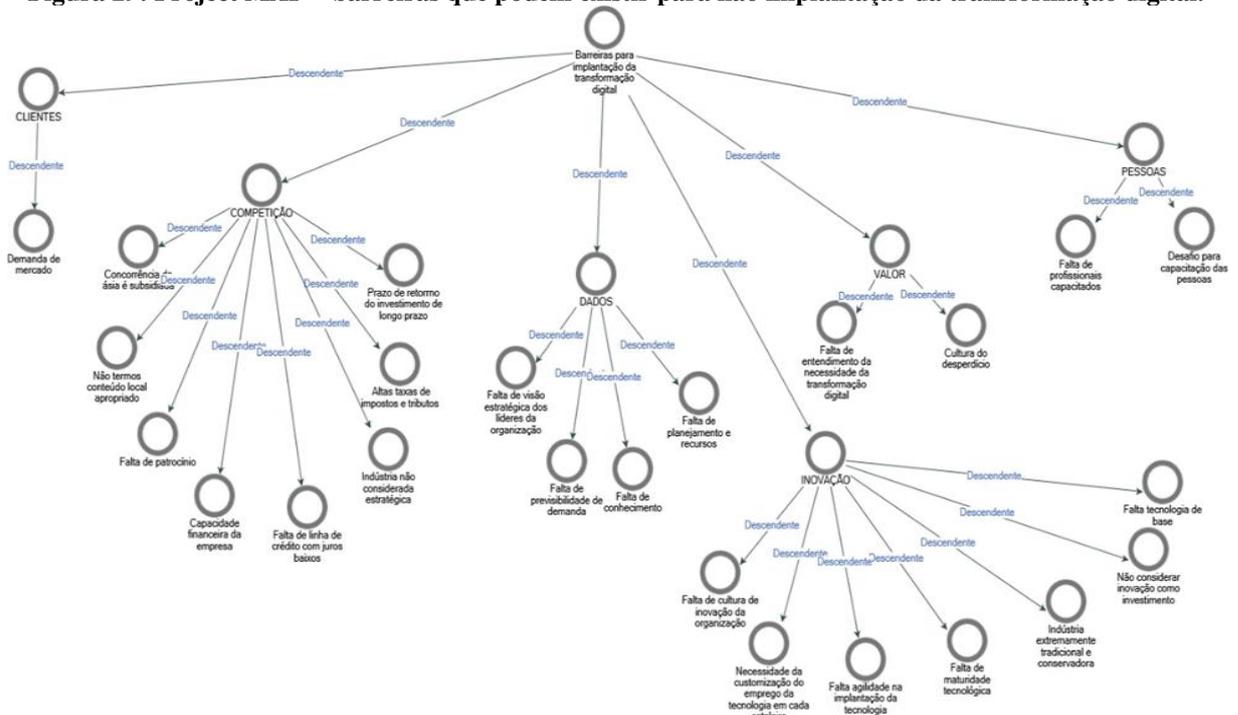
**Figura 28: Project MAP – transformação do analógico para o digital.**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

**9. Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & offshore no Brasil?**

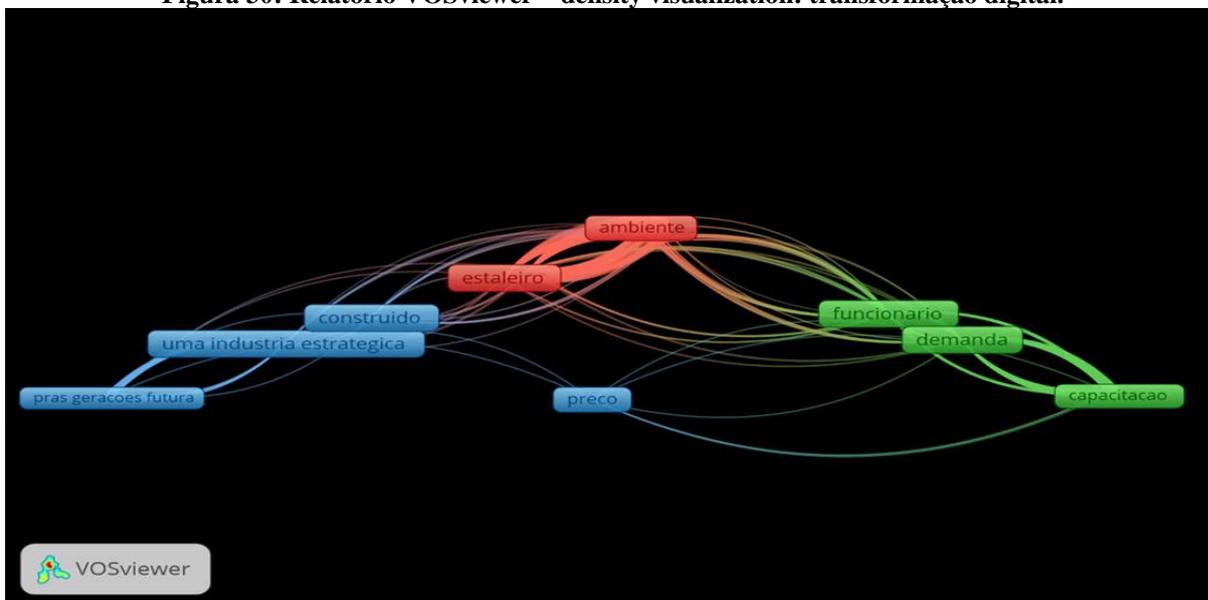
**Figura 29: Project MAP – barreiras que podem existir para não implantação da transformação digital.**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

## 10. Relatório VOSviewer – Density Visualization: Transformação Digital

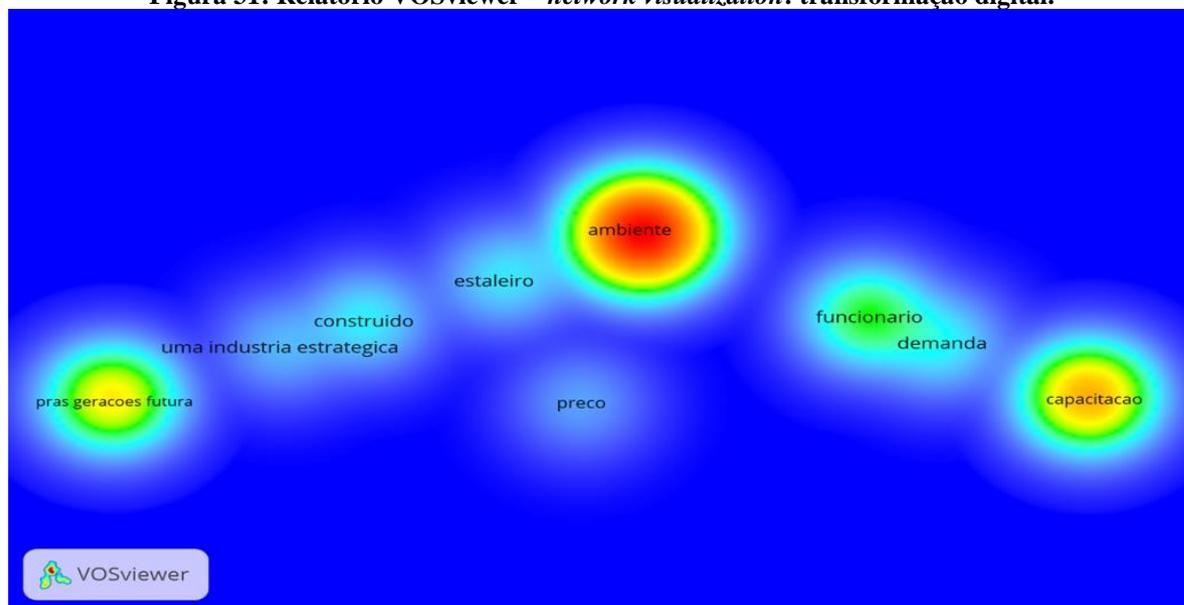
Figura 30: Relatório VOSviewer – density visualization: transformação digital.



Fonte: Autor usando VOSviewer – DENSITY VISUALIZATION

## 11. Relatório VOSviewer – Network Visualization: Transformação Digital

Figura 31: Relatório VOSviewer – network visualization: transformação digital.



Fonte: Autor usando VOSviewer – Network Visualization

### 3.3.4.7 Lacunas teóricas e práticas

Após a análise dos Quadros 5 e 6 referentes as lacunas teóricas e práticas apresentadas no item 1.2 Problema da Pesquisa da introdução e realizada a leitura dos 44 artigos

selecionados e entrevistas dos 14 especialistas, surgiu a necessidade dos refinamentos das lacunas teóricas e práticas.

No Figura 32 apresentam-se 16 lacunas teóricas e 25 lacunas práticas identificadas, respectivamente com base na pesquisa bibliográfica e na análise das entrevistas realizadas com os especialistas.

Figura 32: Lacunas teóricas e práticas.

Lacunas Teóricas e Práticas	
Lacunas Teóricas	1- Baixa produtividade
	2- Redução de custos de negócios
	3- Melhorar a competitividade da indústria
	4- Criação de indústria de construção naval sustentável
	5- Produtos competitivos internacionalmente
	6- Criação de força de mão de obra qualificada
	7- Gestão de sistemas e projetos complexos
	8- Engenharia ponto a ponto cobrindo toda cadeia de valor
	9- Integração horizontal com clientes e fornecedores
	10- Digitalização em toda a planta de estaleiro
	11- Robótica colaborativa
	12- Manufatura aditiva / Impressão 3D
	13- Realidade virtual
	14- Gêmeo digital
	15- Manutenção preditiva com uso analytics e de big data
	15- Método de processos inovadores empregando IA
16- Preparar-se para um cenário competitivo e globalizado na T.D	
Lacunas Práticas	1- Demanda de mercado
	2- Altas taxas de impostos e tributos
	3- Capacidade financeira da empresa
	4- Concorrência da Ásia subsidiada
	5- Falta de linha de crédito com juros baixos
	6- Falta de patrocínio
	7- Indústria não considerada estratégica
	8- Não termos conteúdo local apropriado
	9- Prazo de retorno de investimento de longo prazo
	10- Falta de conhecimento técnico
	11- Habilidades para aplicação de novas tecnologias
	12- Previsão de demanda
	13- Visão estratégica dos líderes da organização
	14- Agilidade na implantação da tecnologia
	15- Cultura de inovação da organização
	16- Maturidade tecnológica
	17- Tecnologia de base
	18- Comunicação por fibra ótica
	19- Indústria tradicional e conservadora
	20- Não considera inovação como investimento
	21- Customização do emprego da tecnologia no estaleiro
	22- Cultura do desperdício
	23- Entendimento da necessidade da transformação digital
	24- Capacitação das pessoas
	25- Falta profissional capacitado

Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 3.3.4.8 Discussão dos resultados para identificação do problema de pesquisa

O pesquisador, a partir da identificação das lacunas, precisou optar por uma Lacuna Prática, uma Lacuna Teórica, ou uma Lacuna Teórico-Prática como sendo o problema de pesquisa. Optou-se, então, por uma combinação das 3 lacunas teóricas e 3 lacunas práticas, conforme Figura 33

**Figura 33: Sumário do processo de identificação das lacunas teóricas e lacunas práticas.**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os autores apontaram lacunas que corroboraram com a preocupação dos entrevistados onde encaminhou-se para o seguinte problema de pesquisa:

**Como a transformação digital pode melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval & *offshore* no Brasil?**

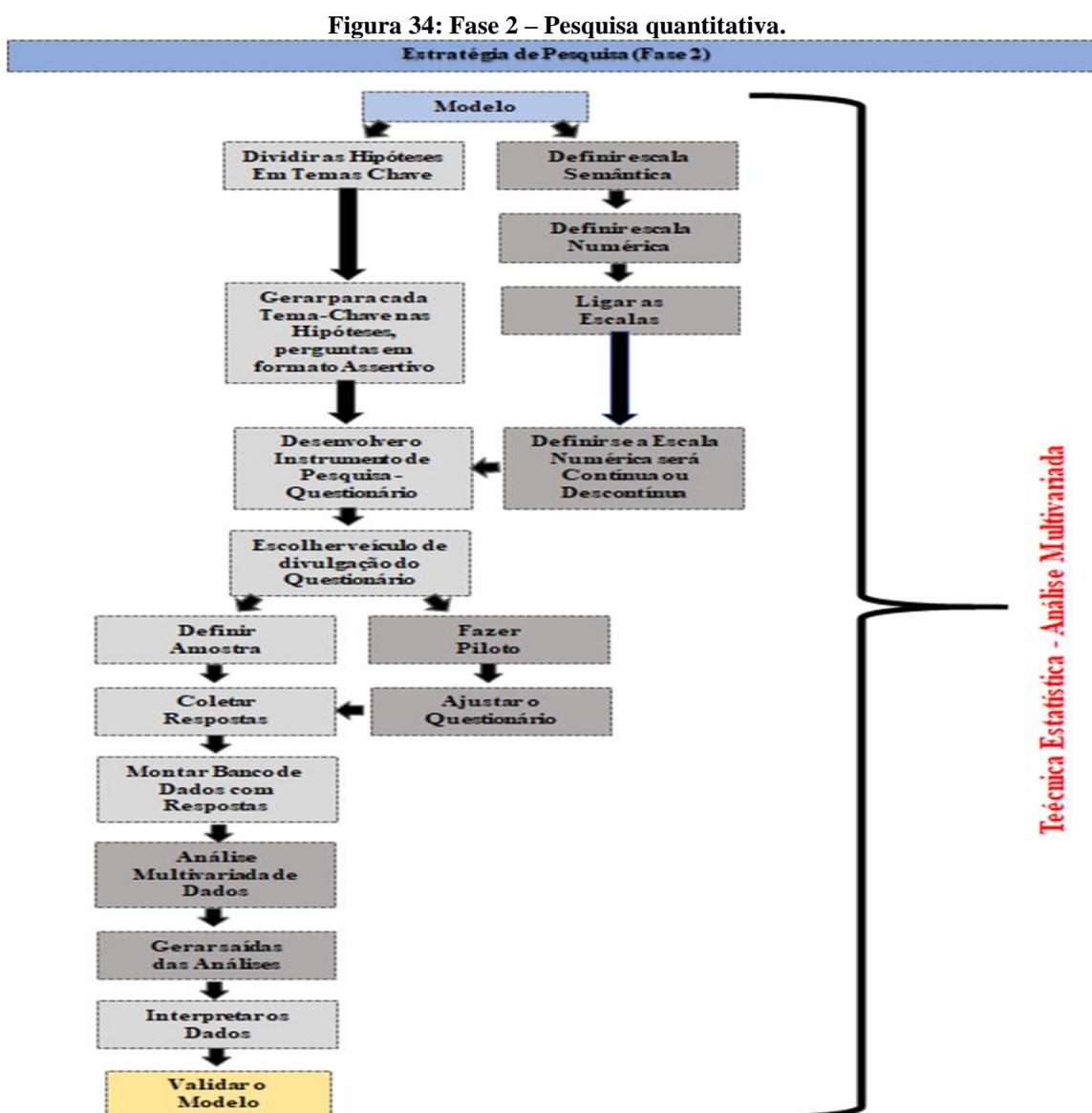
### 3.3.5 Fase 2 – Pesquisa quantitativa

A Figura 34 apresenta os passos da fase 2, pesquisa quantitativa. Nesta fase foi realizada em uma primeira etapa a montagem das assertivas a partir das variáveis das hipóteses definidas para o modelo inicial, compondo o questionário tipo *Survey*. Para as assertivas definidas foi escolhida uma escala de avaliação, em versão numérica e semântica, complementando o questionário. Foram definidos: o perfil dos respondentes alvo para aplicação do *Survey*, a técnica estatística - análise multivariada para validar as hipóteses do modelo proposto inicial.

Em uma segunda etapa foi realizado um teste piloto com aplicação controlada do questionário com a participação de 5 a 10 respondentes com o mesmo perfil desejado para o *Survey*, de forma a avaliar, coerência, compreensão, tempo de resposta e outros fatores relevantes para validação do questionário. Os resultados do teste piloto foram avaliados para realizar os ajustes necessários no questionário.

Na etapa 3 foi aplicado o questionário (*Survey*), onde obteve-se 377 respostas. Cada questionário respondido será avaliado para identificar se o mesmo será ou não considerado na análise.

Na quarta e última etapa, aplicou-se na análise dos resultados a técnica estatística de análise multivariada modelagem de equações estruturais sobre os questionários respondidos que foram selecionados como válidos, visando validar as hipóteses do modelo proposto inicial, apresentando os resultados com as hipóteses validadas e não validadas.



Fonte: Adaptado de TOLEDO (2020).

### 3.4 AMOSTRAS

#### **3.4.1 Etapa 1 – Pesquisa qualitativa – Pesquisa bibliográfica exploratória**

Na pesquisa bibliográfica realizada com base nas principais palavras-chave (*Digital Transformation; Effective Management; People; Labor Safety; Productivity; Sustainability; Industry 4.0; Intelligent Manufacturing; Automation; Digital Shipbuilding*), obteve-se 8059 artigos na busca exploratória inicial, sobre os quais aplicou-se uma sequência de filtros de forma a obter somente artigos completos e alinhados ao tema central da tese. Após a exclusão de áreas temáticas fora do escopo foram selecionados 1222 artigos. Após leitura de títulos e resumos selecionou-se 252 artigos alinhados ao tema central da pesquisa.

#### **3.4.2 Etapa 2 – Pesquisa qualitativa – Pesquisa de campo exploratória**

Em uma pesquisa qualitativa exploratória, recursos aleatórios podem ser usados para fixar a amostra. Pode-se decidir intencionalmente o tamanho da amostra, considerando uma série de condições, como pessoas que sejam essenciais para o esclarecimento do assunto em foco, segundo o ponto de vista do investigador, facilidade para se encontrar com as pessoas, tempo disponível dos indivíduos para a entrevista, entre outros (TRIVIÑOS, 2008). Diante deste ponto, decidiu-se por entrevistar 14 profissionais com experiência em gerenciamento de projetos na indústria de construção naval.

#### **3.4.3 Fase II – Pesquisa quantitativa – Survey**

Foi escolhida a técnica estatística de análise multivariada para tratar os dados coletados no *survey*.

### 3.5 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

#### **3.5.1 Coleta dos dados e tratamento – Fase 1: Pesquisa bibliográfica exploratória**

Com o suporte do *software* NVivo realizou-se análise léxica e de conteúdo na base de dados contendo os arquivos dos 252 artigos em formato PDF. Na análise dos artigos foi

identificado que o termo *Digital Shipbuilding* também é referenciado na literatura científica como *Shipbuilding 4.0*. Decidiu-se pela realização de nova busca na base *Scopus* com a inclusão do termo “*Shipbuilding 4.0*”, como resultado identificou-se mais 9 artigos aumentando a base de artigos para um total de 261 artigos.

Durante a análise léxica dos artigos com o suporte do software Nvivo, foram selecionados 25 artigos cujos autores fizeram referência as palavras-chave (*Digital Shipbuilding/ Shipbuilding 4.0 e Shipyard 4.0 Shipbuilding*). Com a leitura completa destes identificou-se um conjunto adicional de 19 artigos, totalizando a base de referência principal com 44 artigos.

### **3.5.2 Coleta dos dados e tratamento – Fase 1: Entrevistas com especialistas**

Para a realização da coleta dos dados, foi feito o agendamento com cada um dos especialistas e estimou-se de 10 a 20 minutos para a realização de entrevistas individuais.

As entrevistas foram conduzidas com o auxílio de um celular, para posteriormente passar pelo processo de transcrição e por um processo de leitura na etapa de análise.

A análise dos resultados das entrevistas com os especialistas, foi realizada utilizando-se o método “Teoria Fundamentada” de Glaser e Strauss (1967) onde categorizou-se as respostas as questões apresentadas.

### **3.5.3 Coleta dos dados e tratamento – Fase 2: Survey**

Foi construído um questionário com perguntas estruturadas em formato de escala. Uma pergunta estruturada é aquela que pré-especifica o conjunto de respostas alternativas, assim como o formato das respostas possíveis (MALHOTRA, 2006).

O questionário foi desenvolvido e publicado no site da plataforma *Survey Monkey* (<http://pt.surveymonkey.com>), pois esta foi identificada como a ferramenta mais adequada para as características do instrumento e por oferecer uma base para construção e coleta dos dados online.

### 3.6 MODELAGEM DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS – SEM

#### 3.6.1 Especificação do Modelo do Estaleiro 4.0, segundo a Modelagem de Equações Estruturais – SEM

Tendo como base a técnica SEM, que foi o instrumento utilizado para análise do modelo do Estaleiro 4.0, apresentado na Figura 4, especificou-se o modelo apresentado na Figura 35, para validação das variáveis e hipóteses que influenciam o modelo.

Segundo Castro (2018), define-se num primeiro nível dois tipos de variáveis: variáveis manifestas e variáveis latentes. As variáveis manifestas ou variáveis observadas são variáveis medidas diretamente, de forma que, estas variáveis são obtidas com dados diretos da ferramenta de recolhimento de dados (como exemplo, um questionário). De acordo com o autor (2018), variáveis latentes ou construtos são variáveis obtidas por sugestão das variáveis manifestas e não por medição direta, ou seja, para obtenção dos dados dos constructos deve-se ter os dados do conjunto de variáveis manifestas.

Consoante Castro (2018), Toledo (2020) e Marchisotti (2021) os modelos apresentam variáveis manifestas ou os construtos, estas podem ser classificadas como variáveis independentes ou exógenas ou variáveis dependentes ou endógenas.

As variáveis exógenas são aquelas variáveis que apenas dependem de influência externa do modelo, ou seja, as demais variáveis do modelo não exercem qualquer influência nestas variáveis, sendo totalmente independentes (CASTRO, 2018).

Para Castro (2018), as variáveis endógenas são o inverso das exógenas, significando que estas variáveis estão diretamente influenciadas por diversas variáveis existentes no modelo teórico definido, tornando-se dependentes da variação de várias variáveis.

O Quadro 27 apresenta a forma de escrita das variáveis no SEM, e o Quadro 28 apresenta o resumo dos símbolos utilizados na representação gráfica do modelo SEM.

**Quadro 27: Forma de escrita das variáveis no SEM.**

	VARIÁVEIS EXÓGENAS	VARIÁVEIS ENDÓGENAS
Variáveis Manifestas	$x_q$	$\gamma_p$
Construtos	$\xi_s$	$\eta_r$

Fonte: Adaptado de CASTRO, 2018. TOLEDO, 2020. MARCHISOTTI, 2021.

**Quadro 28: Símbolos da representação gráfica do modelo SEM.**

SÍMBOLO	INTERPRETAÇÃO	TIPOS DE LETRAS	EXEMPLOS DAS LETRAS
□	Variável manifesta	Romanas	$x, y$
○	Construto ou erro	Gregas	$\xi, \delta, \eta, \epsilon, \varphi$
→	Relação no sentido causa para efeito)	Gregas	$\lambda, \gamma, \beta$
↔	Correlação	Gregas	$\phi, \psi, \theta$

Fonte: Adaptado de CASTRO, 2018. TOLEDO, 2020. MARCHISOTTI, 2021.

### 3.6.2 Constructos e variáveis manifestas.

Tendo como base os achados resultantes da pesquisa exploratória e revisão da literatura realizadas, definiu-se um conjunto de variáveis manifestas que suportam e foram consideradas no objetivo deste estudo, estas variáveis e seu referencial teórico são apresentados no Quadro 29.

**Quadro 29: Construtos e variáveis manifestas.**

Continua

<b>CONSTRUTOS E VARIÁVEIS MANIFESTAS DO MODELO</b>		
<b>Construtos</b>	<b>Variáveis Manifestas</b>	<b>Referencial</b>
<b>Exógenos</b>		
<b>Gestão Estratégica</b>	<b>Visão de longo prazo</b>	ROGERS, D. L. Transformação Digital: repensando o seu negócio para a era digital. São Paulo: Autêntica Business, 2017.
	<b>Transformação Organizacional alinhada com a preparação para uma Transformação Digital</b>	ROGERS, D. L. Transformação Digital: repensando o seu negócio para a era digital. São Paulo: Autêntica Business, 2017.
	<b>ODS (17 Princípios e seus desdobramentos)</b>	STRANDHAGEN, Jo Wessel et al. Sustainability challenges and how Industry 4.0 technologies can address them: a case study of a shipbuilding supply chain. Production Planning & Control, p. 1-16, 2020.
<b>Endógenos</b>		
<b>Gestão Sustentável de Projetos Complexos</b>	<b>Metodologias para Produtos e Projetos Complexos e Sustentáveis</b>	SÁNCHEZ-SOTANO, Alejandro et al. Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector. In: New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0. IntechOpen, 2020.
	<b>Gestão de Produtos e Projetos Complexos</b>	SÁNCHEZ-SOTANO, Alejandro et al. Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector. In: New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0. IntechOpen, 2020.
	<b>Triple Bottom Line</b>	STRANDHAGEN, Jo Wessel et al. Sustainability challenges and how Industry 4.0 technologies can address them: a case study of a shipbuilding supply chain. Production Planning & Control, p. 1-16, 2020.
<b>Mão de Obra Qualificada e Capacitada</b>	<b>Profissional com conhecimento (<i>Hard skills</i> e <i>Soft skills</i>) integrando Automação, Robótica e TI</b>	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
	<b>Capacidades que possibilitem a Transformação Organizacional alinhada a Transformação digital</b>	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.

Conclusão Quadro 31.

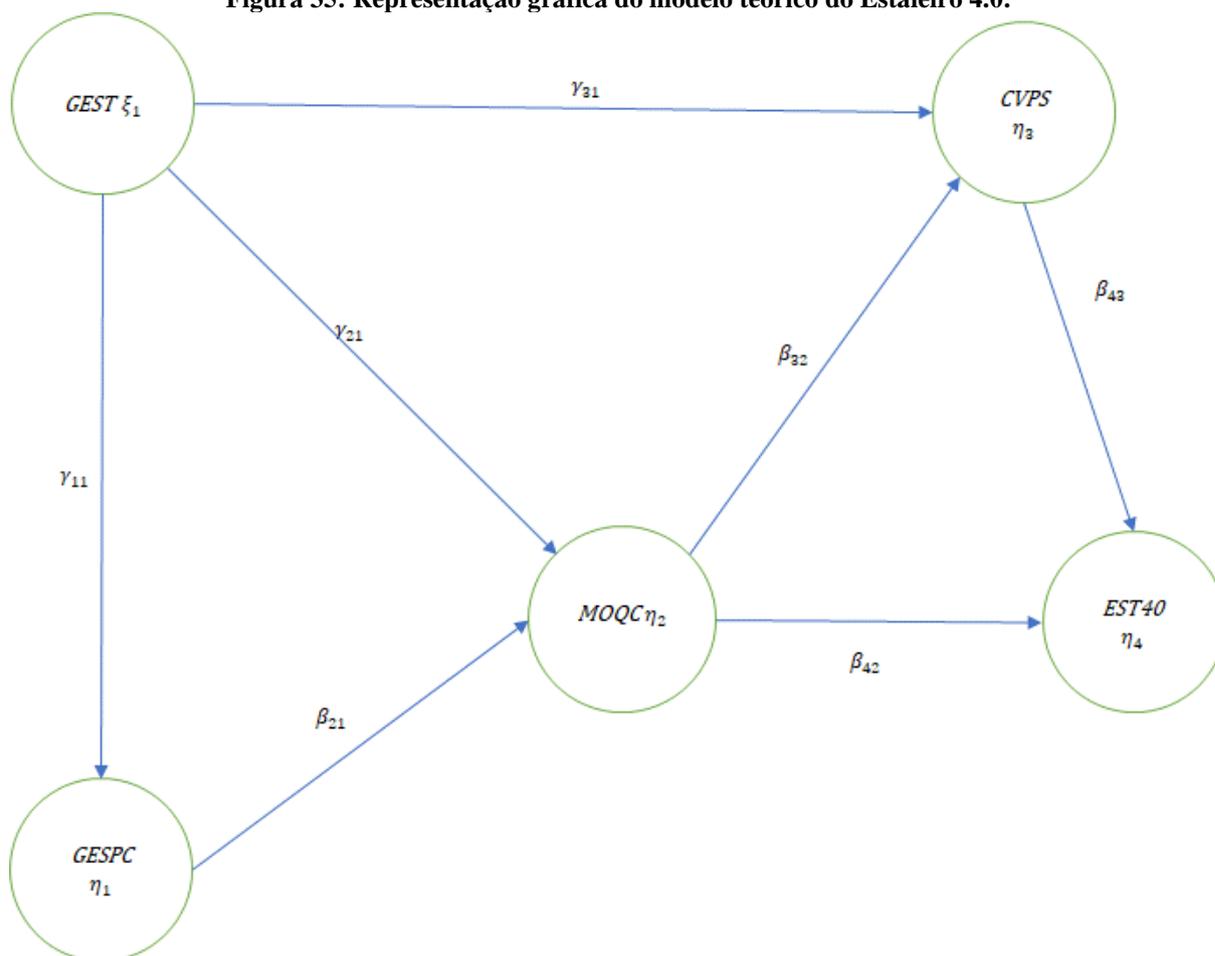
CONSTRUTOS E VARIÁVEIS MANIFESTAS DO MODELO		
Construtos	Variáveis Manifestas	Referencial
Exógenos		
Mão de Obra Qualificada e Capacitada (Cont.)	Formação continuada	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
	Processos Disruptivos	RIVAS, Ángel Recamán. Navantia's Shipyard 4.0 model overview. <i>Ciencia y tecnología de buques</i> , v. 11, n. 22, p. 77-85, 2018. SÁNCHEZ-SOTANO, Alejandro et al. Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector. In: <i>New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0</i> . IntechOpen, 2020.
Ciclo de Vida do Produto Smart	Projeto Inteligente	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
	Manufatura Inteligente	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
	Operação Inteligente (Economia Circular)	ANG, Joo Hock et al. Energy-efficient through-life smart design, manufacturing and operation of ships in an industry 4.0 environment. <b>Energies</b> , v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
Estaleiro 4.0	Pessoas capacitadas para indústria 4.0	RIVAS, Ángel Recamán. Navantia's Shipyard 4.0 model overview. <b>Ciencia y tecnología de buques</b> , v. 11, n. 22, p. 77-85, 2018.
	Processos Disruptivos	RIVAS, Ángel Recamán. Navantia's Shipyard 4.0 model overview. <b>Ciencia y tecnología de buques</b> , v. 11, n. 22, p. 77-85, 2018. SÁNCHEZ-SOTANO, Alejandro et al. <b>Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector</b> . In: <i>New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0</i> . IntechOpen, 2020.
	Transformação Organizacional alinhada com a Transformação Digital	ROGERS, D. L. <b>Transformação Digital: repensando o seu negócio para a era digital</b> . São Paulo: Autêntica Business, 2017.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Visando realizar-se o enquadramento combinatório, estabeleceu-se como variáveis independentes (constructos exógenos) a variável Gestão Estratégica (GEST –  $\xi_1$ ) e como variáveis dependentes (constructos endógenos) as variáveis: Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC –  $\eta_1$ ), Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOCQ –  $\eta_2$ ), Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS –  $\eta_3$ ) e Estaleiro 4.0 (EST 40 –  $\eta_4$ ), sendo que Estaleiro 4.0 forma a dependência de último nível pois esta é a variável que compõem o objetivo central deste estudo.

- Pelo enquadramento do presente estudo da incorporação da Transformação Digital ao Estaleiro 4.0, foi definido o modelo de avaliação que identifica o modelo teórico que caracterizará o objetivo principal deste estudo que é estruturar um modelo do Estaleiro 4.0.
- Estabeleceu-se as seguintes relações causais no modelo:
- Existe relação entre a Gestão Estratégica (GEST) e a Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC) – ( $\gamma_{11}$ );
- Existe relação entre a Gestão Estratégica (GEST) e a Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOCQ) – ( $\gamma_{21}$ );
- Existe relação entre a Gestão Estratégica (GEST) e o Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS) – ( $\gamma_{31}$ );
- Existe relação entre Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC) e a Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC) – ( $\beta_{21}$ );
- Existe relação entre a Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC) e o Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS) – ( $\beta_{32}$ );
- Existe relação entre a Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC) e o Estaleiro 4.0 (EST40) – ( $\beta_{42}$ );
- Existe relação entre o Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS) e o Estaleiro 40 (EST40) – ( $\beta_{43}$ );

Figura 35: Representação gráfica do modelo teórico do Estaleiro 4.0.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

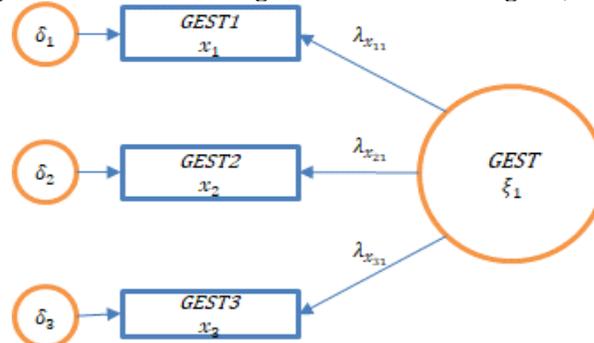
### 3.6.3 Construtos Exógenos ( $\zeta$ )

Construtos exógenos são as variáveis independentes sugeridas por variáveis manifestas, que também são independentes. Na Figura 36 apresenta-se o construto exógeno aplicado no modelo teórico e as respectivas variáveis manifestas independentes.

O construto exógeno Gestão Estratégica (GEST –  $\zeta_1$ ) é obtido a partir das três variáveis manifestas independentes:

1. Visão de Longo Prazo (GEST1 –  $x_1$ )
2. Transformação Organizacional (GEST2 –  $x_2$ )
3. ODS (GEST3 –  $x_3$ )

**Figura 36: Construto exógeno – Gestão Estratégica (GEST).**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

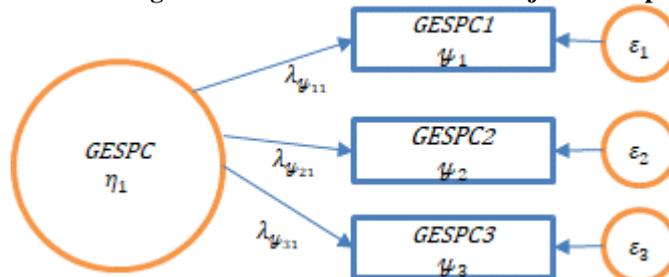
### 3.6.4 Construtos Endógenos ( $\eta$ )

Construtos endógenos são as variáveis dependentes sugeridas por variáveis manifestas, que também são dependentes. Nas Figuras 37, 38, 39 e 40, apresentam-se os construtos endógenos aplicados no modelo teórico e as respectivas variáveis manifestas dependentes.

O construto endógeno Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC –  $\eta_1$ ) é obtido a partir das três variáveis manifestas dependentes:

1. Met. Prod. e Proj. Comp. e Sust. (GESPC1 –  $\psi_1$ )
2. Gest. Prod. e Proj. Comp. (GESPC2 –  $\psi_2$ )
3. Triple Bottom Line (GESPC3 –  $\psi_3$ )

**Figura 37: Construto endógeno – Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC).**

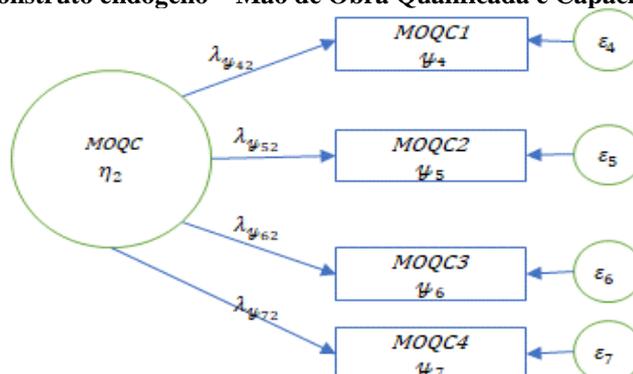


Fonte: Elaborado pelo Autor.

O construto endógeno Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC –  $\eta_2$ ) é obtido a partir das três variáveis manifestas dependentes:

1. Profissional com Conhecimento Hard/Soft Skills (MOQC1 –  $\psi_5$ )
2. Capacidade TO alinhada com TD (MOQC2 –  $\psi_6$ )
3. Formação Continuada (MOQC3 –  $\psi_7$ )
4. Processos Disruptivos (MOQC4 –  $\psi_8$ )

**Figura 38: Construto endógeno – Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC).**

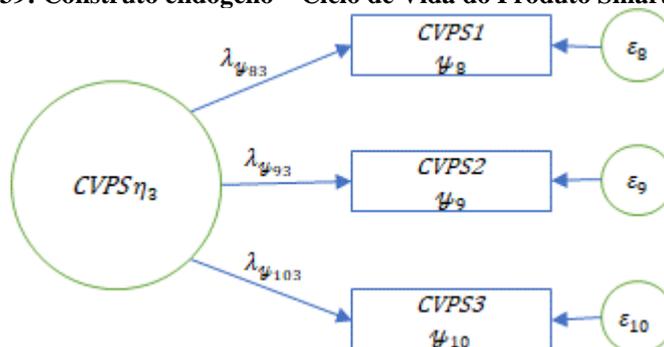


**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

O construto endógeno Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS –  $\eta_3$ ) é obtido a partir das quatro variáveis manifestas dependentes:

1. Projeto Inteligente (CVPS1 –  $\psi_9$ )
2. Manufatura Inteligente (CVPS2 –  $\psi_{10}$ )
3. Operação Inteligente (CVPS3 –  $\psi_{11}$ )

**Figura 39: Construto endógeno – Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS).**

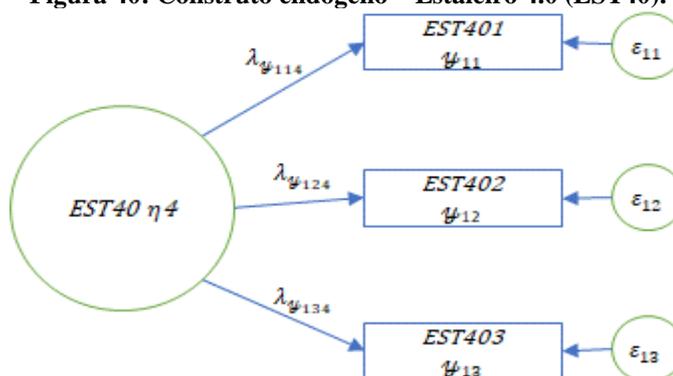


**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

O construto endógeno Estaleiro 4.0 (EST40 –  $\eta_4$ ) é obtido a partir das três variáveis manifestas dependentes:

1. Pessoas Capacitadas para a Indústria 4.0 (EST401 –  $\psi_{11}$ )
2. Processos Disruptivos (EST402 –  $\psi_{12}$ )
3. Transformação Organizacional alinhada com TD (EST403 –  $\psi_{13}$ )

**Figura 40: Construto endógeno – Estaleiro 4.0 (EST40).**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

### 3.6.5 Definição das amostras

#### 3.6.5.1 Pesquisa Qualitativa

Nesta fase da pesquisa foram identificados 14 profissionais residentes em várias cidades do Brasil com experiência entre 12 e 45 anos em construção naval e *offshore*.

Em uma pesquisa qualitativa exploratória, recursos aleatórios podem ser usados para fixar a amostra. Pode-se decidir intencionalmente o tamanho da amostra, considerando uma série de condições, como pessoas que sejam essenciais para o esclarecimento do assunto em foco, segundo o ponto de vista do investigador (TRIVIÑOS, 2008).

#### 3.6.5.2 Pesquisa Quantitativa – *Survey*

Utilizou-se a técnica de modelagem estatística multivariada SEM, com a aplicação da análise fatorial confirmatória, foi utilizada para tratar os dados coletados no *survey*.

A Modelagem de Equações Estruturais é uma técnica bastante robusta, também identificada como análise multivariada, que permite separar relacionamentos para cada variável dependente. A modelagem de equações estruturais proporciona a técnica de estimação apropriada e mais eficiente para uma série de equações de regressões múltiplas estimadas simultaneamente. (HAIR et al, 2009).

A metodologia SEM é apresentada, como sendo caracterizada por dois componentes básicos: Modelo de Medida (MM) e Modelo Estrutural (ME), (BOLLEN, 1989; HAIR, 2009 e HOYLE, 1995).

O Modelo de Medida estabelece o relacionamento entre os construtos e as suas variáveis manifestas, no qual, o construto é formado pelas variáveis manifestas através da concretização da Análise Fatorial Confirmatória (AFC), que calcula e especifica como os construtos são medidos à partir das variáveis manifestas (VARELA, ARAUJO, CASTRO e PUTNIK, 2019, p.8).

O Modelo de Medida (MM) especifica o Modelo Estrutural (ME) conectando as variáveis latentes a uma ou mais medidas ou variáveis observadas. A variável latente é a representação formal de um conceito. O modelo de medida descreve a relação entre a medida e as variáveis latentes. Esta relação pode ser em uma equação ou em um diagrama de caminho (BOLLEN, 1989, p.182).

Segundo Varela, Araújo, Castro e Putnik (2019), Toledo (2020), Marchisotti (2021), “O Modelo Estrutural (ME) define o relacionamento entre os construtos exógenos e endógenos, estabelecendo a influência (direta ou indireta) que o construto exógeno aplica no construto endógeno”

Segundo Anderson & Weitz (1989), para a metodologia SEM a dimensão da amostra estabelece a estimativa do erro da amostragem. Como esta tarefa é sensível e crítica, requer o estabelecimento de uma dimensão mínima a ser analisada.

Segundo Hair Jr. et al, (1998), a Análise Fatorial Combinatória, demanda quantidade expressiva de dados, a fim de que o modelo fatorial chegue a uma solução única. Na verdade, há uma recomendação para que se tenham entre 10 e 15 respondentes para cada indicador incluído na pesquisa.

Segundo Westland (2010), estabeleceu uma regra, em que se obtêm o número mínimo da amostra (n) a partir da Equação (1), esta determina o número mínimo da amostra, onde r é a divisão do número de variáveis manifestas pelo número total de construtos.

$$n \geq 50r^2 - 450r + 1100 \quad (1)$$

Aplicando-se a equação ao modelo do Estaleiro 4.0, obtém-se o seguinte resultado:

$$r = \frac{\text{Variáveis manifestas}}{\text{Construtos}} \Leftrightarrow r = \frac{16}{5} \Leftrightarrow r = 3,2 \Leftrightarrow 3$$

$$\text{Sendo } r = 4 \Leftrightarrow n = 50 \times 3^2 - 450 \times 3 + 1100 \Leftrightarrow n = 200$$

Sendo  $n = 200 < \text{Amostra} = 326$  respostas  
 $\therefore$  Dimensão da amostra é válida

## 4. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo são apresentadas as entrevistas realizadas com especialistas e o questionário *Survey* aplicado.

### 4.2 ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS

A entrevista com especialistas aplicada nesta pesquisa foi realizada com a utilização da Técnica dos Incidentes Críticos, e foi apresentada no capítulo 3. Esta teve como objetivo de apresentar, levantar e identificar segundo a visão dos especialistas os seguintes pontos:

- 1) Contextualizar os canteiros de Obra, estaleiros navais e *offshore* no Brasil
- 2) A evolução da indústria de construção naval a nível de tecnologia
- 3) *Rodmap* da transformação digital
- 4) As variáveis, ou fatores considerados críticos ou fundamentais para a realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil.
- 5) As variáveis, ou fatores considerados críticos, para sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & *offshore* no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.
- 6) Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil.

A mesma foi realizada individualmente, apenas com a presença do autor, que atuou como entrevistador e do entrevistado (especialista).

O modelo do roteiro de entrevistas utilizado encontra-se no Apêndice 1.

O autor atuou como entrevistador, foi realizado as entrevistas individualmente, apenas com a presença do autor e do entrevistado (especialista). No Apêndice 1, apresenta-se o documento impresso que foi apresentado aos entrevistados e as perguntas aplicadas. Iniciou-se a entrevista com a seguinte apresentação e solicitação de autorização:

Prezado (a) meu nome é Nelson Bezerra, sou aluno do Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis da UFF/RJ, e estou sendo orientado pelo prof. José Rodrigues de Farias Filho. Esta entrevista faz parte de um levantamento inicial, a ser realizado junto a profissionais com experiência em Construção Naval / *Offshore* e Transformação Digital/Indústria 4.0. Tem como objetivo, apoiar na identificação de lacunas na área da Construção Naval / *Offshore* e Transformação Digital / Indústria 4.0, para suportar o desenvolvimento de Tese de Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis. Linha de Pesquisa: Tecnologias Aplicadas para Organizações Sustentáveis; Projeto de Pesquisa: Transformação Digital / Estaleiro 4.0

Agradeço a sua participação nesta entrevista, que não deverá durar mais do que 15 min. Peço sua autorização para gravar, seu nome e qualquer referência o nome de empresa será omitido na transcrição das informações.

Peço por favor que leia o documento impresso e se não houver nenhuma dúvida, vamos iniciar a gravação:

- 3) Ligar o gravador
- 4) Ler a pergunta para o entrevistado

#### 4.3 QUESTIONÁRIO – *SURVEY*

O questionário utilizado no *Survey*, apresentado no apêndice 2 foi desenvolvido a partir das afirmações geradas para validar as hipóteses definidas no modelo.

Considerando os construtos e variáveis manifestas relativas a estes, foi desenvolvido o questionário utilizado no *survey*, para o qual foram geradas 16 afirmativas distribuídas as variáveis e associadas as 7 hipóteses do modelo. Foram coletadas 326 respostas completas e válidas de um total de 377 respostas obtidas. Para responder ao *survey*, o respondente tinha que marcar em uma escala *Likert* de 5 pontos, na qual 1 (menor valor), e 5 (maior valor) que o respondente concorda completamente com esta.

De acordo com *Hair et al (2009)*, modelos SEM contendo 5 ou menos construtos cada, com mais de três itens (variáveis observadas) e com alto grau de convergência (0.6 ou mais), podem ser estimados adequadamente com pequenas amostras como 100-150.

O tamanho da amostra é um aspecto crítico a ser considerado e deve ser estabelecido a um valor mínimo segundo *Anderson (1989)*. Conforme a regra de *Westland (2010)*

apresentada anteriormente, a amostra mínima, considerada e obtida para esta pesquisa é 200. Como a amostra obtida foi de 326 repostas validadas, esta atendeu o requerimento.

Com relação ao perfil dos respondentes, segue-se o resumo dos principais itens; em relação ao maior grau de escolaridade concluído, 14% têm doutorado, 29% têm mestrado e 16% têm pós-graduação. Relativo à posição que ocupam/ocuparam na estrutura da empresa: 14% posição executiva/estratégica e 31% posição tática como coordenador/gerente. Com respeito ao tamanho da empresa: 68% trabalham/trabalharam em empresa de grande porte e 22% em uma empresa de médio porte. Relativo ao segmento da indústria: 11% são da área de construção naval, 12% da área de TI, 28% Educação, 7% Consultoria, 10% Manufatura, 7% Arquitetura, Engenharia & Construção. Com respeito a possuir alguma certificação em gestão de projetos: 84% não possuem nenhuma, 6% tem certificação PMI-PMP®, 2% PRINCE 2®, 3% IPMA ICB® e 4% Agile. Além disso 41% trabalham/trabalharam na América Latina, 52% América do Norte e 2% Europa, Ásia 3%, África 2. E em relação ao tempo de experiência profissional em anos: 53% possuem mais de 20 anos, 33% 11-20 anos.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo, após a conclusão das 3 fases da pesquisa, são apresentados e analisados os resultados da fase quantitativa, os resultados da fase qualitativa e são feitas reflexões sobre o modelo proposto em virtude dos achados da pesquisa.

De acordo com Castro (2018), existem vários *softwares* para aplicação do SEM, dentre estes os mais utilizados e conhecidos: LISREL (*LINEAR STRUCTURAL RELATIONS*), Amos, EQS, Mplus e Lavaan, são *softwares* que utilizam métodos baseados na minimização da diferença entre a matriz das covariâncias ou correlações da amostra e a matriz correspondente do modelo teórico. Para o tratamento dos dados, utilizou-se o *software* IBM SPSS Amos, versão 24 (IBM Corp., 2016a), pois este apresenta-se como um dos mais conceituados *softwares* de SEM.

### 5.1 MODELOS DE AVALIAÇÃO SEM

Apresenta-se na Figura 41 o modelo de medida (MM) e na Figura 42 o modelo estrutural (ME) utilizado, construídos com a utilização do *software* IBM SPSS Amos. Um construto do modelo é medido individualmente por 4 indicadores e quatro construtos do modelo são medidos individualmente por três indicadores.

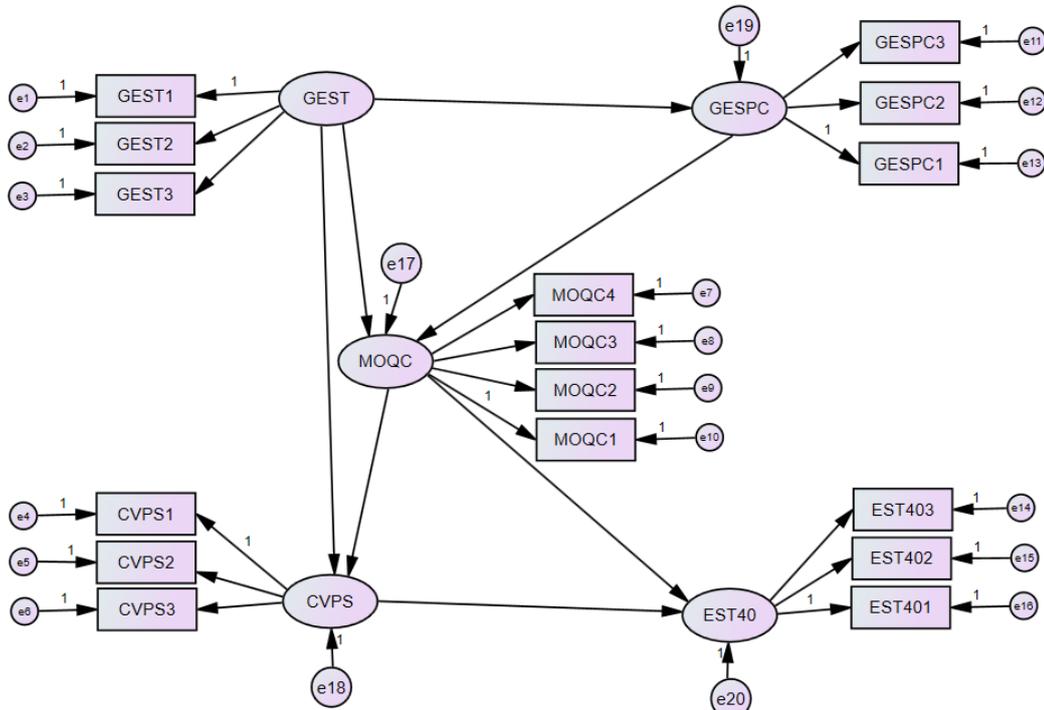
A Figura 41 apresenta o Modelo de Medida (MM) e a Figura 42 o Modelo Estrutural (ME) utilizado, com os cinco construtos definidos no modelo conceitual que são Gestão Estratégica (GEST), Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC), Mão de Obra Qualificada e Capacitada, Ciclo de Vida de Produto *Smart* (CVPS) e Estaleiro 4.0 (EST40) que são medidos individualmente por três indicadores, e um construto Mão de Obra Qualificada (MOQC) do modelo é medido individualmente por 4 indicadores, onde os construtos tem uma relação de todos para todos, de forma a fornecer a avaliação da medição.

**Figura 41: Modelo de Medida (MM).**



Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

**Figura 42: Modelo Estrutural (ME).**



Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

Na Tabela 6 encontram-se as frequências estatísticas calculadas para as variáveis manifestas do modelo de medida (MM) e no Apêndice 5, as figuras das frequências das respostas para cada uma das variáveis manifestas do modelo estrutural (ME).

Tabela 6: Frequências estatísticas das variáveis manifestas.

ESTATÍSTICAS	GEST 1	GEST 2	GEST 3	GESPC 1	GESPC 2	GESPC 3	MOQC 1	MOQC 2	MOQC 3	MOQC 4
Média	3,95	3,70	3,62	3,86	3,78	3,80	3,73	3,70	3,87	3,58
Erro padrão da média	0,062	0,058	0,056	0,059	0,059	0,063	0,059	0,059	0,060	0,062
Mediana	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Desvio padrão	1,121	1,044	1,018	1,064	1,072	1,130	1,059	1,062	1,090	1,111
Variância	1,256	1,091	1,036	1,133	1,149	1,276	1,122	1,128	1,187	1,235

ESTATÍSTICAS	CVPS1	CVPS2	CVPS3	EST401	EST402	EST403
Média	3,65	3,60	3,50	3,70	3,63	3,70
Erro padrão da média	0,056	0,057	0,058	0,059	0,061	0,063
Mediana	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
Desvio padrão	1,008	1,024	1,046	1,068	1,103	1,129
Variância	1,017	1,048	1,094	1,140	1,217	1,274

Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software IBM SPSS Amos*.

Analisando as informações da Tabela 6, pode-se constatar que o valor da mediana para todas as variáveis foi entre 3 ou 4 (escala de *Likert*), que dentre as opções de resposta do questionário, corresponde a opção “concordo” ou “concordo totalmente”, em relação a afirmativa apresentada para a variável manifesta.

Em relação ao resultado da confiabilidade estatística do total de 326 respostas válidas recebidas para os 16 itens (variáveis manifestas), o Alfa de *Cronbach* calculado foi de 0,948, indicando uma confiabilidade muito alta dos dados. Tendo como base as informações da Tabela 6, constata-se que o valor da mediana para todas as variáveis foi entre 4 ou 3 (escala de *Likert*)

Para obter-se os pesos fatoriais de cada variável manifesta ( $\lambda$ ), cada coeficiente de estimativa ( $\beta$ ) e cada erro ( $e$ ) pode-se utilizar o Método *Maximum Likelihood*. (BOLLEN,1989; HOYLE,1995). De acordo com Hair et al. (2009), afirmam que o teste mais importante do SEM, é verificar se o modelo de medida é válido. A validade do modelo de medida depende da qualidade do ajuste para ele e de evidências específicas da validade do construto.

Segundo Hair et al (2009), o uso de três ou quatro índices de ajustamento, fornece evidência de ajustamento apropriado do modelo, e que para se estabelecer um ajuste aceitável para o modelo, é recomendada a utilização de múltiplos índices de tipos diferentes.

Sendo indicado por vários autores (HAIR et al, 2009; HU e BENTLER, 1999; MULAIK et al, 1989; SATORRA e BENTLER, 1990; SCHMITT, 2011; SINGH, 2009; WEI et al, 2010), considerou-se os índices mais comuns que são adotados na academia - absolutos, relativos, ajustados à parcimônia (*parsimony-adjusted*), discrepância populacional (*Population discrepancy index*) e baseados na teoria da informação (*Information theory-based index*) e que são explicados a seguir (VARELA, ARAÚJO, CASTRO E PUTNIK,2019, TOLEDO,2020, MARCHISOTTI,2021):

- “Índices absolutos – compara o ajustamento específico do modelo com o seu modelo saturado”:
  - ✓ “ $\chi^2/df$  ratio (qui-quadrado e relação de graus de liberdade)”;
  - ✓ “*Goodness of Fit Index* (GFI) – mede a proporcionalidade de covariâncias observadas entre as variáveis manifestas”;
- “Índices relativos – compara o ajustamento específico do modelo para o pior ajustamento possível (sem relações entre as variáveis manifestas) e para o melhor ajustamento possível (modelo saturado)”:
  - ✓ “*Comparative Fit Index* (CFI) – índice incremental de ajustamento, é uma forma revisada do “*Normed-fit index*” (NFI)”;
  - ✓ “*Tucker Lewis Index* (TLI) – precede o CFI e é conceitualmente similar, no sentido de que ele também envolve uma comparação matemática de um modelo de medida teórico específico com um modelo de referência nulo”.
  - ✓ “*Incremental Fit Indices* (IFI) – avalia o quão bem um modelo específico se encaixa, relativo a algum modelo alternativo de referência”.
- “*Parsimony-adjusted indices* – podem ser entendidos como medidas de uso geral de qualidade de ajuste, representando o grau de ajuste do modelo por coeficiente estimado”:
  - ✓ “*Parsimony CFI* (PCFI) – índice calculado em relação ao índice do CFI”;
  - ✓ “*Parsimony GFI* (PGFI) – índice calculado em relação ao índice do GFI”.
- “*Population discrepancy index* – reflete o ajustamento do modelo nos momentos de amostragem com os momentos da população pelo efeito de comparação”:
  - ✓ “*Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) – indica quão bem o modelo, com estimativas de parâmetros desconhecidos, mas idealmente escolhidos se ajustaria a matriz de covariância das populações”.

- “*Information theory-based index: compare several alternative models with data adjustments*”:
- ✓ “*Akaike’s Information Criterion (AIC) – usa o tema da parcimônia na avaliação do modelo, levando em consideração o número de parâmetros estimados*”.

Apresentam-se na Tabela 7 os índices mencionados para atingir um bom ajuste, e as macros IBM SPSS Amos utilizadas nesta pesquisa.

**Tabela 7: Índices e medidas de ajustamento.**

ÍNDICES DE AJUSTAMENTO	MEDIDAS DE AJUSTAMENTO	MACRO SW AMOS	AUTORES REFERÊNCIA
$\chi^2 / df$	< 3	\cmindf	(Hu and Bentler, 1999); (Wei et al, 2010)
GFI	> 0.9	\gfi	(Hu and Bentler, 1999); (Wei et al, 2010)
CFI	> 0.9	\cfi	(Hu and Bentler, 1999); (Wei et al, 2010); (Singh, 2009)
TLI	> 0.9	\tli	(Hu and Bentler, 1999); (Singh, 2009)
IFI	> 0.9	\ifi	(Santora and Bentley, 1990); (Wei et al, 2010)
PCFI	> 0.6	\pcfi	(Mulaik et al, 1989)
PGFI	> 0.6	\pgfi	(Mulaik et al, 1989)
RMSEA	< 0.08; p > 0.05	\rmsea \pclose	(Hu and Bentler, 1999); (Wei et al, 2010)
AIC	Menor que o modelo de independência	\aic	(Schmitt, 2011)

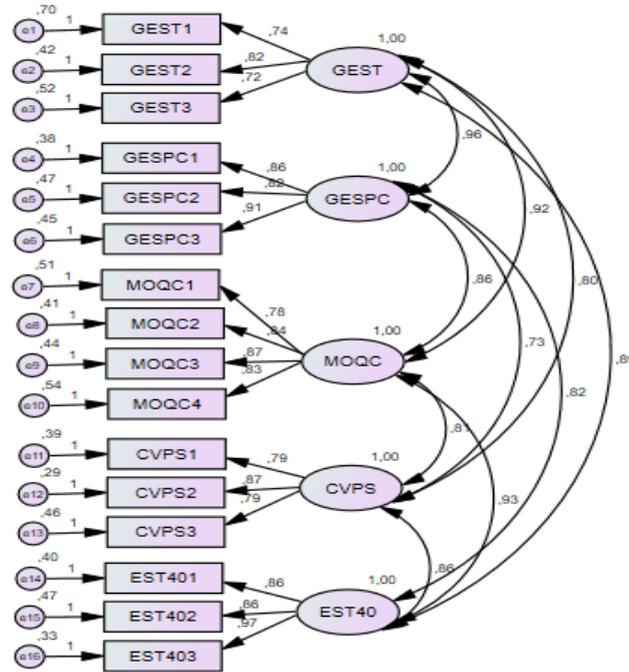
**Fonte:** VARELA, ARAÚJO, CASTRO e PUTNIK, 2019, TOLEDO (2020), MARCHISOTTI (2021)

Neste estudo considerou-se os índices mais comuns absolutos, relativos, ajustados à parcimônia (*parsimony-adjusted*), discrepância populacional (*Population discrepancy index*) e baseados na teoria da informação (*Information theory-based index*). Apresentou-se a referência específica de todos estes índices selecionados, que são indicados por diversos autores (HAIR et al, 2009; HU e BENTLER, 1999; MULAİK et al, 1989; SATORRA e BENTLER, 1990; SCHMITT, 2011; SINGH, 2009; WEI et al, 2010).

## 5.2 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

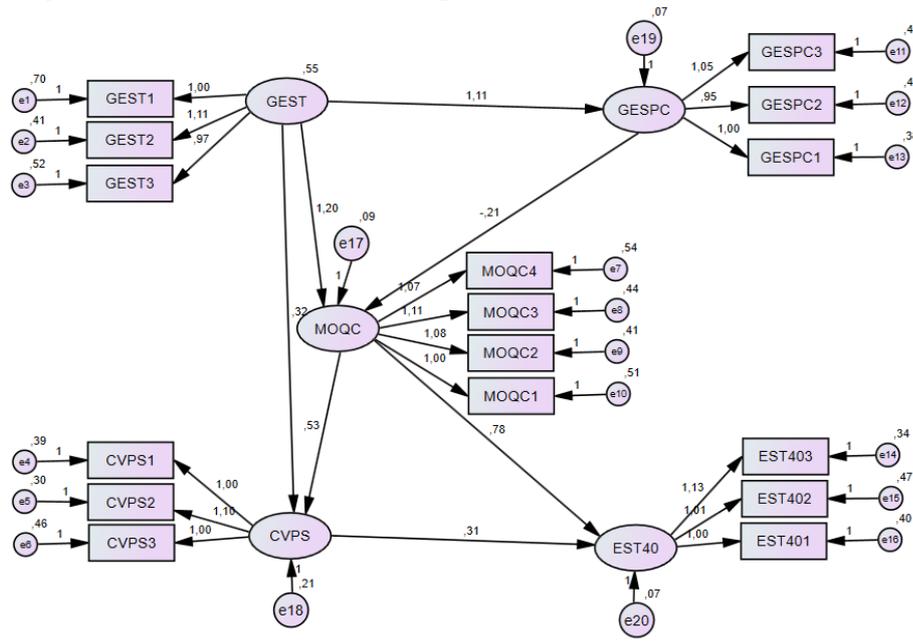
Nas Figuras 43 e 44, apresentam-se, a relação entre os construtos do Modelo de Medida (MM), em que os construtos têm uma relação de todos para todos, de forma a fornecer a avaliação da medição, e o Modelo Estrutural (ME) com as estimativas calculadas, pesos fatoriais, índices de ajustamento e erro dos parâmetros do modelo. Os pesos fatoriais e estruturais foram obtidos com a utilização do *software* SPSS Amos versão 24 (IBM Corp., 2016), com uso do Método da Máxima Verossimilhança.

Figura 43: Relação entre os construtos do Modelo de Medida (MM).



Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

Figura 44: Modelo Estrutural (ME), pesos fatoriais e índices de ajustamento.



Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

Na Tabela 8, apresenta-se uma relação da avaliação e análise dos parâmetros do Modelo de Medida (MM), e na Figura 43 os resultados para o construto exógeno GEST apresentam bom índice de ajustamento e validade dos indicadores, devido aos pesos fatoriais serem maiores que 0.25 (HU and BENTLER, 1999). Tanto para as variáveis endógenas como para as exógenas, houve um bom índice de ajustamento e validade.

Tabela 8: Resumo das estimativas associadas ao Modelo de Medida.

VARIÁVEL MANIFESTA		CONSTRUTO	ESTIMATIVA	EP (SE) (ERRO PADRÃO)	Z (CR) (DESVIO PADRÃO)	P-VALOR
GEST1	←	GEST	0,742	0,057	12,985	p<0,001
GEST2	←	GEST	0,819	0,051	16,223	p<0,001
GEST3	←	GEST	0,719	0,051	14,097	p<0,001
GESPC1	←	GESPC	0,863	0,050	17,113	p<0,001
GESPC2	←	GESPC	0,820	0,052	15,731	p<0,001
GESPC3	←	GESPC	0,906	0,054	16,840	p<0,001
MOQC1	←	MOQC	0,782	0,052	15,127	p<0,001
MOQC2	←	MOQC	0,845	0,050	16,838	p<0,001
MOQC3	←	MOQC	0,865	0,052	16,787	p<0,001
MOQC4	←	MOQC	0,830	0,054	15,375	p<0,001
CVPS1	←	CVPS	0,788	0,049	16,068	p<0,001
CVPS2	←	CVPS	0,866	0,048	18,023	p<0,001
CVPS3	←	CVPS	0,793	0,052	15,395	p<0,001
EST401	←	EST40	0,858	0,050	17,110	p<0,001
EST402	←	EST40	0,863	0,053	16,437	p<0,001
EST403	←	EST40	0,968	0,051	18,868	p<0,001

Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

Percebe-se pelo resultado da Tabela 8 que a variável manifesta EST403 – Transformação Organizacional alinhada com TD, apresentou o maior peso fatorial dentre as variáveis manifestas, indicando a importância da transformação digital integrada e alinhada a estratégia organizacional.

Em relação aos resultados dos indicadores para os construtos endógenos, um bom índice de ajustamento e validade também foram demonstrados para:

1. GESPC – “Visão de longo prazo” (GESPC1), com um peso fatorial de 0.86, “Transformação organizacional alinhada com a preparação para uma Transformação Digital” (GESPC2), com um peso fatorial de 0.82. “ODS- 17 princípios e seus desdobramentos” (GESPC3), com um peso fatorial de 0.90;

2. MOQC – “Profissional com conhecimento (*Hard skills* e *Soft skills*) integrando automação, robótica e TI” (MOQC1), com um peso fatorial de 0.78, “Capacidades que possibilitem a transformação organizacional alinhada a Transformação Digital” (MOQC2), com um peso fatorial de 0.84, “Formação continuada” (MOQC3), com um peso fatorial de 0.86, e “Processos disruptivos” (MOQC4), com um peso fatorial de 0.83;

3. CVPS – “Projeto inteligente” (CVPS1), com um peso fatorial de 0.78, “Manufatura inteligente” (CVPS2), com um peso fatorial de 0.86, e “Operação inteligente” (CVPS3), com um peso fatorial de 0.79;

4. EST40 – “Pessoas capacitadas para indústria 4.0” (EST401), com um peso fatorial de 0.85, “Processos disruptivos” (EST402), com um peso fatorial de 0.86, e “Transformação

organizacional alinhada com a Transformação Digital” (EST403), com um peso fatorial de 0.96.

Por sua vez, na Tabela 9, apresenta-se os valores dos índices de qualidade de ajustamento obtidos com a avaliação realizada do MM.

**Tabela 9: Valores de ajustamento obtidos para validação do MM.**

ÍNDICES DE AJUSTAMENTO	VALORES DE AJUSTAMENTO OBTIDOS	CRITÉRIO DE AJUSTAMENTO
$\chi^2 / df$	2.391	< 3
GFI	.921	> 0.9
CFI	.961	> 0.9
TLI	.951	> 0.9
IFI	.962	> 0.9
PCFI	.753	> 0.6
PGFI	.636	> 0.6
RMSEA	.065 (p=.000)	< 0.08; p > 0.05
AIC	308.753 < 2507.153	“Smaller than the Independence model”

Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do software IBM SPSS Amos.

Após a avaliação do Modelo de Medida (MM), foi realizada a avaliação do Modelo Estrutural (SM), apresentado na Tabela 10 onde os valores de ajustamento obtidos para validação do SM confirmam que todos se encontram dentro dos critérios definidos e recomendados.

**Tabela 10: Valores de ajustamento obtidos para validação do SM.**

ÍNDICES DE AJUSTAMENTO	VALORES DE AJUSTAMENTO OBTIDOS	CRITÉRIO DE AJUSTAMENTO
$\chi^2 / df$	2.330	< 3
GFI	.920	> 0.9
CFI	.962	> 0.9
TLI	.953	> 0.9
IFI	.962	> 0.9
PCFI	.777	> 0.6
PGFI	.656	> 0.6
RMSEA	.064 (p=.018)	< 0.08; p > 0.05
AIC	314.029 < 3526.876	“Smaller than the Independence model”

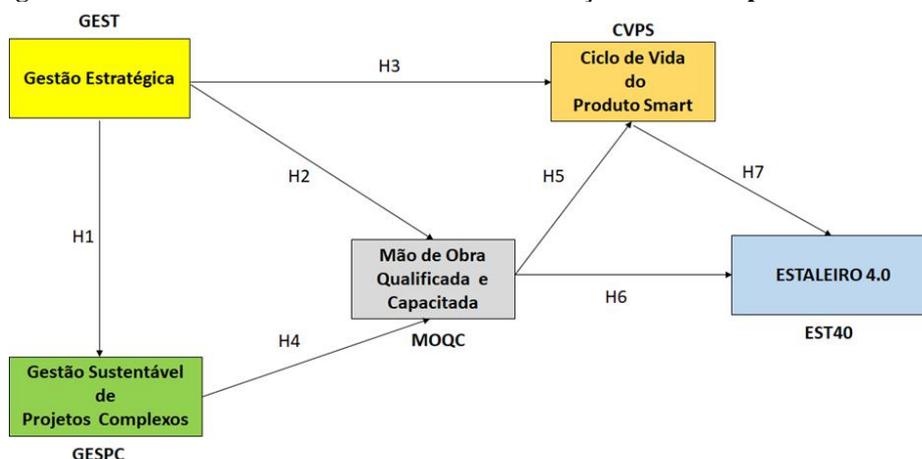
Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do software IBM SPSS Amos

Tendo os valores apresentados nas Tabelas 9 e 10, todos os valores obtidos para os índices estão dentro do intervalo estabelecido para as medidas de ajustamento obtidas, confirmando que a validação do modelo teórico desenvolvido foi atingida. Quando aplicada a Análise Fatorial Confirmatória no Modelo de Medida (MM), os valores de qualidade de

ajustamento ( $2/df = 2.391$ ,  $GFI = 0.921$ ,  $CFI = 0.961$ ,  $TLI = 0.951$ ,  $IFI = 0.962$ ,  $PCFI = 0.753$ ,  $PGFI = 0.636$ ,  $RMSEA = 0.065$ , e  $AIC = 308.753$ ) confirmam a confiabilidade e validade com um bom ajustamento. Avaliando a qualidade do Modelo Estrutural (SM), os resultados obtidos ( $2/df = 2.330$ ,  $GFI = 0.920$ ,  $CFI = 0.962$ ,  $TLI = 0.953$ ,  $IFI = 0.962$ ,  $PCFI = 0.777$ ,  $PGFI = 0.656$ , e  $RMSEA = 0.064$ ,  $AIC = 314.029$ ), indicam também o atingimento de um bom ajustamento.

Por fim, realizou-se a análise do relacionamento estrutural entre os constructos do ME, conforme Tabela 11, identificando-se que as hipóteses da pesquisa: H1, H2, H5, H6, e H7 foram confirmadas, e as hipóteses H3 e H4 não foram confirmadas (H3:  $p = 0.111 > 0.05$ , H4:  $p = 0.640 > 0.05$ ).

**Figura 45: Modelo conceitual inicial antes da validação estatística por meio do SEM.**



Fonte: Elaborado pelo Autor.

**Tabela 11: Validação de estimativas e hipóteses do SM.**

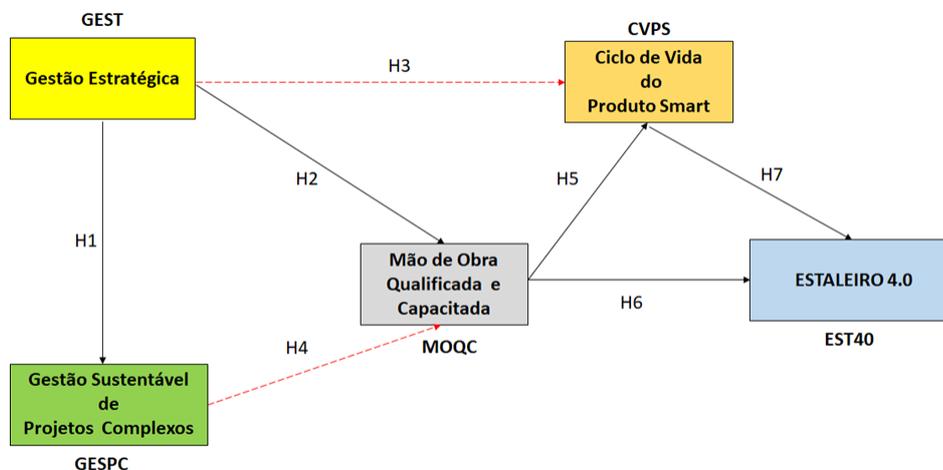
HIPÓTESES	CONSTRUTOS EXÓGENOS	CONSTRUTOS ENDÓGENOS	ESTIMATIVA	EP (SE) (ERRO PADRÃO)	Z (CR) (DESVIO PADRÃO)	P-VALOR	CONCLUSÃO
H1	GEST	GESPC	1,109	0,095	11,726	P <0,001	Confirmada
H2	GEST	MOQC	1,200	0,529	2,266	p <0,001	Confirmada
<b>H3</b>	<b>GEST</b>	<b>CVPS</b>	<b>0,322</b>	<b>0,202</b>	<b>1,595</b>	<b>0,111</b>	<b>Não Confir.</b>
<b>H4</b>	<b>GESPC</b>	<b>MOQC</b>	<b>-0,207</b>	<b>0,441</b>	<b>-0,468</b>	<b>0,640</b>	<b>Não Confir.</b>
H5	MOQC	CVPS	0,533	0,196	2,720	P <0,001	Confirmada
H6	MOQC	EST40	0,777	0,095	8,177	P <0,001	Confirmada
H7	CVPS	EST40	0,312	0,084	3,692	P <0,001	Confirmada

Fonte: Elaborado pelo Autor, com o uso do *software* IBM SPSS Amos.

Segundo Brones et al (2014), Silvius e Schipper (2014) a validação das hipóteses da pesquisa auxiliam o preenchimento da lacuna na literatura relacionada entre a Transformação

Digital e o Estaleiro 4.0. Assim, com uso do Método da Máxima Verossimilhança, foi possível definir o modelo final validado conforme Figura 46.

**Figura 46: Modelo conceitual final após a validação estatística por meio do SEM.**



**Fonte: Elaborado pelo Autor.**

- H1 – A Gestão Estratégica (GEST) é positivamente relacionada a Gestão Sustentável de Projetos Complexos (GESPC),
- H2 – A Gestão Estratégica (GEST) é positivamente relacionada a Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC),
- H5 – A Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC) é positivamente relacionada com o Ciclo de Vida do Produto *Smart* (CVPS),
- H6 – A Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC) é positivamente relacionado com o Estaleiro 40 (EST40),
- H7 – O Ciclo de Vida do Produto Smart (CVPS) é positivamente relacionado o Estaleiro 4.0 (EST40).

A percepção do autor sobre o resultado, é de que o entendimento e interpretação das pessoas, pode ter sido influenciada por uma falta de conhecimento de temas como Transformação Digital e Estaleiro 4.0; que estão longe do dia a dia e da formação acadêmica de grande parte de gestores e dos profissionais de forma geral, podendo fornecer evidência empírica para a não validação das hipóteses H3 e H4, em discordância com a teoria.

Inferese-se que a inexistência de relação positiva entre as variáveis Gestão Estratégica (GEST) e o Ciclo do Produto *Smart* (CVPS), possa ser explicada pela falta de conhecimento dos respondentes a respeito do conceito de ciclo de vida inteligente de um produto. Segundo Ang et al (2017), um projeto inteligente com eficiência energética ao longo do ciclo de vida

deve possuir uma estrutura de circuito fechado de duas vias para projeto, fabricação e operação de navios e das respectivas tecnologias disruptivas que atualmente são utilizadas na área da indústria de construção naval e *offshore* que estão (ou estejam) saindo do estaleiro analógico para o digital, como abordado por Stanic et al (2018), Hock, 2015 e Strandhagen et al (2020).

Segundo Fernandez-Caram et al (2018), Blanco-Novoa et al (2018), Dallasega, Rauch e Linder (2018), Joe e Chang (2017), Ang et al (2017) e Jha (2016) as soluções digitais aplicadas aos estaleiros ainda estão em nível conceitual, em desenvolvimento ou no máximo em fase piloto.

Infere-se, também que, como abordado por Ang et al (2017), o Ciclo do Produto *Smart* que dá um enfoque nos aspectos relacionados ao ciclo de construção e desmobilização de um navio – projeto, construção, operação e desmontagem, no conceito do estaleiro digital evidenciam-se mais os aspectos relacionados à engenharia do aumento de produtividade do que, efetivamente, às abordagens estratégicas, de visão a longo prazo, com transformações organizacionais e preocupações sustentáveis, indo de encontro ao defendido por Rogers (2017) e Strandhagen (2020).

Com relação a inexistência de relação positiva entre as variáveis Gestão Sustentável de Projetos Complexos (CVPS) e Mão de Obra Qualificada e Capacitada (MOQC), percebe-se que os projetos classificados como complexos são assim identificados por serem longos, de alto risco e de difícil execução, com uma quantidade de componentes e fornecedores envolvido muito grande e de difícil gestão.

Segundo Cavalcante e Farias Filho (2015), os projetos ditos complexos podem ser definidos como aqueles que possuem elevado número de variáveis a serem consideradas, demandando um alto grau de multidisciplinaridade, duração e diversidade de informações, gerando assim uma enorme dificuldade na sua condução, exigindo para tal, modelos de gestão robustos e detalhados para serem eficazes (MAXIMILIANO, 2002). Fazendo com que os aspectos ligados à sustentabilidade não sejam efetivamente considerados, como defendido por Sanchez- Sotano et al (2020).

Ademais, como o contexto da pesquisa está relacionado com a transformação digital nos estaleiros, os aspectos relacionados a sustentabilidade não parecem ser reconhecidos pelos respondentes, como diretamente associados a uma mão de obra tecnicamente qualificada – *Hard* e *Soft skills* – nas tecnologias disruptivas utilizadas na transformação digital de um estaleiro 4.0.

Deduz-se, também, que a falta uma visão panorâmica dos respondentes de todo o ciclo de vida de um empreendimento do setor de construção naval, que compreende desde projeto, suprimento, construção, operação e desmontagem e que possui uma longa etapa construtiva e uma cadeia de suprimentos muito dispersa possam ter dificultado a análise. Como também, em relação a mão de obra qualificada e capacitada, vê-se a necessidade de dar-se a devida importância na formação desta mão de obra específica para a indústria 4.0, tanto na formação dos operários, técnicos e gerentes. Estes fatos podem ter influenciado nas respostas aos respondentes.

Os seguintes pontos foram colocados pelo autor como prioridades a serem atingidas, visando a aplicação do Modelo de Tese do Estaleiro 4.0. A tese apresentada evidencia a necessidade de se considerar o setor de construção naval e *offshore* como estratégico para o Brasil, por motivo de soberania nacional, pelo imenso potencial dos milhares de quilômetros de extensão do seu litoral e por possuir milhares de quilômetros de rotas fluviais e lacustres. Além do potencial de utilização do transporte aquaviário e pela descoberta do pré-sal, por possuir uma longa e complexa cadeia produtiva e alavancar um potencial para a indústria manufatureira.

A pesquisa pode responder a demanda de aplicação de um modelo alinhado com o momento de necessidade de aparelhamento do setor industrial no Brasil, com a volta da construção naval e *offshore*, e pela necessidade de considerar-se esta indústria estratégica na inserção à indústria 4.0, com uma visão de longo prazo, para que possa voltar a se destacar no cenário mundial.

Para que volte o crescimento da indústria manufatureira, é preciso desenvolver um planejamento de longo prazo para o setor e expandir um plano visando ter demanda (mercado) para a indústria de construção naval e *offshore*, tem-se a necessidade de que o governo disponibilize financiamento aos estaleiros para a construção das embarcações, como é prática nos países desenvolvidos. O conteúdo local deve ser repensado visando desenvolver o setor de manufatura da fabricação de peças para o setor, precisando ter uma forte indústria de fabricação.

Deve-se ter uma política contra o afretamento de embarcações de fora do país, e planejar-se a renovação da frota nacional de navios, tanto pelo tempo de fabricação das embarcações quanto pela necessidade de incorporação de novas tecnologias, em virtude da obsolescência dos equipamentos e o adequamento aos requisitos de sustentabilidade. Recentes descobertas petrolíferas geram demanda para a construção de novas embarcações, que estão sendo fabricadas fora do Brasil em razão do baixo índice do conteúdo local.

Deve-se também discutir outros itens, tais como o preço do aço praticado no Brasil, o custo da mão de obra, competência em gestão e montagem, que deve ser sustentado com a criação dos centros de treinamentos dos estaleiros, como na década de 70, e tendo o treinamento do local de trabalho como ponto de desenvolvimento, estabelecimento de parcerias com as escolas técnicas e universidades como base de aprendizagem e pesquisa no setor.

Precisa-se ter segurança política e jurídica que garanta os contratos firmados pelo setor, desenvolver a inovação como prioridade, e analisar-se o sobe e desce do preço do barril do petróleo, deve-se utilizar projetos alinhados com o BIM (*Buiding Information Modeling*).

Em virtude dos pontos apresentados acima e da experiência do autor na área naval e *offshore* de mais de 38 anos e tendo participado da construção e fabricação dos dois maiores estaleiros do país, surgiu a necessidade de propor um modelo de aplicação da transformação digital na indústria de construção naval, para isso buscou-se desenvolver um Modelo onde a transformação digital pudesse melhorar a competitividade e a sustentabilidade da indústria da construção naval & *offshore* no Brasil.

Com a aplicação do Modelo do Estaleiro 4.0, espera-se uma alavancagem na produtividade da indústria de construção naval e offshore, uma melhoria na eficiência energética através da integração de múltiplas tecnologias e pelo aprimoramento e controle de processos em tempo real, o que através de uma gestão eficaz ocorra uma melhoria na eficiência operacional de todas as áreas da empresa e foi possível responder ao problema da pesquisa de como a transformação digital pode melhorar a competitividade da indústria de construção naval e *offshore* no Brasil.

### 5.3 AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0

As pesquisas qualitativa e quantitativa e entrevistas com especialistas do setor, deram suporte para a avaliação da Maturidade para o Estaleiro 4.0. Para tal foi desenvolvido um Modelo de Aplicabilidade da Avaliação do Grau de Maturidade para o Estaleiro 4.0. Na Tabela 12 tem-se a Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1), é como se fosse o início de uma caminhada para passagem de um Estaleiro analógico para o digital. A preparação da Tabela 12, foi adaptada da Figura 1.

Tabela 12: Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1).

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 1)														ESTALEIRO X				
NÍVEL DE TECNOLOGIA	Estrutura do Estaleiro	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)												Avaliação Final (P)				
		1- Carreira Longitudinal ou Lateral	1- Dique Escavado	2- Guindaste de 10 a 50t	2- Guindaste de 50 a 200t	2- Equipamentos e 200 a 500t	2- Equipamentos de 500 a 1500t	2- Equipamentos Superiores a 1500t	3- Corte Manual Solda Manual	3- Corte a Plasma Solda Semi Automática	3- Corte a Laser Solda Robotizada	4- CAD	4- CAD / CAM / MRP	4- CAD / CAM / CIM / ERP	5- Robotização	AValiação	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA
1- Estrutura Principal																		
2- Movimentação de Carga																		
3- Processamento de Aço																		
4- Informatização																		
5- Digitalização (Uso da Robótica)																		

Fonte: Adaptado pelo Autor.

Na Tabela 12 encontra-se a estrutura do Estaleiro a nível de tecnologia:

1. Estrutura Principal, onde será avaliado se o Estaleiro possui, carreira longitudinal ou lateral ou se tem dique escavado.

2. Movimentação de carga, onde será avaliado se o Estaleiro possui guindaste de 10 a 50t ou guindaste de 50 a 200t ou Equipamentos de 200 a 500t, equipamentos de 500 a 1500t ou equipamentos superiores a 1500t.

3. Processamento de aço, onde será avaliado se o Estaleiro possui máquinas para corte manual e solda manual ou corte a plasma, solda semiautomática ou usa corte a laser e se usa solda robotizada.

4. Informatização, onde será avaliado se o Estaleiro possui CAD (*Computer Aided Design*), CAD / CAM (*Computer Aided Manufacturing*) / MRP, CAD / CAM / CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) / ERP

Para obter-se um alinhamento quanto aos significados: CAD (*Computer Aided Design*), Projeto / Desenho assistido por computador é a utilização de sistemas computacionais para auxiliar na criação, modificação, análise, ou otimização de um projeto.

Da mesma forma, é a CAM (*Computer-Aided Manufacturing*), manufatura assistida por computador, tecnologia relacionada com a utilização de sistemas de computadores para planejar, gerenciar e controlar as operações de fabricação, através de uma interface de computador direto ou indireto com recursos de produção de uma planta ou projeto.

MRP (*Manufacturing Resource Planning*) é a sigla para Planejamento dos Recursos da Produção. É um software que realiza cálculos para melhorar o controle das quantidades de todos os componentes necessários para fazer os produtos de uma manufatura.

Quanto ao ERP (*Enterprise Resource Planning*), planejamento de recursos empresariais (ERP) é um sistema de software que ajuda você a administrar toda a empresa, oferecendo suporte à automação e aos processos de finanças, recursos humanos, produção, cadeia de suprimentos, serviços,

5. Digitalização (uso da Robótica), onde será avaliado em qual nível de robotização está o Estaleiro, se possui robôs incorporados no processo de fabricação ou se já tem o uso de robôs colaborativos.

Para a Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1), será utilizado a escala de *Likert* de 1 a 5, sendo 1 o de menor valoração e 5 o de maior valoração, estas avaliações serão feitas pelo estaleiro avaliado.

Para avaliação final do Estaleiro em questão, serão considerados os itens: avaliação, impacto, pontuação de referência e a pontuação final. Esta avaliação final será realizada pelo pesquisador.

A avaliação feita pelo Estaleiro, será copiada para a coluna da avaliação final pelo pesquisador, a coluna de impacto será considerada em função do alinhamento do item na caminhada para o Estaleiro digital baseado nos valores atribuídos para a estrutura do estaleiro, onde terá variância de 1 a 5, sendo 5 o de maior valoração, para os valores da coluna ponderação referência será baseada no Benchmarking do mercado e seguirá a variância de 1 a 5, sendo 5 a maior valoração. Quanto a pontuação final, será empregado uma fórmula específica para esta análise.

Para a Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2), utilizou-se a Tabela 13 para a construção do modelo de aplicabilidade, os construtos que foram obtidos das hipóteses encontradas na pesquisa qualitativa e quantitativa, das variáveis manifestas e posteriormente os desdobramentos que vieram dos achados na pesquisa bibliográfica e de entrevistas com especialistas do setor.

Para a Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2), será utilizado a escala de *Likert* de 1 a 5, sendo 1 o de menor avaliação e 5 o de maior avaliação, estas avaliações serão feitas pelo estaleiro avaliado.

Para avaliação final do Estaleiro em questão, serão considerados os itens: avaliação, impacto, pontuação de referência e a pontuação final. Esta avaliação final será realizada pelo pesquisador.

Foi feito uma relativização dos pesos do nível de constructos, indo da Gestão Estratégica, Gestão Sustentável de Projetos Complexos, Mão de Obra Qualificada e Capacitada, Ciclo de Vida do Produto *Smart*, Estaleiro 4.0 sendo o 1 de menor valoração e 5 o de maior valoração, estes valores foram atribuídos em função da importância da caminhada de um Estaleiro analógico para um digital. Para relativização dos pesos das atividades Manifestas, segue-se o critério acima e acrescenta-se dentro de cada classe uma variação decimal.

A avaliação feita pelo Estaleiro, será copiada para a coluna da avaliação final pelo pesquisador, a coluna de impacto será considerada em função do alinhamento do item na caminhada para o Estaleiro digital baseado nos valores atribuídos para a estrutura do estaleiro, onde terá variância de 1 a 5, sendo 5 o valor será o de maior valoração, para os valores da coluna ponderação referência será baseada no Benchmarking do mercado e seguirá a

Variância de 1 a 5, sendo 5 a maior valoração. Quanto a pontuação final, será empregado uma fórmula específica para esta análise.

A pesquisa quantitativa realizada através do *survey* e que foi relatada no Capítulo 4 trouxe um conjunto de constructos do modelo proposto e que tiveram as variáveis manifestas relacionadas abaixo:

Na Tabela 13 encontra-se a Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2):

**Tabela 13: Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2).**

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
CONSTRUTOS	VARIÁVEIS MANIFESTAS	AVALIAÇÃO DE 1 A 5 (ESTALEIRO)		AVALIAÇÃO FINAL (PESQUISADOR)				
		DESDOBRAMENTO	AVAL 1 A 5	LOCAL DE APLICAÇÃO	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
<b>Gestão Estratégica</b>	Visão de Longo Prazo	Curto Prazo Médio Prazo Longo Prazo						
	Transformação Organizacional alinhada com a preparação para uma Transformação Digital (Visão Estratégica)	Cliente Competição Dados Inovação Valor Gestão Digital Plataforma Digital						
	ODS (17 Princípios e seus desdobramentos) Sustentabilidade	Erradicação Pobreza Erradicação da Fome Boa Saúde e Bem-estar Educação de Qualidade Igualdade de gênero Água Limpa e Saneamento Energia Acessível e Limpa Emprego Digno e Crescimento Econômico Indústria, Inovação e Infraestrutura						

Continuação Tabela 13.

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
CONSTRUTOS	VARIÁVEIS MANIFESTAS	AVALIAÇÃO DE 1 A 5 (ESTALEIRO)		AVALIAÇÃO FINAL (PESQUISADOR)				
		DESDOBRAMENTO	AVAL 1 A 5	LOCAL DE APLICAÇÃO	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
<b>Gestão Estratégica (Cont.)</b>	ODS (17 Princípios e seus desdobramentos) Sustentabilidade (Cont.)	Redução das Desigualdades Cidades e Comunidades Sustentáveis Consumo e Produção Responsáveis Combate às Alterações Climáticas Vida Debaixo d`água Vida sobre a Terra Paz, Justiça, e Instituições Fortes Parcerias em Prol das Metas						
<b>Gestão Sustentável de Projetos Complexos</b>	Metodologias para Produtos e Projetos Complexos e Sustentáveis (Capacitação) <i>Soft e Hard Skills</i>	IPMA PMI PRINCE 2 ÁGIL						
	Gestão de Produtos e Projetos Complexos (Possui a Gestão)	IPMA PMI PRINCE 2 ÁGIL						
	<i>Triple Bottom Line</i>	Social Ambiental Econômico						

Continuação Tabela 13.

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
Construtos	Variáveis Manifestas	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)		Avaliação Final (Pesquisador)				
		Desdobramento	Aval 1 a 5	Local de Aplicação	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
<b>Mão de Obra Qualificada e Capacitada</b>	Profissional com conhecimento ( <i>Hard skills</i> e <i>Soft skills</i> ) integrando Automação, Robótica e TI	Automação Robótica TI Programação Análise de dados						
	Capacidades que possibilitem a Transformação Organizacional alinhada a Transformação digital	Comunicação Liderança Trabalho em equipe Inovação Habilidades interpessoais Foco em solução de problemas						
	Formação continuada	Curso de aperfeiçoamento Centro de Treinamento próprio Aprender continuamente novas habilidades e novas tecnologias						
	Processos Disruptivos	Pessoal capacitado para as novas tecnologias						

Continuação Tabela 13.

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
Construtos	Variáveis Manifestas	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)		Avaliação Final (Pesquisador)				
		Desdobramento	Aval 1 a 5	Local de Aplicação	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
Ciclo de Vida do Produto <i>Smart</i>	Projeto Inteligente	Projeto Conceitual Projeto Básico Projeto de Detalhamento Projeto de Delineamento Desenhos de Fabricação Especificação de Materiais Desempenho do Navio Eficiência Energética						
	Manufatura Inteligente	Novas Máquinas Processamento Fabricação de Blocos Montagem dos Blocos Acabamento Avançado Mega Blocos Edificação dos Mega Blocos no Dique						

Continuação Tabela 13.

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
Construtos	Variáveis Manifestas	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)		Avaliação Final (Pesquisador)				
		Desdobramento	Aval 1 a 5	Local de Aplicação	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
<b>Ciclo de Vida do Produto <i>Smart</i> (Cont.)</b>	Operação Inteligente	Lançamento Comissionamento Prova de Mar Propulsão com Eficiência Energética Manutenção do Navio Entrega						
<b>Estaleiro 4.0</b>	Pessoas Capacitadas para a Indústria 4.0	Programas de treinamento no segmento naval Programas de treinamento na indústria 4.0 Aprendizado prático						
	Processos Disruptivos	IOT (Internet das coisas) Sistema de rastreabilidade dos materiais Controle de acesso ao estaleiro Controle de Produtividade Dispositivo para aferição de calado no cais Digitalização <i>Laser Tracker</i> Gêmeo Digital Computação Visual Robótica Colaborativa						

Continuação Tabela 13.

Continua

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X				
Construtos	Variáveis Manifestas	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)		Avaliação Final (Pesquisador)				
		Desdobramento	Aval 1 a 5	Local de Aplicação	AVALIAÇÃO	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA	PONTUAÇÃO PESQUISA
<b>Estaleiro 4.0 (Cont.)</b>	Processos Disruptivos (Cont.)	Realidade Virtual Realidade Aumentada Automação Industrial Big Data e Analytics Manufatura Aditiva (Impressora 3D) Veículos Guiados (AGV) Modelagem e Simulação Blockchain Segurança Cibernética Fábricas Inteligentes / Machine Learning Computação em Nuvem / Cloud Visão computacional (Reconhecimento de objetos em temo real) Inteligência Artificial (IA) Manutenção inteligente Estoque Digital						

Conclusão Tabela 13.

AVALIAÇÃO DO GRAU DE MATURIDADE DO ESTALEIRO 4.0 (Etapa 2)				ESTALEIRO X			
Construtos	Variáveis Manifestas	Avaliação de 1 a 5 (Estaleiro)		Avaliação Final (Pesquisador)			
		Desdobramento	Aval 1 a 5	Local de Aplicação	AValiação	IMPACTO	PONTUAÇÃO DE REFERÊNCIA
<b>Estaleiro 4.0 (Cont.)</b>	Transformação Organizacional alinhada com a preparação para uma Transformação Digital (Visão tática e Operacional)	Cultura organizacional Cultura colaborativa Agilidade organizacional Capacidade de mudar rapidamente os processos Inovação e pensamento criativo Liderança visionária Mapeamento dos processos atuais Identificação das habilidades da Mão de Obra atual Desenvolver cultura de inovação Habilidade na Gestão dos dados Habilidade na Gestão de projetos Habilidade na Gestão de mudanças Habilidade de inteligência emocional Monitoramento do custo da construção Monitoramento do prazo da construção Desempenho na realização dos projetos Monitoramento e avaliação contínua do Estaleiro 4.0					

Fonte: Elaborada pelo Autor.

Segue o detalhamento da Tabela 13: Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2).

### **I-CONSTRUCTO 1: GESTÃO ESTRATÉGICA.**

**Variável Manifesta:** Visão de longo prazo

**Desdobramentos:** Curto prazo, médio prazo ou longo prazo

**Variável Manifesta:** Transformação organizacional alinhada com a preparação para uma Transformação Digital

**Desdobramentos:** Clientes, competição, dados, inovação, valor, gestão digital, plataforma digital

**Variável Manifesta:** ODS (17 Princípios e seus desdobramentos)

**Desdobramentos:** Erradicação da pobreza, erradicação da fome, boa saúde e bem-estar, educação de qualidade, igualdade de gênero, água limpa e saneamento, energia acessível e limpa, emprego digno e crescimento econômico, indústria, inovação e infraestrutura, redução das desigualdades, cidades e comunidades sustentáveis, consumo e produção responsáveis, combate às alterações climáticas, vida debaixo d'água, vida sobre a terra, paz, justiça, e instituições fortes, parcerias em prol das metas

### **II- CONSTRUCTO 2: GESTÃO SUSTENTÁVEL DE PROJETOS COMPLEXOS.**

**Variável Manifesta:** Metodologias para produtos e projetos complexos e sustentáveis, (Capacitação) - *Soft e Hard Skills*,

**Desdobramentos:** IPMA, PMI, PRINCE2, ÁGIL

**Variável Manifesta:** Gestão de produtos e projetos complexos (possui a gestão)

**Desdobramentos:** IPMA, PMI, PRINCE2, ÁGIL

**Variável Manifesta:** *Triple Bottom Line*

**Desdobramentos:** Social, ambiental, econômico

### **III- CONSTRUCTO 3: MÃO DE OBRA QUALIFICADA E CAPACITADA.**

**Variável Manifesta:** Profissional com conhecimento (*Hard skills e Soft skills*) integrando Automação, Robótica e TI

**Desdobramentos:** Automação, Robótica, TI, Programação, Análise de dados

**Variável Manifesta:** Capacidades que possibilitem a transformação organizacional alinhada a transformação digital.

**Desdobramentos:** Comunicação, liderança, trabalho em equipe, inovação, habilidades interpessoais, foco em solução de problemas.

**Variável Manifesta:** Formação Continuada.

**Desdobramentos:** Curso de aperfeiçoamento, centro de treinamento próprio, aprender continuamente novas habilidades e novas tecnologias.

**Variável Manifesta:** Processos disruptivos.

**Desdobramentos:** Pessoal capacitado para as novas tecnologias

#### **IV- CONSTRUCTO 4: CICLO DO PRODUTO *SMART*.**

**Variável Manifesta:** Projeto Inteligente

**Desdobramentos:** Projeto conceitual, projeto básico, projeto de detalhamento, projeto de delineamento, desenhos de fabricação, especificação de materiais, desempenho do navio, eficiência energética.

**Variável Manifesta:** Manufatura inteligente

**Desdobramentos:** Novas máquinas, processamento, fabricação de blocos, acabamento avançado, mega blocos, edificação dos mega blocos no dique

**Variável Manifesta:** Operação Inteligente

**Desdobramentos:** Lançamento, comissionamento, prova de mar, propulsão com eficiência energética, manutenção do navio, entrega

#### **V- CONSTRUCTO 5: ESTALEIRO 4.0.**

**Variável Manifesta:** Pessoas Capacitadas para a Indústria 4.0

**Desdobramentos:** Programas de treinamento no segmento naval, programas de treinamento na indústria 4.0, aprendizado prático.

**Variável Manifesta:** Processos Disruptivos.

**Desdobramentos:** IOT (Internet das coisas), sistema de rastreabilidade dos materiais, controle de acesso ao estaleiro, controle de produtividade, dispositivo para aferição de calado no cais, digitalização, *laser tracker*, gêmeo digital, computação visual, robótica colaborativa, Realidade virtual, realidade aumentada, automação industrial, *big data* e *analytics*,

Manufatura aditiva (impressora 3d), veículos guiados (*agv*), modelagem e simulação, *blockchain*, segurança cibernética, fábricas inteligentes / *machine learning*, computação em nuvem / *cloud*, visão computacional (reconhecimento de objetos em tempo real), inteligência artificial (ia), manutenção inteligente, estoque digital

**Variável Manifesta:** Transformação organizacional alinhada com a preparação para uma transformação digital

**Desdobramentos:** Cultura organizacional, cultura colaborativa, agilidade organizacional, capacidade de mudar rapidamente os processos, inovação e pensamento criativo, liderança visionária, mapeamento dos processos atuais, identificação das habilidades da mão de obra atual, desenvolver cultura de inovação, habilidade na gestão dos dados, habilidade na gestão de projetos, habilidade na gestão de mudanças, habilidade de inteligência emocional, monitoramento do custo da construção, monitoramento do prazo da construção, desempenho na realização dos projetos, monitoramento e avaliação contínua do estaleiro 4.0

Neste capítulo 5, foi apresentado os resultados das etapas da pesquisa, e foi possível desenvolver o Modelo de Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1) que se encontra na Tabela 12 e do Modelo de Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2) da Tabela 13, onde se faz uma avaliação do Estaleiro analisado visando ter um diagnóstico do Grau de Maturidade e tem com o objetivo analisar a situação dos Estaleiro atual e projetá-lo para passar de uma situação de analógico para digital para que possa ser enquadrado como ESTALEIRO 4.0.

## 6. CONCLUSÃO

### 6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para alcançar-se os objetivos da introdução, e as questões de pesquisa, foram traçados os seguintes passos visando obter-se o Modelo do Estaleiro 4.0. Identificou-se na bibliografia os princípios da transformação digital aplicados a indústria naval, os processos construtivos onde a Transformação Digital (TD) foi aplicada e as tecnologias mais apropriadas para aplicação da TD no setor naval, e foram identificados os fatores críticos de sucesso para a implantação da TD na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil e, também como migrar de estaleiro analógico para digital e onde foram encontradas as barreiras para a implantação da TD na indústria de construção naval & *offshore* no Brasil.

Obteve-se o Modelo da Tese, através das relações entre a Gestão Estratégica alinhada com uma Gestão Sustentável de Projetos Complexos, tendo a Mão de Obra Qualificada e Capacitada para poder executar o Ciclo de Vida do Produto *Smart* (Projeto inteligente, Manufatura inteligente e Operação inteligente) e obteve-se o Estaleiro 4.0. Os principais achados da pesquisa levaram, através dos construtos, à definição do Modelo conceitual final e quais tecnologias disruptivas podem ser mais empregadas com a Transformação Digital no Estaleiro 4.0.

Para validar o Modelo do Estaleiro 4.0 foi utilizado entrevistas com 14 especialistas do setor e o emprego do questionário *SurveyMonkey* com 326 respostas válidas recebidas para os 16 itens (variáveis manifestas) e, posteriormente, para a validação estatística das hipóteses foi utilizada a modelagem de equações estruturais – SEM, onde obteve-se resultado positivo para o Modelo do Estaleiro 4.0.

Em relação aos resultados obtidos para os parâmetros do SEM, para o relacionamento estrutural entre os construtos apresentado pode-se verificar que as hipóteses da pesquisa: H1, H2, H5, H6, e H7 foram confirmadas, e somente as hipóteses H5 e H6 não foram confirmadas (H3:  $p = 0.111 > 0.05$ , H4:  $p = 0.640 > 0.05$ ), o Alfa de Cronbach calculado foi de 0,948, indicando uma confiabilidade muito alta dos dados. Portanto o autor conclui como válido o Modelo do Estaleiro 4.0.

Com a aplicação do Modelo do Estaleiro 4.0, espera-se uma alavancagem na produtividade da indústria de construção naval e *offshore*, uma melhoria na eficiência energética através da integração de múltiplas tecnologias e pelo aprimoramento e controle de processos em tempo real, o que através de uma gestão eficaz ocorra uma melhoria na eficiência operacional de todas as áreas da empresa. Espera-se que esta pesquisa tenha contribuído para o mundo acadêmico e empresarial na área de construção naval e *offshore* através do Modelo Estaleiro 4.0 desenvolvido.

Quanto as limitações da pesquisa, delimitaram-se as buscas a pesquisa bibliográfica onde às áreas temáticas foram: estaleiro digital, construção naval, transformação digital, manufatura inteligente, automação, gestão, produtividade, sustentabilidade, pessoas, segurança, mão de obra, engenharia, energia, ciência da computação, economia, matemática. A pesquisa teve por objetivo prover resultados que caracterizassem a aplicação de modelo que integrasse a Transformação digital a indústria de construção naval, nas áreas temáticas consideradas na pesquisa bibliográfica.

Esta pesquisa visa contribuir através do Modelo de Aplicação da Transformação Digital na indústria de construção naval – ESTALEIRO 4.0, onde encontra-se um ponto de ruptura para o desenvolvimento desta indústria através da caminhada, visando sair de Estaleiro analógico e torna-se digital.

Para que se possa conseguir um local de destaque no cenário mundial da construção naval, pode-se através da aplicação da Tabela 12 - Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 1) e da Tabela 13 - Avaliação do Grau de Maturidade do Estaleiro 4.0 (Etapa 2), tem-se a oportunidade de saber-se o quanto se está próximo ou longe desta meta. Espera-se que com a aplicação deste Modelo fazer o setor de construção naval se mover.

## 6.2 PESQUISAS FUTURAS

Como propostas para novas pesquisas, sugere-se realizar um Estudo de Caso multicasos em estaleiros para avaliar a aplicabilidade do modelo proposto, avaliar com mais profundidade e detalhes as questões sobre a Hipótese H3, avaliar com mais profundidade e detalhes as questões sobre a Hipótese H4, verificar se o Modelo proposto pode ser aplicado a outros segmentos industriais, tais como refinaria, petroquímica, de uma maneira geral a indústria pesada.

Na área acadêmica pode-se desenvolver junto às escolas técnicas e universidades no Brasil a prática e inclusão dos conceitos da Transformação Digital (TD) aplicáveis ao segmento industrial, através da implantação de projetos Fab Lab, visando a aplicação da inovação e análise da produtividade do setor.

## REFERÊNCIAS

- ANG, J. H. et al. *Energy-efficient through-life smart design, manufacturing, and operation of ships in an industry 4.0 environment*. *Energies*, v. 10, n. 5, p. 610, 2017.
- ANG, J.H.; GOH, C.; LI, Y. *Smart Design for Ships in a Smart Product Through-Life and Industry 4.0 Environment*. In *Proceedings of the IEEE World Congress on Computational Intelligence (IEEE WCCI '16)*, Vancouver, BC, Canada, 24–29 July 2016; pp. 5301–5308.
- ANG, J.H.; GOH, C.; LI, Y. *Key challenges and opportunities in hull form design optimisation for marine and offshore applications*. In: *2015 21st International Conference on Automation and Computing (ICAC)*. IEEE, 2015. p. 1-6.
- ANDERSON, E., & WEITZ, B. *Determinants of continuity in conventional industrial channel dyads*. *Marketing Science*, 8(4), 310–323. Retrieved from <https://doi.org/10.1287/mksc.8.4.310>. 1989.
- AVILA, P. **Guia teórico-Inteligência Artificial – Redes Neurais e Robótica** (Básico – Intermediário – Avançado), Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna Ltda, 2016.
- BOLLEN, K. A. *Structural Equations with Latent Variables*. NY: Wiley. 1989.
- BEIFERT A, GERLITZ L, PRAUSE G. *Industry 4.0—For sustainable development of lean manufacturing companies in the shipbuilding sector*. In: *Kabashkin I, Yatskiv I, Prentkovskis O, editors, Lecture Notes in Networks and Systems*. Vol. 36. Cham: Springer International Publishing; 2018. pp. 563-573
- BERGER, R. *Industry 4.0. How it reshuffles the economic, social and industrial model* (Indústria 4.0. Como ela reorganiza o modelo econômico, social e industrial), 2017.
- BILEN, U.; HELVACIOGLU, S. *Data Driven Performance Evaluation in Shipbuilding*. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, v. 71, n. 4, p. 39-51, 2020.
- BLANCO-NOVOA, O. et al. *A practical evaluation of commercial industrial augmented reality systems in an industry 4.0 shipyard*. *IEEE Access*, v. 6, p. 8201-8218, 2018.
- BRONES, F.A., CARVALHO, M.M., ZANCUL, E.S. *Ecodesign in project management: a missing link for the integration of sustainability in product development?* *J. Clean. Prod.* 80 (1), 106–118. 2014.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes**. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2015.
- BUER, S-V.; STRANDHAGEN, J.O.; CHAN, F.T.S. *The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda*. *International Journal of Production Research*. 2018;56(8)

CARVALHO, Andrea. **Economia do Mar: Conceito, Valor e importância para o Brasil**. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <[https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7915/2/ANDREA\\_BENTO%20\\_CARVALHO\\_TES.pdf](https://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/7915/2/ANDREA_BENTO%20_CARVALHO_TES.pdf)>

CAPRACE, J. D.; RIGO, P. *Ship complexity assessment at the concept design stage*. *Journal of marine science and technology*, v. 16, n. 1, p. 68-75, 2011.

CASTRO, H. C. G. A. de. **Avaliação do Potencial de Adoção de Meta-Organizações no Apoio ao Desenvolvimento de Modelos de Empresas Virtuais e Ubíquas – uma Aplicação a Clusters Regionais**. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial e de Sistemas) - Universidade do Minho, 2018.

CAVALCANTE, Ronaldo Camara; DE FARIAS FILHO, José Rodrigues. **Inserção da Manutenibilidade no Gerenciamento dos Projetos Complexos: Proposta de Modelagem Utilizando a Metodologia FEL**. XII SEGET (2015)

CEREZO-NARVAEZ, A.; OTERO-MATEO, M.; PASTOR-FERNANDEZ, A. *Development of professional competences for industry 4.0 project management*. *7th IESM Conference, October*, p. 11-13, 2017. CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa – Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. Porto Alegre: Artmed. 2010.

CRESWELL, J. W; PLANO, V. L. **Projeto de métodos mistos**. 2 ed. – Porto Alegre: Penso, 2013.

COOPER, D. R. e SCHINDLER, P. S. **Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DELA COLETA, M. F. **Modelos para pesquisa e modificação de comportamentos de saúde: Teorias, estudos e instrumentos**. Taubaté, SP: Cabral Editora e Livraria Universitária. 2004.

DIAZ, R. et al. *Digital Transformation, Applications, and Vulnerabilities in Maritime and Shipbuilding Ecosystems*. *Procedia Computer Science*, v. 217, p. 1396-1405, 2023.

DORES, P. B. das; LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. **A retomada da indústria naval brasileira**. 2012.

EBRAHIMI, A. et al. *Influence of Ship Design Complexity on Ship Design Competitiveness*. *Journal of Ship Production and Design*, p. 1-15, 2021.

ENDNOTE® *software tool for publishing and managing bibliographies, citations and references*. Clarivate Analytics. Version X9.2. 2019.

EROL, S. et al. *Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production*. *Procedia CiRp*, v. 54, p. 13-18, 2016.

FARIAS FILHO, J. R. **Ensaio Teórico sobre Pesquisa Bibliográfica em Estratégia de Operações**. Niterói: UFF/TEP, Apostila da Disciplina de Gestão de Operações - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2009.

FARIAS FILHO, J. R. **Metodologia de sugestão para o desenvolvimento do 1º Artigo da Tese de Doutorado**. Universidade Federal Fluminense – Niterói - RJ 2015.

FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T. M. et al. *A fog computing based cyber-physical system for the automation of pipe-related tasks in the Industry 4.0 shipyard*. *Sensors*, v. 18, n. 6, p. 1961, 2018.

FIRJAN, **Mapeamento da Indústria Naval- Plano de Ação para seu Fortalecimento**, 2015

FIRJAN, **Panorama Naval no Rio de Janeiro 2020**, 2016.

FIRJAN, **Panorama Naval no Rio de Janeiro 2020**, 2018.

FIRJAN, **Panorama Naval no Rio de Janeiro 2020**, 2020.

FLANAGAN, J. C. *Psychological bulletin*. Vol.51, No.4, *American Institute for Research and University of Pittsburgh*. July. 1954.

FRAGA-LAMAS, P. et al. *Smart pipe system for a shipyard 4.0*. *Sensors*, v. 16, n. 12, p. 2186, 2016.

FRAGA-LAMAS, P. et al. *A review on industrial augmented reality systems for the Industry 4.0 shipyard*. *Ieee Access*, v. 6, p. 13358-13375, 2018.

FRANK, M.; ROEHRIG P.; PRING, B. **O que fazer quando as máquinas fazem tudo: Como ter sucesso em um mundo de IA, algoritmos, robôs e big data**. Traduzido por Eveline Machado. –Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

GANSCHAR, O. et al. *Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 2013.

GASPAR, H. M. et al. *Addressing complexity aspects in conceptual ship design: A systems engineering approach*. *Journal of Ship Production and Design*, v. 28, n. 04, p. 145-159, 2012.

GIALLANZA, A. et al. *Industry 4.0: smart test bench for shipbuilding industry*. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, v. 14, n. 4, p. 1525-1533, 2020.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas. 2010.

GLASER, B.; STRAUSS. A. *Discovery of grounded theory*. Chicago: Aldine, 1967.

GOLOV, R. S.; MYL'NIK, V. V. **Digital Transformation of High-Tech Enterprises in the Industry 4.0 Paradigm**. *Russian Engineering Research*, v. 42, n. 7, p. 764-765, 2022.

GRAY, D. E. **Pesquisa no Mundo Real**. Porto Alegre: Penso. 2012.

GRZYBOWSKA, K.; ŁUPICKA, A. *Key competencies for Industry 4.0*. *Economics & Management Innovations*, v. 1, n. 1, p. 250-253, 2017.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. and TATHAM, R. L. *Multivariate data analysis*. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 730p. 1998.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. and TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009.

HILLMAN, JONATHAN E, **A Rota da Seda Digital: O plano da China de conectar o mundo e dominar o futuro**. São Paulo, SP: Vestígio, 2022.

HOCK J., GOH C., LI Y. 2016. "*Smart Design in a Smart Production Through-Life and Industry 4.0 Environment*", *Conference: IEEE World Congress on Computational Intelligence (IEEE WCCI '16), At Vancouver, Canada*.

HOYLE, R. H. *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications*. Sage. 1995.

HU, L.; BENTLER, P.M. *Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives*. *Struct. Eq. Model.* 6, 1–55. 1999.

HUGHES, D. *Shipping Commits to CO2 Roadmap; The Business Times*. Singapore, 2016.

HRIBERNIK, K. *Industry 4.0 in the Maritime Sector*. *Sea Japan*, v. 13, 2016.

IMD (*International Institute for Management Development*) – Suíça, 2017.

JAIN, K. P. *Improving the Competitiveness of Green Ship Recycling*. 2017.

JESUS, C. G. de et al. **Retomada da indústria de construção naval brasileira: reestruturação e trabalho**. 2013.

JIANG, G.; FENG, D.; ZHU, W. *Toward efficient merchant shipbuilding based on the lean production methodology*. *Journal of Ship Production and Design*. 2016;

JIANG, Y et al. *Digital twin-enabled real-time synchronization for planning, scheduling, and execution in precast on-site assembly*. *Automation in Construction*, v. 141, p. 104397, 2022.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0*; Acatech National Academy of Science and Engineering: Frankfurt, Germany, 2013.

KAKU, M. *Physics of the future. How science will shape human destiny and our daily lives by the year 2100*. Ed. Penguin, E.U.A, May 5, 2011.

KAMBLE, S.; GUNASEKARAN, A.; DHONE, NC. *Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies*. *International Journal of Production Research*. 2019:1-19.

KORNIENKO, A. A. et al. *Knowledge in artificial intelligence systems: searching the strategies for application*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 166, p. 589-594, 2015.

KUMAR, S.; SUHAIB, M.; ASJAD, M. *Analyzing the Barriers to Industry 4.0 Through Best-Worst Method*. *International Journal of Performability Engineering*, v. 16, n. 1, 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos da metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

LAOUENAN, G.; DOSSOU, P-E.; DELAHOUSSE, J. *Flexibilization 4.0 for production manufacturing optimization*. *Procedia Computer Science*, v. 200, p. 348-357, 2022.

LEE, J. et al. *Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment*. *Manuf. Lett.* 2013, 1, 38–41.

LENG, J. et al. *Digital twin-driven rapid reconfiguration of the automated manufacturing system via an open architecture model*. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, v. 63, p. 101895, 2020.

LI, B. et al. *Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: a review*. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, v. 18, n. 1, p. 86-96, 2017.

LI, Y.; DAI, J.; CUI, L. *The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of industry 4.0: A moderated mediation model*. *International Journal of Production Economics*, v. 229, p. 107777, 2020.

MARIO, H.; TOBIAS, P.; BORIS, O. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Working Paper, No. 01-2015; Technical University of Dortmund: Dortmund, Germany, 2015.

MANHART, K. *"Potenzial für den Mittelstand. Industrie 4.0 - Die nächste Revolution?"* retrieved on: [http://www.tecchannel.de/itstrategie/2077662/industrie\\_40\\_die\\_naechste\\_revolution/](http://www.tecchannel.de/itstrategie/2077662/industrie_40_die_naechste_revolution/).2015.

MENDES, A; TEIXEIRA, C. **Panorama Setorial 2015-2018: Petróleo e Gás**. 2014.

MAKRIDAKIS, S. *The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms*. *Futures*, v. 90, p. 46-60, 2017.

MENEZES,Nilo. **Introdução à programação com Python – Algoritmos e lógica de programação para iniciantes** :3ª edição – São Paulo: Novatec-2019

MEYER, G. G.; FRÄMLING, K.; HOLMSTRÖMC, J. *Intelligent products: A survey*. *Comput. Ind.* 2009, 60, 137–148.

MICKEVICIENE, R. *Global competition in shipbuilding: trends and challenges for Europe*. *The Economic Geography of Globalization*, p. 201-222, 2011.

MOYST, H.; DAS, B. *Factors affecting ship design and construction lead time and cost*. *Journal of ship production*, v. 21, n. 03, p. 186-194, 2005.

NETLAND, T. H.; POWELL, D. J. (Ed.). *The Routledge companion to lean management*. Taylor & Francis, 2016.

NG, T.; GHOBAKHLOO, M. *What derives lean manufacturing effectiveness: An interpretive structural model*. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, v. 4, n. 8, p. 104-111, 2017.

OCDE. **The Ocean Economy in 2030**. Paris: OECD, 2016. Disponível em: <https://www.oecd.org/environment/the-ocean-economy-in-2030-9789264251724-en.htm>

OKUMUS, D. et al. *Towards a circular maritime industry: Identifying strategy and technology solutions*. *Journal of Cleaner Production*, v. 382, p. 134935, 2023.

OLIVEIRA, MLMC; DE. **Produtividade naval: um estudo empírico da indústria brasileira**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Salvador, BA, Brasil, p. 08-11, 2013.

PACHECO, R. C. dos S.; TOSTA, K. C. B. T.; FREIRE, P. de S. **“Interdisciplinaridade vista como um processo complexo de construção do conhecimento: uma análise do Programa de Pós-Graduação EGC/UFSC”**. RBPG, Brasília, Vol. 7, No. 12, pp. 136 - 159. 2010.

PANG, T. Y. et al. *Developing a digital twin and digital thread framework for an ‘Industry 4.0’ Shipyard*. *Applied Sciences*, v. 11, n. 3, p. 1097, 2021.

PAULK, R. e CROWELL, J. *Optimize your Project performance*, (Webinar); 11:40, 25/05/2018. *Project AI, Hexagon PPM*.

POSADA, J. et al. *Visual computing as a key enabling technology for industrie 4.0 and industrial internet*. *IEEE Comput. Gr. Appl.* 2015, 35, 26–40.

PHILIPPI JR., A. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. / A. Philippi Jr., C. E. M. Tucci, D. J. Hogan, R. Navegantes. - São Paulo: Signus- Editora, 2000.

RAMIREZ-PEÑA, M. et al. *Shipbuilding 4.0 index approaching supply chain*. *Materials*, v. 12, n. 24, p. 4129, 2019.

RIVAS, Á. R. *Navantia’s Shipyard 4.0 model overview*. *Ciencia y tecnología de buques*, v. 11, n. 22, p. 77-85, 2018.

ROBICHAUD, L. B.; ANANTATMULA, V. S. *Greening project management practices for sustainable construction*. *Journal of management in engineering*, v. 27, n. 1, p. 48-57, 2011.

ROBBINS, N. B., HEIBERGER, R. M. *“Plotting Likert and other rating scales.”* *Proceedings of the 2011 Joint Statistical Meeting*. 2011. NVIVO® qualitative data analysis Software. QSR International Pty Ltd. Version 12. 2018.

RODRÍGUEZ-PECCI, F. et al. *The importance and need of computerizing complex project requirements such as platforms and naval systems under 4.0 environments*, 24th International Congress on Project Management and Engineering Alcoi, 7th – 10th July 2020.

ROGERS, D. L. **Transformação Digital: repensando o seu negócio para a era digital**. São Paulo: Autêntica Business, 2017.

RÖHM, M. **Indústria 4.0 fábrica do futuro**. Fraunhofer Instituto de Tecnologia de Produção e Automação. 2016.

ROLLS-ROYCE. Available online: <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/marine/shipintelligence/discover/smart-shipping.aspx#section-overview>. Acesso em 8 mar. 2017.

ROSSINI, M. et al. *The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers*. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019;

ROY, R. B. et al. *Digital twin: current scenario and a case study on a manufacturing process*. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 107, n. 9, p. 3691-3714, 2020.

RUMAITHI, K. H.; AI; BEHEIRY, S. M. *A framework for green project management processes in construction projects*. *International Journal of Sustainable Society*, v. 8, n. 2, p. 126- 144, 2016.

SACOMANO, J. B. et al. **Indústria 4.0**. Editora Blucher, 2018.

SALDIVAR, A. A. et al. *Industry 4.0 with cyber-physical integration: A design and manufacture perspective*. In *Proceedings of the 21st International Conference on Automation & Computing, Glasgow, UK, 11–12 September 2015*.

SÁNCHEZ-SOTANO, A. et al. *Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector*. In: *New Trends in the Use of Artificial Intelligence for the Industry 4.0*. IntechOpen, 2020.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. P. *Industry 4.0 implies Lean manufacturing: Research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing*. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, v. 9, n. 3, p. 811-833, 2016.

SCHWAB Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, K. et al. **Aplicando a quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SENAI. **Manufatura Avançada – A indústria 4.0 no Brasil**. (Catálogo) / Senai SP e Abimaq, 2018.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial; **Introdução a Indústria 4.0**, Apostila do curso de Indústria 4.0, SENAI, 2018.

SILVA, R. B.; PALMA, J. G. **Gêmeo Digital**. Londrina, Rio de Janeiro, 2019.

SILVIUS, G. *Considering sustainability in project management processes*. In: *Handbook of research on sustainable development and economics*. IGI Global, 2015. p. 311-334.

- SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura**. São Paulo: Atlas, v. 2, 1993.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. Revisão técnica Henrique Corrêa, Irineu Gianesi - São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, N.; LEWIS, M. *Operations Strategy. 2nd ed., U.K: Prentice. Hall, 2002)*
- STANIĆ, V. et al. **Toward shipbuilding 4.0-an industry 4.0 changing the face of the shipbuilding industry**. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, v. 69, n. 3, p. 111-128, 2018.
- STOTT, P. **UFPE Recife: Shipbuilding Competitiveness**. *Newcastle University: Reino Unido*, Julho de 2013.
- STRANDHAGEN, J. W. et al. **Sustainability challenges and how Industry 4.0 technologies can address them: a case study of a shipbuilding supply chain**. *Production Planning & Control*, p. 1-16, 2020.
- STRAUSS, A. L. & CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Tradução Luciane de Oliveira da Rocha – 2. ed. – Porto Alegre: Artmed. 2008.
- SULAIMAN, S. et al. **Factor Affecting Shipbuilding Productivity**. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. Volume 8, Issue 7, July 2017, pp. 961-975, 2017
- TASHAKKORI, A. & TEDDLIE, C. **SAGE Handbook of Mixed Methods in Social Behavioral Research**. 2 ed. *Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.* 2010.
- TOLEDO, R. F. de et al. **Is the incorporation of sustainability issues and Sustainable Development Goals in project management a catalyst for sustainable project delivery?** *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, DOI: 10.1080/13504509.2021.1888816, 2021.
- THOMPSON, C. G.; MORISHITA, H. **Aplicação da Mentalidade Enxuta (Lean Thinking) na Indústria Naval**. XX Copinaval, SP.2007.
- THOMPSON, C. G. **Uma avaliação do potencial de aplicação da Mentalidade Enxuta (Lean Thinking) na construção naval: estudo de casos múltiplos**. Universidade de São Paulo. 2009.
- TORTORELLA, G. L. et al. **The mediating effect of employees' involvement on the relationship between Industry 4.0 and operational performance improvement**. *Total Quality Management and Business Excellence*. 2018:1-15.
- TORTORELLA, G. L., GIGLIO, R., VAN DUN, D.H. **Industry 4.0 as a moderator on the relationship between lean and operational performance**. In: *25th International Annual EurOMA Conference: To Serve, to Produce and to Servitize in the Era of Networks, Big Data and Analytics*. *Budapest, Hungary: University of Twente*; 2018. pp. 1-10.
- TORTORELLA, G. L., FETTERMANN, D. **Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies**. *International Journal of Production Research*. 2018.

TRAVAGLIONI, M. et al. *Digital manufacturing challenges through open innovation perspective*. *Procedia Manufacturing*, v. 42, p. 165-172, 2020.

TREINTA, F. et al. **Utilização de Métodos Multicritério para a Seleção e Priorização de Artigos Científicos**. In: Simpósio de engenharia de Produção, 18, 2011, Bauru. Anais, Bauru; 2011.

TREINTA, F. et al. **Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão**. *Prod.* [online]. vol.24, n.3. 2014.

TRIVIÑOS, A. N. da S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 200

VARELA., L. et al. *Evaluation of the Relation between Lean Manufacturing, Industry 4.0, and Sustainability*. *Sustainability*, 11(5), 1439. 2019.

VAKILI, S.; SCHÖNBORN, A.; ÖLÇER, A. I. *The Road to Zero Emission Shipbuilding Industry: a systematic and transdisciplinary approach to modern multi-energy shipyards*. *Energy Conversion and Management*: X, p. 100365, 2023.

VEILE, J. W. et al. *Lessons learned from Industry 4.0 implementation in the German manufacturing industry*. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2019.

VENTA, O. *Intelligent Products and Systems*. *Technical Report*. VTT Technical Research Centre of Finland: Espoo, Finland, 2007.

WANG, S. et al. *Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*. *Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Distributed Sensor Networks*, Article ID 3159805, 10 pages, Volume 2016.

WANG, S.; WAN, J.; ZHANG, D. et al. *Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination*. *COMPUTER NETWORKS*, Volume: 101, Páginas: 158-168. Publicado: JUN 4 2016.

WESTLAND, J. C. *Lower bounds on sample size in structural equation modeling*. *Electronic commerce research and applications*, v. 9, n. 6, p. 476-487, 2010.

WINDELBAND, L. et al. *Zukünftige Qualifikationsanforderungen durch das Internet der Dinge "in der Logistik"*. *Zukünftige Qualifikationserfordernisse durch das Internet der Dinge in der Logistik. Zusammenfassung der Studienergebnisse*. Bremen, p. 5-9, 2011.

YIN, R. K. **Planejamento e métodos: estudo de caso**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZAIDIN, N. H. M. et al. *Quality management in industry 4.0 era*. *Journal of Management and Science*, v. 8, n. 2, p. 82-91, 2018.

ZHOU, J. et al. *Toward new-generation intelligent manufacturing*. *Engineering*. Elsevier. 5 Mar 2018.

ZHOU, J. et al. *Toward new-generation intelligent manufacturing*. *Engineering*. v. 4, n. 1, p. 11-20, 2018.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1: ROTEIRO DE ENTREVISTAS REALIZADAS COM ESPECIALISTAS

#### 1 – Contextualização dos canteiros de obra / estaleiros navais & offshore no Brasil

##### 1.1 – Segue mapa da localização dos 42 estaleiros no Brasil conforme Sinaval



Figura 1 – Mapa dos Estaleiros (42).

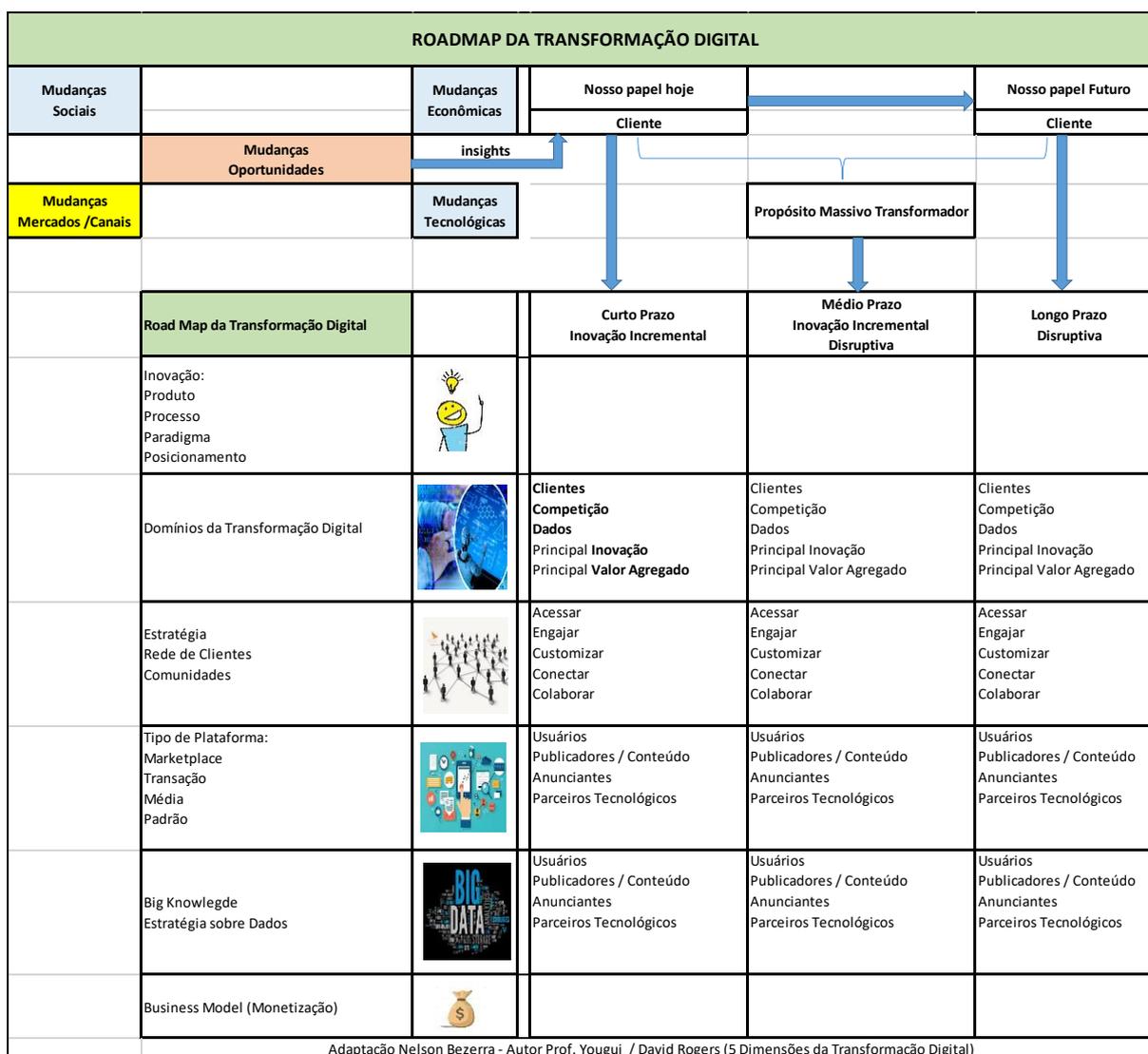
1.2 – Como suporte para a análise quanto a aplicação da Transformação Digital, ou seja, passar a indústria de construção naval & offshore do estado analógico para o digital, apresenta-se o nível de tecnologia.

Elemento	Nível Tecnológico				
	1	2	3	4	5
<b>Estrutura principal</b>	•Carreira longitudinal ou lateral		• Dique escavado		
<b>Movimentação de carga</b>	•Guindastes 10 a 50t	• Guindastes/pórticos 50 a 200t	• Equipamentos* 200 a 500t	• Equipamentos 500 a 1.500t	•Equipamentos superior a 1.500t
<b>Processamento de aço</b>	• Corte manual/ótico • Solda manual		• Corte a plasma • Solda semi-automática		• Corte a laser** • Solda robotizada
<b>Informatização</b>		• CAD	• CAD/CAM •MRP	• CAD/CAM/CIM*** •ERP	
<b>Data dos primeiros estaleiros</b>	1960	1970	1980	1990	

\*São incluídos guindastes, pórticos, cábricas e sistema conjunto de trilhos+guindastes  
\*\*Apesar de não aplicável a chapas de maior espessura, considerada o estado das artes da tecnologia de corte  
\*\*\*CAD- Computer Aided Design. CAM – Computer Aided Manufacturing; CIM- Computer Integrated Manufacturing  
Fonte: NSRP (National Shipbuilding Research Program), Conergy, análise da equipe

Figura 2 – Evolução da Indústria de Construção Naval: Geração de Estaleiros - Nível de Tecnologia.

## 2 – O Roadmap da transformação digital que está impactando as pessoas e os negócios no mundo



**Figura 3 – Roadmap da Transformação Digital**

A Transformação Digital está mudando a forma como se relacionam as pessoas com os negócios, conforme definido por David Rogers (2016), os cinco domínios da Transformação Digital são: clientes, competição, dados, inovação e valor (CCDIV). Vários estaleiros estão sem encomenda no Brasil em 2019 e o nível de empregados no setor naval tem diminuído ano após ano e uma das saídas para esta crise passa por repensar-se o setor rumo a exportação e em desenvolver processos competitivos a nível internacional.

Considerar a possibilidade de que com a implantação da Transformação Digital nos canteiros navais & offshore no Brasil, pode-se ter uma oportunidade de atingir-se índice de competitividade internacional nesse setor.

Quando se refere ao processo de desenvolvimento da construção naval & offshore, deve-se considerar a importância da sustentabilidade que deve ser vista em todas as partes envolvidas no processo de construção desde a aquisição da matéria-prima até o descarte do produto ao fim de sua vida útil.

### **3 – Perguntas feitas aos entrevistados**

Considerando as figuras 1, 2, 3 e sua vivência /experiência /conhecimento:

- Na sua opinião quais as variáveis ou fatores são críticos ou fundamentais para a realização da Transformação Digital na indústria de construção naval & offshore no Brasil?
- Como sair da condição em que os canteiros de obra / estaleiros navais & offshore no Brasil estão hoje de uma situação de “analógico” para transformá-los em “digital”.
- Quais são as barreiras que podem existir para a não implantação da Transformação Digital na indústria de construção naval & offshore no Brasil?

## APÊNDICE 2: QUESTIONÁRIO – SURVEYMONKEY

### **Transformação Digital para uma Indústria Naval 4.0**

#### **1 – Apresentação**

Prezado (a),

O questionário encaminhado tem como objetivo avaliar a relevância das variáveis relacionadas a Transformação Organizacional alinhada com o desenvolvimento sustentável e a Transformação Digital para desenvolver um Estaleiro 4.0 no Brasil, visando atingir níveis internacionais de produtividade da indústria de construção naval.

Esse trabalho é parte de uma pesquisa de uma tese de doutorado, e o seu resultado visa ampliar os conhecimentos científicos acerca do tema, e apoiar as empresas e gerentes da área de Construção Naval nas tomadas de decisão em vista de construir projetos com o menor prazo e com menor custo e a tornar os projetos e sua gestão mais sustentáveis.

Para conclusão deste projeto é fundamental a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Contamos com sua participação, pois é muito importante que seja coletada a maior quantidade de dados possíveis para que o resultado tenha validade estatística!

O questionário está estruturado em 2 etapas, com um total de 16 questões objetivas.

Ressaltamos que não haverá a identificação do respondente para que seja mantida a confidencialidade.

Muito obrigado!

**Nelson Roberto de Albuquerque Bezerra**

[nelson.bezerra.nb@gmail.com](mailto:nelson.bezerra.nb@gmail.com)

Doutorando em Sistemas de Gestão Sustentáveis

Universidade Federal Fluminense – UFF/RJ

#### **2 – Contextualização**

A transformação digital não tem a ver com tecnologia, tem a ver com a estratégia e novas maneiras de pensar. Transformar-se para o digital exige que o negócio atualize sua mentalidade estratégica muito mais que sua infraestrutura de TI. As regras de negócios mudaram. Em todos os setores de atividade, a difusão de novas tecnologias digitais e o surgimento de novas ameaças disruptivas estão transformando modelos e processos de

negócios. A revolução digital está virando de cabeça para baixo o velho guia de negócios (ROGERS, 2016).

A força das tecnologias digitais não está nas tecnologias per se. Em vez disso, decorre de como as empresas as integram para transformar seus negócios e a maneira como funcionam (KANE et al, 2015, pág. 4).

A Transformação Digital visa aumentar, a performance e a produtividade das empresas, através da utilização das tecnologias disruptivas digitais tais como: Realidade virtual, Realidade aumentada, IoT (Internet das coisas), Deep Learning, Machine learning, Big Data, Data Analytics, Impressão 3D, Robótica colaborativa, Gêmeos digitais, inteligência artificial dentre outras.

É uma caminhada que se inicia com a decisão da organização de voltar-se para uma “Visão Digital”, para que a empresa e suas “Macro Estratégias Digitais” possam alinhar a tecnologia com uma Governança Digital 4.0. A cada mudança no cenário econômico, na concorrência ou nos desejos dos clientes, é necessário repensar a organização no rumo a Transformação Digital e alinhá-la com a nova realidade. É desenvolver um novo “mindset” onde as empresas têm que adotar estas estratégias para sobreviver e triunfar na nova economia.

E o setor da construção naval brasileiro não pode ficar fora desta corrida em direção a competitividade internacional, por isso devemos passar de uma indústria analógica para uma digital e propomos uma caminhada ao Estaleiro 4.0.

### 3 – Glossário

<b>Estaleiro 4.0</b>	Estaleiro que adota tecnologias da indústria 4.0 (tecnologias disruptivas) alinhado com a gestão digital
<b>Produto Smart</b>	Produto que adota um projeto inteligente com eficiência energética ao longo do ciclo de vida, abrangendo desde a engenharia, fabricação e operação.
<b>Tecnologias Disruptivas</b>	Realidade virtual, Realidade aumentada, IoT (Internet das coisas), <i>Deep Learning</i> , <i>Machine learning</i> , <i>Big Data</i> , <i>Data Analytics</i> , Impressão 3D, Robótica colaborativa, Gêmeos digitais, inteligência artificial dentre outras.

**Triple Bottom Line** É um conceito de gestão que preza pela sustentabilidade de forma ampla nas empresas, tendo como tripé da sustentabilidade os fatores econômico, social e ambiental.

## **ETAPAS:**

### **1ª ETAPA - PERFIL DO RESPONDENTE:**

#### **1. Idade?**

- < 21
- 21 - 30
- 31 - 40
- 41 - 50
- 51 - 60
- > 60

#### **2. Sexo?**

- M
- F

#### **3. Formação?**

- Até ensino médio (2º grau) completo
- Superior (3º grau) completo
- Pós-graduação Lato Sensu (Curso Especialização, MBA ...)
- Mestrado
- Doutorado

#### **4. Cargo que ocupa (ou)?**

- Nível Operacional (Analista/Técnico)
- Nível Tático (Coordenador/Gerente)
- Nível Estratégico (Executivo)
- Professor
- Empresário
- Consultor

**5. Experiência Profissional (em anos)?**

- 1 - 3
- 4 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- > 20

**6. Tamanho da Empresa em que trabalha (ou)?**

- Microempresa - (1- 9 empregados)
- Pequeno Porte - (10 a 49 empregados)
- Médio Porte - (50 a 249 empregados)
- Grande Porte - Indústria (> 249 empregados)

**7. Indústria / Segmento?**

- Construção Naval & Offshore
- Energia
- Engenharia Civil
- Óleo e Gás
- Arquitetura, Engenharia & Construção
- Consultoria
- Educação
- Manufatura
- TI e Telecom
- Construção Naval & Offshore
- Transportes & Armazenagem
- Outra (especifique)

**8. Possui certificação em gerenciamento de projetos?**

- PMP - PMI

- PRINCE2
- IPMA ICB
- GPM P5
- AGILE
- Nenhuma
- Outra (especifique)

### 9. Região onde trabalha (ou)?

- África / Oriente Médio
- Ásia / Pacífico
- Austrália / Nova Zelândia
- Europa
- Global
- América Latina
- América do Norte
- Outra (especifique)

**Para as perguntas a seguir responda deslizando o marcador para atingir um número entre 1 e 5, sendo:**

**1 - discordo totalmente; 2 - discordo; 3 - não concordo / nem discordo;  
4 - concordo; 5 - concordo totalmente**

2ª ETAPA: ASSERTIVAS RELACIONADAS A PESQUISA:

### 1 - Assertivas sobre a variável Gestão Estratégica:

1.1 - A visão de longo prazo é um fator crítico de sucesso da gestão estratégica para o desenvolvimento da gestão sustentável de projetos complexos!

1.2 - Uma transformação organizacional com a implementação de processos alinhados a sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e Transformação Digital, serão a base para o Estaleiro 4.0!

1.3 - Os objetivos do desenvolvimento sustentável – ODS (seus 17 princípios e desdobramentos) são fatores críticos para implementação de uma gestão estratégica, suportando uma transformação organizacional e a preparação para a transformação digital!

## **2 - Assertivas relacionadas a variável Gestão Sustentável de Projetos Complexos:**

2.1 - A gestão sustentável de projetos complexos, deve utilizar metodologias de Gestão de Produtos e projetos Complexos e sustentáveis, que contenham elementos mensuráveis da sustentabilidade: Planeta (aspecto ambiental), Pessoas (aspecto social), Lucro (aspecto financeiro), Processo (aspecto de governança) e Produto (aspecto técnico)!

2.2 - O sucesso da gestão de projetos complexos requer a utilização de metodologias de gestão de produtos, projetos e programas que considerem a sustentabilidade como premissa!

2.3 - As perspectivas do “*triple bottom line*” (econômico, social e ambiental), precisam ser consideradas como fatores críticos de sucesso para a implementação da gestão sustentável de projetos complexos!

## **3 - Assertivas relacionadas a variável Mão de Obra Qualificada e Capacitada:**

3.1-Para a implementação do Estaleiro 4.0, serão necessários profissionais com conhecimento (Hardskills e Softskills) integrando Automação, Robótica e TI!

3.2-O Estaleiro 4.0 requer mão de obra com capacidades que possibilitem a Transformação Organizacional estar alinhada com a Transformação digital!

3.3-Para implementar o Estaleiro 4.0 é necessário investir em formação continuada, para qualificar a mão de obra de analógica para digital!

3.4-Processos disruptivos com aplicação de tecnologias digitais transformadoras, serão fundamentais para a implantação do Estaleiro 4.0!

## **4 - Assertivas relacionadas a variável Ciclo de Vida de Produto Smart:**

4.1-O ciclo de vida do produto *smart* deve ser aplicado para a execução de projetos inteligentes do Estaleiro 4.0!

4.2- O ciclo de vida de produto *smart* suporta a implementação de processos de manufatura inteligente utilizando os dados e informação suportados pelo Big data, para o estaleiro 4.0!

4.3-O ciclo de vida do produto *smart* suporta a operação inteligente do estaleiro 4.0 em um conceito de economia circular!

## 5 – Assertivas Relacionadas as variável Estaleiro 4.0:

5.1-Para a implementação do Estaleiro 4.0, serão necessários profissionais com conhecimento (*Hardskills* e *Softskills*) integrando Automação, Robótica e TI, alinhando os princípios dos objetivos sustentáveis - ODS como instrumento de desenvolvimento e qualificação!

5.2- O estaleiro 4.0 requer a implementação de processos disruptivos com aplicação de tecnologias digitais transformadoras, que serão fundamentais para a implantação do Estaleiro 4.0!

5.3- A base para a implementação do estaleiro 4.0 requer uma transformação organizacional com a implementação de processos alinhados a sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e Transformação Digital, considerando demandas técnicas, métodos e metodologias de gestão de projetos complexos como instrumento de desenvolvimento e qualificação de mão de obra!

### APÊNDICE 3: RELATÓRIO DE SAÍDA DO IBM AMOS SPSS PARA O MODELO DE MEDIDA (MM)

H:\DEFESA DA TESE\SEM\Modelo de medida estaleiro40.amw  
*Analysis Summary Date and Time*

*Date:* sexta-feira, 25 de novembro de 2022 Time: 12:23:32

*Title:* Modelo de medida estaleiro40: sexta-feira, 25 de novembro de 2022 12:23

#### *Groups*

*Group number 1 (Group number 1)*

*Notes for Group (Group number 1)*

*The model is recursive.*

*Sample size = 326*

*Variable Summary (Group number 1)*

*Your model contains the following variables (Group number 1)*

#### *Observed, endogenous variables*

GEST1

GEST2

GEST3

GESPC1

GESPC2

GESPC3

MOQC2

MOQC3

MOQC4

CVPS1

CVPS2

CVPS3

EST401

EST402

EST403  
MOQC1

*Unobserved, exogenous variables*

e1  
e2  
e3  
e4  
e5  
e6  
e8  
e9  
e10  
e11  
e12  
e13  
GEST  
GESPC  
MOQC  
CVPS  
e14  
e15  
e16  
EST40  
e7

*Variable counts (Group number 1)*

*Number of variables in your model:* 37  
*Number of observed variables:* 16  
*Number of unobserved variables:* 21  
*Number of exogenous variables:* 21  
*Number of endogenous variables:* 16

***Parameter Summary (Group number 1)***

	<i>Weights</i>	<i>Covariances</i>	<i>Variances</i>	<i>Means</i>	<i>Intercepts</i>	<i>Total</i>
<i>Fixed</i>	16	0	5	0	0	21
<i>Labeled</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Unlabeled</i>	16	10	16	0	0	42
<i>Total</i>	32	10	21	0	0	63

*Models*

*Default model (Default model)*

*Notes for Model (Default model)*

*Computation of degrees of freedom (Default model)*

*Number of distinct sample moments:* 136  
*Number of distinct parameters to be estimated:* 42  
*Degrees of freedom (136 - 42):* 94

*Result (Default model)*

*Minimum was achieved*

*Chi-square = 224,753*

*Degrees of freedom = 94*

*Probability level = ,000*

*Group number 1 (Group number 1 - Default model)*

*Estimates (Group number 1 - Default model)*

*Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)*

*Maximum Likelihood Estimates*

***Regression Weights: (Group number 1 - Default model)***

			Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
GEST1	<---	GEST	,742	,057	12,985	***	par_1
GEST2	<---	GEST	,819	,051	16,223	***	par_2
GEST3	<---	GEST	,719	,051	14,097	***	par_3
GESPC3	<---	GESPC	,906	,054	16,840	***	par_4
GESPC2	<---	GESPC	,820	,052	15,731	***	par_5
GESPC1	<---	GESPC	,863	,050	17,113	***	par_6
MOQC2	<---	MOQC	,845	,050	16,838	***	par_7
MOQC3	<---	MOQC	,865	,052	16,787	***	par_8
MOQC4	<---	MOQC	,830	,054	15,375	***	par_9
CVPS1	<---	CVPS	,788	,049	16,068	***	par_10
CVPS2	<---	CVPS	,866	,048	18,023	***	par_11
CVPS3	<---	CVPS	,793	,052	15,395	***	par_12
EST401	<---	EST40	,858	,050	17,110	***	par_16
EST402	<---	EST40	,863	,053	16,437	***	par_17
EST403	<---	EST40	,968	,051	18,868	***	par_18
MOQC1	<---	MOQC	,782	,052	15,127	***	par_26

***Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)***

		Estimate
GEST1 <---	GEST	,663
GEST2 <---	GEST	,786
GEST3 <---	GEST	,707
GESPC3 <---	GESPC	,803
GESPC2 <---	GESPC	,766
GESPC1 <---	GESPC	,812
MOQC2 <---	MOQC	,797
MOQC3 <---	MOQC	,795
MOQC4 <---	MOQC	,748
CVPS1 <---	CVPS	,783
CVPS2 <---	CVPS	,847
CVPS3 <---	CVPS	,759
EST401 <---	EST40	,805
EST402 <---	EST40	,783
EST403 <---	EST40	,859
MOQC1 <---	MOQC	,739

*Covariances: (Group number 1 - Default model)*

		Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
GEST <-->	GESPC	,961	,024	39,701	***	par_13
GESPC <-->	MOQC	,865	,026	33,066	***	par_14
MOQC <-->	CVPS	,805	,031	26,179	***	par_15
CVPS <-->	EST40	,856	,026	32,359	***	par_19
GEST <-->	MOQC	,920	,026	35,476	***	par_20
MOQC <-->	EST40	,933	,019	48,388	***	par_21
GESPC <-->	CVPS	,734	,037	19,708	***	par_22
GEST <-->	EST40	,894	,028	32,226	***	par_23
GEST <-->	CVPS	,803	,036	22,602	***	par_24
GESPC <-->	EST40	,819	,030	27,516	***	par_25

*Correlations: (Group number 1 - Default model)*

		Estimate
GEST <-->	GESPC	,961
GESPC <-->	MOQC	,865
MOQC <-->	CVPS	,805
CVPS <-->	EST40	,856
GEST <-->	MOQC	,920
MOQC <-->	EST40	,933
GESPC <-->	CVPS	,734
GEST <-->	EST40	,894
GESPC <-->	EST40	,819

*Variances: (Group number 1 - Default model)*

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
GEST	1,000				
GESPC	1,000				
MOQC	1,000				
CVPS	1,000				
EST40	1,000				
e1	,701	,060	11,686	***	par_27
e2	,416	,041	10,077	***	par_28
e3	,517	,046	11,317	***	par_29
e4	,384	,039	9,748	***	par_30
e5	,473	,045	10,595	***	par_31
e6	,451	,045	9,946	***	par_32
e8	,410	,039	10,652	***	par_33
e9	,435	,041	10,678	***	par_34
e10	,542	,048	11,250	***	par_35
e11	,393	,039	9,980	***	par_36
e12	,295	,036	8,246	***	par_37
e13	,462	,044	10,380	***	par_38
e14	,400	,038	10,561	***	par_39
e15	,469	,043	10,880	***	par_40
e16	,334	,036	9,265	***	par_41
e7	,507	,045	11,330	***	par_42

*Squared Multiple Correlations: (Group number 1 - Default model)*

	Estimate
MOQC1	,547
EST403	,737
EST402	,614
EST401	,648
CVPS3	,577
CVPS2	,718
CVPS1	,613
MOQC4	,560
MOQC3	,632
MOQC2	,635
GESPC3	,646
GESPC2	,587
GESPC1	,660
GEST3	,500
GEST2	,617
GEST1	,440

*Minimization History (Default model)*

Iteration	Negative eigenvalues	Condition #	Smallest eigenvalue	Diameter	F	NTries	Ratio
0	e	8	-1,601	9999,000	3427,262	0	9999,000
1	e	13	-,338	2,730	2221,719	21	,254
2	e*	2	-,083	2,035	680,302	5	,817
3	e	0	432,597	,834	361,936	4	,723
4	e	0	367,886	,724	328,422	4	,000
5	e	0	194,218	,560	261,300	2	,000
6	e	0	78,447	,299	229,209	1	1,124
7	e	0	78,485	,051	224,994	1	1,122
8	e	0	73,399	,027	224,754	1	1,051
9	e	0	72,145	,002	224,753	1	1,005
10	e	0	72,135	,000	224,753	1	1,000

*Pairwise Parameter Comparisons (Default model)*  
*Correlations of Estimates (Default model)*

	par_1	par_2	par_3	par_4	par_5	par_6	par_7	par_8	par_9	par_10	par_11	par_12	par_13	par_14	par_15	par_16	par_17
par_1	1,000																
par_2	,348	1,000															
par_3	,300	,379	1,000														
par_4	,310	,388	,337	1,000													
par_5	,290	,362	,315	,402	1,000												
par_6	,315	,394	,342	,436	,408	1,000											
par_7	,285	,356	,309	,326	,305	,332	1,000										
par_8	,284	,355	,308	,325	,304	,331	,434	1,000									
par_9	,260	,325	,282	,298	,278	,303	,397	,396	1,000								
par_10	,207	,259	,225	,224	,210	,228	,270	,269	,246	1,000							
par_11	,232	,290	,252	,252	,235	,256	,303	,302	,276	,422	1,000						
par_12	,198	,248	,215	,215	,201	,218	,259	,258	,236	,370	,406	1,000					
par_13	-,038	-,071	-,046	,020	,026	,018	,064	,064	,058	,043	,048	,041	1,000				
par_14	,181	,226	,197	,166	,162	,167	,181	,181	,169	,147	,165	,141	,262	1,000			
par_15	,180	,225	,195	,197	,184	,200	,211	,211	,195	,201	,203	,195	,039	,208	1,000		
par_16	,273	,341	,297	,297	,278	,302	,386	,385	,352	,310	,347	,297	,057	,196	,262	1,000	
par_17	,262	,328	,285	,286	,267	,290	,371	,369	,338	,298	,334	,285	,055	,189	,252	,431	1,000
par_18	,301	,376	,327	,328	,306	,333	,425	,424	,388	,342	,383	,327	,063	,217	,289	,494	,474
par_19	,151	,189	,164	,164	,153	,166	,199	,198	,181	,181	,176	,177	,031	,109	,526	,197	,191
par_20	,020	,004	,017	,124	,116	,126	,104	,104	,098	,098	,110	,094	,297	,342	,191	,134	,128
par_21	,114	,142	,123	,125	,117	,127	,112	,112	,107	,115	,130	,111	,026	,190	,301	,119	,117
par_22	,210	,263	,228	,206	,196	,208	,256	,255	,234	,205	,213	,198	,199	,369	,485	,263	,253
par_23	,049	,041	,049	,139	,130	,141	,170	,169	,155	,128	,143	,122	,249	,142	,113	,140	,136
par_24	,104	,116	,110	,172	,161	,175	,205	,204	,187	,175	,177	,170	,187	,134	,467	,222	,213
par_25	,206	,257	,224	,194	,186	,195	,251	,250	,229	,179	,200	,171	,257	,510	,162	,212	,205
par_26	,256	,320	,278	,293	,274	,298	,391	,390	,357	,243	,272	,232	,058	,167	,193	,347	,333
par_27	-,113	-,034	-,026	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,140	,000	,000	,000	,000
par_28	-,048	-,187	-,054	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,296	,000	,000	,000	,000
par_29	-,029	-,044	-,132	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,181	,000	,000	,000	,000
par_30	,000	,000	,000	,017	,014	-,188	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,139	,116	,000	,000	,000
par_31	,000	,000	,000	,011	-,161	,012	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,092	,077	,000	,000	,000
par_32	,000	,000	,000	-,182	,013	,017	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,127	,106	,000	,000	,000
par_33	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,137	,002	,002	,000	,000	,000	,000	,076	,060	,000	,000
par_34	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,002	-,136	,002	,000	,000	,000	,000	,075	,059	,000	,000
par_35	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,002	,002	-,119	,000	,000	,000	,000	,052	,041	,000	,000
par_36	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,197	,047	,021	,000	,000	,052	,000	,000
par_37	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,056	-,250	,049	,000	,000	,121	,000	,000
par_38	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,019	,038	-,183	,000	,000	,042	,000	,000
par_39	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,138	,004	,000
par_40	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,004	-,129	,000
par_41	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,008	,008	,000
par_42	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,002	,002	,001	,000	,000	,000	,000	,049	,039	,000	,000

*Model Fit Summary*

**CMIN**

<i>Model</i>	<i>NPAR</i>	<i>CMIN</i>	<i>DF</i>	<i>P</i>	<i>CMIN/DF</i>
<i>Default model</i>	42	224,753	94	,000	2,391
<i>Saturated model</i>	136	,000	0		
<i>Independence model</i>	16	3494,876	120	,000	29,124

**RMR, GFI**

<i>Model</i>	<i>RMR</i>	<i>GFI</i>	<i>AGFI</i>	<i>PGFI</i>
<i>Default model</i>	,038	,921	,885	,636
<i>Saturated model</i>	,000	1,000		
<i>Independence model</i>	,580	,187	,079	,165

**Baseline Comparisons**

<i>Model</i>	<i>NFI Delta1</i>	<i>RFI rho1</i>	<i>IFI Delta2</i>	<i>TLI rho2</i>	<i>CFI</i>
<i>Default model</i>	,936	,918	,962	,951	,961
<i>Saturated model</i>	1,000		1,000		1,000
<i>Independence model</i>	,000	,000	,000	,000	,000

**Parsimony-Adjusted Measures**

<i>Model</i>	<i>PRATIO</i>	<i>PNFI</i>	<i>PCFI</i>
<i>Default model</i>	,783	,733	,753
<i>Saturated model</i>	,000	,000	,000
<i>Independence model</i>	1,000	,000	,000

**NCP**

<i>Model</i>	<i>NCP</i>	<i>LO 90</i>	<i>HI 90</i>
<i>Default model</i>	130,753	90,693	178,519
<i>Saturated model</i>	,000	,000	,000
<i>Independence model</i>	3374,876	3185,654	3571,400

**FMIN**

<i>Model</i>	<i>FMIN</i>	<i>F0</i>	<i>LO 90</i>	<i>HI 90</i>
<i>Default model</i>	,692	,402	,279	,549
<i>Saturated model</i>	,000	,000	,000	,000
<i>Independence model</i>	10,753	10,384	9,802	10,989

**RMSEA**

<i>Model</i>	<i>RMSEA</i>	<i>LO 90</i>	<i>HI 90</i>	<i>PCLOS</i>
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

<i>Default model</i>	,065	,054	,076	,011
<i>Independence model</i>	,294	,286	,303	,000

**AIC**

<i>Model</i>	AIC	BCC	BIC	CAIC
<i>Default model</i>	308,753	313,389	467,802	509,802
<i>Saturated model</i>	272,000	287,013	787,018	923,018
<i>Independence model</i>	3526,87 6	3528,64 2	3587,46 7	3603,46 7

**ECVI**

<i>Model</i>	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
<i>Default model</i>	,950	,827	1,097	,964
<i>Saturated model</i>	,837	,837	,837	,883
<i>Independence model</i>	10,852	10,270	11,457	10,857

**HOELTER**

<i>Model</i>	<i>HOELTER</i>	<i>HOELTER .05</i> <i>.01</i>
<i>Default model</i>	171	187
<i>Independence model</i>	14	15

APÊNDICE 4: RELATÓRIO DE SAÍDA DO IBM AMOS SPSS PARA O MODELO ESTRUTURAL (ME)

H:\DEFESA DA TESE\SEM\Modelo estrutural estaleiro40.amw

*Analysis Summary*

*Date and Time*

*Date:* terça-feira, 10 de janeiro de 2023

*Time:* 13:37:04

*Title*

Modelo estrutural estaleiro40: terça-feira, 10 de janeiro de 2023 13:37

**Groups****Group number 1 (Group number 1)****Notes for Group (Group number 1)***The model is recursive.**Sample size = 326***Variable Summary (Group number 1)****Your model contains the following variables (Group number 1)***Observed, endogenous variables*

GEST1

CVPS2

GEST2

CVPS1

CVPS3

MOQC2

MOQC3

MOQC4

GESPC1

GESPC2

GESPC3

EST401

EST402

EST403

MOQC1

GEST3

*Unobserved, endogenous variables*

CVPS

MOQC

GESPC

EST40

*Unobserved, exogenous variables*

e1

e5

e2

e4

e6

e9

e8

e7

e13

e12

e11

GEST

e16

e15  
 e14  
 e17  
 e19  
 e3  
 e10  
 e18  
 e20

**Variable counts (Group number 1)**

Number of variables in your model: 41  
 Number of observed variables: 16  
 Number of unobserved variables: 25  
 Number of exogenous variables: 21  
 Number of endogenous variables: 20

**Parameter Summary (Group number 1)**

	Weights	Covariances	Variances	Means	Intercepts	Total
<i>Fixed</i>	25	0	0	0	0	25
<i>Labeled</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Unlabeled</i>	18	0	21	0	0	39
<i>Total</i>	43	0	21	0	0	64

**Models**

**Default model (Default model)**

**Notes for Model (Default model)**

**Computation of degrees of freedom (Default model)**

Number of distinct sample moments: 136  
 Number of distinct parameters to be estimated: 39  
 Degrees of freedom (136 - 39): 97

**Result (Default model)**

Minimum was achieved  
 Chi-square = 226,029  
 Degrees of freedom = 97  
 Probability level = ,000

**Group number 1 (Group number 1 - Default model)**

**Estimates (Group number 1 - Default model)**

**Scalar Estimates (Group number 1 - Default model)**

**Maximum Likelihood Estimates**

**Regression Weights: (Group number 1 - Default model)**

	Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
--	----------	------	------	---	-------

			<i>Estimate</i>	<i>S.E.</i>	<i>C.R.</i>	<i>P</i>	<i>Label</i>
GESPC	<---	GEST	1,109	,095	11,726	***	par_9
MOQC	<---	GEST	1,200	,529	2,266	,023	par_10
MOQC	<---	GESPC	-,207	,441	-,468	,640	par_18
CVPS	<---	GEST	,322	,202	1,595	,111	par_14
CVPS	<---	MOQC	-,533	,196	2,720	,007	par_17
EST40	<---	MOQC	-,777	,095	8,177	***	par_11
EST40	<---	CVPS	0,312	,084	3,692	***	par_16
GEST1	<---	GEST	1,000				
CVPS3	<---	CVPS	1,003	,072	13,955	***	par_1
CVPS1	<---	CVPS	1,000				
MOQC2	<---	MOQC	1,081	,075	14,344	***	par_2
MOQC3	<---	MOQC	1,106	,077	14,301	***	par_3
MOQC4	<---	MOQC	1,065	,079	13,440	***	par_4
GESPC1	<---	GESPC	1,000				
GESPC2	<---	GESPC	,952	,063	15,047	***	par_5
GESPC3	<---	GESPC	1,049	,066	15,947	***	par_6
EST401	<---	EST40	1,000				
EST402	<---	EST40	1,007	,064	15,743	***	par_7
EST403	<---	EST40	1,126	,063	17,745	***	par_8
MOQC1	<---	MOQC	1,000				
GEST3	<---	GEST	,968	,085	11,394	***	par_12
GEST2	<---	GEST	1,108	,089	12,500	***	par_13
CVPS2	<---	CVPS	1,097	,070	15,757	***	par_15

***Standardized Regression Weights: (Group number 1 - Default model)***

			<i>Estimate</i>
GESPC	<---	GEST	,955
MOQC	<---	GEST	1,143
MOQC	<---	GESPC	-,229
CVPS	<---	GEST	,303
CVPS	<---	MOQC	,527
EST40	<---	MOQC	-,706
EST40	<---	CVPS	,286
GEST1	<---	GEST	,664
CVPS3	<---	CVPS	,758
CVPS1	<---	CVPS	,784
MOQC2	<---	MOQC	,795
MOQC3	<---	MOQC	,793
MOQC4	<---	MOQC	,749
GESPC1	<---	GESPC	,812
GESPC2	<---	GESPC	,767
GESPC3	<---	GESPC	,803
EST401	<---	EST40	,805
EST402	<---	EST40	,785
EST403	<---	EST40	,857
MOQC1	<---	MOQC	,737
GEST3	<---	GEST	,708

			<i>Estimate</i>
GEST2	<---	GEST	,790
CVPS2	<---	CVPS	,847

***Variances: (Group number 1 - Default model)***

	<i>Estimate</i>	<i>S.E.</i>	<i>C.R.</i>	<i>P</i>	<i>Label</i>
GEST	,553	,085	6,504	***	par_19
e19	,065	,034	1,903	,057	par_20
e17	,085	,035	2,401	,016	par_21
e18	,209	,034	6,197	***	par_22
e20	,069	,021	3,298	***	par_23
e1	,699	,060	11,663	***	par_24
e5	,295	,036	8,254	***	par_25
e2	,409	,041	10,035	***	par_26
e4	,391	,039	9,961	***	par_27
e6	,464	,045	10,399	***	par_28
e9	,413	,038	10,786	***	par_29
e8	,439	,041	10,817	***	par_30
e7	,541	,048	11,314	***	par_31
e13	,385	,039	9,750	***	par_32
e12	,471	,045	10,574	***	par_33
e11	,452	,045	9,952	***	par_34
e16	,399	,038	10,552	***	par_35
e15	,466	,043	10,862	***	par_36
e14	,336	,036	9,299	***	par_37
e3	,515	,046	11,303	***	par_38
e10	,510	,045	11,411	***	par_39

***Squared Multiple Correlations: (Group number 1 - Default model)***

	<i>Estimate</i>
GESPC	,913
MOQC	,860
CVPS	,665
EST40	,907
GEST3	,501
MOQC1	,544
EST403	,735
EST402	,616
EST401	,649
GESPC3	,645
GESPC2	,589
GESPC1	,659
MOQC4	,560
MOQC3	,629

	<i>Estimate</i>
MOQC2	,633
CVPS3	,575
CVPS1	,614
GEST2	,624
CVPS2	,718
GEST1	,441

**Minimization History (Default model)**

<i>Iteration</i>		<i>Negative Eigenvalues</i>	<i>Condition #</i>	<i>Smallest Eigenvalue</i>	<i>Diameter</i>	<i>F</i>	<i>NTries</i>	<i>Ratio</i>
0	e	10		-,659	9999,000	3509,357	0	9999,000
1	e	11		-,182	2,496	1872,644	19	,503
2	e	2		-,079	1,954	693,579	5	,780
3	e	0	267,304		,794	362,446	4	,864
4	e	1		-,006	,509	272,949	2	,000
5	e	0	493,168		,551	232,307	10	1,064
6	e	0	950,251		,289	226,779	1	1,114
7	e	0	1480,297		,228	226,108	1	1,136
8	e	0	2206,428		,113	226,032	1	1,098
9	e	0	2464,054		,030	226,029	1	1,034
10	e	0	2504,664		,002	226,029	1	1,002
11	e	0	2504,564		,000	226,029	1	1,000

**Pairwise Parameter Comparisons (Default model)**

**Correlations of Estimates (Default model)**

	par 1	par 2	par 3	par 4	par 5	par 6	par 7	par 8	par 9	par 10	par 11	par 12	par 13	par 14	par 15	par 16	par 17
par 1	1,000																
par 2	,000	1,000															
par 3	,000	,586	1,000														
par 4	,000	,551	,549	1,000													
par 5	,000	,000	,000	,000	1,000												
par 6	,000	,000	,000	,000	,458	1,000											
par 7	,000	,000	,000	,000	,000	,000	1,000										
par 8	,000	,000	,000	,000	,000	,526	,000	1,000									
par 9	,000	,000	,000	,000	-,333	-,356	,000	,000	1,000								
par 10	,000	-,093	-,093	-,087	,002	,001	,000	,000	,418	1,000							
par 11	-,001	,333	,332	,314	,000	,000	-,242	-,276	,003	-,052	1,000						
par 12	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,574	,106	,000	1,000					
par 13	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,623	,097	,000	,613	1,000				
par 14	-,053	,003	,003	,000	,000	,000	,000	,000	,099	,122	-,217	,077	,082	1,000			
par 15	,523	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,012	,000	,000	-,062	,000	1,000		
par 16	,124	,003	,003	,000	,000	,000	-,109	-,125	-,004	-,002	-,714	,000	,000	,264	,126	1,000	
par 17	-,090	,108	,108	,104	,000	,000	,000	,000	-,018	-,124	,285	,001	,004	-,943	-,105	-,309	1,000
par 18	,000	,019	,019	,018	-,016	-,015	,000	,000	-,300	-,983	,009	,005	,025	-,108	,000	,002	,111
par 19	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,692	-,240	-,001	-,637	-,697	-,109	,000	,002	,020
par 20	,000	,000	,000	,000	-,118	-,119	,000	,000	-,225	-,723	-,007	,004	,018	-,004	,000	,009	,003
par 21	,000	-,195	-,195	-,184	,000	,000	,000	,000	-,215	-,726	-,151	,004	,023	-,029	-,001	,050	-,004
par 22	-,412	,001	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,003	,012	-,016	,000	,000	,133	-,451	-,058	-,068
par 23	,000	,002	,002	,000	,000	,000	-,199	-,201	,000	,004	-,054	,000	,000	,017	,003	,097	-,020
par 24	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,139	,178	,002	,086	,091	,040	,000	-,002	-,028
par 25	-,005	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,075	,000	,000	,013	-,273	,072	,022
par 26	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,110	,356	,004	-,002	-,108	,062	,000	-,005	-,061
par 27	,191	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,033	,000	,000	-,016	,235	,082	-,028
par 28	-,183	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,026	,000	,000	,005	,014	,025	,008
par 29	,000	-,115	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,005	,060	,000	,000	-,073	,000	-,073	,073
par 30	,000	,001	-,114	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,005	,059	,000	,000	-,072	,000	-,072	,071
par 31	,000	,000	,000	-,102	,000	,000	,000	,000	,001	,004	,042	,000	,000	-,051	,000	-,051	,051
par 32	,000	,000	,000	,000	,179	,192	,000	,000	-,088	,035	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
par 33	,000	,000	,000	,000	-,166	-,001	,000	,000	,036	,023	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
par 34	,000	,000	,000	,000	-,002	-,188	,000	,000	,049	,032	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
par 35	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,131	,150	,000	,000	-,048	,000	,000	,000	,000	-,022	,000
par 36	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,128	-,001	,000	,000	,017	,000	,000	,000	,000	,000	,000
par 37	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,169	,000	,000	,035	,000	,000	,000	,000	,016	,000
par 38	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,064	,207	,002	-,089	-,005	,036	,000	-,003	-,036
par 39	,000	,109	,108	,101	,000	,000	,000	,000	,001	-,014	,100	,000	,000	-,048	,000	-,048	,068

**Model Fit Summary****CMIN**

Model	NPAR	CMIN	DF	P	CMIN/DF
Default model	39	236,029	97	,000	2,330
Saturated model	136	,000	0		
Independence model	16	3494,876	120	,000	29,124

**RMR, GFI**

Model	RMR	GFI	AGFI	PGFI
Default model	,038	,920	,888	,656
Saturated model	,000	1,000		
Independence model	,580	,187	,079	,165

**Baseline Comparisons**

Model	NFI Delta1	RFI rho1	IFI Delta2	TLI rho2	CFI
Default model	,935	,920	,962	,953	,962
Saturated model	1,000		1,000		1,000
Independence model	,000	,000	,000	,000	,000

**Parsimony-Adjusted Measures**

Model	PRATIO	PNFI	PCFI
Default model	,808	,756	,777
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	1,000	,000	,000

**NCP**

Model	NCP	LO 90	HI 90
Default model	129,029	89,001	176,772
Saturated model	,000	,000	,000
Independence model	3374,876	3185,654	3571,400

**FMIN**

Model	FMIN	F0	LO 90	HI 90
Default model	,695	,397	,274	,544
Saturated model	,000	,000	,000	,000
Independence model	10,753	10,384	9,802	10,989

**RMSEA**

Model	RMSEA	LO 90	HI 90	PCLOSE
Default model	,064	,053	,075	,018
Independence model	,294	,286	,303	,000

**AIC**

Model	AIC	BCC	BIC	CAIC
Default model	304,029	308,334	451,718	490,718
Saturated model	272,000	287,013	787,018	923,018

<i>Model</i>	AIC	BCC	BIC	CAIC
<i>Independence model</i>	3526,876	3528,642	3587,467	3603,467

**ECVI**

<i>Model</i>	ECVI	LO 90	HI 90	MECVI
<i>Default model</i>	,935	,812	1,082	,949
<i>Saturated model</i>	,837	,837	,837	,883
<i>Independence model</i>	10,852	10,270	11,457	10,857

**HOELTER**

<i>Model</i>	HOELTER .05	HOELTER .01
<i>Default model</i>	174	191
<i>Independence model</i>	14	15

***Execution time summary***

<i>Minimization:</i>	,050
<i>Miscellaneous:</i>	,781
<i>Bootstrap:</i>	,000
<i>Total:</i>	,831

## APÊNDICE 5: FREQUÊNCIAS ESTATÍSTICAS CALCULADAS PARA AS VARIÁVEIS MANIFESTAS E ALPHA DE CONBACH DO MODELO

```

GET DATA
/TYPE=XLS
/FILE='H:\DEFESA DA TESE\SURVEY MONKEY\RESPOSTAS RECEBIDAS\GERAL\GERAL0_0 2.xls'
/SHEET=name 'GERAL 01'
/CELLRANGE=full
/READNAMES=on
/ASSUMEDSTRWIDTH=32767.
EXECUTE.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.
DESCRIPTIVES VARIABLES=GEST1 GEST2 GEST3 GESPC1 GESPC2 GESPC3 MOQC1 MOQC2
MOQC3 MOQC4 CVPS1 CVPS2 CVPS3 EST401 EST402 EST403
/STATISTICS=MEAN STDDEV MIN MAX.

```

***Descriptives***

[DataSet1]

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
GEST1	326	1	5	3,95	1,121
GEST2	326	1	5	3,70	1,044
GEST3	326	1	5	3,62	1,018
GESPC1	326	1	5	3,86	1,064
GESPC2	326	1	5	3,78	1,072
GESPC3	326	1	5	3,80	1,130
MOQC1	326	1	5	3,73	1,059
MOQC2	326	1	5	3,70	1,062
MOQC3	326	1	5	3,87	1,090

MOQC4	326	1	5	3,58	1,111
CVPS1	326	1	5	3,65	1,008
CVPS2	326	1	5	3,60	1,024
CVPS3	326	1	5	3,50	1,046
EST401	326	1	5	3,70	1,068
EST402	326	1	5	3,63	1,103
EST403	326	1	5	3,70	1,129
Valid N (listwise)	326				

FREQUENCIES VARIABLES=GEST1 GEST2 GEST3 GESPC1 GESPC2 GESPC3 MOQC1 MOQC2 MO QC3  
MOQC4 CVPS1 CVPS2 CVPS3 EST401 EST402 EST403

/ORDER=ANALYSIS.

### Frequencies

		Statistics															
		GEST1	GEST2	GEST3	GESPC1	GESPC2	GESPC3	MOQC1	MOQC2	MOQC3	MOQC4	CVPS1	CVPS2	CVPS3	EST401	EST402	EST403
N	Valid	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Frequency Table

#### GEST1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	9	2,8	2,8	2,8
	2	30	9,2	9,2	12,0
	3	69	21,2	21,2	33,1
	4	79	24,2	24,2	57,4
	5	139	42,6	42,6	100,0
Total		326	100,0	100,0	

#### GEST2

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	8	2,5	2,5	2,5
	2	27	8,3	8,3	10,7
	3	112	34,4	34,4	45,1
	4	87	26,7	26,7	71,8
	5	92	28,2	28,2	100,0
Total		326	100,0	100,0	

#### GEST3

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	10	3,1	3,1	3,1
	2	27	8,3	8,3	11,3
	3	113	34,7	34,7	46,0
	4	103	31,6	31,6	77,6
	5	73	22,4	22,4	100,0
Total		326	100,0	100,0	

#### GESPC1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	11	3,4	3,4	3,4
	2	17	5,2	5,2	8,6
	3	94	28,8	28,8	37,4
	4	90	27,6	27,6	65,0
	5	114	35,0	35,0	100,0

<i>Total</i>	326	100,0	100,0	
--------------	-----	-------	-------	--

**GESPC2**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	10	3,1	3,1	3,1
2	30	9,2	9,2	12,3
3	80	24,5	24,5	36,8
4	107	32,8	32,8	69,6
5	99	30,4	30,4	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**GESPC3**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	15	4,6	4,6	4,6
2	24	7,4	7,4	12,0
3	85	26,1	26,1	38,0
4	90	27,6	27,6	65,6
5	112	34,4	34,4	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**MOQC1**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	9	2,8	2,8	2,8
2	33	10,1	10,1	12,9
3	86	26,4	26,4	39,3
4	108	33,1	33,1	72,4
5	90	27,6	27,6	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**MOQC2**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	10	3,1	3,1	3,1
2	29	8,9	8,9	12,0
3	100	30,7	30,7	42,6
4	97	29,8	29,8	72,4
5	90	27,6	27,6	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**OQC3**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	9	2,8	2,8	2,8
2	27	8,3	8,3	11,0
3	81	24,8	24,8	35,9
4	88	27,0	27,0	62,9
5	121	37,1	37,1	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**MOQC4**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	15	4,6	4,6	4,6
2	34	10,4	10,4	15,0
3	106	32,5	32,5	47,5
4	89	27,3	27,3	74,8
5	82	25,2	25,2	100,0

<i>Total</i>	326	100,0	100,0
--------------	-----	-------	-------

**CVPS1**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	7	2,1	2,1	2,1
2	31	9,5	9,5	11,7
3	108	33,1	33,1	44,8
4	104	31,9	31,9	76,7
5	76	23,3	23,3	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**CVPS2**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	12	3,7	3,7	3,7
2	22	6,7	6,7	10,4
3	125	38,3	38,3	48,8
4	94	28,8	28,8	77,6
5	73	22,4	22,4	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**CVPS3**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	13	4,0	4,0	4,0
2	32	9,8	9,8	13,8
3	126	38,7	38,7	52,5
4	89	27,3	27,3	79,8
5	66	20,2	20,2	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**EST401**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	11	3,4	3,4	3,4
2	28	8,6	8,6	12,0
3	99	30,4	30,4	42,3
4	98	30,1	30,1	72,4
5	90	27,6	27,6	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**EST402**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	14	4,3	4,3	4,3
2	29	8,9	8,9	13,2
3	108	33,1	33,1	46,3
4	86	26,4	26,4	72,7
5	89	27,3	27,3	100,0
<i>Total</i>	326	100,0	100,0	

**EST403**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid</i> 1	12	3,7	3,7	3,7
2	36	11,0	11,0	14,7
3	90	27,6	27,6	42,3
4	87	26,7	26,7	69,0

5	101	31,0	31,0	100,0
Total	326	100,0	100,0	

MEANS TABLES=GEST1 GEST2 GEST3 GESPC1 GESPC2 GESPC3 MOQC1 MOQC2 MOQC3 MOQC4  
CVPS1 CVPS2 CVPS3 EST401 EST402 EST403 /CELLS=MEAN COUNT STDDEV.

## Means

### Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
GEST1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GEST2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GEST3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC4	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
CVPS1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
CVPS2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
CVPS3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST401	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST402	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST403	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%

### Report

	GEST1	GEST2	GEST3	GESPC1	GESPC2	GESPC3	MOQC1	MOQC2	MOQC3	MOQC4	CVPS1	CVPS2	CVPS3	EST401	EST402	EST403
Mean	3,95	3,70	3,62	3,86	3,78	3,80	3,73	3,70	3,87	3,58	3,65	3,60	3,50	3,70	3,63	3,70
N	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
Std.	1,121	1,044	1,018	1,064	1,072	1,130	1,059	1,062	1,090	1,111	1,008	1,024	1,046	1,068	1,103	1,129

MEANS TABLES=GEST1 GEST2 GEST3 GESPC1 GESPC2 GESPC3 MOQC1 MOQC2 MOQC3 MOQC4  
CVPS1 CVPS2 CVPS3 EST401 EST402 EST403  
/CELLS=MEAN COUNT STDDEV SEMEAN MEDIAN VAR.

## Means

### Case Processing Summary

	Cases					
	Included		Excluded		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
GEST1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GEST2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GEST3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
GESPC3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
MOQC4	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
CVPS1	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
CVPS2	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%

CVPS3	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST401	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST402	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%
EST403	326	100,0%	0	0,0%	326	100,0%

Report	GEST1	GEST2	GEST3	GESPC1	GESPC2	GESPC3	MOQC1	MOQC2	MOQC3	MOQC4	CVPS1	CVPS2	CVPS3	EST401	EST402	EST403
Mean	3,95	3,70	3,62	3,86	3,78	3,80	3,73	3,70	3,87	3,58	3,65	3,60	3,50	3,70	3,63	3,70
N	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326
Std. Deviation	1,121	1,044	1,018	1,064	1,072	1,130	1,059	1,062	1,090	1,111	1,008	1,024	1,046	1,068	1,103	1,129
Std. Error of Mean	,062	,058	,056	,059	,059	,063	,059	,059	,060	,062	,056	,057	,058	,059	,061	,063
Median	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
Variance	1,256	1,091	1,036	1,133	1,149	1,276	1,122	1,128	1,187	1,235	1,017	1,048	1,094	1,140	1,217	1,274

## RELIABILITY

/VARIABLES=GEST1 GEST2 GEST3 GESPC1 GESPC2 GESPC3 MOQC1 MOQC2 MOQC3 MOQC4 CVPS1  
CVPS2 CVPS3EST401 EST402 EST403  
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL /MODEL=ALPHA.

## Reliability

Scale: ALL VARIABLES

## Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	326	100,0
	Excluded <sup>a</sup>	0	,0
	Total	326	100,0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

## Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,948	16