

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

O uso da tecnologia Internet das Coisas para uma gestão cooperativa no Sistema Portuário: um Estudo de Caso do Porto do Itaqui e do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

Universidade Fernando Pessoa

Porto – 2022

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

O uso da tecnologia Internet das Coisas para uma gestão cooperativa no Sistema Portuário: um Estudo de Caso do Porto do Itaqui e do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

Universidade Fernando Pessoa

Porto – 2022

© 2022

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira
“TODOS OS DIREITOS DE AUTOR RESERVADOS”

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

O uso da tecnologia Internet das Coisas para uma gestão cooperativa no Sistema Portuário: um Estudo de Caso do Porto do Itaqui e do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

Tese apresentada à Universidade Fernando Pessoa, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências da Informação (especialização em Sistemas, Tecnologias e Gestão da Informação), sob a orientação do **Prof. Doutor Luís Borges Gouveia** e a coorientação do Prof. Doutor Sérgio Sampaio Cutrim.

RESUMO

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira: O uso da tecnologia Internet das Coisas para uma gestão cooperativa no Sistema Portuário: um Estudo de Caso do Porto do Itaqui e do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

(Sob orientação do Prof. Doutor Luís Borges Gouveia)

As organizações portuárias brasileiras, para se tornarem mais competitivas frente aos portos do mundo, necessitam superar obstáculos face ao acelerado crescimento tecnológico e desenvolvimento logístico do setor. A presente tese parte da premissa que um dos maiores desafios dos portos se relaciona à inovação tecnológica para gestão e cooperação estratégica. O problema de pesquisa versa sobre os obstáculos da transformação digital e tem como objetivo principal investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos, tendo a utilização da Internet das Coisas (IoT) como fator estratégico. O percurso efetuado partiu do levantamento bibliográfico sobre o sistema portuário; transformações digitais; conceitos de cooperação e sistemas como fator estratégico portuário. Em seguida, aplicouse o método de Estudo de Caso, tendo como objetos de pesquisa o Porto do Itaqui e o Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) – Porto da Vale, no Estado do Maranhão, Brasil. O intuito do estudo de caso foi compreender o funcionamento, planejamento e caracterização destes portos, investimentos tecnológicos, resultados e proposições. O estudo compreendeu as seguintes etapas: elaboração do protocolo de estudo; caracterização dos portos; análises documentais; elaboração de roteiro de entrevista; realização das entrevistas; tratamento e análises dos dados coletados. Os achados permitiram concluir que há muitas dificuldades enfrentadas nessas organizações portuárias que poderiam ser solucionadas através do processo de inovações tecnológicas como a IoT; que ainda há pouca divisão e troca de conhecimentos com outras empresas tanto no âmbito local quanto nacional; que não existe a gestão cooperativa com o objetivo de divisão de custos nos dois portos pesquisados e também não existe compartilhamento de sistema de informações, classificado como rede de sistema de cooperação. As propostas apresentadas para os portos do Maranhão discorrem sobre o processo de transformação digital (uso de IoT) que tornaria viável o desenvolvimento de novas práticas digitais, aumentando a qualidade dos serviços e eficiência na logística de gestão. As proposições da tese defendem a cooperação estratégica entre portos, pois possibilita o aumento de suas ações estratégicas, fortalece suas operações, adiciona valor aos seus serviços, aperfeiçoa o acesso ao mercado, aprimora conhecimento tecnológico, apura as habilidades organizacionais e acrescenta força financeira.

Palavras-chave: Sistema portuário; transformação digital; Internet das coisas (IoT); cooperação portuária.

ABSTRACT

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira: The use of Internet of Things technology for cooperative management in the Port System: A case study of the Port of Itaqui and the Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

(Under the supervision of Professor Luís Borges Gouveia)

Brazilian port organizations, to become more competitive against the world's ports, need to overcome obstacles in the face of the accelerated technological growth and logistical development of the sector. This thesis starts from the premise that one of the biggest challenges of ports is related to technological innovation for management and strategic cooperation. The problem of the research deals with the obstacles of digital transformation and its main objective is to investigate the port management and its relationship with cooperative systems, having the use of the Internet of Things (IoT) as a strategic factor. The route taken was based on the bibliographic survey on the port system; digital transformations; concepts of cooperation and systems as a strategic port factor. Then, the Case Study method was applied, having as research objects the Port of Itaqui and the Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) – Porto da Vale, in the state of Maranhão Brazil. The purpose of this Case Study was to understand the operation, planning and characterization of these ports, their technological investments, results, and propositions. The study comprised the following steps: Elaboration of the study protocol; characterization of ports; document analyses; elaboration of an interview script; conducting the interviews; treatment and analysis of the collected data. The findings allowed us to conclude that there are many difficulties faced in these port organizations that could be solved through the process of technological innovations such as IoT; that there is still little sharing and exchange of knowledge with others nationally and locally companies; there is no cooperative management with the objective of sharing costs in the two ports surveyed and there is also no sharing of information system, classified as a Cooperation System Network. The proposals made to the ports of Maranhão discuss the process of digital transformation (use of IoT) that would make the development of new digital practices viable, increasing the quality of services and efficiency in management logistics. The propositions of the thesis defend strategic cooperation between ports, as it enables the increase of their strategic actions, strengthens their operations, adds value to their services, improves market access, improves technological knowledge, refines organizational skills, and adds financial strength.

Keywords: Port system; digital transformation; Internet of Things (IoT); port cooperation.

RESUMÉ

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira: L'utilisation de la technologie Internet des objets pour la gestion coopérative dans le système portuaire: une étude de cas du port d'Itaqui et du terminal de la Ponta da Madeira (Porto da Vale)

(Sous la direction du professeur Luís Borges Gouveia)

Les organisations portuaires brésiliennes, afin de devenir plus compétitives face aux ports du monde, doivent surmonter les obstacles face à la croissance technologique accélérée et au développement logistique du secteur. Cette thèse part du principe que l'un des plus grands défis des ports est lié à l'innovation technologique pour la gestion et la coopération stratégique. Le problème de recherche traite des obstacles de la transformation numérique et son objectif principal est d'étudier la gestion portuaire et sa relation avec les systèmes coopératifs, ayant l'utilisation de l'Internet des objets (IdO) comme facteur stratégique. Le parcours a débuté à partir de l'enquête bibliographique sur le système portuaire; transformations numériques; concepts de coopération et de systèmes comme facteur portuaire stratégique. Ensuite, la méthode de l'étude de cas a été appliquée, ayant comme objets de recherche le port d'Itaqui et le terminal maritime de la Ponta da Madeira (TMPM) – Porto da Vale, dans l'État du Maranhão, au Brésil. Le but de l'étude de cas était de comprendre le fonctionnement, la planification et la caractérisation de ces ports, les investissements technologiques, les résultats et les propositions. L'étude comprenait les étapes suivantes: l'élaboration du protocole d'étude; la caractérisation des ports; l'analyse de documents; l'élaboration d'un scénario d'entretien; les entrevues; le traitement et l'analyse des données recueillies. Il est possible de conclure, à partir des résultats, qu'il existe de nombreuses difficultés rencontrées dans ces organisations portuaires qui pourraient être résolues grâce au processus d'innovations technologiques telles que l'IdO; qu'il y a encore peu de partage et d'échange de connaissances avec d'autres entreprises, tant au niveau local que national; qu'il n'y a pas de gestion coopérative avec un objectif de partage des coûts dans les deux ports étudiés et qu'il n'y a pas non plus de partage de système d'information, classé comme un réseau de système de coopération. Les propositions présentées pour les ports du Maranhão traitent du processus de transformation numérique (utilisation de l'IdO) qui rendrait viable le développement de nouvelles pratiques numériques, augmentant la qualité des services et l'efficacité de la gestion logistique. Les propositions de la thèse défendent la coopération stratégique entre les ports, car il permet d'accroître ses actions stratégiques, renforce leurs opérations, ajoute de la valeur à leurs services, améliore l'accès au marché, améliore les connaissances technologiques, affine les compétences organisationnelles et ajoute de la solidité financière.

Mots clés: Système portuaire; transformation numérique; Internet des objets (IdO); coopération portuaire.

“Onde quer que a cooperação de pessoas, no intuito de alcançar objetivos comuns, torne-se organizada e formal, o componente essencial e fundamental dessa associação é a administração – a função de conseguir fazer as coisas por meio das pessoas e com os melhores resultados.” (Chiavenato, 2014)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ângela e Joilton, pela dedicação e amor. Dedico esta tese ao meu marido, Eduardo, companheiro e incentivador de todos os meus sonhos. Aos meus filhos, Mariana e Mateus, a razão de tudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção da minha saúde e de minha família durante o período tão intenso e crítico da pandemia de COVID-19.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luis Borges Gouveia, pela oportunidade e conhecimento oferecidos; pela disponibilidade e tempo dedicado.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Sérgio Sampaio Cutrim, por compartilhar seus conhecimentos na área portuária e enriquecer com sugestões e críticas dessa tese; pelos seus conselhos, orientações e amizade.

Aos professores que participaram da Banca de Defesa, pelas contribuições para a melhoria da pesquisa.

Ao meu esposo, Eduardo, e aos meus filhos, Mariana e Mateus, pela paciência com minha ausência, apoio recebido, inspiração e amor.

Ao meu pai, Joilton, que no decorrer da escrita desta tese nos deixou e, por alguns meses, pensei em parar com o sonho de concluir o doutoramento; porém, foi nele que encontrei forças para continuar em virtude do seu amor e esforço que prestou por toda uma vida para oferecer o melhor que podia para a família; pelo exemplo de pai e esposo.

À minha mãe, Ângela, pela sua força, mesmo quando tudo parecia tão difícil de suportar com a ausência do meu pai; pelo exemplo de mãe e mulher batalhadora, seu incentivo aos estudos foi fundamental para meu processo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram com o desenvolvimento da tese. Às empresas, Porto do Itaqui e TPM (Porto da Vale), que contribuíram, direta e indiretamente, para a realização da pesquisa.

Aos entrevistados dessas empresas, que cederam seu tempo e conhecimento. Sem essa colaboração a tese não poderia ser concluída.

À Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pelo vínculo de trabalho e que me permitiu, por meio da licença, realizar o desenvolvimento desse doutoramento.

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Motivação do Estudo	3
1.3. Problema e Desafios	4
1.4. Objetivos do Trabalho	5
1.5. Objeto e Limites da Pesquisa	5
1.6. Estrutura Geral do Trabalho	13
CAPÍTULO II – SISTEMA PORTUÁRIO	16
2.1. Introdução	16
2.2. Referencial Teórico	16
2.3. Sistemas Portuários	17
2.3.1. Conceito Portuário	18
2.3.2. O Conceito de Portos no Aspecto das Funções Econômicas nos Sistemas Portuários	20
2.3.3. Desenvolvimento da Atividade Portuária.....	24
2.3.4. Geração dos Portos de ‘1ªGP a 6ªGP’	24
2.3.5. Terminal Portuário e a Necessidade de Automação	29
2.4. Resumo do Capítulo	32
CAPÍTULO III – A TECNOLOGIA E A COOPERAÇÃO	33
3.1. Introdução	33
3.2. Transformação Digital	33
3.2.1. A Transformação Digital nos Portos	37
3.3. Internet of Things	40
3.3.1. Conceito IoT	40
3.3.2. Implantação da IoT nas Organizações	46
3.3.3. Internet das Coisas (IoT) nos Portos	48
3.3.4. Internet das coisas (IoT) e a indústria 4.0 nas organizações portuárias	50
3.4. Portas Inteligentes nos Portos	53
3.5. Principais Tecnologias da IoT para Construir Portos Inteligentes	57
3.6. O Caso do Porto de Hamburgo	60
3.7. Gestão Cooperativa	64
3.7.1. Colaboração x Cooperação	64

3.7.2. Cooperação como Gestão	67
3.7.3. Gestão na Cooperação Portuária.....	70
3.7.3.1. <i>A coopetição nos portos</i>	74
3.8. Sistemas Cooperativos.....	75
3.8.1. Redes de cooperação	76
3.8.2. Tipos de redes de Cooperação	80
3.8.2.1. <i>Cooperação Horizontal</i>	80
3.8.2.2. <i>Cooperação Vertical</i>	81
3.8.3. Redes de Cooperação Portuária.....	81
3.8.4. Rede de Cooperação e IoT nos Portos.....	82
3.9. Resumo do capítulo	84
CAPÍTULO IV – PERCURSO METODOLÓGICO.....	86
4.1. Introdução	86
4.2. Método de Pesquisa	86
4.2.1. Estudo de caso como método de pesquisa.....	87
4.3. Modelo de pesquisa e investigação	91
4.4 Abordagem Utilizada no Estudo de Dois Casos.....	93
4.5. Questões do estudo de caso	97
4.6. Caso 1: Porto do Itaqui	99
4.6.1. Caracterização	99
4.6.2. Investimento Tecnológico	108
4.7. Caso 2: Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale).....	114
4.7.1. Caracterização	115
4.7.2. Investimento Tecnológico	118
4.8. Resumo do Capítulo	125
CAPÍTULO V – PROPOSTA	127
5.1. Introdução	127
5.2. Processo de construção do modelo.....	127
5.2.1. Proposta inicial – Caminho Metodológico	131
5.2.2. Caminho Investigativo: Realização da Entrevista.....	133
5.2.3. Resultados da Entrevista.....	135
5.2.4. Diagnóstico com os Resultados Obtidos na Entrevista no Porto do Itaqui e TMPM	137

5.2.5. Elaboração das Proposições da Tese	138
5.2.6. Modelo final	141
5.3. Resumo do capítulo	142
CAPÍTULO VI – RESULTADOS	143
6.1. Introdução	143
6.2. Entrevistas com Especialistas Portuários.....	143
6.2.1. Especialistas do Porto do Itaqui.....	143
6.2.2. Especialistas do TMPM (Vale)	156
6.3. Resumo do Capítulo	165
CAPÍTULO VII – DISCUSSÃO	168
7.1. Introdução	168
7.2. Diagnóstico IoT	168
7.3. Diagnóstico de Gestão Cooperativa	169
7.4. Diagnóstico de Sistemas Cooperativos.....	171
7.5. Resumo do Capítulo	173
CAPÍTULO VIII – PROPOSIÇÕES.....	174
8.1. Introdução	174
8.2. Proposições para Implantação do IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos no Porto do Itaqui e TMPM – Vale.....	174
8.2.1. Primeira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaqui	174
8.2.2. Segunda Proposição de Implantação IoT – Porto Itaqui	176
8.2.3. Terceira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaqui e TMPM – Vale.....	179
8.2.4. Quarta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale.....	182
8.2.5. Quinta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale.....	183
8.2.6. Sexta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale.....	184
8.2.7. Proposição para Gestão Cooperativa – Porto do Itaqui e TMPM – Vale.....	186
8.2.8. Proposição para Sistema Cooperativo no Porto do Itaqui e TMPM – Vale	186
8.3. Resumo do Capítulo	188
CAPÍTULO IX – CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO.....	189
9.1. Introdução	189
9.2. Objetivos do trabalho.....	189
9.3. Contribuição do trabalho.....	190
9.4. Limitações do trabalho.....	192

9.5. Trabalhos futuros	192
9.6. Publicações resultantes da investigação	193
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	195
APÊNDICES	225
ANEXOS	252
GLOSSÁRIO	263

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principais tipos de cargas e serviços realizados no Porto do Itaqui.....	7
Figura 2: Procedimentos realizados para elaborar da revisão de literatura	17
Figura 3: Imagem do Porto de Singapura.....	27
Figura 4: Terminal de Middle Harbor do Porto de Long Beach	31
Figura 5: Pilares da Globalização.....	36
Figura 6: Tendências da transformação digital.....	37
Figura 7: Fontes de IoT	42
Figura 8: Linha do tempo do desenvolvimento da história da IoT.....	46
Figura 9: Vantagens da implantação do sistema IoT na cadeia de suprimentos	48
Figura 10: Portas Inteligentes nos portos	54
Figura 11: Levantamento da Ponte do Rio Elba para a passagem de navios	64
Figura 12: Método do processo do Estudo de Caso	91
Figura 13: Abordagem metodológica de investigação	92
Figura 14: Planejamento da coleta de dados	96
Figura 15: Localização Estratégica do Porto do Itaqui.....	99
Figura 16: Localização do Porto do Itaqui	100
Figura 17: Complexo Portuário do Itaqui.....	101
Figura 18: Organograma de gestão da EMAP.....	104
Figura 19: Estrutura Operacional do Porto do Itaqui	105
Figura 20: Mapa de conexão de rodovias e ferrovias do Porto do Itaqui.....	108
Figura 21: Localização do TPM	116
Figura 22: Imagem do Terminal Privado da Ponta da Madeira	118
Figura 23: Pilares do programa de transformação digital.....	119
Figura 24: Operação no Complexo S11D	121
Figura 25: Sistema truckdess.....	121
Figura 26: Transportador de correia de longa distância	122
Figura 27: Tecnologias de operação do Complexo S11D Eliezer Batista.....	123
Figura 28: Ferramenta que informa os avisos	124
Figura 29: Evolução de automação para máquinas de pátio	125
Figura 30: Fases da investigação para estruturação do modelo.....	128
Figura 31: Construção do modelo	130
Figura 32: Proposta inicial – Caminho Metodológico	132

Figura 33: Caminho investigativo: Realização da entrevista	134
Figura 34: Caminho investigativo: Resultados da entrevista	136
Figura 35: Discussões e Diagnóstico.....	138
Figura 36: Proposições	140
Figura 37: Modelo Final.....	141

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos três tipos de cargas nos portos	22
Quadro 2: Caracterização dos portos de quarta e quinta geração.....	26
Quadro 3: Principais aspectos da 1 ^a GP a 5 ^a GP.....	28
Quadro 4: Questões de melhoria contínua apontados por clientes.....	35
Quadro 5: Níveis de transformação de um porto digital	53
Quadro 6: Principais tecnologias da IoT na construção de Portos Inteligentes.....	59
Quadro 7: Associações portuárias que realizam cooperação.....	73
Quadro 8: Vantagens das empresas associadas às redes de cooperação	78
Quadro 9: Fontes de evidência	90
Quadro 10: Nomenclatura da estrutura organizacional da EMAP e siglas correspondentes	103
Quadro 11: Canal de acesso às instalações portuárias do Itaqui	107
Quadro 12: Os seis módulos principais do SIM.....	113
Quadro 13: Resumo das entrevistas com especialistas portuários do Porto do Itaqui e TMPM	166
Quadro 14: Fases de evolução do PCS.....	172

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Relatório de movimentação de carga até fevereiro de 2022	8
Gráfico 2: Movimentação anual de carga.....	10
Gráfico 3: Os 20 terminais de uso privado TUPs com mais movimentação de cargas em 2020	12

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Características dos berços do Porto do Itaqui – Estrutural e Útil.....	106
Tabela 2: Características da estrutura de acostagem do TMPM	116

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1°GP	Primeira Geração dos Portos
2°GP	Segunda Geração dos Portos
3°GP	Terceira Geração dos Portos
4°GP	Quarta Geração dos Portos
5°GP	Quinta Geração dos portos
6°GP	Sexta Geração dos Portos
ABAP	Associação Brasileira das Administrações Portuárias
ABEP	Associação Brasileira das Entidades Portuárias
ABEPH	Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias
ABTP	Associação Brasileira de Terminais Portuários
AGVs	Veículos Guiados Automatizados
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ASCs	Guindastes de Empilhamento Automático
ATP	Associação de Terminais Portuários Privados
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i> = Taxa de Crescimento Anual Composto
CCCOM	Centro de Controle de Comunicação e Monitoramento
CCO	Centro de Controle Operacional
CCOFI	Coordenadoria de Contratos e Fiscalização
CCONT	Coordenadoria de Contabilidade
CCTRL	Coordenadoria de Controladoria
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
CGEP	Centro de Gerenciamento de Estradas Portuárias
CLPI	Cadeia Logística Portuária Inteligente
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
COACE	Coordenadoria de Acesso Aquaviário
COAGE	Coordenação de Administração Geral
COAMB	Coordenadoria de Meio Ambiente
COAPA	Coordenadoria de Armazéns e Pátio
COBRA	Coordenadoria de Execução e Obras
COCEL	Coordenadoria de Conservação e Limpeza
COCIV	Coordenadoria de Manutenção Civil
CODEBA	Companhia das Docas do Estado da Bahia

CODOMAR	Companhia Docas do Maranhão
COEGE	Coordenadoria de Engenharia Portuária
COELE	Coordenadoria de Manutenção Elétrica
COFIN	Coordenadoria de Finanças
COGEP	Coordenadoria de Gestão de Pessoas
COGPO	Coordenadoria da Guarda Portuária
COI	Centro de Operação Integrada
COMAE	Comitê de Auditoria Estatutária
COMAP	Coordenadoria Material e Patrimônio
COMEC	Coordenadoria de Manutenção Mecânica
COMED	Coordenadoria de Serviço Médico
COMEL	Comitê de Elegibilidade
COMPL	Comitê de Compliance
CONFIS	Conselho Fiscal
CONSAD	Conselho Nacional de Secretários de Estado da Administração
COO	<i>Chief Operating Officer</i>
COOPE	Coordenadoria de Execução Operacional
COPCO	Coordenadoria de Programação e Controle Operacional
COPEN	Coordenadoria de Planejamento de Engenharia
COPLA	Coordenadoria de Planejamento de Logística
COPRO	Coordenadoria de Projetos
CORED	Coordenadoria de Suporte e Rede
CORET	Coordenadoria de Relações Trabalhistas
COSEG	Coordenadoria de Serviços Gerais
COSEP	Coordenadoria de Segurança Patrimonial
COSET	Coordenadoria Segurança do Trabalho
COSID	Coordenadoria de Sistemas Informatizados e Dados
COTEC	Coordenadoria de Arquivo Técnico
COTEX	Coordenadoria de Terminais Externos
CPMA	Capitania dos Portos do Maranhão
CPQD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
DAF	Diretoria de Administração e Finanças
DE	Diretoria Executiva

DEM	Diretoria de Engenharia e Manutenção
DOP	Diretoria de Operações
DP	Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento
DRI	Diretoria de Relações Institucionais
DT-e	Transporte Eletrônico
ECT	<i>East Container Terminal</i>
EDC	<i>Everyday carry</i>
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i> = Intercâmbio Eletrônico de Dados
EFC	Estrada de Ferro Carajás
EMAP	Empresa Maranhense de Administração Portuária
EUA	Estados Unidos da América
FAPEMA	Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão
FNS	Ferrovias Norte-Sul
FTL	Ferrovias Transnordestina Logística
GEACO	Gerência de Contratos de Arrendamentos
GEALE	Gerência de Assuntos Legislativos
GECOM	Gerência de Comunicação
GEFIN	Gerência de Finanças
GEIMP	Gerência de Implantação e Obras
GELOG	Gerência de Logística
GEOPE	Gerência de Operações
GEPLA	Gerência de Planejamento
GEPRO	Gerência de Projetos
GEQUA	Gerência de Qualidade
GEREH	Gerência de Recursos Humanos
GERRS	Gerência de Relações com a Comunidade e Responsabilidade Social
GETEX	Gerência de Terminais Externos
GHz	Símbolo de Gigahertz
GIS	<i>Geographical Information System</i>
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GPV	Gestão de Portos da VALE
H ₁	Hipótese 1

H ₂	Hipótese 2
HPA	Autoridade Portuária de Hamburgo
IA	<i>Advanced Analytics</i> (Inteligência Artificial)
IALA	<i>International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>
IC	Identificação de Cartão
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i>
IIoT	Internet Industrial das Coisas
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPCSA	<i>International Port Community Systems Association</i>
ISO	Organização Internacional de Normalização
LoRA	<i>Long Range</i>
M2M	Máquina a Máquina
MA	Maranhão
MAPA	Ministerio da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEMS	Sistemas micro eletromecânicos
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
ML	<i>Machine Learning</i>
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organizações das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
P2P	<i>Peer to Peer</i>
PAN	Plano de Auxílio Mútua
PCL	Presidente de Comissão de Licitação da EMAP
PCS	<i>Port Community System</i>
PCTs	Terminais de Contêineres Portuários
PDZ	Planos Mestres, Planos de Desenvolvimento e Zoneamento
PGO	Plano Geral de Outorgas
PIANC	<i>The World Association for Waterborne Transport Infrastructure</i>
PIB	Produto Interno Bruto

PM	Planos Mestres
PNLT	Plano Nacional de Logística e Transportes
PRC	Pátio Regulador de Carretas
PRE	Presidência
QP ₁	Questão de Pesquisa 1
QP ₂	Questão de Pesquisa 2
QP ₃	Questão de Pesquisa 3
QP ₄	Questão de Pesquisa 4
REEN	Revista Eletrônica Estratégia & Negócio
RF	Rádio Frequência
RFID	Identificação por Rádio Frequência
SEDEPE	Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Programas Estratégicos
SEI	Sistema Eletrônico de Informações
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIM	Sistema Integrado de Monitoramento
SNP	Secretaria Nacional de Portos
SP	São Paulo
SPA	<i>Santos Port Authority</i>
SWS	Suporte a Software
T&L	Transporte e Logística
TCLD	Transportador de Correia de Longa Distância
TCU	Tribunal de Contas da União
TEGRAM	Terminal de Grãos do Maranhão
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TMPM	Terminal Marítimo de Ponta da Madeira
TOS+	<i>Terminal Operating System Plus</i>
TUP	Terminal de uso de privativo
UFP	Universidade Fernando Pessoa
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas
VHF	<i>Very High Frequency</i> = Frequência Muito Alta
VLI-D	Integrando Logística para criar valor

VTMIS	<i>Vessel Traffic Management Information</i> = Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações
WSN	<i>Wireless Sensor Network</i>
XaaS	<i>Everything as a Service</i>

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O mercado empresarial, em função da globalização, da intensa competitividade, das novas tecnologias que estão surgindo e das alterações do padrão de consumo, cada vez mais tem buscado mudanças e, no interior das organizações portuárias, essa realidade não tem sido diferente. Um dos maiores objetivos das empresas de todas as áreas, atualmente, consiste em ter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes; em outras palavras, garantir o diferencial competitivo mantendo a qualidade dos seus produtos ou serviços e a satisfação dos seus clientes.

Nos últimos anos, as organizações portuárias alcançaram muitas conquistas, tornaram-se mais competitivas frente aos portos do mundo e, com isso, passaram a ter relevante importância do setor para a economia. Porém, a questão dos portos tem sido apontada como uma das principais limitações para o desenvolvimento econômico do Brasil. Muitos obstáculos ainda precisam ser superados, entretanto o acelerado crescimento da tecnologia e o desenvolvimento logístico fizeram com que os portos públicos e privados reconhecessem a concreta necessidade de criar e de aprimorar ações estratégicas a fim de que esse mercado desenvolva uma cadeia de suprimento integrada e de posição mais competitiva.

A tecnologia é um fator importante para alcançar objetivos organizacionais e para desenvolver novas oportunidades estratégicas, contudo tem sido um grande desafio a esse segmento empresarial. Os portos brasileiros não esperam serem rotulados como entrepostos burocráticos de mercadorias. A tendência é que absorvam, cada vez mais, o perfil de corporações modernas que investem em novas tecnologias e inovação como meios de aceleração dos negócios (Saraiva, 2019).

Em vista disso, uma das novas transformações digitais que está ingressando no mercado portuário, viabilizando diferencial estratégico e competitivo para o setor, é a “Internet das Coisas” (IoT), derivado do inglês, *Internet of Things*. A IoT faz com que o investimento em tecnologia de ponta seja um fator inevitável nesse segmento. Trata-se de um processo ideal para aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e para agilizar as tomadas de decisões em redes amplamente distribuídas.

Nesse contexto de inovação portuária, com a tecnologia IoT, pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade no setor portuário dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto nos sistemas. A cooperação corresponde a fatores diretamente relacionados com a IoT porque se conectam para atingir um objetivo específico. A cooperação portuária consiste no modo popular de realizar uma aliança estratégica, ou seja, uma parceria com várias finalidades na qual os riscos, os custos e os benefícios são compartilhados.

O atual ambiente portuário necessita de rápidas mudanças, e uma única empresa portuária não possui todos os recursos, conhecimento e Tecnologia da Informação (TI) necessários para o mercado. Sendo assim, por meio da cooperação com outros portos, uma empresa portuária pode aumentar seu crescimento estratégico, fortalecer suas operações, adicionar valor aos seus serviços, aperfeiçoar o acesso ao mercado, acrescentar força tecnológica, aprimorar as habilidades organizacionais e construir força financeira. Essa união entre empresas portuárias permite que as empresas envolvidas aprendam e somem conhecimento com seus parceiros para o seu desenvolvimento interno (Huo; Zhang; Chen, 2018; Amber Coast Logistics, 2012).

As mudanças organizacionais despertam o interesse de diversos estudiosos de diferentes áreas do conhecimento. Os motivos das transformações estão associados a várias causas, especialmente pela rápida difusão da TI. Sobre como os sistemas de informações das instituições portuárias interagem na comunicação, coordenação e cooperação entre os seus usuários, tem-se pergunta da pesquisa que orientou a presente investigação: “*A IoT pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária?*”

1.2. Motivação do Estudo

A presente tese tem como propósito apresentar melhores condições em termos de tempo, eficiência, segurança, respeito ao meio ambiente e economia portuária. Além disso, pretende-se elucidar novos caminhos para futuros trabalhos e pesquisas acadêmicas.

Portanto, a motivação para desenvolver este estudo consiste em auxiliar os tomadores de decisão de um porto público, Porto do Itaqui, administrado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) e do porto privado da empresa Vale S/A, que se chama Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM); em otimizar o gerenciamento de recursos; reduzir custos e tempo, por intermédio da presente pesquisa.

Como motivação adicional, a pesquisadora trabalhou durante quatro anos na filial da empresa AVAYA, na cidade de São Paulo (SP), Brasil, que é uma empresa de telecomunicações fornecedora de soluções, serviços e inovações na área de comunicação, com sede na cidade de Durham, Estado da Carolina do Norte, Estados Unidos da América (EUA).

A pesquisadora atuou nesta empresa na área de Logística, onde era responsável pela elaboração das invoices de importação, que são documentos necessários para qualquer pessoa jurídica ou física que precise pagar pela importação de bens e serviços ou receber pela exportação de seus produtos e/ou serviços para o exterior.

Após a elaboração da invoice, a pesquisadora era responsável por enviar este documento ao Porto de Santos no Estado de São Paulo ou ao Porto de Vitória no Estado do Espírito Santo, por ser os locais aonde chegavam os produtos enviado pela sede da empresa AVAYA nos EUA para o Brasil.

Em seguida, essas empresas portuárias recebiam esses documentos e realizavam a liberavam esses produtos que chegavam nos navios por esses dois portos e eram transportadas para os clientes finais da empresa AVAYA.

Dentre outras experiências e aprendizado na área portuária, a autora teve oportunidade de adquirir conhecimentos no desenvolvimento de desembarço aduaneiro no Porto de Santos (SP). Realizou pós-graduação na área de Logística integrada e Operações, bem como mestrado acadêmico com pesquisa sobre a Lei da Modernização

dos Portos, tratando sobre os impactos dessa lei na logística portuária brasileira, com trabalho de campo executado no Porto do Itaqui (MA).

Atualmente, a autora faz parte do corpo docente efetivo da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) do curso de Administração de Empresa, em que já ministrou disciplinas relacionadas à logística, a planejamento estratégico e à Administração de Produção, procurando despertar nos alunos a importância do estudo na área portuária, principalmente no Estado do Maranhão, pela relevância que essa atividade representa nesse Estado, com a presença do complexo portuário do Porto do Itaqui.

Logo, este estudo não tem a pretensão de apresentar como resultado um modelo pronto e acabado para a gestão de redes de cooperação em organizações portuárias. Contudo, a tese de doutoramento justifica-se pela necessidade em despertar nos administradores portuários a importância da implantação de um sistema de tecnologia cooperativo, como a IoT, nas áreas mais estratégicas dos portos maranhenses, tornando-os mais estratégicos e competitivos frente aos portos do mundo.

1.3. Problema e Desafios

A presente tese parte da premissa de que um dos maiores desafios das empresas portuárias, na atualidade, constitui em ter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes, isto é, conter um diferencial competitivo que mantenha a qualidade dos produtos e/ou serviços e a satisfação dos seus clientes. As hipóteses levantadas para a presente pesquisa consistem em:

H₁: mediante o contexto de inovação portuária com a tecnologia IoT, entre outras atividades de alta complexidade, a gestão das organizações e dos sistemas dependem de métodos de cooperação estratégica.

H₂: a cooperação estratégica entre portos possibilita que a empresa portuária aumente suas ações estratégicas, fortaleça suas operações, adicione valor aos seus serviços, aperfeiçoe o acesso ao mercado, aprimore conhecimento tecnológico, apure as habilidades organizacionais e acresça força financeira.

A fim de testar tais hipóteses, foram elaboradas quatro Questões de Pesquisa para os tipos de dados a serem coletados e o tipo de estudo a ser desenvolvido:

QP1: A IoT pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária?

QP2: Como os sistemas de informações podem colaborar com a comunicação, coordenação e cooperação das organizações portuárias?

QP3: Como se caracteriza a gestão para redes de cooperação nas organizações portuárias?

QP4: Como fator estratégico, a IoT pode otimizar o gerenciamento de recursos e contribuir com as tomadas de decisão em organizações portuárias?

1.4. Objetivos do Trabalho

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da IoT como fator estratégico. O desenvolvimento do objetivo geral leva aos seguintes objetivos específicos:

- i. investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da IoT na gestão portuária;
- ii. investigar sistemas e gestões cooperativos no setor portuário;
- iii. construir estudos de caso sobre IoT e sistemas em portos do Maranhão e sugestões de modelos de aplicação da IoT e de sistemas de cooperação nos portos já aplicado em alguns portos do mundo para ser implantado no porto do Maranhão.

1.5. Objeto e Limites da Pesquisa

O objeto de estudo desta tese é investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos como IoT como fatores estratégicos dessas organizações.

Para chegarmos a algumas alternativas de resolução do problema, além de um levantamento bibliográfico com os principais teóricos do tema aqui pesquisado, a presente tese adota, também, o estudo de caso envolvendo o Porto do Itaqui e TMPM – Porto Vale.

O Complexo Portuário localiza-se no estado do Maranhão, no município de São Luís, e abrange um porto público, Porto do Itaqui, administrado pela Empresa

Maranhense de Administração Portuária (EMAP) e dois portos privados, Terminal Marítimo da Ponta da Madeira (TMPM), de propriedade da empresa Vale S.A, e Terminal Portuário Privativo da Alumar.

O complexo tem conexão estratégica com importantes portos do mundo, como os portos do continente Asiático, Americano e Europeu. Em 2019, o complexo portuário do Itaqui finalizou o ano com mais 25 milhões de toneladas de cargas movimentadas (Antaq, 2021a; Emap, 2019a).

A EMAP ocupa uma área superficial de 5.100.000 m². Essa autoridade portuária responde também pelo Terminal do Porto Grande e os Terminais de *Ferryboat* da Ponta da Espera e do Cujupe, para travessia da baía de São Marcos. Esse complexo é composto por um conjunto de empresas e de agentes públicos e privados, que, em parceria com as empresas prestadoras de serviços relacionados à área portuária, formam a chamada Comunidade Portuária (Emap, 2011).

O porto caracteriza-se principalmente pela movimentação de granéis líquidos (Químicos, Petróleo e seus derivados), granéis sólidos (cobre, trigo, arroz, soja, milho e grãos em gerais) e cargas gerais (cargas de projeto, contêineres, fertilizantes, *clínquer*, carga viva, entre outras). O Porto do Itaqui tem vocação para movimentação de granéis sólidos e líquidos. Historicamente, as duas cadeias que concentram grande parte do volume são a produção de grãos – exportação de soja e milho – e a movimentação de produtos petrolíferos – importação de diesel e gasolina.

Na Figura 1, observam-se os principais tipos de cargas e os principais serviços realizados nesse porto.

PRINCIPAIS CARGAS E SERVIÇOS		
CARGA GERAL DE PROJETO ESTRUTURAS METÁLICAS MAQUINAS & EQUIPAMENTOS TRILHOS DORMENTES VAGÕES E LOCOMOTIVAS	CONTÊNERES STANDARD 20" STANDARD 40" REEFER FLAT RACK OPEN TOP	CARGA GERAL UNITIZADA CELULOSE GADO VIVO
GRANÉIS SÓLIDOS MINERAIS FERTILIZANTES MANGANÉS CALCÁRIO CARVÃO COBRE CLÍNQUER / ESCÓRIA FERRO-GUSA	GRANÉIS SÓLIDOS VEGETAIS SOJA MILHO ARROZ TRIGO FARELO DE SOJA	
GRANÉIS LÍQUIDOS DERIVADOS DE PETRÓLEO DIESEL GASOLINA QAV GLP MGO	GRANÉIS LÍQUIDOS PETROQUÍMICOS SODA CÁUSTICA	GRANÉIS LÍQUIDOS VEGETAIS ÁLCOOL / ETANOL

Figura 1: Principais tipos de cargas e serviços realizados no Porto do Itaqui

Fonte: Emap (2020a, p. 16).

A natureza de carga de granel sólido vegetal correspondeu ao principal volume movimentado no porto no ano de 2018, com o complexo de grãos de soja, milho e farelo de soja responsável por 99% do total movimentado para essa natureza de carga, além de representar 44% das operações portuárias realizadas.

Em relação aos sentidos de movimentação de cargas, existe predomínio do embarque. No ano de 2018, as atividades portuárias vinculadas ao embarque de cargas corresponderam a 60% do total, restando, portanto, 40% das atividades direcionadas para o desembarque de cargas no Porto do Itaqui. No mesmo ano, cerca de 83% das atividades portuárias estiveram vinculadas às operações de longo curso, enquanto 17% se relacionavam ao tipo de navegação via cabotagem (Emap, 2020a).

O Gráfico 1 mostra o relatório de movimentação de carga até fevereiro de 2022.

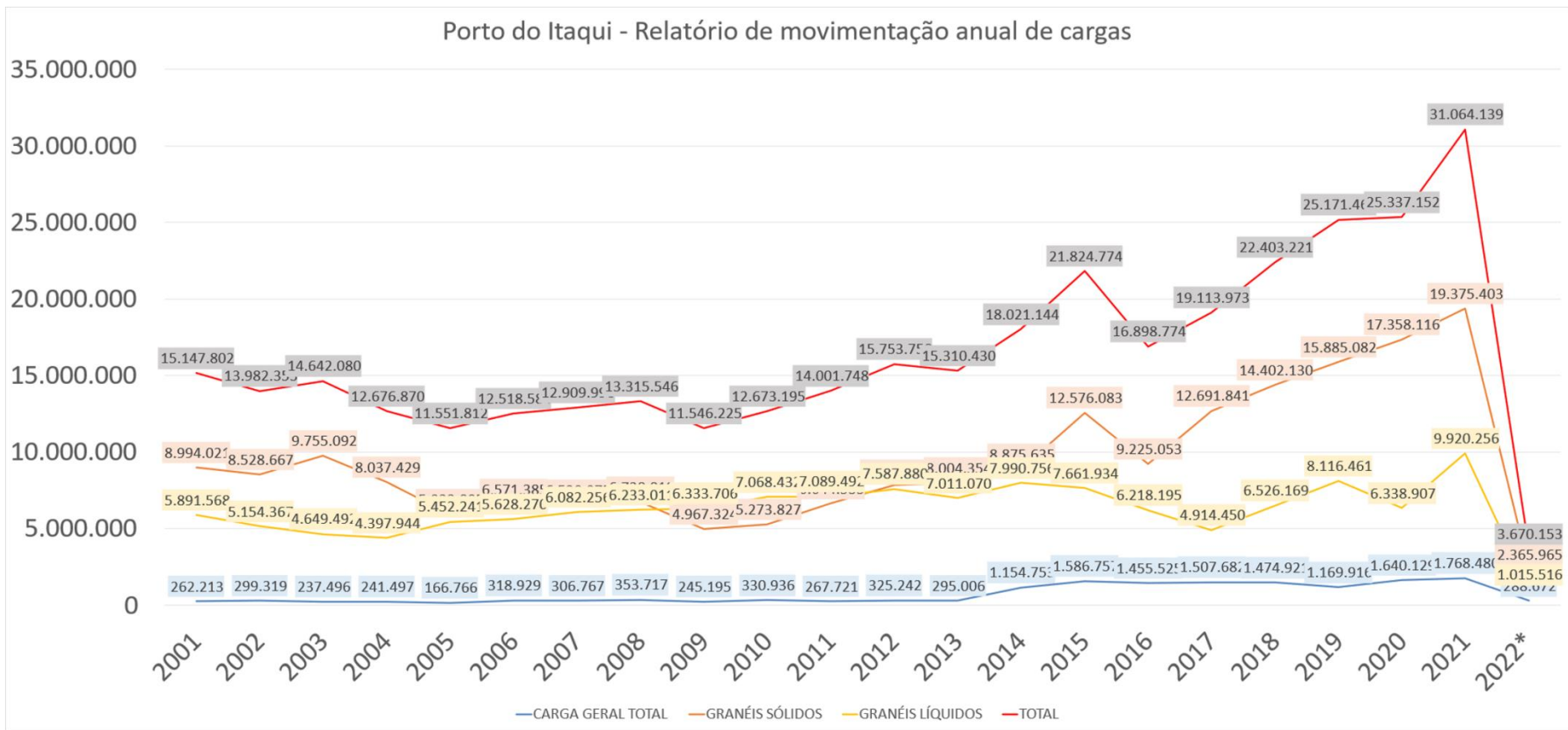


Gráfico 1: Relatório de movimentação de carga até fevereiro de 2022

Fonte: Emap (2022).

Apesar do ano desafiador, em função da pandemia do Covid-19, a movimentação de cargas dos portos públicos brasileiros cresceu 5,68% no ano de 2020 em relação ao mesmo período de 2019. O setor portuário mostrou maturidade para enfrentar os percalços, pois manteve o atendimento às cadeias logísticas que demandam os portos. Em virtude da gestão profissional dos portos, foram movimentadas 447,1 milhões de toneladas de cargas no ano passado ante à movimentação de 423 milhões de toneladas em 2019. A maioria das principais autoridades portuárias que concentram cerca de 80% dos contratos de arrendamentos nos portos nacionais teve números positivos, mostrando que o setor não parou e continuou crescendo.

O Porto do Itaqui chegou ao final de 2020 com movimentação acima da marca histórica alcançada em 2019 e fechou o ano de 2020 com 25,3 milhões de toneladas de cargas movimentadas. Os grãos (soja, milho e farelo de soja) chegaram aos 12,1 milhões de toneladas – incluindo as operações do Terminal de Grãos do Maranhão (Tegram) e da VLI –, um crescimento de 8,5% sobre o mesmo período do ano passado. E o volume de fertilizante atingiu os 2,6 milhões de toneladas movimentadas, registrando alta de 21% sobre o ano passado (Emap, 2021).

O porto fechou 2021 com mais de 31 milhões de toneladas de cargas movimentadas e cresceu 23% em relação ao ano anterior. Ao todo, foram 24 marcas históricas superadas nos últimos doze meses – anuais e mensais de diversas cargas –, com destaque para a soja, que bateu as 10 milhões de toneladas; os combustíveis, que chegaram às 9,9 milhões de toneladas; e os fertilizantes, com 3,3 milhões de toneladas movimentadas.

Só as cargas de granéis líquidos tiveram um aumento de 56%; os granéis sólidos cresceram 12% e a carga geral ficou 8% acima do volume registrado em 2020. Registrou crescimento de 5% na movimentação de cargas durante o primeiro trimestre de 2022. No mês de março foram movimentadas quase três milhões de toneladas de cargas, o melhor março da história do terminal (Emap, 2022).

O TMPM é um terminal de uso de privativo, de propriedade da Vale S/A, uma empresa privada presente em mais de 30 países e que faz parte do complexo portuário do Itaqui. Construído nos anos de 1984 e 1985, tendo sido registrado o início das operações no ano de 1986 (Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2018). Encontra-se localizado ao sul do município de São Luís, capital do estado do Maranhão. Tem como

negócio a mineração, porém atua em logística com ferrovia, portos, terminais, centros de distribuição, energia e siderurgia (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

A produção chega ao TPM de trem da Mina de Carajás a São Luis pela Estrada de Ferro Carajás. Muito além de produtos e fretes, a Vale pretende deixar um legado pautado por uma visão de sustentabilidade. No Maranhão, essa empresa também desenvolve projetos e ativos, como um trem de passageiros, que transporta mais de 1.000 passageiros por dia e liga 27 municípios entre Maranhão e Pará; o Parque Botânico de São Luís e o Centro Cultural Vale, que também ficam na capital maranhense (Vale, 2021a).

O Gráfico 2 mostra a movimentação de cargas no TPM, composta de minério, manganês e pelotas, os três tipos de cargas embarcadas no Terminal.

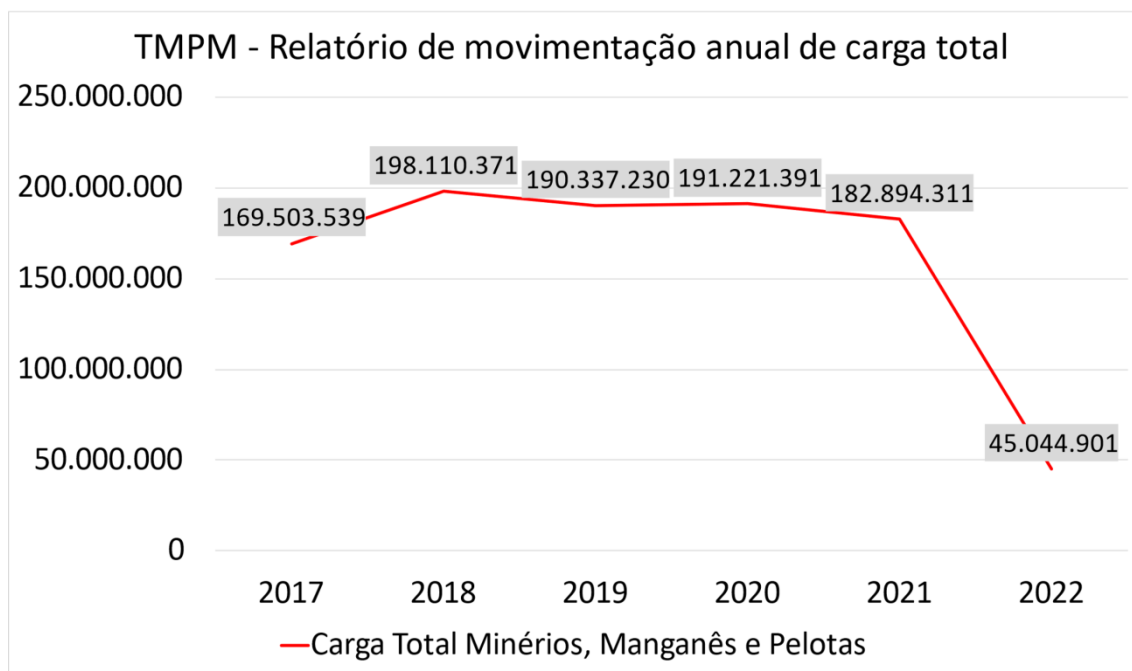


Gráfico 2: Movimentação anual de carga

Fonte: Antaq (2022).

É mister ressaltar que, assim como no caso do Porto do Itaqui, a linha do gráfico quanto à movimentação de carga do ano de 2022 representa a somatória dos meses de janeiro a março. Assim, até o final de 2022, a tendência é que essa linha cresça no gráfico.

O conceito de porto marítimo corresponde às funções básicas que ele exerce e à disponibilidade de instalações e de equipamentos para a movimentação das cargas e para o abastecimento das embarcações.

Assim, além das condições de acolhimento aos navios, um porto marítimo deve dispor de instalações para o manuseio, o armazenamento de trânsito e a internalização e/ou exportação das mercadorias. Além disso, é uma porta para o exterior, no qual ocorre a comunicação e o comércio com outras partes do mundo.

O porto serve também de acesso para a entrada e para a saída das mercadorias produzidas ou consumidas no interior de uma região. Em relação à movimentação de cargas nos terminais de uso privado (TUP), no ano de 2020, o TPM foi o terminal portuário com maior número de movimentação de cargas no Brasil, movimentado com 191 milhões de toneladas, como apresenta o Gráfico 3.

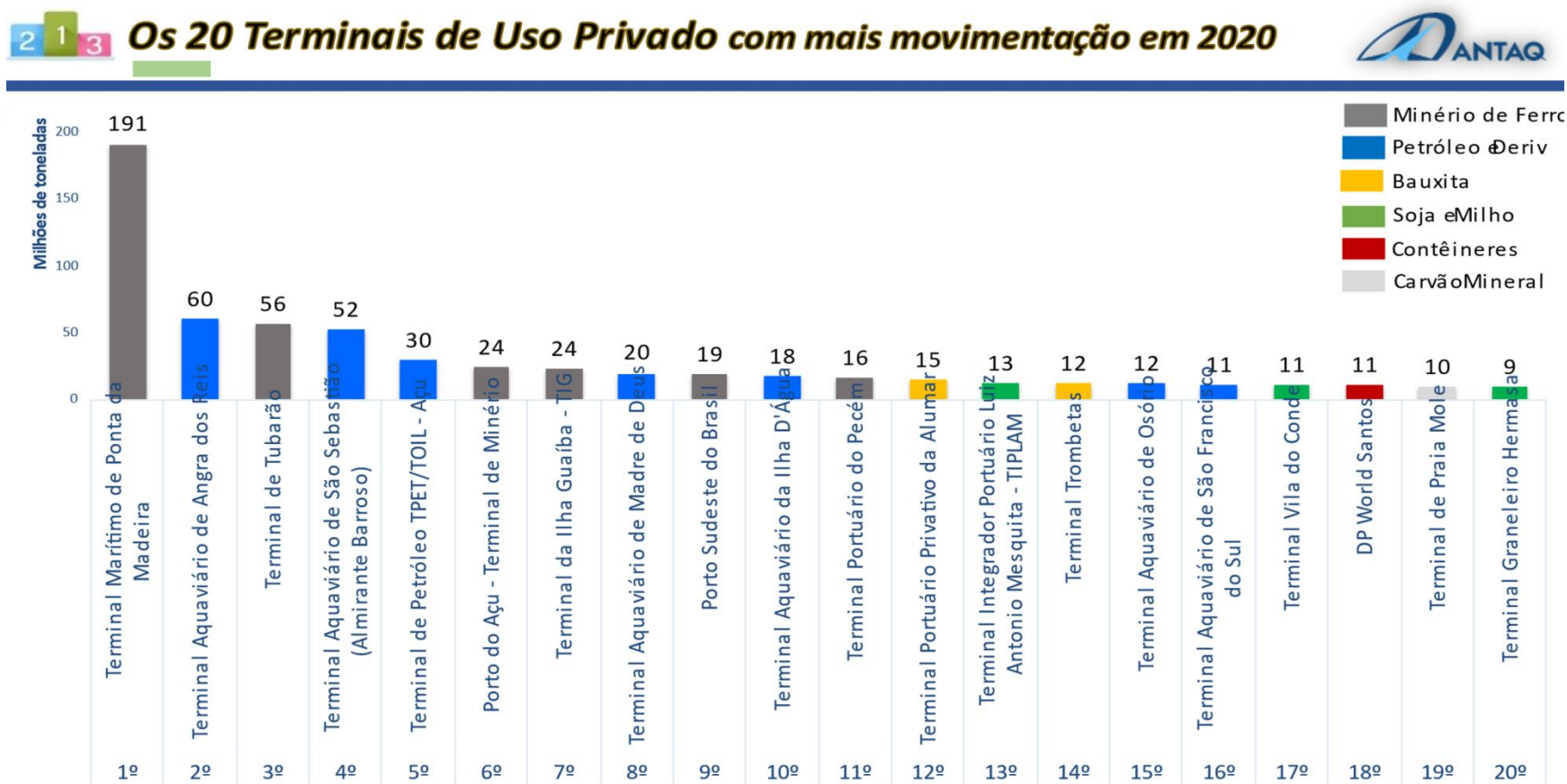


Gráfico 3: Os 20 terminais de uso privado TUPs com mais movimentação de cargas em 2020

Fonte: Antaq (2021b).

A movimentação portuária brasileira é condicionada por questões relacionadas à conjuntura internacional e doméstica. O contexto externo expressa oportunidades de demanda pelos bens brasileiros e de fornecimento de insumos e produtos em condições mais eficientes.

O estudo aborda o planejamento e governança portuária nacional, dá exemplo de algumas organizações portuárias internacionais, no aspecto de política e estratégia nacional e internacional que estão desenvolvendo tecnologias emergentes como IoT.

A tese se limita em abordar as transformações digitais nas áreas do porto, não estendendo o estudo para as áreas de ferrovias e de mineração, por exemplo. Tal fato, porém, não impede de, em alguns momentos deste trabalho, serem citados exemplos de transformações digitais nessas áreas relacionadas aos portos.

O trabalho não tem a pretensão de realizar um comparativo nem esclarecer sobre as tecnologias IoT que foram implantadas para alguns tipos de cargas, como, por exemplo, graneis sólidos e graneis líquidos, que são movimentadas nesses portos, mas sim de construir um estudo de caso nesses dois portos do Maranhão, nos quais serão avaliadas as vantagens estratégicas e competitivas com a implantação da IoT como gestão e sistema nas áreas mais estratégicas desses portos.

O período de análise da pesquisa se concentra a partir de 2010 e limita-se até agosto de 2022.

1.6. Estrutura Geral do Trabalho

A fim de oferecer uma compreensão geral do presente trabalho, segue a estrutura do texto e o resumo referente a cada capítulo.

Capítulo I – Introdução: apresenta a contextualização da pesquisa, a motivação e a importância da realização desta tese, o objetivo geral e os específicos, os limites e o problema de investigação.

Capítulo II – Sistema Portuário: apresenta a primeira etapa do referencial teórico, conceituando e exemplificando o sistema portuário no aspecto das funções

econômicas nos portos; conceitua a geração dos portos e sua importância no desenvolvimento econômico portuário.

Capítulo III – Tecnologia e a Cooperação: apresenta a segunda etapa do referencial teórico, evidencia o conceito da Tecnologia IoT nas organizações portuárias como uma das transformações digitais nos portos, tanto no aspecto econômico quanto nos sistemas; apresenta a importância da automação nos terminais portuários de acordo com a literatura especializada. Esse capítulo é finalizado com os principais conceitos de cooperação como gestão e sistemas como fator estratégico portuário.

Capítulo IV – Percurso Metodológico: expõe o percurso metodológico do Estudo de Caso; contempla a classificação, a população e amostra, o método utilizado na pesquisa e suas formas de análise e apresentação dos dados.

Capítulo V – Proposta: apresenta a proposta do modelo de referência da presente tese. Demonstram-se as transformações do modelo na busca por respostas ao problema da tese, passando pela concepção inicial do desenvolvimento metodológico, em sequência, a construção do modelo proposto para as entrevistas, bem como resultados, diagnósticos, discussões e proposições de implantação, até a apresentação do modelo final de tese proposto nessa etapa do presente trabalho. Detalham-se as dimensões, as categorias e as fases do que compõe o capítulo.

Capítulo VI – Resultados: dispõe sobre os resultados do Estudo de Caso dos portos do Itaqui e Vale, no Estado Maranhão.

Capítulo VII – Discussão: realiza o diagnóstico sobre a IoT nesses portos, diagnóstico de gestão e sistemas cooperativos.

Capítulo VIII – Proposições: apresenta proposições dirigidas aos portos investigados em relação ao IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos.

Capítulo IX – Conclusão: refere-se à conclusão da tese; resgata os objetivos propostos, os resultados, as limitações do estudo, as sugestões de estudos futuros, bem como os contributos.

Por fim, são apresentadas as referências da tese, envolvendo os trabalhos bibliográficos, artigos, sites, legislação e relatórios pesquisados, além dos apêndices com

os documentos elaborados para construção da pesquisa, sendo roteiro de entrevista com os responsáveis dos portos do Maranhão pesquisados nesta tese, questionário, termo de consentimento livre e esclarecido e parecer do comitê de ética da Universidade Fernando Pessoa (UFP).

CAPÍTULO II – SISTEMA PORTUÁRIO

2.1. Introdução

Este capítulo apresenta a primeira parte do referencial teórico desta tese em que será apresentada, no primeiro tópico, a importância de uma revisão da literatura, a seleção e a base de dados para a pesquisa, bem como o período de análise.

Nos tópicos que seguem, serão destacados os principais conceitos sobre sistemas portuários, conceitos de portos no aspecto das funções econômicas nos sistemas portuários, o desenvolvimento das atividades portuárias, o desenvolvimento dos portos de 1ª a 6ª geração, os terminais portuários e a necessidade de automação.

2.2. Referencial Teórico

Autores como Webster e Watson (2002) afirmam que uma boa revisão da literatura deve motivar a investigação de um tema, elucidar as contribuições para a literatura atual, abordar seus conceitos-chave e, por fim, produzir um resultado concreto, seja um modelo, proposições ou questões para orientar futuras pesquisas (Pacheco; Klein; Righi, 2016). Nos capítulos II e III deste presente estudo, a finalidade da revisão da literatura foi identificar e analisar artigos de revistas nacionais e internacionais, dissertações e teses de doutorado que estão disponíveis nas principais e mais usadas bases de dados científicas.

Foram selecionados os trabalhos que estão relacionados aos temas do presente estudo, sendo questões organizacionais portuárias, gestão cooperativa, tecnologia digital nos portos e incorporação da IoT nos modelos de negócio portuário. Também foram selecionados os trabalhos que apresentam intersecção com as palavras-chave desta tese (Sistema portuário; transformação digital; “Internet das Coisas”; cooperação portuária). Porém não se pretende ser exaustivo na revisão da literatura realizada neste estudo.

Os dois primeiros capítulos desta tese consistem em apresentar um breve embasamento teórico-científico sobre o assunto pesquisado e, não, realizar um “estado da arte” da área investigada. Sendo assim, os procedimentos realizados para elaborar essa revisão de literatura encontram-se na Figura 2.

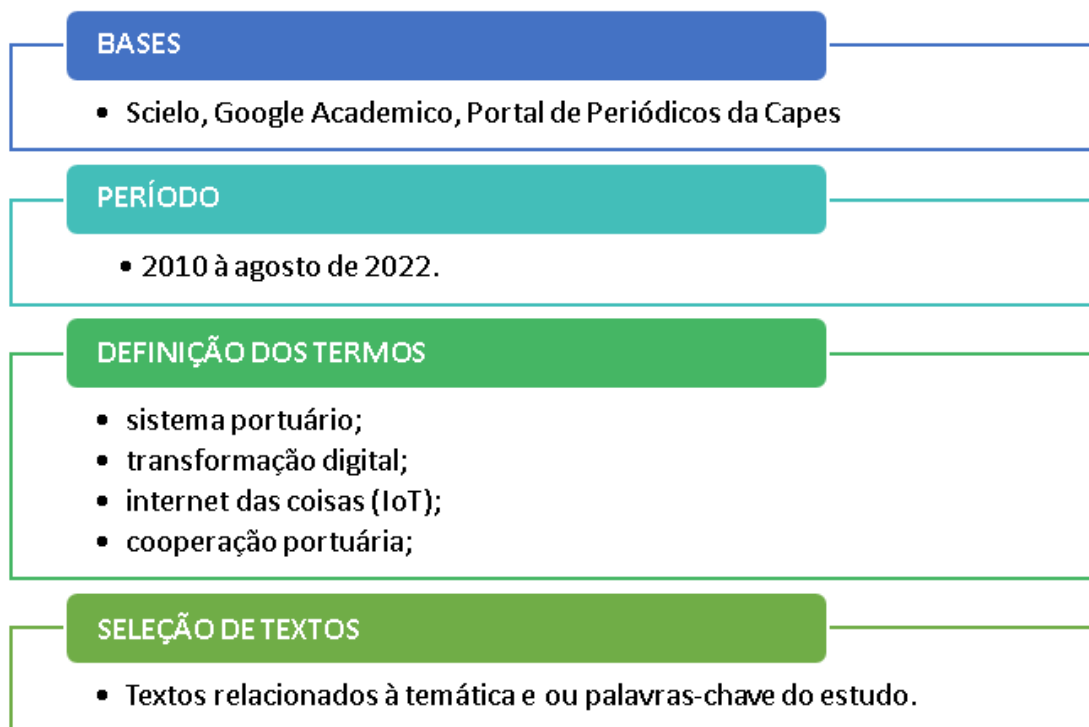


Figura 2: Procedimentos realizados para elaborar da revisão de literatura

Fonte: Autora da pesquisa.

2.3. Sistemas Portuários

O Sistema portuário é composto por vários fatores que tornam esse tipo de trabalho complexo, porém de grande importância para o desenvolvimento mundial. Formar um *cluster* marítimo significa agrupar indústrias, empresas, instituições (governo, órgãos de classe, universidades), serviços e atividades ligadas à Economia Azul (economia do mar) para fomentar o desenvolvimento da área (Marinha do Brasil, 2021).

Portanto, são conceituadas *cluster* portuário, todas as atividades socioeconômicas relacionadas à chegada de cargas e navios com movimentação de carga, transporte, logística, manufatura e comércio como atividade principal (Langen, 2004).

2.3.1. Conceito Portuário

O mar sempre foi um elo entre os povos. No Brasil, o surgimento dos portos foi em decorrência da necessidade de circulação de mercadorias, armas e pessoas. Durante o período colonial, os portos eram pequenos trapiches e ancoradouros que funcionavam como plataforma de embarque e desembarque. Os estados brasileiros que mais se destacavam como vilas portuárias da época e com maior fluxo de mercadorias e pessoas eram Rio de Janeiro, Salvador e Recife (Goularti Filho, 2007).

Portanto, conceituar os portos equivale relacionar a administração e a gestão portuária tanto em nível institucional como nível operacional (Ibrahimi, 2017).

De acordo com a Lei nº 8.630 – Lei da Modernização dos Portos, inciso I de 25 de fevereiro de 1993, revogada nº 12.815 de 5 de junho de 2013, porto organizado é considerado como:

Bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária. (Presidência da República, 2013, n. p.)

A Lei de Modernização dos Portos citada evidencia a noção de que somente com a privatização será possível a modernização portuária. Ela tem como pilares (Goularti Filho, 2007):

- i. ampliação do direito à iniciativa privada de fazer operações portuárias criando a figura do operador portuário;
- ii. criação do Órgão Gestor da Mão-de-Obra quebrando o monopólio dos sindicatos;
- iii. criação da Administração Portuária sob responsabilidade das companhias docas estatais;
- iv. instituição do Conselho de Autoridade Portuária constituído pelo poder público, operadores portuários e trabalhadores portuários.

A Lei permitiu melhoria do desempenho portuário e trouxe efeitos positivos resultando em elevados investimentos privados que aumentaram a produtividade das operações, reduzindo tempos e custos portuários. A Lei supracitada deu embasamento legal para implementar uma gestão privada com atividades operacionais. Ainda havia

grandes dificuldades por parte das autoridades portuárias para suprir as necessidades dos operadores e usuários. Porém, entendeu-se que haveria necessidade de novo marco legal para regular o setor portuário, e assim foi editada a Medida Provisória nº. 595/2012, posteriormente convertida na Lei nº.12.815/2013, denominada como a Nova Lei dos Portos (Farranha; Frezza; Barbosa, 2015).

O desenvolvimento tecnológico integra a modernização dos portos, pois a transformação digital permite que esse setor se mantenha competitivo e amplie novas oportunidades estratégicas ao aprimorar seus processos, produtos e serviços (Ferreira; Gouveia; Cutrim, 2021). Em outras palavras, porto é um local onde se processa a transferência de cargas e/ou passageiros entre vias navegáveis e terrestres (Kessides, 2004), constituindo um intermodal¹ na rede de transporte (Britto et al., 2015).

Outro conceito sobre portos marítimos foi identificado no Ministério dos Transportes, Porto e Casa civil, por sua vez esclarece que os portos marítimos são aqueles aptos a receber linhas de navegação oceânicas, tanto em navegação de longo curso (internacionais) como em navegação de cabotagem (domésticas), independente da sua localização geográfica (Ministério da Infraestrutura, 2015).

Um dos conceitos apresentado no trabalho de Krenar Ibrahimi (2017) analisa os portos marítimos como porta de entrada para o comércio internacional e as viagens (ou seja, o turismo). Este conceito não é alterado em mais de um século.

Collyer (2008) define porto como fronteira nacional aberta, entreposto dinâmico de mercadorias, em que se realizam atividades (aduaneiras, alfandegárias, comerciais, sanitárias, tributárias, imigratórias etc.). Trata-se do portão de entrada e saída de riquezas, local de abrigo das embarcações, fonte de suprimento das atividades *offshore*², ponto estratégico de segurança das nações, o mais importante elo da cadeia logística que supre a humanidade.

1 Intermodal: Feito por meio da utilização de mais de um modal. Nesse caso, os documentos de transporte são expedidos de forma individual para cada operação, além da responsabilidade entre os transportadores serem divididas de acordo com o trajeto de transporte (Bsoft, 2019).

2 *Offshore*: termo utilizado para toda atividade afastada da costa. As fronteiras marítimas são determinadas de acordo com a área, e seguem critérios da geografia física e política. De acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, as fronteiras marítimas existem nas formas de águas territoriais, zonas contínuas e zonas econômicas exclusivas (Chedid; Santos, 2019).

Na visão de Giner-Fillol et al. (2013, n. p.), a palavra porto vem do latim “*portus*”, que significa “(...) *um lugar em um curso de água com instalações para carga e descarga dos navios (...)*”. Por sua vez, Magalhães (2011) entende o conceito de porto marítimo como correspondente às funções básicas que ele exerce e a disponibilidade de instalações e equipamentos para a movimentação das cargas e para o abastecimento das embarcações. Assim, além das condições de acolhimento aos navios, um porto marítimo deve dispor de instalações para o manuseio, armazenamento de trânsito e internalização e/ou exportação das mercadorias. Além de ser uma porta para o exterior, onde ocorre à comunicação e o comércio com outras partes do mundo, o porto serve também de acesso para a entrada e saída das mercadorias produzidas ou consumidas no interior de uma região.

Valente e Passaglia (2008) relatam que os portos se caracterizam por pontos nos quais existem a transição do transporte terrestre ou aquaviário, ou seja, a carga, obrigatoriamente terá de ser transportada por veículos que têm características de concepção, tração, capacidade e disposição completamente diferentes. Assim sendo, segundo os autores pesquisados e suas definições deste tópico, os portos são organizações com várias áreas que devem estar preparados para atender diferentes empresas com necessidades de transporte variados, por isso conceituar os portos neste tópico contribuirá no desenvolvimento desta referida tese, uma vez que se tem como objetivo investigar como a gestão portuária e sua relação com o sistema cooperativo pode contribuir como fator estratégico para esse tipo de organização.

2.3.2. O Conceito de Portos no Aspecto das Funções Econômicas nos Sistemas Portuários

Os portos marítimos são organismos extremamente complexos quando analisados de acordo com suas funções econômicas. A transferência de pessoas e cargas entre o transporte marítimo e terrestre é a finalidade principal de um porto o qual necessita de administração e logística eficientes.

No pensar de Sousa Jr. et al. (2013), os portos são locais de entrada e saída de riquezas, abrigo de embarcações e mercadorias, fonte de suprimentos para as atividades realizadas acerca da costa marítima, ponto estratégico de segurança das nações e um importante elo da cadeia logística mundial. O Departamento de Transporte dos Estados Unidos resume a definição de um porto como o lugar que recebe tráfego de navios nos quais cargas são carregadas ou descarregadas, referentes às mercadorias que entram e/ou

saem do país (United States Department of Transportation, 2008). Por sua vez, Ibrahim (2017) esclarece que o principal objetivo estratégico de um porto marítimo é econômico, desde que esteja relacionado aos seus recursos (entradas), processos (atividades portuárias) e/ou produtos (incluindo desempenho), e social, desde que esteja relacionado aos atores portuários, incluindo equipes e trabalhadores.

Os portos são considerados locais dinâmicos e estações inevitáveis de transbordo de processos logísticos e cargas. Para existir uma gestão logística é necessário o fluxo intenso de mercadorias, pessoas e informações para a obtenção de múltiplas finalidades os quais envolvem avançado sistema de tecnologia de informação, estoques, transporte, armazenagem, entre outros. As operações portuárias compreendem atividades logísticas essenciais para o comércio internacional. Nessas instalações produtos de grande importância para a economia das nações são movimentados, por exemplo, os produtos agrícolas no Brasil (Pinela, 2018).

Para se tornarem competitivos, os portos precisam ser eficientes. Desde os tempos dos impérios, essa é uma premissa indispensável no setor portuário. Dessa forma, os portos mais competitivos podem ser identificados de acordo com sua infraestrutura de transportes logísticos integrados e cooperativos.

A principal diferença entre os portos é a questão de escala e o ponto principal de suas atividades e atores. A competitividade dos portos marítimos é baseada não só na sua eficácia operacional e eficiência das operações relacionadas ao porto marítimo, mas também na sua eficácia institucional devido à habilidade dos atores principais de fixar os arranjos e acordos apropriados (regras/normas, contratos) e orientá-los para servir os interesses das partes marítimas relevantes e legítimas.

Em conformidade com o desenvolvimento econômico, os portos passaram a exercer um papel fundamental no comércio internacional e, com o passar do tempo, assumiram uma função importante no desenvolvimento regional, adaptando-se aos vários tipos de carga e a integração do país numa economia globalizada (Mileski; Galvão; Von Zharen, 2016).

No Quadro 1 estão classificados os tipos de cargas presentes nos portos e exemplos de alguns produtos que são representados pelos tipos de cargas. Os portos

devem estar preparados para adotar novas estruturas e com isso aumentar sua produtividade e eficiência para possibilitar operações logísticas mais complexas.

Quadro 1: Classificação dos três tipos de cargas nos portos

TIPOS DE CARGAS	PRODUTOS REPRESENTADOS PELAS CARGAS
Granéis	Consistem em mercadorias sólidas ou líquidas movimentadas em grandes volumes, tais como: minério de ferro, soja, petróleo, alumínio, carvão, trigo e sal.
Cargas Containerizadas	São aquelas formadas a partir do agrupamento de mercadorias distintas por meio de acessórios específicos, tal como o contêiner.
Carga geral	São mercadorias de vários tamanhos e pesos embaladas em sacos, caixotes, fardos e outros. Ex. Produtos diversos, como frutas, produtos agrícolas e carnes.

Fonte: Autora da pesquisa.

Alguns termos são apresentados nas organizações portuárias para explicar sua organização: Adaptação e extensão física correspondem à capacidade de receber navios maiores; logo, capacidade de movimentar cargas especializadas em grandes volumes. Melhorar a infraestrutura de instalações representa a capacidade de armazenar e despachar mercadorias. Em termos de governança equivale à organização e gerenciamento.

Em relação ao nível de sofisticação das operações portuárias, a infraestrutura e habilidades devem ser equivalentes ao nível de progresso econômico do país. Mudanças nos fluxos de comércio e mix de produtos comercializados, seja importação ou seja exportação, definem a estrutura da infraestrutura portuária. Cada produto individual tem diferentes características logísticas que geram grande impacto tanto na gestão como na infraestrutura portuária (Mileski; Galvão; Von Zharen, 2016). Como abalizam os estudos de Stopford (2008) e de Rodrigue, Comtois e Slack (2017), as mudanças técnicas e econômicas do transporte marítimo global têm impacto direto sobre a gestão e a infraestrutura portuária.

A capacidade de um porto depende da configuração de suas instalações e de como são operadas. A capacidade também está relacionada à gestão. Portanto, as capacidades de gestão e de infraestrutura estão diretamente ligadas às funções econômicas dos sistemas portuários, pois tais capacidades possuem estreita associação com os conceitos

de “utilização plausível”, “produtividade alcançável” e “nível de serviço desejável” (Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2018), afinal, a capacidade não é inerente ou independente. Além disso, esses conceitos convergem com as orientações da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) e da *The World Association for Waterborne Transport Infrastructure* (PIANC), organizações que são referências em planejamento portuário.

O Plano Mestre de desenvolvimento portuário está inserido no contexto de um esforço da Secretaria Nacional de Portos (SNP) do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA) em cumprimento ao estabelecido pela Lei nº 12.815/2013 quanto ao planejamento do setor portuário nacional (Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2018). Envolve autoridades portuárias no processo de planejamento, os *stakeholders* internos (empregados e acionistas), externos não contratuais (autoridades locais, cidadãos e Organizações Não Governamentais – ONGs), e os externos contratuais (armadores e operadores de terminais). Também inserem outros níveis de governo.

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) foi criado na Lei nº. 8.630, de 25 de fevereiro de 1993 e é de responsabilidade da Autoridade Portuária. Esse instrumento realiza um diagnóstico da infraestrutura e superestrutura, definição de *layout*, planejamento de melhorias e expansão de novos mercados e construção de um plano de investimento. O PDZ possui responsabilidades sobre a definição de *layout* da frente marítima; análise de áreas de expansão e sua integração com áreas vizinhas para atividades afins; reavaliação da retroárea direta do porto; delimitação de setores para o armazenamento das cargas e serviços de apoio ou industrial; planejamento de melhorias de produtividade e desempenho para aumento da competitividade e eficiência (Emap, 2019b).

O Diário Oficial da União, por meio da Portaria nº 61, de 10 de junho de 2020, estabelece as diretrizes para a elaboração e revisão dos instrumentos de planejamento do setor portuário – Planos Mestres (PM), PDZ e Plano Geral de Outorgas (PGO). Esta Portaria, no art.2º, inciso II, estabelece o PDZ como instrumento de planejamento da Autoridade Portuária, que contempla as estratégias e ações para a expansão e o desenvolvimento integrado, ordenado e sustentável das áreas e instalações do porto organizado (Ministério da Infraestrutura, 2020).

Os portos organizados são obrigados por lei, por meio das autoridades portuárias, a encaminharem o PDZ para aprovação da Secretaria Especial de Portos (Cutrim, 2017).

2.3.3. Desenvolvimento da Atividade Portuária

Com relação aos níveis de progressos econômicos portuários, observa-se que os portos, frequentemente, enfrentam grandes pressões de concorrência. Assim, a crescente necessidade dos portos de desenvolverem a prestação de serviço ocorre exatamente em função de manterem em contextos competitivos.

Os portos passaram por várias evoluções no seu desenvolvimento, desde a Segunda Guerra Mundial e na Unctad. Eles foram classificados como gerações dos portos (Paixão; Marlow, 2003). No subitem a seguir, será apresentado o desenvolvimento das atividades portuárias denominada de Primeira Geração dos Portos (1ªGP) à Sexta Geração dos Portos (6ªGP).

2.3.4. Geração dos Portos de ‘1ªGP a 6ªGP’

A Unctad (1992; 1999) realizou uma avaliação dos portos e atribuiu um ponto principal no estudo denominando de “(...) *evolução dos portos da primeira à quarta geração (...)*” (Lee et al., 2018, p. 17). Em 1994, a Unctad apresentou, pela primeira vez, discussões sobre o conceito dos portos e concluiu que as três primeiras gerações de portos enfatizam a produção e os serviços portuários (Unctad, 1994).

A quarta geração foi definida como a necessidade da conexão dos portos na cadeia de abastecimento global, a flexibilidade, as alianças de transporte portuário e alianças de cooperação porto-porto (Unctad, 1994; 1999). Contudo, o modelo portuário (4ªGP) (Unctad, 1999) não refletiu as funções portuárias contemporâneas e os desenvolvimentos portuários mais recentes. Ademais, um grande avanço é a TI, que se desenvolveu muito rapidamente nos principais portos (De Martino et al., 2013). Portanto, a revolução mais visível está acontecendo por parte da tecnologia, dada a necessidade de desenvolver sistemas de transporte contínuos em três níveis diferentes (Paixão; Marlow, 2003):

- i. a interoperabilidade dos modos;
- ii. a interconectividade das redes terrestres com o mar e;
- iii. a compatibilidade dos sistemas de informação.

Para se tornar um 5ªGP, espera-se que um porto forneça serviços de um nível altamente centrado no cliente utilizando mecanismos de mercado, incentivos e políticas governamentais. Tendo em vista a orientação para o cliente, aspectos de serviço e tecnologia moderna são vitais para um grande porto moderno de quinta geração (Lee et al., 2018). Com relação a caracterização dos portos da 5ª GP, Lee e Lam (2015), concluíram com base no desenvolvimento conceitual e em evidências empíricas, que o 5ªGP pode ser considerado um porto comunitário com foco no cliente, além disso, os autores evidenciam a importância de valorizar as questões de integração do porto com a cidade e a sustentabilidade ambiental.

Caldeirinha e Nabais. (2020) mencionam a existência de uma forte relação entre o sistema portuário comunitário e o desempenho portuário; porém os fatores de desempenho possuem pesos diferentes. Os autores alegam que o sistema de comunidade portuária é muito relevante para o desempenho portuário e possui como principais construtos: serviços avançados, serviços específicos de navios e rede de parceiros. Logo, o incremento de novos serviços logísticos e avançados são importantes como determinantes do desempenho portuário.

Os autores defendem que na maioria dos casos, os serviços portuários incluídos no sistema de comunidade portuária limitam-se à digitalização dos processos de navios e cargas, não por redesenho e simplificação de processos, nem pelo desenvolvimento de novos serviços que acrescentem valor às modernas cadeias logísticas atendendo às suas necessidades de transparência, automação e algoritmos baseados em decisão e grande quantidade de informações disponíveis. Portanto, os autores consideram que os gestores portuários deveriam concentrar energia na criação de rede de parceiros, colaborando para objetivos comuns e compartilhando informações de carga e navio no sistema comunitário portuário (Caldeirinha; Nabais, 2020). Essa rede deveria incluir os agentes portuários e os parceiros da Cadeia de Abastecimento alargada.

A qualidade do serviço é uma das principais diferenças entre os portos de 4ªGP e 5ªGP, sendo que essa última geração prioriza a satisfação do cliente ao regulamento e os níveis gerais de padrões sobre a 4ªGP. Além disso, o critério de sistema resiliente foi adicionado recentemente ao 5ªGP revisado. Reconhecendo a importância dos fluxos de informações de carga de contêineres na logística marítima, a 5ªGP também leva em

consideração soluções de TI de ponta, como suporte a software (SWS) e *Radio Frequency of IDentification* (RFID), que a 4ªGP não expressou explicitamente (Lee et al., 2018).

O Quadro 2 apresenta um comparativo com as principais características dos portos de quarta e quinta geração: Qualidade dos serviços prestados, Aplicação de soluções de TI, Influência nas partes interessadas do porto (meio ambiente), *Port cluster* e *Cluster* marítimo, Base logística e Conexão terrestre (Unctad, 1999; Flynn; Lee; Notteboom, 2011).

Quadro 2: Caracterização dos portos de quarta e quinta geração

PORTOS DA 4ª GERAÇÃO	ESPECIFICIDADES	PORTOS DA 5ª GERAÇÃO
Conformidade com os requisitos regulamentares e padrões gerais	Qualidade dos serviços prestados	Excede o padrão de serviços esperado pelas partes interessadas do porto
Limitada ao desembarço aduaneiro e rastreamento das cargas no porto	Aplicação de soluções de TI	Foco no nível de qualidade dos serviços, segurança e eficiência. Aplicação de TI para prestação de serviços portuários, previsão de eventos e medição de resultados
Operado sob procedimentos de desenvolvimento de área portuária	<i>Port Cluster</i>	Serviços portuários integrados com a missão e visão do porto, a autoridade portuária desempenha papel de liderança, aumento do valor acrescentado no porto
Examinado independentemente das funções portuárias	<i>Cluster</i> marítimo	Funcionalmente fora do cluster portuário, porém ao estabelecer incentivos financeiros criativos, atrai novos armadores e carregadores, criando empregos e valor agregado
Desenvolvimento da função Logística, como expansão das funções portuárias, bem como criação de zonas francas e parques logísticos próximo aos portos	Base logística	A logística faz parte de uma cadeia de abastecimento marítimo, transporte aéreo para cargas valiosas e cargas que exigem entrega rápida. Zonas francas avançadas, bem como parques logísticos perto de portos
Desenvolvimento de conexões terrestres em resultado da evolução natural	Conexão terrestre (<i>interland</i>)	Os portos desenvolvem estratégias de conexões com o interior por meio de sua política de preços e construindo um sistema de incentivos econômicos que visa proteger os carregadores contra tal desenvolvimento da rede de conexão que prejudicaria os interesses dos clientes

Fonte: Adaptado de Unctad (1999) e Flynn, Lee e Notteboom (2011).

O grande desenvolvimento dos portos contou, principalmente, o avanço da área tecnológica, pois com ela ocorreram inovações técnicas, organizacionais e de TI que permitiram ampliar o pacote de serviços prestados por portos marítimos de quinta geração, bem como o escopo e grau de cooperação entre os portos e o grupo de partes interessadas.

Os portos marítimos de quinta geração têm a finalidade de cooperar ativamente com as autoridades municipais, regionais e nacionais a fim de resolver conflitos e definir prioridades que permitem troca de carga sem perturbações entre o porto e seu interior; garantir alto nível de segurança; racionalidade de custos e gerar efeitos progressivamente menores no meio ambiente. É importante para um porto de 5ªGP moldar sua estratégia e resolver os problemas da comunidade local de forma a garantir o desenvolvimento sustentável (Kaliszewski, 2017).

Na Figura 3 é apresentado o Porto Singapura que é reconhecido como o porto mais próximo a atender às condições que permitem que seja reconhecido como um porto 5ªGP (Lee; Lam, 2015).



Figura 3: Imagem do Porto de Singapura

Fonte : Sopesp (2019).

O Quadro 3 pode ser observada uma forma resumida dos aspectos principais da 1ªGP a 5ªGP.

Quadro 3: Principais aspectos da 1ªGP a 5ªGP

1ªGP, 2ªGP e 3ªGP	Produção Serviços
4ªGP	Integração dos portos na cadeia de abastecimento global Flexibilidade Alianças de transporte portuário Alianças de cooperação porto-porto
5ªGP	Inovação tecnológica verde e inteligente Adequação ao conceito de produção ambiental verde Tecnologia de alta resolução

Fonte: Adaptado de Unctad (1999), Flynn, Lee e Notteboom (2011) e Kaliszewski (2017).

Mudanças rápidas no entorno dos portos marítimos, como implantação de novas tecnologias de informática, desenvolvimento de redes sociais, novos métodos de gestão de equipes e empresas, estão à frente do desenvolvimento do centro de abastecimento portuário. Os critérios atuais de classificação dos portos em gerações não são estáveis, o que torna as comparações entre os portos e as comparações ao longo do tempo bastante difíceis. Parece que devem ser desenvolvidos critérios, de mais uma geração de portos que estará ligada ao seu funcionamento nos próximos 50 anos (Kaliszewski, 2017).

Notteboom e Rodrigue (2009) propõem um olhar sobre o desenvolvimento portuário atual e futuras tendências. Eles levam em consideração as tendências do mercado de transporte de carga em contêineres terrestres e marítimos, as limitações da eficácia do sistema logístico e das cadeias de abastecimento global.

Observando a necessidade de desenvolvimento dos portos de acordo com urgência de investimento em tecnologia avançada, no Relatório de Stone e Saxon (2017), e nas ponderações de Notteboom e Rodrigue (2009) sobre as conexões terrestres com o interior, parece que os novos portos de sexta geração (6ªGP) deveriam ter as três seguintes características:

- i. capacidade de lidar com navios de contêineres de 50 mil TEU (*Twenty Feet Equivalent Unit*, que significa unidade equivalente a um contêiner de 20 pés), com calado máximo de 20 metros;
- ii. total automação do terminal de contêineres devido ao expressivo volume de operações de carga / descarga em um curto espaço de tempo e ao significativo avanço da tecnologia da informação nos últimos 50 anos. O ritmo constante de desenvolvimento de novas tecnologias, como a IoT, ou análise de *big data*, formam uma base para manter a taxa de desenvolvimento de TI e tecnologia da informação nos próximos 50 anos;
- iii. manuseio de conexões intermodais com o interior que permitem o transporte de cargas em contêineres com baixos custos externos (por exemplo, conectadas sem congestionamento).

Para atingir o nível de desenvolvimento característico do 6^aGP, um porto precisa primeiro se tornar um centro de abastecimento de quinta geração. Isso permitirá que a classificação de porta de sexta geração omita os quatro critérios para portas de quinta geração propostos por Lee e Lam (2015) sobre: tecnologias de informação, desenvolvimento substancial, o *cluster* portuário e o porto *hub*. Em 2017, nenhum porto no mundo atendia aos critérios 6^aGP (Kaliszewski, 2017).

Sendo assim, quando se trata de transporte marítimo, a questão dos terminais portuários é vista a partir de sua evolução e inovação e, principalmente, da utilização do seu comércio e o impacto socioeconômico com seu entorno. O modo de gestão passou da simples oferta de armazéns e serviços (1^aGP) para um envolvimento total no processo de comércio internacional (5^a ou 6^aGP). Logo, notou-se maior fluxo de carga e maior rapidez, pois os portos se transformaram em centros de transporte integrados e em plataformas logísticas para o comércio internacional com serviços de logística e distribuição (não somente armazenamento).

2.3.5. Terminal Portuário e a Necessidade de Automação

Um terminal portuário é uma instalação de intercâmbio modal que geralmente possui uma área de armazenamento interior para coordenar o fluxo de chegada de mercadorias por mar ou terra (Monfort et al., 2001). Seu objetivo é fornecer os meios e a organização necessária para a troca de tais mercadorias entre o modo de transporte

terrestre e marítimo e disponibilizar as melhores condições em termos de tempo, eficiência, segurança, respeito ao meio ambiente e economia (Martín-Soberón et al., 2014).

Os terminais de contêineres portuários (PCTs) possuem certos recursos, tais como:

- i. a padronização dos meios de transporte – contêineres;
- ii. a padronização da maneira como o frete é tratado;
- iii. o elevado nível de trocas e o alto impacto da tecnologia na rentabilidade dos terminais que lhes conferem a capacidade de atingir um nível muito mais elevado de sistematização do que outros tipos de terminais de carga.

Esse nível de padronização e especialização é o que permite um elevado nível de automação de equipamentos e processos neste tipo de instalações nos portos. As políticas portuárias europeias, há alguns anos, apoiam as iniciativas de automação.

Em 1993, o Porto de Roterdã, na Holanda, inaugurou o *East Container Terminal* (ECT) – Delta com o conceito de "terminais automatizados" –, referindo-se ao mais alto nível de automação até aquele momento. Foi equipado com Guindastes de Empilhamento Automático (ASCs) e Veículos Guiados Automatizados (AGVs) permitindo o manuseio de equipamentos, armazenamento e intercâmbio, respectivamente, sem operadores.

Atualmente, os avanços tecnológicos e as ferramentas de gerenciamento aplicadas à automação representam uma grande parte do mercado de equipamentos e software para terminais de container, por exemplo. Porém, ao implementar essas soluções comerciais de automação é necessário considerar as características e necessidades do PCT em relação ao nível de automação, bem como compreender completamente as tendências na automação dos PCTs (Martín-Soberón et al., 2014).

O Terminal de Middle Harbor do Porto de Long Beach (Figura 4) é um dos terminais de contêineres com quase todas as tecnologias de emissão elétrica e de emissão zero; um terminal muito sofisticado construído com o elevado preço de US\$ 1,49 bilhões. O terminal automatizado possui guindastes de navio para terra que movem roboticamente contêineres para a costa, soltam-nos em veículos terrestres de emissão zero que

respondem aos sensores no pavimento e, finalmente, movem-nos para a área de preparação onde são empilhados mecanicamente (Decas; Kailas, 2019).

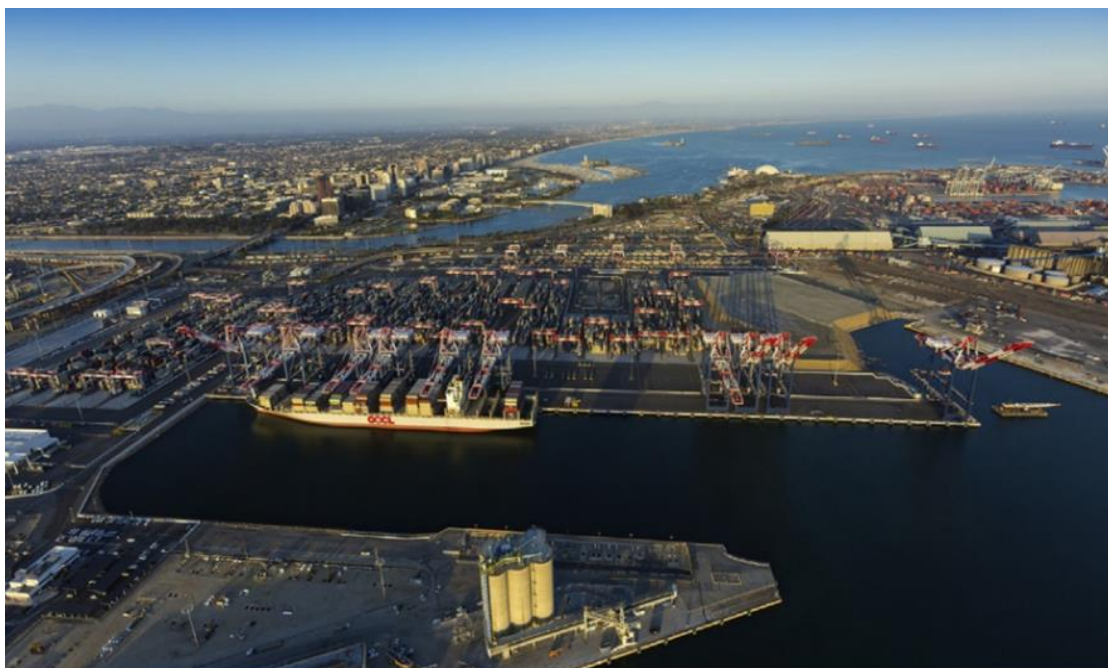


Figura 4: Terminal de Middle Harbor do Porto de Long Beach

Fonte: Decas e Kailas (2019).

No Brasil, no ano de 2019, o principal porto da América Latina, o Porto de Santos, investiu R\$ 7 milhões em ações inovadoras ligadas à TI. O objetivo consistiu em repaginar todo o parque tecnológico em até dois anos por intermédio da modernização imediata dos softwares de gestão. Neste sentido, Casemiro Tércio de Carvalho, então presidente da autoridade portuária de Santos comenta que: *“A política de TI está assentada em quatro vertentes: sistemas de programação, segurança e movimentação de cargas, além de controle de fila e agendamento de acessos (...)”* (apud Saraiva, 2019, n. p.).

Localizado no Litoral Sul do estado de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, o Complexo Industrial Portuário de Suape, no Porto de Suape, aumentou a produtividade com iniciativas internas, ou seja, investindo em tecnologias e eventos para atrair *startups*³.

³ *Startups*: significa o ato de começar algo, normalmente relacionado com companhias e empresas que estão no início de suas atividades e que buscam explorar atividades inovadoras no mercado (Significados, 2020).

O programa de inovação deste porto foi criado no primeiro semestre de 2019 e concentrou investimentos de R\$ 1,5 milhão, comprometidos com projetos relacionados a *big data*⁴, digitalização de processos e monitoramento de operações. Esse montante chegou a R\$ 2,6 milhões no fim do ano de 2019 por conta de contratos em negociação com cinco *startups*, afirma o *Head* de inovação do Complexo Industrial Portuário de Suape, Ed Dantas, que considera a transformação digital hoje, a principal necessidade dos portos, principalmente para tratar informações da área de cadeia logística. Se todos os dados que alimentam o setor fossem melhor estruturados haveria maior inteligência e agilidade nas operações portuárias (Saraiva, 2019).

Recursos como *blockchain*⁵, *big data* e IoT serão as novas tendências do setor, porque acarretam um gerenciamento mais seguro e em tempo real dos negócios (Saraiva, 2019). Portanto, IoT e *big data* estão intimamente ligados, pois os dispositivos IoT geram uma quantidade enorme de dados não estruturados; diante disso, o armazenamento, processamento e análise de *big data* são essenciais para gerar relatórios significativos para a tomada de decisões. Novas técnicas mais eficientes e precisas de análise de dados são cruciais para o desenvolvimento de soluções inovadoras (Zikria et al., 2015).

2.4. Resumo do Capítulo

Neste capítulo foram apresentados os principais Conceitos Portuários, as reflexões sobre o conceito de portos no aspecto das Funções Econômicas nos sistemas portuários, o desenvolvimento da atividade portuária, a Geração dos portos de 1ª a 6ª GP e, por fim, os Terminais portuários e a necessidade de automação.

Considerando que a realização adequada de todos os processos mencionados aqui não é tarefa fácil, tampouco rápida; no próximo capítulo serão apresentados e aprofundados aspectos relacionados às transformações digitais e cooperação nos portos, para assim, completar o objetivo do referencial teórico desta tese.

4 *Big Data*: conjunto de ferramentas capaz de receber um grande volume e variedade de dados. Por ter um volume gigantesco e muita variedade, esses dados não podem ser interpretados e processados por softwares.

5 *Blockchain*: também conhecido como “o protocolo da confiança”; é uma tecnologia de registro distribuído que visa a descentralização como medida de segurança (O’Byern, 2016).

CAPÍTULO III – A TECNOLOGIA E A COOPERAÇÃO

3.1. Introdução

Esse capítulo aborda sobre a tecnologia e a cooperação, pois o uso da tecnologia permitiu novas formas e novas práticas de desenvolvimento pelos indivíduos nas organizações, a fim de realizar mudanças inovadoras. Entre estas novas práticas, surge a transformação digital e novas propostas de suporte da atividade humana, com base na informação. O subitem seguinte tem a finalidade de apresentar o conceito de transformação digital, as vantagens da transformação digital nas organizações e a transformação digital nos portos.

3.2. Transformação Digital

A Transformação Digital pode ser entendida como o uso permanente de computadores e redes que tornou viável o desenvolvimento de novas práticas digitais na sociedade permitindo o aumento na qualidade dos serviços por indivíduos ou por organizações de um modo geral.

Gouveia (2018) defende que “mudança” é um substantivo comum a todas as definições de transformações digitais encontradas na literatura. O autor também esclarece que a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) está baseada na aquisição, armazenamento, processamento e a distribuição da informação por meios eletrônicos, como o rádio, a televisão, o telefone e os computadores em redes (ícones do nosso tempo), entre outros. Inicialmente, a evolução da TIC teve a intenção de integrar o analógico com o digital e em seguida, transformar em digital (Gouveia, 2018). O rádio, televisão, telefone, estabelecem bons casos de sucesso de sobrevivência até os dias atuais.

A expressiva presença das TIC nas organizações permitiu a conexão de computadores e redes. O formato digital contribui para o desenvolvimento de novas práticas e inovando o trabalho. A mediação digital tornou-se uma necessidade nas

organizações por permitir a redução de tempo nas operações, aprimorar a capacidade de trabalho em qualidade e quantidade. Ser produtivo e competitivo depende, em grande parte, do acesso e capacidade de exploração destes recursos (Gouveia, 2018).

Ser digital é aumentar a criatividade e ter capacidade para resolver problemas; aptidão que (ainda) são inerentemente humanas. Ser digital não é apenas uma questão de tecnologia e de possuir competências de TIC. É também e sobretudo uma questão de como aumentar a criatividade e melhorar a capacidade de resolver problemas, características que (ainda) são inerentemente humanas (Gouveia, 2018). A transformação digital requer uma forte liderança e avançados domínios das competências com a tecnologia. Porém, Beach (2015) evidencia que as organizações com melhor *performance* vão mais além quando cuidam de desenvolver o talento humano que lida com o digital.

Além disso, transformação digital é também usar tecnologia para gerar resultado e valor de negócio; portanto, deveria existir um propósito para iniciar a implantação da transformação digital dentro de uma organização. Em outras palavras, é necessário conhecer muito bem a organização e estabelecer a principal necessidade ao implantar a transformação digital dentro de uma empresa.

No passado, as empresas mais estabelecidas consideravam a tecnologia como parte do processo de suporte, não como o principal *driver* ou competência dos negócios. Quando os gestores notavam a necessidade de implantar algum tipo de tecnologia nas organizações, eles buscavam fórmulas simples de modelos de negócios tradicionais: menor custo, eficiência operacional, maior variedade de produtos e assim por diante. Entretanto, os avanços tecnológicos têm mudado a definição de valor. As empresas estabelecidas estão buscando, progressivamente, maior aproveitamento com as novas tecnologias emergentes a fim de criarem e fornecerem novas formas de valor aos clientes, cada vez mais, exigentes (Kalakota; Robinson, 2001).

Assim, empresas inovadoras assumem a necessidade contínua de mudança e, consistentemente, desconstruem e reconstruem seus produtos e processos. Por sua vez, os clientes buscam estabelecer uma relação de confiança com as empresas para depositarem sua credibilidade a fim de que seus negócios melhorem continuamente também.

O Quadro 4 ilustra alguns pontos com os quais os clientes exigem melhoramentos contínuos dos serviços das empresas com as quais eles se relacionam.

Quadro 4: Questões de melhoria contínua apontados por clientes

Conveniência	Os clientes reconhecem a comodidade das compras <i>one-stop*</i> . Além disso, eles desejam uma melhor integração dos ciclos de entrada, atendimento e entrega de pedidos. Portanto, os clientes preferem melhor cooperação ao longo da cadeia de suprimentos.
Velocidade de serviço ou tempo de resposta	É reconhecido o atendimento instantâneo, preciso e adaptável às necessidades do cliente. Proporciona um serviço mais rápido e um tempo de resposta menor.
Personalização	O utilizador/cliente gosta de ser tratado como um único indivíduo único, esperando que a oferta tenha atenção às suas necessidades específicas e que as satisfaça. A tecnologia atual oferece às empresas a capacidade de fornecer exatamente o que os clientes desejam de acordo com suas especificações.
Preço	É clássico e continua bastante importante. Preços atrativos e adequados para o nível de serviço fornecido são os de maior potencial e, quanto mais baixos forem mantendo a qualidade do produto/serviço, mas assegurando seu sucesso. As empresas que oferecem serviços exclusivos por um preço razoável estão florescendo, beneficiando-se de uma enxurrada de novos compradores.

**One stop*: Proporcionar ao consumidor uma experiência de compra ágil e completa com ampla variedade de produtos e em um único lugar (Martins, 2019).

Fonte: Adaptado de Kalakota e Robinson (2001).

Maffei (2016) considera que empresas inteligentes fazem bom uso da tecnologia para criar valor no negócio e retorno para a empresa. Nesse ponto, a globalização trouxe diversas oportunidades aos exportadores e importadores e, muitas indústrias e países, com bom desenvolvimento operacional e de infraestrutura logística fazem uso correto da tecnologia para adicionar valor aos seus produtos. Ainda na visão de Maffei (2016, p. 14), “(...) a verdadeira criação de valor é a arte de melhorar a performance da empresa através da melhoria de processos, produtos e serviços disponíveis ao cliente.”

No pensar de Hoffmann (1999), o transporte é um dos quatro pilares da globalização, conforme apresenta a Figura 5.



Figura 5: Pilares da Globalização

Fonte: Hoffmann (1999).

Nesse sentido, o autor pontua ainda que:

As melhorias nos sistemas de transporte facilitaram a circulação de mercadorias no mundo. A tecnologia computacional é a base dos serviços pós-industriais, a liberalização do comércio permite a aquisição de recurso em escala global e os avanços nos serviços de telecomunicação permitiram a ampliação da escala de difusão de informações. (Hoffmann, 1999, n. p.)

A tecnologia, cada vez mais, proporciona maior automação, diminui os custos dos produtos e possibilita que as empresas atendam novos mercados. Com o avanço da tecnologia, muitos setores de negócios, anteriormente considerados “não mercados” disponibilizaram produtos básicos e mais baratos às pessoas mais simples; isto é, produtos e serviços que outrora poderiam ser considerados exclusivos.

Seguindo o avanço tecnológico, em breve, praticamente todos no planeta estarão conectados. Atualmente, alguns tipos de tecnologias chamadas “Tendências da transformação digital” já estão disponíveis para auxiliar o desenvolvimento de vários setores na economia. Porém, só recentemente tiveram maior impacto econômico dentro das organizações. A partir dos estudos de Kotler, Kartajaya e Setiawan (2017) e Rogers (2017), elaborou-se a Figura 6, a fim de demonstrar algumas tendências da transformação digital.



Figura 6: Tendências da transformação digital

Fonte: Adaptado de Kotler, Kartajaya e Setiawan (2017) e Rogers (2017).

Apesar de apontar algumas tendências da transformação digital, o objeto de análise do presente trabalho consiste em abordar as transformações digitais nos portos; sendo, a IoT.

3.2.1. A Transformação Digital nos Portos

Com a finalidade de criar valor comercial para seus clientes e aumentar sua competitividade, as autoridades portuárias, gradativamente, estão se adequando para introduzir diferentes tecnologias digitais, eletrificação, automação e aplicativos de conectividade em suas operações, pois os portos de todo o mundo estão se reestruturando e investindo na área tecnológica (Decas; Kailas, 2019).

A inovação tecnológica no transporte e logística é uma necessidade para se manter à frente, além de incrementar os lucros e sustentar a fidelidade do cliente nessa indústria fragmentada de pequena margem de lucro (Sai Partners, 2016). Portanto, são indispensáveis investimentos em infraestrutura de TI nos portos marítimos, já que nesse tipo de organização têm suas operações e desempenhos extremamente afetados (Gordon; Lee; Lucas, 2005, Mangan; Lalwani; Fynes, 2008).

Com investimentos em transformação digital portuária, objetiva-se agilizar os processos, ter conectividade com todas as áreas resultando em melhor qualidade e quantidade na cadeia de suprimento⁶. Harbor (2018 apud Decas; Kailas, 2019) esclarece que as operações portuárias são uma parte complexa e crítica de uma cadeia de suprimentos.

Atualmente, a cadeia de suprimentos nos portos é uma concentração de muitos processos isolados. Porém, há pouca agilidade para maximizar a produtividade e transparência nos sistemas. A utilização de tecnologias e aplicativos digitais tem o potencial de trazer transparência a todos os membros da cadeia de suprimentos, desde fornecedores de matérias-primas, componentes e peças até transportadores desses suprimentos e produtos acabados; e, finalmente, aos clientes que exigem qualidade no atendimento (Decas; Kailas, 2019).

Um terminal portuário integrado com processos automatizados, pode garantir a plena utilização de sua capacidade produtiva, ou seja, um terminal ou complexo portuário com uma grande área automatizada, é capaz de movimentar mais cargas de qualquer tipo (Monteiro; Silva; Bahia, 2021).

Por meio de informatização e automação, tendo como exemplo os portos Chineses, gradualmente se transformaram em modernos portos integrados em ampla escala de modo a expandir, ainda mais, a gama de serviços portuários e modelos de serviço inovadores (Wu, 2013).

As inovações tecnológicas permitiram transformar o transporte marítimo mais eficiente nos últimos anos. A containerização é um dos exemplos de tal desenvolvimento tecnológico que transformou a indústria marítima e logística ao longo de um intervalo de tempo relativamente curto. A indústria marítima e logística é por vezes considerada uma indústria tradicional, mais reativa do que proativa, principalmente aos longos ciclos de ativos envolvidos no transporte marítimo e portuário a infraestrutura. Na última década,

6 Cadeia de Suprimento (*Supply chain management*): sistema de organizações, pessoas, atividades, informações e recursos envolvidos na atividade de transportar produtos ou serviços dos fornecedores aos clientes (MeuSucesso, 2021).

houve uma mudança, principalmente impulsionado por colaborações entre autoridades portuárias e provedores de tecnologia, rumo a um cenário mais inovador.

Alguns tipos de transformações digitais estão se tornando comuns nos principais portos hoje (por exemplo, redes IoT 5G, plataformas de big data, soluções de blockchain comercial, etc.) e espera-se que com essas transformações digitais, que já são uma realidade nos portos marítimos, influenciem cada vez mais as operações da indústria portuária no futuro próximo e que seja possível também a implantação de embarcações autônomas (Deloitte, 2021).

No Brasil, o porto de Suape, na cidade de Recife (PE), a urgência em realizar uma transformação digital implantando uma automação de processos nas rotinas internas de administração, foi prioridade para a gestão deste porto. No início de agosto de 2019, implantou-se um Sistema Eletrônico de Informações (SEI) com objetivo de facilitar a produção, edição e assinatura de documentos por meio eletrônico e, assim, reduzir o uso de papel e o tempo de transmissão de processo (Saraiva, 2019).

O relato técnico de Ferreira, Godoy e Valentim (2020) apresentam informações sobre equipamentos, histórico e recursos envolvidos no projeto de pátio autônomo do Porto Norte da Vale. O projeto faz parte de um programa de transformação digital portuária que visa aumentar a eficiência e eficácia, redução de acidentes de trabalho, aumento da taxa de produtividade e melhoria do planejamento operacional. O relato evidencia a evolução da automação em quatro estágios: manual; semiautomático; automático e autônomo.

Um conjunto de sistemas interconectados permite que as máquinas de pátio trabalhem em modo autônomo, sendo que o programador (controlador) que trabalha no Centro de Operação Integrada planeje a operação enviando suas instruções para o sistema Gestão de Portos da Vale que são repassadas para o operador que realiza de forma semiautomática ou automática. Desta forma, a empresa atinge seus objetivos que consistem em reduzir a exposição de empregados a riscos de acidentes, melhorar as condições de trabalho e a saúde do trabalhador, melhor manutenção das máquinas, diminuir custos, aumentar a produtividade e estabilizar a taxa de fluxo de transporte de material (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

As reformas portuárias buscam melhorias na produtividade e eficiência dos portos; maior capacidade de gestão e independência governamental; autonomia financeira; modernização de suas estruturas; avanço da competitividade; desregulamentação do mercado de trabalho e introdução de contratos baseados em desempenho (Cutrim, 2017).

Assim sendo, o objetivo geral do PDZ do Porto do Itaqui é promover a modernização do porto, e a integração com os demais modais de transporte. Como objetivos específicos destacam-se a otimização do uso da infraestrutura existente, a proposição de reorganização de áreas subaproveitadas e identificação de alternativas inteligentes para as expansões futuras, estabelecimento de um plano operacional e uma base de dados georreferenciada consistentes e aderentes à realidade portuária, servindo no apoio para tomadas de decisões (Emap, 2019b).

3.3. Internet of Things

A fim de atingir o objetivo estabelecido; isto é, investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da IoT como fator estratégico, este tópico versa sobre os conceitos mais relevantes da IoT, bem como, seu desenvolvimento e como esta transformação digital se apresenta nas empresas, principalmente, nas organizações portuárias.

3.3.1. Conceito IoT

A partir da revisão da literatura, o presente trabalho elucidada que as empresas atuais são forçadas a acompanhar o desenvolvimento tecnológico para se manterem competitivas em relação aos seus concorrentes. A tecnologia é um fator importante para alcançar muitos objetivos organizacionais e para desenvolver novas oportunidades estratégicas. Contudo, essa necessidade apresenta-se como um grande desafio neste segmento empresarial.

Portanto, se as empresas almejam ter sucesso e se diferenciarem no mercado, elas precisam melhorar seus processos, produtos e serviços que atingem positivamente seus clientes, como resultado, trarão maior fidelidade dos clientes, alcances de resultados e maior valor da marca. O mundo está se direcionando para o uso quase que extremo de tecnologias. As transportadoras e operadores logísticos devem sempre buscar investir nas

tendências com olhar tecnológico e buscar redução de custos sem impacto aos seus clientes (Maffei, 2016).

O surgimento da IoT se deu pelo crescimento tecnológicos e a rápida convergência de tecnologias de comunicação sem fio, eletrônica digital e sistemas microeletromecânicos (MEMS) que são objetos conectados à Internet e que compreende smartphones, Port Community System (PCS) sensores *WiFienabled*, *tablets*, dispositivos vestíveis e eletrodomésticos constituem a IoT (Ahmed et al., 2017).

Nesse contexto, Yoo, Henfridsson e Lyytinen (2010) consideram que a IoT é um tema atual e importante na área de Administração sobre a nova lógica de negócio que surgem sobre essas tecnologias digitais.

Não existe uma definição única para a IoT que seja aceita por todas as comunidades. De fato, existem muitos grupos diferentes, incluindo acadêmicos, pesquisadores, profissionais, inovadores, desenvolvedores e pessoas corporativas que definem o termo. Embora seu uso inicial tenha sido atribuído a Kevin Ashton, um especialista em inovação digital, o que as diferentes definições trazem em comum é a ideia de que a primeira versão da Internet era sobre dados criados por pessoas, enquanto a próxima versão era sobre dados criados por coisas: *“Uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de se auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente (...).”* (Madakam; Ramaswamy; Tripathi, 2015, p. 165).

A Figura 7 mostra um esquema que representa as fontes de coleta de dados relacionadas à IoT.



Figura 7: Fontes de IoT

Fonte: Ahmed et al. (2017).

Atzori, Iera e Morabito (2010) pontuam que, a Internet mudou de maneira drástica a forma como se vive, viabilizando interações virtuais entre pessoas de diferentes contextos seja social, seja profissional. Weiser (1991) conceitua IoT como “computação ubíqua” para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares e coisas de forma transparente a ponto que o ser humano perceba que eles estão lá. Este mesmo autor esclarece ainda que, esse tipo de computação ubíqua, é a presença intensa de objetos e “coisas” inteligentes ao nosso meio – tais como, sensores e telefones móveis e as etiquetas RFID – que significa identificação por rádio frequência, técnica de identificação automática por meio de sinais de rádios, armazenando e restaurando dados remotamente.

Nessa senda, Juels (2006) esclare que a radiofrequencia (RFID) é uma tecnologia para reconhecimento automatizada de objetos e pessoas. Os seres humanos são hábeis em reconhecer objetos sob um movimento de circunstâncias de desafio. Uma criatura com os olhos turvos pode identificar com facilidade um objeto em uma mesa de café desordenada, por exemplo. A percepção computacional, no entanto, realiza tais afazeres de uma maneira insatisfatória. RFID pode ser visto como um meio de rotular objetos para facilitar sua “percepção” computando dispositivos.

Complementado o esclarecimento sobre RFID, Finkenzeller (2003) assevera:

O mercado RFID pertence, portanto, ao mais rápido setor crescente da indústria de tecnologia de rádio, incluindo telefones celulares e telefones sem fio. Além disso, nos últimos anos, a identificação sem contato tem se desenvolvido em um campo interdisciplinar, que não cabe mais em nenhum dos escaninhos convencionais. Ele traz elementos de campos extremamente variados: tecnologia de RF e EMC, tecnologia de semicondutores, proteção de dados e criptografia, telecomunicações, tecnologia de fabricação e muitas áreas relacionadas. (Finkenzeller, 2003, p. 1)

Satyanarayanan (2001) utiliza o termo “computação pervasiva” como meio que possibilita uma série de aplicações na qual o usuário não precisa se preocupar com o sistema computacional e pode se manter focado em sua tarefa principal. O desenvolvimento da “computação pervasiva” cria dispositivos eletrônicos repletos de funcionalidades computacionais capazes de reconhecer e responder às necessidades contextuais e individuais das pessoas. Portanto, essa computação corresponde ao sinônimo de “conectividade pervasiva” que reflete uma computação altamente dinâmica e distribuída.

Neil Gershenfeld (1999) é o criador de dois conceitos, *Fab Labs* e *Fab Academy* que tem como princípio a ideia “coisas que pensam”, em inglês, “*things that think*”. Os *Fab Labs* representam um conjunto de sequência de pesquisas sobre como utilizar a fabricação digital para fabricar (quase) qualquer coisa. Em outras palavras, transformar os bits em átomos. O *Fab Academy*⁷ originou-se, em 1998 no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), com uma disciplina ministrada pelo próprio autor a fim ensinar pesquisadores utilizarem equipamentos em projetos customizados. Deste modo, criou-se o curso “Como fazer (quase) qualquer coisa”. Esse foi o primeiro passo para o autor perceber que as pessoas não estavam em busca da fabricação digital como fim, mas sim como meio de fazer uma fabricação personalizada. Atualmente, vê-se dispositivos cada vez menores com poder de processamento cada vez maior, além disso, a simplicidade tem permitido que tais ‘coisas’ sejam operadas por pessoas comuns dispensando conhecimentos altamente especializados.

Apesar de todos esses autores trazerem uma visão diversificada sobre IoT, todos trazem em comum o conceito de que haverá um mundo com objetos físicos do cotidiano

7 “*Fab Academy, que é um programa curricular distribuído por toda a rede de Fab Labs do mundo, onde os professores em todo o mundo vão ensinar alunos em todo o mundo, mas sempre em projetos ancorados numa comunidade.*” (Gershenfeld, 2007, n. p)

equipados com uma lógica digital, sensores e grande capacidade de conexão à Internet (Pacheco; Klein; Righi, 2016).

Fleisch (2010) esclarece que o conceito de IoT não é novo, mas que somente, em 2010, tornou-se relevante do ponto de vista prático nos negócios em razão dos progressos sobre o desenvolvimento de hardware, principalmente na última década. Fleisch explica que a ideia fundamental da IoT é que, virtualmente, todas as coisas físicas no mundo possam se tornar computadores que se conectam à Internet, ou seja, as coisas passam a ter algumas características de pequenos computadores e tornam-se então, objetos inteligentes. A IoT definida por Li et al. (2014) é uma rede de itens, incluindo sensores e sistemas conectados à Internet que permite que objetos físicos coletem e troquem dados.

No artigo sobre “Internet das coisas”, Atzori, Iera e Morabito (2010) esclarecem que a IoT é um conjunto de sensores inteligentes que podem estar ao nosso redor e prontos para interagir e cooperar a fim de atingir um propósito específico.

Lee e Cain (2008) esclarecem também que a tecnologia RFID é composto por uma antena, *tag* e um módulo (leitor) de Rádio Frequência (RF) com um decodificador (transceptor). A RFID e as tecnologias de rede de sensores surgiram com a finalidade de enfrentar o desafio no qual os sistemas de informação e comunicação estão invisivelmente embutidos no ambiente ao nosso redor. Os sensores exercem um papel fundamental na avaliação das características físicas dos objetos e na conversão em valores numéricos que podem ser lidos por outro dispositivo ou pelo usuário à medida que a IoT se torna dominante (Xisong et al., 2013).

O mercado global de sensores nos últimos anos expandiu-se e o esperado é que mantenha elevada taxa de crescimento no futuro. Vários governos, como da Alemanha e China, apresentam projetos orientados para o futuro, tal como, a Indústria 4.0⁸ da Alemanha e a Made in China 2025⁹, nos quais os sensores são amplamente aplicados em

8 Indústria 4.0: teve origem no *Industrial Hannover* Feira de 2011, com a intenção de elevar o nível de fabricação através da aplicação de novas tecnologias, como a Internet das coisas (Chu-Chi; Shyu; Ding, 2019).

9 Made in China 2025: plano chinês para atualizar, consolidar e equilibrar a indústria manufatureira da China, transformando-a em uma potência global capaz de influenciar padrões globais, cadeias de suprimento e impulsionar a inovação global (China-Britain Business Council, 2014).

diferentes campos, como redes elétricas inteligentes, edifícios inteligentes, indústrias inteligentes, cidades inteligentes e portas inteligentes. A chave para esses projetos são os dados fornecidos pelos sensores (Yang et al., 2018).

Em outras palavras, IoT consiste em adicionar recursos de detecção e comunicação a uma ampla variedade de objetos físicos e conectar esses objetos entre si pela Internet para possibilitar o controle do ambiente e a comunicação máquina a máquina (M2M), da mesma forma, que os humanos têm interagido pela Internet nas últimas décadas (Sia Partners, 2016).

A IoT tem o potencial de adicionar uma nova dimensão para os processos, permitindo a comunicação com e entre os objetos inteligentes levando a visão de "Anytime" (a qualquer hora), "Anywhere" (em qualquer lugar) e "Anymedia" (qualquer mídia). Nesse contexto, a tecnologia sem fio tem desempenhado um papel fundamental e, hoje, a relação entre rádios e os seres humanos estão se aproximando cada vez mais, uma relação de 1 para 1.

Dessa forma, o custo do rádio, a redução de tamanho, o consumo de energia, dentre outras vantagens, pode levar o usuário para uma nova era em que a proporção destes aspectos aumenta em ordens de magnitude permitindo integrar rádios em quase todos os objetos e, assim, adicionar o mundo a "qualquer coisa"; isso que constitui o conceito de IoT (Itu, 2005).

A Figura 8 apresenta a linha do tempo do desenvolvimento da história da IoT até 2011. No ano de 2005, foi apresentado na agência da Organização das Nações Unidas (ONU), o primeiro conceito sobre IoT. Essa agência divulgou um relatório sobre tendência de uma nova geração de internet, denominada Internet das Coisas. Nesse relatório, a Internet das Coisas foi conceituada como a relação de todos os objetos e dispositivos do cotidiano a todos os tipos de redes: intranets, redes *peer-to-peer* e a internet global atualmente conhecida.

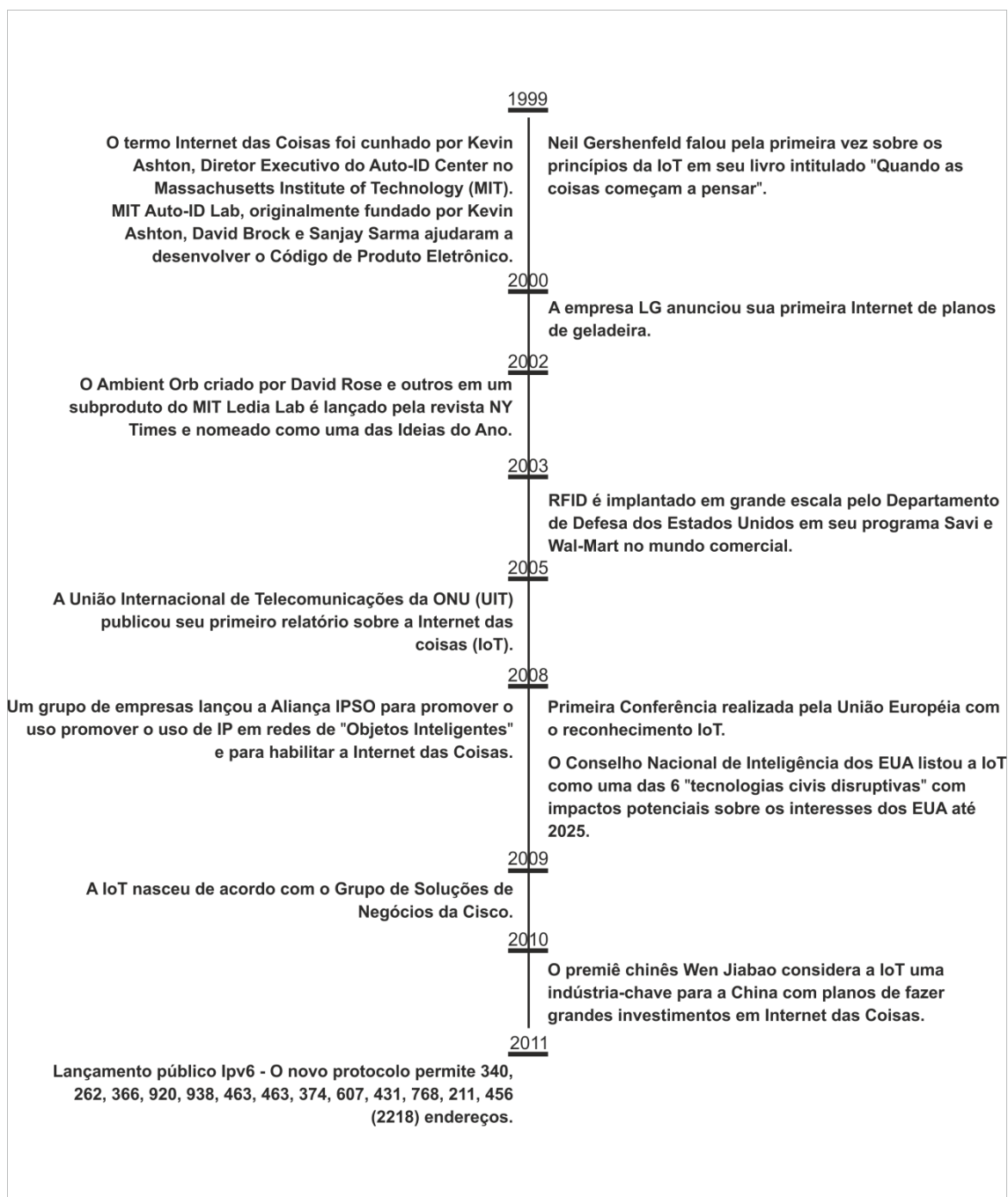


Figura 8: Linha do tempo do desenvolvimento da história da IoT

Fonte: Madakam, Ramaswamy e Tripathi (2015).

3.3.2. Implantação da IoT nas Organizações

A Internet das Coisas pode ser analisada como um divisor de águas em termos de representação digital do mundo real (dados mais precisos relacionados a eventos e ocorrências reais) e novas formas de colaboração e troca. O objetivo é catalisar a criação de um ecossistema de IoT que reúnem a próxima geração de aplicativos, dispositivos,

sistemas e tecnologias de rede e tecnologias emergentes de TIC em evolução, baseados em plataformas abertas. O maior desafio será superar a fragmentação das empresas com sistemas vertical fechados, e desenvolver arquiteturas com plataformas abertas que suportam uma cooperação de vários aplicativos em escala global (European Commission, 2017).

A IoT sugere um novo modelo de negócios e que pode estar presente nas organizações de vários setores ajustando estratégias a fim de alcançar sucesso (Yoo; Henfridsson; Lyytinen, 2010). Essa tecnologia pode ser eficaz para as empresas quando os dispositivos conectados se comunicam uns com os outros e integram com sistemas, por exemplo, de inventário gerenciado pelo fornecedor, sistemas de suporte ao cliente, aplicativos de inteligência de negócios, analista de negócios, entre outros.

Contudo, para a implantação da tecnologia IoT nas empresas é necessário um elevado investimento; por isso é indispensável avaliar todas as oportunidades e desafios induzidos pela IoT para garantir que os recursos investidos são apropriados (Lee; Lee, 2015). O primeiro passo que uma organização deve seguir para a implantação da IoT consiste em identificar as principais necessidades comerciais às quais o sistema IoT deve aderir, seguido de um detalhamento do futuro processo de negócios e, por fim, uma análise operacional para identificar os principais requisitos tecnológicos.

A IoT requer não apenas adoção de uma nova tecnologia. É um processo, tipicamente, de longo prazo que deve ser efetivado desde o início com a reengenharia dos processos de negócios. Esse desafio exige tempo, dedicação e esforço, juntamente, com a contribuição e o *feedback* de todas as partes interessadas. O gerenciamento adequado de mudanças também é fundamental para que as partes envolvidas reconheçam os benefícios da modificação e aprendam a trabalhar com o novo sistema. Testes de protótipo com integrações de pequenas tecnologias, por exemplo, já foram realizados em organizações que tinham como objetivo implantar essa tecnologia. Tais testes constataram a funcionalidade e os benefícios provando ser uma estratégia eficaz para lidar com esse desafio (Sia Partners, 2016). Deste modo, a implantação da IoT nas empresas está rapidamente se tornando o novo paradigma dominante de TI por ser uma ferramenta que visa melhorar sua eficiência e operações (Witchalls; Chambers, 2013).

3.3.3. Internet das Coisas (IoT) nos Portos

O sistema portuário é bastante complexo e composto por diferentes estágios. Inicia com a necessidade de um fluxo de informação entre os atores portuários e, em seguida, a urgência de atender o navio em todas as suas operações. O transporte e logística foram um dos primeiros setores a adotar a tecnologia IoT. Estima-se que nos próximos anos, 16,8 trilhões de euros serão investidos neste tipo de tecnologia no setor.

Para se manterem competitivas, as indústrias portuárias necessitam da adoção contínua de sistemas tecnológicos inovadores com a finalidade de gerenciar as operações de logística portuária e sua cadeia de suprimentos. Nos últimos anos, as tecnologias de IoT estão se tornando um padrão de TI nos portos marítimos em todo o mundo (Witchalls; Chambers, 2013).

A IoT faz com que o investimento em tecnologia de ponta seja um fator inevitável neste segmento; além disso, também é ideal para aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e para tomar decisões ágeis em redes amplamente distribuídas e integradas. A Figura 9 relaciona as vantagens da implantação da IoT em toda a cadeia de valor de logística, como: transporte de cargas, entrega e armazenagem.

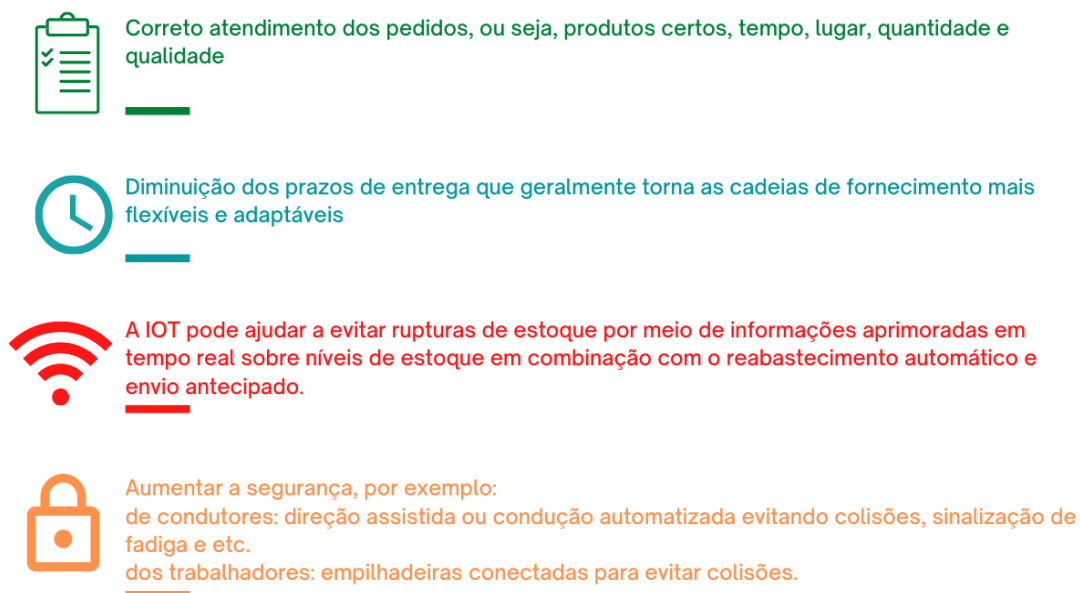


Figura 9: Vantagens da implantação do sistema IoT na cadeia de suprimentos

Fonte: Sia Partners (2016).

Para ocorrer a implantação de um sistema IoT nos portos marítimos, deve-se compreender a infraestrutura de comunicação que estabelece a conexão entre a grande quantidade de dispositivos inteligentes identificados e de baixo consumo de energia, incorporando dispositivos com tecnologias de comunicação baseadas na Internet sem intervenção humana. Al Kaderi, Koulali e Rida (2019) enfatizam que a infraestrutura da IoT depende, principalmente, da comunicação de muitos dispositivos incorporados com restrição de recursos com baixo poder de processamento, memória, energia (energia da bateria), taxa de dados e transmissão de alcance em mídias sem fio. Os autores explicam que a quantidade e variedade de dados são os dois aspectos principais no processo operacional de um terminal devido à diferença e volume dos dados gerados, eles podem ser considerados *big data*¹⁰.

Cingapura, Europa, Japão, América, Coreia do Sul, dentre outros países, nos últimos anos, investiram ativamente na informatização portuária e iniciaram construções de portos inteligentes conectados com a IoT e conseguiram expressivos resultados (Chlomoudis; Pallis, 2004 apud Xisong et al., 2013). As aplicações mais comuns da IoT na produção e gerenciamento de portos incluem: selos eletrônicos, RFID de contêiner, equipamentos portuários, monitoramento de condições de equipamentos portuários, leitura automática sem fio de medidores, gerenciamento de ativos de equipamentos de engenharia, leitura automática sem fio de medidores entre outros.

Na opinião de Siror, Huanye e Dong (2011), algumas tecnologias que compõe a IoT permitem que todos os objetos do mundo se interconectem nos portos:

- i. a tecnologia de sensor permite que os objetos tenham "percepção";
- ii. a tecnologia RFID os faz "falar";
- iii. M2M permite que eles "troquem".

¹⁰ *Big Data*: Relacionado ao sistema de informação, descreve o grande volume de dados estruturados e não estruturados que são gerados a cada segundo. Pode ser definido pelos 5 Vs; Volume: relacionado a grande quantidade de dados gerados; Variedade: as fontes de dados são muito variadas, o que aumenta a complexidade das análises; Velocidade: Devido ao grande volume e variedade de dados, todo o processamento deve ser ágil para gerar as informações necessárias; Veracidade: A veracidade está ligada diretamente ao quanto uma informação é verdadeira; Valor: Este conceito está relacionado com o valor obtido desses dados, ou seja, com a "informação útil" (Nascimento, 2017).

Com a aplicação da tecnologia IoT nas docas¹¹ dos portos (como: matrícula eletrônica RFID, trava aduaneira eletrônica RFID, contêiner inteligente, balanças eletrônicas de plataforma, identificação de cartão – IC) tornou-se possível alcançar supervisão rigorosa e liberação alfandegária eficiente economizando mão de obra e custo (Xisong et al., 2013).

3.3.4. Internet das coisas (IoT) e a indústria 4.0 nas organizações portuárias

A Indústria 4.0 representa a promessa de uma nova revolução industrial que combina práticas avançadas de fabricação e operação com tecnologias digitais inteligentes para criar uma empresa digital que não seja apenas interconectada e autônoma, mas também capaz de compartilhar, analisar e usar dados para impulsionar a ação adicional inteligente de volta ao mundo físico. Apresenta formas de levar tecnologias inteligentes e conectadas para organizações, pessoas e ativos e é marcada pelo surgimento de oportunidades como robótica, *analytics*, inteligência artificial e tecnologias cognitivas, nanotecnologia, computação quântica, dispositivos vestíveis, internet das coisas, aditiva fabricação e materiais avançados.

A Indústria 4.0 está mudando a forma como as empresas funcionam e, como resultado, as apostas pelas quais são forçadas a competir. As organizações precisam decidir em quais novas tecnologias investir para se manterem competitivas na era da Indústria 4.0. Sem uma compreensão clara das mudanças que esse novo ambiente tecnológico traz, as empresas podem ficar em desvantagem (Cotteleer; Sinderman, 2017).

Com a revolução das indústrias 4.0, as empresas manufatureiras no sentido clássico certamente permanecerão no mercado. Mas os colaboradores, sem dúvida, transformarão, no todo ou em parte, suas organizações, processos e habilidades durante a revolução industrial. E haverá novos concorrentes com modelos de negócios industriais fundamentalmente novos e com novas tecnologias transformadoras. A Internet ou os telefones celulares, não tiveram sucesso simplesmente porque eram novas, mas porque a transmutação social também se prosseguiu. A Internet como tecnologia não inventou as redes sociais, mas as redes sociais evoluíram com a internet. Isso permite um maior

11 Docas: Parte abrigada de um porto, dispendo de cais acostável onde se podem recolher embarcações para fugir do mau tempo ou para carregar e descarregar (André, 1999).

desenvolvimento. O mesmo acontecerá com a Indústria 4.0, que apresentará novos recursos que mudarão as regras do jogo para os jogadores da indústria. O desenvolvimento ocorrerá em taxas diferentes em diferentes manufaturas (Liggesmeyer, 2013).

A quarta Revolução Industrial, Internet Industrial das coisas (IIoT) ou apenas Internet Industrial são termos normalmente empregado como sinônimo de Indústria 4.0. As diferenças entre os termos ou iniciativas dizem respeito principalmente a *stakeholders*, foco geográfico e representação (Bledowski, 2015 apud Hassan, 2018). A IIoT ainda descreve semanticamente um funcionamento tecnológico, enquanto a Indústria 4.0 está mais associada aos impactos econômicos esperados (Hassan, 2018).

Assim, existem muitas tecnologias que IoT e IIoT têm em comum. Essas tecnologias incluem análise de dados, tecnologia de nuvem, sensores e interação máquina a máquina, mas IoT e IIoT têm usos diferentes para essas tecnologias. O objetivo dos aplicativos IoT é fazer com que os dispositivos interajam entre si em muitas áreas diferentes de nossas vidas, como saúde, negócios, cidades, governo, etc. Os dispositivos inteligentes são ótimos exemplos de aplicativos de IoT. Esses aplicativos geralmente não correm o risco de uma emergência se algo der errado com eles. No entanto, o objetivo da IIoT é a interação de dispositivos e máquinas em setores industriais, como manufatura, petróleo e gás e serviços públicos. No caso de aplicativos IIoT, o depósito é muito alto se algo der errado. Um aplicativo IIoT com falha pode levar a situações de risco de vida. Enquanto os aplicativos IoT visam tornar a vida de seus usuários mais confortável, os aplicativos IIoT visam tornar as operações industriais mais eficientes, garantindo a saúde e a segurança de todas as pessoas envolvidas (Magomadov, 2020).

Em complemento, o autor consigna que a IIoT é uma das tecnologias mais importantes fornecidas pela quarta revolução industrial (Magomadov, 2020). Esse fenômeno é uma tecnologia promissora que tem potencial para transformar drasticamente os segmentos industriais.

A IoT desempenha um papel substancial na chamada indústria 4.0. Como relação entre a tecnologia da informação e a tecnologia operacional, a IoT tem vantagens que atende a ambos os parceiros. O universo operacional da máquina está se tornando mais humano devido às “coisas”. Além disso, os sensores estão mais arrojados. Mas, graças a

essas “coisas”, o universo da TI está se tornando mais integrado no domínio das operações, e com mais oportunidades de agregar valor “em que lugar está a ação”. No estudo de Liggesmeyer (2013) foi examinado as três principais razões para as indústrias aderirem a IoT:

- i. Os benefícios da interação da máquina (m2m) começam com maior velocidade e inteligência;
- ii. Os benefícios de uma melhor manutenção: de preferência Manutenção Preditiva;
- iii. Os benefícios do engajamento ou interação com o cliente: humanos e industriais inteligentes.

No tópico seguinte será aprofundado mais detalhadamente sobre portos inteligentes, porém, neste presente tópico, é importante ressaltar que tornar-se um porto inteligente significa desenvolver soluções que atendam aos desafios atuais e futuros, incluindo restrições espaciais, aumento da produtividade, riscos de segurança e foco na sustentabilidade. Os portos inteligentes utilizam múltiplos sistemas integrados em suas operações, principalmente nos terminais de movimentação e armazenagem de contêineres. Um porto inteligente é caracterizado por operações logísticas automatizadas envolvendo dispositivos conectados a uma rede de sensores inteligentes e equipamentos sem fio via Internet das Coisas (IoT), centrado em um *data center* (*big data center*) que faz parte da infraestrutura do porto. Isso ajudará a aumentar a produtividade e o desempenho das operações portuárias (Yang et al., 2018; Barreto; Amaral; Pereira, 2017; Witkowski, 2017; Chen et al., 2021; González et al., 2020; Botti et al., 2017; Molavi; Lim; Race, 2019).

A Smartport, como também é chamado os portos inteligentes, prática a Filosofia da Indústria 4.0 nas operações de movimentação e armazenamento de contêineres, aplicando tecnologia de ponta, usando equipamentos integrados de última geração e continuam inovando com sistemas de informação, *big data* e sistemas de simulação. Realidade aumentada, sistemas de automação e robótica, Internet das Coisas, segurança cibernética e nuvem (Moura, 2021).

Para se tornar um porto 4.0, o porto deve passar por uma transformação digital e Garín (2020) divide esse processo em quatro níveis, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Níveis de transformação de um porto digital

Nível de Transformação	Descrição
Transformação Digital Interna	Cada setor portuário trabalha de maneira individual, e unicamente na digitalização dos processos internos seguidos por cada organização.
Porto Conectado	A digitalização do porto ultrapassa os limites internos das organizações, e se busca aumentar a eficiência dos processos e obter a redução de custos.
Comunidade portuária conectada	Busca-se alcançar uma aliança de toda comunidade portuária para a criação de um nó logístico conectado e coordenado.
Porto Hiperconectado	As pessoas, organizações e objetos se encontram conectados entre si e aproveitam as vantagens das tecnologias digitais, de informação e comunicação emergentes.

Fonte: Adaptado de Garín (2020).

A hiperconectividade é definida por Fredette et al. (2012), como sendo um fenômeno que facilita o acesso à conexão (através de dispositivos móveis e computadores), trazendo interatividade, riqueza em informações e registros semipermanentes. Com o elevado aumento da ligação digital entre todos os processos e os envolvidos mostra que, em cada nível de automação nos portos, o uso de novas tecnologias admite que o porto fique mais conectado.

Os autores consideram que a IoT e a hiperconectividade tornam os processos da cadeia de suprimentos (como gerenciamento de estoque e monitoramento de oferta e demanda) mais eficientes, pois conectam clientes, fornecedores e fabricantes (Fredette et al., 2012). Em complemento, González et al. (2020) evidenciam que por meio das tecnologias de informação e comunicação (TICs), será mais fácil gerenciar os portos com eficiência e segurança. A melhoria da comunicação entre os envolvidos nas operações portuárias pode ajudar a garantir um controle mais rigoroso da entrada e saída de mercadorias, o que pode ajudar a melhorar a segurança aduaneira.

3.4. Portas Inteligentes nos Portos

Existem diversas definições de portas, pois elas podem variar de acordo com suas funções e organizações institucional, podem variar como um pequeno cais para atracar navio a um centro de grande escala com numerosos terminais (Bichou; Gray, 2005).

Portas inteligentes são portas automatizadas que usam tecnologias inteligentes de ponta, incluindo IA, IoT, *Big Data* e *blockchain*, a fim de melhorar o desempenho e a eficiência do setor de remessas (Figura 10). Essas portas registram e monitoram dados e os utilizam para executar melhores decisões. Devido ao aumento no tamanho dos navios de carga, os portos adaptam seu planejamento de acordo com as necessidades utilizando a digitalização.



Figura 10: Portas Inteligentes nos portos

Fonte: Mundo Marítimo (2020).

A previsão é que o mercado global de portos inteligentes alcance de US\$ 2 bilhões até o final de 2025, pois o mercado segue impulsionado pela necessidade de reduzir o tempo dos navios nos portos e o custo do transporte marítimo por meio da transformação digital e implementação de porta inteligente (Mundo Marítimo, 2020). Ainda sobre o assunto, Siror, Huany e Dong pontuam que:

Portas inteligentes são um sistema de serviço para transporte portuário baseado na moderna tecnologia da informação eletrônica, cujas características são fornecer serviços de informações variadas para os participantes do porto com base na coleta, processamento, liberação, troca, análise e uso das informações relevantes. (Siror; Huanye; Dong, 2011, n. p.)

O trabalho de Paixão e Marlow (2003) sugere que as portas sejam mais ágeis para serem capazes de competir com sucesso entre si e, ao mesmo tempo, tornarem-se elementos logísticos essenciais da cadeia de transporte. Tal mudança permitirá que os portos atendam às tendências futuras das cadeias de abastecimento no que diz respeito a estratégias baseadas no tempo para reduzir os custos de estoque e diminuir o tempo de

trânsito nos portos, certamente, também o tempo de entrega criando assim uma maior utilidade e variedade dos serviços prestados.

As Portas Inteligentes integradas à IoT podem obter compartilhamento eficiente de dados e estabilidade dos serviços portuários. Em outras palavras, as Portas Inteligentes podem trazer um desenvolvendo inteligente nos serviços e na infraestrutura portuária com o gerenciamento integrado.

A crescente complexidade e competitividade da indústria portuária exigem contínua aplicação de sistemas tecnológicos inovadores para gerenciar as operações de logística portuária e cadeia de suprimentos (De Martino et al., 2013). Os últimos anos, a tecnologia IoT tornou-se uma pauta recorrente nos debates sobre gerenciamento de portos. Entretanto, apesar de alguns autores relatarem os domínios operacionais das portas mais afetados pela IoT, faltam estudos sobre os efeitos dessas tecnologias no redesenho dos negócios e processos em portos marítimos (Wu et al., 2013).

A tecnologia IoT é a base para o desenvolvimento das Portas inteligentes. Assim, os equipamentos de manuseio, navios, contêineres, veículos e instrumentos amplamente distribuídos nos portos globais, podem estar conectados a essa rede e com isso oferecer facilidade de trabalho em muitas áreas portuárias.

A implementação de portas inteligentes requer várias etapas. Primeira, envolve o desenho de estratégias diferentes com base nos requisitos específicos do porto, pois cada porto lida com um tipo diferente de carga. Segunda, envolve o processo de entendimento das principais vantagens e desvantagens dos sistemas tradicionais e resolvê-los. Terceira e última etapa, envolve o processo de tomada de decisão para escolher uma tecnologia pronta ou personalizada (Mundo Marítimo, 2020). As vantagens da implantação das portas inteligentes nos portos, conforme Wu (2013), são apontadas nos itens a seguir:

- i. realização da logística portuária informatizada, diminuir os custos dos serviços de logística portuária e melhorar a eficiência dos serviços e sua economia;
- ii. melhoria do nível de gerenciamento de portas e tomada de decisões como, por exemplo, controle remoto de agendamento, aquisição, armazenamento e processamento de informações, bem como automação e otimização dos processos de logística portuária e organização da produção;

- iii. alcance uma conexão perfeita com os portos e companhias de navegação, ferrovias, estradas, estações, expedição de mercadores, armazenagem e outra logística relacionada ao porto obtendo integração e compartilhamento de informações;
- iv. com a construção inteligente de portos a conexão das informações nas alfândegas, departamento de inspeção marítima, de mercadorias e outras áreas relacionadas, aprimora a eficiência do desembarço aduaneiro e do nível de serviço portuário;
- v. permite a integração de recursos de informações de logística portuária para proporcionar suporte na implementação do porto inteligente e planejamento inteligente de sistemas de transporte.

Ao avaliar a disponibilidade de tecnologia no porto devemos entender o equilíbrio entre oferta e demanda. Os portos marítimos são muitas vezes “proprietários”, seu modelo de negócios gira em torno do fornecimento de terrenos e serviços para demandantes, como operadores de terminais e empresas que atuam no setor de transporte e logística (T&L). Conseqüentemente, há uma distinção importante entre as inovações tecnológicas no nível do terminal e no nível do porto.

Uma implementação completa de IoT baseada em porta deve beneficiar tanto os usuários da porta quanto a própria autoridade portuária (Berns et al., 2017).

Existem três desafios principais que impulsionam a necessidade de portas inteligentes segundo (Berns et al., 2017):

- i. excelência operacional: Este é o maior desafio que impulsiona a IoT nos portos. Do lado da oferta, especialmente das autoridades portuárias, capacidade, eficiência, confiabilidade, suporte e custo são fatores-chave no valor fornecido aos clientes (como operadores de terminais). Do lado da demanda, os usuários do porto podem exigir serviços adicionais, como economia de tempo, segurança e rastreabilidade. Melhorar esses pontos para ambos os lados é onde estão os ganhos rápidos para as portas. A importância desse desafio se reflete na atual IoT;
- ii. migrando atividades: Um segundo desafio que estimula a implantação da IoT nos portos é a migração de atividades. A necessidade de ser inteligente

também é impulsionada por um ambiente de mercado externo desafiador. Olhando para a Europa, vemos uma mudança no poder de compra das tradicionais regiões ocidentais. O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) é mais forte na Europa Oriental, onde o custo de vida é mais baixo. Muitos dos *Everyday carry* (EDCs), tradicionalmente localizados no noroeste da Europa, mudaram suas atividades para o leste. Isso pode levar a mudanças subsequentes na rede de transporte da região, pressionando ainda mais os portos atualmente líderes de mercado (Roterdã, Hamburgo, Antuérpia e Amsterdã). Os líderes portuários tradicionais também estão em risco devido a mudanças nas redes globais de transporte. Desenvolvimentos como as rotas China-África que reduzem a necessidade de transbordo na Europa Ocidental, o crescimento de centros de transbordo no Oriente Médio, cinturões, projetos rodoviários e até rotas do Ártico podem levar a uma mudança na carga. Isso aumentará a concorrência e tornará a proposta de valor criada pela IoT, como redução de custos e ganhos de eficiência, mais importante;

- iii. novas oportunidades de negócios: O terceiro desafio que impulsiona a IoT nos portos é o desenvolvimento de novos modelos de negócios (orientados por dados). Os aplicativos de IoT fazem mais do que atualizar as estruturas existentes e simplificar os modelos de negócios estabelecidos. Para liberar todo o potencial das soluções baseadas em *insights*, as autoridades portuárias precisam repensar as formas tradicionais de criação de valor. As três estratégias descritas por Porter — diferenciação, liderança em custos e foco — não são mais mutuamente exclusivas, mas se reforçam mutuamente. Além dos fluxos físicos, o foco está em modelos (orientados por dados), como serviços de valor agregado, assinaturas, aplicativos e qualquer coisa como os modelos de negócios que exploram a computação na nuvem para realizar serviços *Everything as a Service* (XaaS).

3.5. Principais Tecnologias da IoT para Construir Portos Inteligentes

Xisong et al. (2013) apresentam em seu trabalho algumas tecnologias da IoT que são essenciais para a construção de portos inteligentes, cujas condições de desempenho são: alta estabilidade; alta segurança; alta taxa de reconhecimento; e alta confiabilidade.

Os Portos Inteligentes podem monitorar online em tempo real o veículo, o contêiner, a carga, o navio e o processo de liberação. Os principais fornecedores no mercado global de portos inteligentes são Trelleborg, IBM, ABB, Traxens, Siemens, Liebherr, AGT Group, Kerry Logistics, Huawei, Cisco, Nokia, Ericsson, Konecranes, Navis, Kalmar, ProDevelop, Inform e Wärtsilä. De acordo com a Infoholic Research, o mercado global de portos inteligentes crescerá a um CAGR (*Compound Annual Growth Rate* – Taxa de Crescimento Anual Composto) de aproximadamente 18% durante o período planejado para 2019-2025 (Mundo Marítimo, 2020).

O Quadro 6 lista a importância das tecnologias na construção de Portos Inteligentes. Além disso, o Sistema de Posicionamento Global (GPS)¹², o Sistema de Informação Geográfica (SIG) utilizado para rastrear a posição do veículo e outras tecnologias de IoT, podem ser realizados para rastreamento e monitoramento de contêineres, otimização do caminho de transporte de caminhões e programação ideal.

¹² GPS: Sistema de rádio navegação desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos com o objetivo de ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas (Monico, 2001).

Quadro 6: Principais tecnologias da IoT na construção de Portos Inteligentes

TECNOLOGIA	APLICABILIDADE
Sensor	Dispositivo que tem a função de detecção de algum estímulo, pode sentir as informações e transformá-la em sinal elétrico ou outra forma, a fim de atender à transmissão, armazenamento, processamento, exibição, registro e controle de informações.
RFID	Tecnologias que utilizam a frequência de rádio para captura automática de dados e identificação de objetos através de uma rede de comunicação sem fio para um sistema central de informações, com a função de obter a identificação dos bens (produtos). São conhecidos como etiquetas eletrônicas, tags, RF tags ou transponders.
WSN(do inglês Wireless Sensor Network-Redes de sensores sem fio)	Tecnologia de processamento que em tempo real pode perceber, adquirir e monitorar as informações do ambiente e fiscalizar objetos através de uma variedade de micro sensores integrados; além de processar informações por meio de um sistema incorporado e transmitir informações.
Comunicação em Rede	Sistemas que dispõem uma forma de comunicação entre si com a finalidade de compartilhar informações. Tecnologia de Comunicação em Rede é a ligação eletrônica de informações, comunicação mediada por um computador ou periférico. Essa tecnologia de sensor pode ser dividida em duas categorias, comunicação de curto alcance (IEEE ¹³ 502.15.4 e 2.4 Ghz ¹⁴) e comunicação rede de longa distância (WAN, comunicações móveis IPv6, 2G / 3G / 4G)
M2M	M2M refere-se ao envio de dados de um terminal (máquina) para outro. M2M é a tecnologia geral para melhorar a comunicação geral de máquinas e equipamentos tecnologia e recursos de rede.
Terminal do veículo	O terminal do veículo pode ser usado para pátio inteligente, armazém inteligente e veículos de grande porte, como caminhão contêiner, empilhadeira e ferramentas. Ele pode transmitir as informações RFID de ferramentas de veículo ou carga para o centro de monitoramento por meio de comunicação sem fio de curto alcance (3G ou <i>WiFi</i>) para atingir o objetivo de monitoramento em tempo real.
Terminal móvel portátil	Pode ser usado para porta de cartão inteligente, pátio inteligente, armazém inteligente e centro de supervisão alfandegária para obter monitoramento remoto de vídeo e dados de transporte e carga.

Fonte: Adaptado de Xisong et al. (2013).

13 IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers): colabora no incremento da prosperidade mundial, promovendo a engenharia de criação, desenvolvimento, integração, compartilhamento e o conhecimento aplicado no que se refere à ciência e tecnologias da eletricidade e da informação, em benefício da humanidade e da profissão (Ieee, 2022).

14 GHz: Símbolo de Gigahertz, unidade de medida utilizada geralmente para mensurar a frequência das ondas eletromagnéticas (Dicionário Online de Português, 2009).

No entanto, na era da transformação digital dos portos um dos maiores desafios continua sendo determinar quais tecnologias, como podem ser implementadas e como podem apoiar a estratégia digital geral do porto. Embora as portas inteligentes com iniciativas de IoT sejam louváveis, ainda há um longo caminho a percorrer antes que possamos falar sobre portas totalmente integradas que alavancam os recursos de IoT e aplicativos orientados por informações, em outras palavras, verdadeiras “portas inteligentes”(Berns et al., 2017).

3.6. O Caso do Porto de Hamburgo

O Porto de Hamburgo é um dos principais portos do mundo que realizou a implantação da tecnologia IoT. Trata-se de um dos portos mais movimentados da Europa, juntamente com Roterdã na Holanda e Antuérpia na Bélgica e de importante fator econômico para a cidade e para o país. Responsável por uma diversidade de produtos usual de contêineres e carga a granel (seca e líquida), ambos com aumento contínuo e constante de volume. O porto gera mais de €750 milhões em receita anual de impostos para a cidade de Hamburgo (Hamburg Port Authority, 2012).

O porto está localizado no coração de Hamburgo, e, aproximadamente, um décimo da área total da cidade pertence ao porto. Em virtude de sua limitação de espaço e o crescente aumento de produtividade e volume, este porto teve como objetivo criar um ambiente de porta mais eficiente, seguro e de baixo custo.

O Sistema inteligente de armazenamento tem capacidade para detectar as necessidades da carga e ajustar os fatores para manter a qualidade do produto e diminuir os danos sobre a carga. Câmeras, sensores de abertura e sensores de detecção de calor, além de sistemas de alarme, impedem o roubo e fornecem informações sólidas para o planejamento de melhorias de segurança (Hamburg Port Authority, 2010).

Assim, o Porto de Hamburgo é uma instituição identificada como líder na implantação da IoT com o objetivo de manter e aumentar o crescimento dos negócios e sua competitividade internacional, minimizando as externalidades do porto para os habitantes da cidade e a modernização por meio da inovação tecnológica. No tocante aos aspectos negativos do Porto de Hamburgo, são identificados: congestionamento de tráfego, poluição, segurança rodoviária e impacto ambiental do porto.

No Porto de Hamburgo existe um fluxo intensificado de tráfego de caminhões impactando diretamente e intensamente a cidade de Hamburgo e o porto. Para que o porto se mantenha competitivo e atraente para os negócios e a cidade interessante para seus habitantes, foi imprescindível desenvolver soluções para gestão desse fluxo de tráfego.

A sede de supervisão ferroviária do *Port Road Management Center* (porto de Hamburgo), também gerencia, de maneira semelhante, o transporte ferroviário. O trabalho de exploração de dados tanto no transporte terrestre, aquático e ferroviário permite que o porto de Hamburgo reduza tempo da viagem e realize programações para futuros investimentos ou transformações na infraestrutura de tráfego para otimizar ainda mais o fluxo de tráfego.

Contudo, os sistemas de tráfego IoT rodoviário, ferroviário e aquático não foram desenvolvidos e implementados simultaneamente. Porém, a Autoridade Portuária de Hamburgo (HPA) está implantando um centro de tráfego intermodal, integrando esses sistemas e permitindo trocas de dados e retorno de *feedback* entre eles, pois os diferentes modos de transporte obviamente interagem entre si e não podem ser vistos como independentes.

No ano de 2012, a HPA criou um Plano de Desenvolvimento Portuário para 2025. Este projeto tinha como alvo desenvolver um planejamento estratégico propondo modernizar e atualizar a infraestrutura portuária e inserir práticas de desenvolvimento e inovação para este porto, entre eles, detalhar a evolução planejada em direção a um porto inteligente. O plano de desenvolvimento enfatiza três pontos principais de logística inteligente: infraestrutura de porta inteligente, fluxos de tráfego inteligente e fluxos comerciais inteligentes (Ferretti; Schiavone, 2016).

Seguem alguns apontamentos acerca da infraestrutura de Portas Inteligentes do Plano de Desenvolvimento da HPA, para 2025, baseado na tecnologia IoT:

- i. **Infraestrutura de Portas Inteligentes:** sensores para agilizar a comunicação nos ativos tangíveis deste porto; iluminação adaptada automaticamente para dar destaque a objetos ou locais específicos que demandam atenção ao longo de uma atividade, sustentados por um sistema inteligente que sabe exatamente que tipo de atividade está ocorrendo; sistema inteligente de armazenamento com competência para detectar, umidade, temperatura da pressão

atmosférica¹⁵ e ventilação em contêineres ou armazéns; iluminar áreas indispensáveis para os portos com base na percepção de movimento para diminuir custos de energia;

- ii. **Fluxos de Tráfego Inteligentes:** os sistemas de tráfego IoT rodoviário, ferroviário e aquático não foram desenvolvidos e implementados simultaneamente. Porém, o porto implantou um centro de tráfego intermodal, integrando esses sistemas e permitindo trocas de dados e retorno de *feedback* entre eles, pois os diferentes modos de transporte obviamente interagem entre si e não podem ser vistos como independentes. Com o objetivo de reduzir o fluxo de tráfego a HPA desenvolveu algumas medidas: O Centro de Gerenciamento de Estradas Portuárias (CGEP) recebe atualizações contínuas sobre o *status* das pontes (ou seja, aberto/fechado) e o tráfego em todo o porto. Em 2011, sensores nas estradas e pontes foram instalados com a finalidade de monitorar esse trabalho e enviar as informações sobre o tráfego para o CGEP. Esses dados admitem que o sistema de gerenciamento de tráfego determine com eficiência os fluxos de tráfego nas estradas para otimizar os roteadores e, portanto, minimizar o congestionamento e o tempo de trânsito para todos os clientes; os semáforos também foram digitalizados com o objetivo de informar aos motoristas as direções propostas. A HPA adaptou o fornecimento dessas informações por meio dos computadores de bordo e pelos *smartphones* dos motoristas; no tráfego de navios, a identificação automática por radar, além da detecção de velocidade, pode ser realizada não só por *status* como está das pontes, como acontece nas estradas, mas também o *status* em que está o navio, o que reduz ainda mais o tráfego de acordo com os atrasos previstos. Assim, as pontes podem ser planejadas para abrir e fechar no tempo determinado, e abrir apenas o necessário para a passagem do navio, e essa mesma informação é usada para o roteamento de tráfego;
- iii. **Gerenciamento de fluxos comerciais:** com a implantação dos sistemas tecnológicos IoT no porto de Hamburgo, o trabalho de gerenciamento de fluxo, tanto de RFID como de identificação automática por radar, foi automatizado, pois com esses aparelhamentos, as autoridades portuárias

15 Pressão atmosférica ou pressão barométrica: Força exercida, por unidade de área, pela coluna de ar atmosférico acima de nós (Libardi, 2016).

recebem as informações ao mesmo tempo sobre todo o trabalho que está sendo realizado no porto, como por exemplo: Qual a origem e o destino das mercadorias e o que está se movendo no porto; Como devem carregar e descarregar as cargas de acordo com os prazos de entrega esperado e quais serviços portuários precisam ser implantados para o manuseio apropriado; Os serviços de coleta ou armazenagens, graças também ao GPS, podem ser alertados automaticamente sobre atrasos para reajustar as entregas ou horários de entrada e ajustar os requisitos de manuseio (por exemplo, para mercadorias sensíveis ou perecíveis); e sensores de status em guindastes, carregadores de paletes etc.; Todas essas explorações de dados otimizam os cronogramas de manuseio de materiais e com isso minimizar o tempo de trabalho. Essas informações são compartilhadas com os *stakeholders*¹⁶ por meio de uma plataforma integrada de informações de carga. Essas tecnologias, simultaneamente com a inspeção visual inteligente, também ajudam a reduzir a quantidade de verificações físicas necessárias nos pontos de controle personalizados, o que, por sua vez, reduz os custos de mão de obra e o tempo na alfândega.

Pacheco (2018) esclarece que o porto de Hamburgo é chamado de "*Gateway to the World*" ou "Porta para o mundo". O porto tem rotatividade de 140 milhões de toneladas por ano e segundo peritos nesta área portuária, esse número vai dobrar até 2030. A Figura 11 demonstra o levantamento da Ponte do Rio Elba, na Alemanha.

16 *Stakeholders*: "(...) são indivíduos e organizações que estão ativamente interessados em um projeto ou cujos interesses podem ser positiva ou negativamente afetados pela execução ou conclusão do projeto." (Trindade, 2011, n. p.). Significa todas as partes envolvidas no processo.

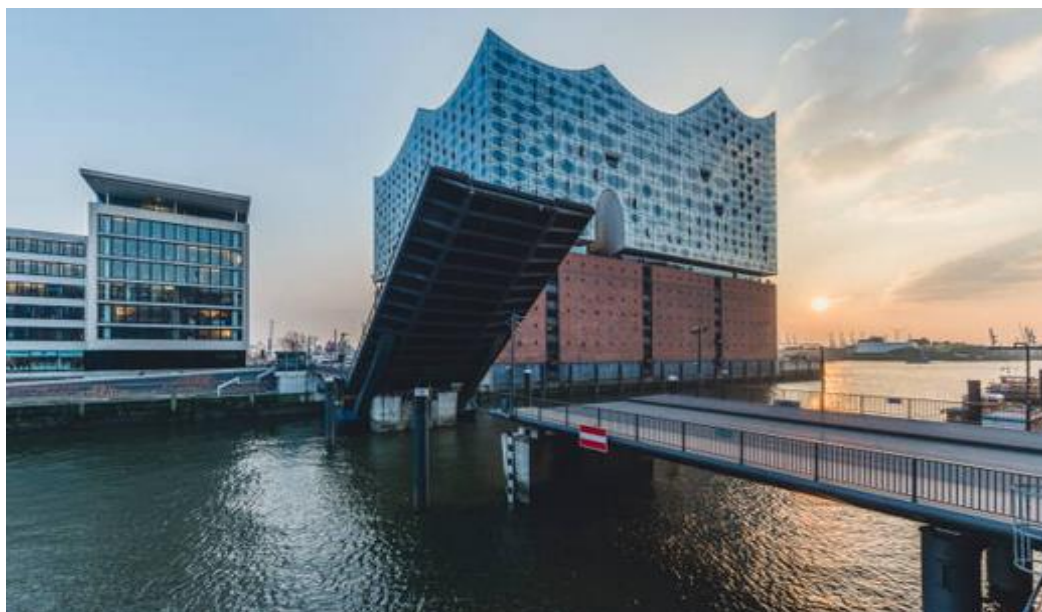


Figura 11: Levantamento da Ponte do Rio Elba para a passagem de navios

Fonte : Pacheco (2018).

3.7. Gestão Cooperativa

Para melhor esclarecer sobre a cooperação nos portos como gestão e como sistema, o tópico seguinte explica sobre a distinção entre cooperação e colaboração de acordo com a visão dos principais autores sobre este tema e esclarece como os portos podem ser cooperativos investindo em novas transformações digitais como a IoT. Cabe ressaltar que o presente estudo adota a linha que os portos são cooperativos.

3.7.1. Colaboração x Cooperação

Ser colaborativo compreende mais do que apenas dividir informações, isso é cooperação. A colaboração incide, de fato, quando todos que estão envolvidos no processo, dividindo seus pontos de vista, conhecimentos e se preocupando com o resultado para a empresa como um todo. Um projeto verdadeiramente colaborativo é aquele que não pertence a um gestor e, sim, aos funcionários da empresa.

Cooperação e colaboração são conceitos que significam “trabalhar em conjunto”. O diferencial é cooperar; quer dizer, cada parceiro oferece no “trabalho conjunto” aquilo que melhor pode oferecer e atua de forma complementar, a fim de garantir sua independência. Ou seja, ao cooperar com outras empresas, cada membro mantém sua individualidade, participando das decisões da rede e dividindo os benefícios e os

resultados que são alcançados por meio das atividades conjuntas. Quando a colaboração não é equivalente e equilibrada, a situação impõe a existência de um ator principal a quem caberá toda a responsabilidade pelo projeto/programa dos resultados almejados. Assim, os resultados mais relevantes do ponto de vista de aplicação estratégica, industrial e comercial serão de inteira responsabilidade desse ator, enquanto os outros membros tornam-se coadjuvantes (Silva, 2007).

A colaboração teve que evoluir para parceria mais equivalente, valorizando o diálogo, a negociação, a decisão conjunta, a definição de projetos em comum acordo e a divisão dos custos, principalmente nas áreas de desenvolvimento e pesquisa. O que diferencia as duas formas de “trabalhar junto” coloca à disposição da cooperação o que de melhor tem em cada parceiro de maneira complementar sempre garantindo a individualidade de cada membro. Dentro das funções da administração, atualmente, quando se pensa em cooperação, pode-se observar que a coordenação supre controle e a confiança entre os parceiros passa a ser o princípio básico. Um resultado considerado bom da cooperação compete aos parceiros, segundo acordo previamente estabelecido, proporcional ao esforço de cada um, pois existe confiança entre eles (Silva, 2007; Aragón, 2005).

O desenvolvimento do conhecimento somente acontecerá se houver cooperação; a troca de informações entre os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem refere-se à colaboração. Neste sentido, o trabalho de Roschelle e Teasley (1995) enfatiza que a colaboração é um processo pelo qual os indivíduos negociam e compartilham significados relevantes para a tarefa de resolução de problemas em questão. Na visão dos autores, o trabalho cooperativo é realizado por meio da divisão do trabalho entre os participantes, como uma atividade em que cada pessoa é responsável por uma porção da solução do problema ao passo que a colaboração envolve o “(...) *empenho mútuo dos participantes em um esforço coordenado para solucionar juntos, o problema.*” (Roschelle; Teasley, 1995, p. 70). Portanto, colaboração é considerada como algo garantido entre os parceiros envolvidos e a confiança é um fator crítico para o sucesso de todos.

Alguns dicionários, tanto da língua inglesa quanto portuguesa, definem o termo “colaboração” e “cooperação” de forma unívoca, sendo uma ação conjunta para a realização de objetivos comuns. Embora alguns autores também adotem os termos como

sinônimo, como Love e Roper (2004), a maioria dos estudiosos fazem distinção dos conceitos sobre colaboração e cooperação, como o caso de Polenske (2004).

Axelrod (1984) entende que o sentido de colaboração está relacionado com contribuição. Fundamentado na teoria dos jogos, o estudioso esclarece que existe uma expectativa de que a interação entre os autores se prolongue por um longo tempo para se ter a melhor estratégia e colaboração.

Na grande maioria das vezes, dentro das organizações existe uma conduta cooperativa, é nela que a colaboração entre departamentos pode não chegar ao objetivo desejado. Isso porque as pessoas estão condicionadas a terem um comportamento cooperativo, preparado para ajudar e partilhar informações. Porém, poucas vezes os indivíduos são realmente colaborativos, percebem dificuldades em compartilhar todo o processo.

As pessoas colaboram pelo prazer de repartir atividades ou para obter benefícios mútuos, dessa forma a colaboração é entendida como uma forma de atuar junto, “juntar tudo”, nas relações sociais ou profissionais para atingir objetivo comum (Campos et al., 2003).

Kemczinski et al. (2007) definem colaboração como um trabalho em conjunto onde cada participante do grupo desenvolve uma parte da tarefa de um trabalho específico na conclusão deste trabalho, as partes realizadas por cada participante do grupo, são unidas, formando então o trabalho como um todo.

A colaboração é uma estratégia de trabalhar por meio de trocas de informações em grupos e com o mesmo objetivo, com a finalidade de aumentar a produtividade e alcançar metas comuns. Por isso que as atividades realizadas por meio da colaboração, em sua grande maioria, envolvem ações interligadas e os objetivos são comuns e compartilhados (Gerosa; Fuks; Lucena, 2001).

Colaboração é um processo através do qual, diferentes partes, vendo diferentes aspectos de um problema podem, construtivamente, explorar suas diferenças e, procurar limitadas visões. Colaboração ocorre quando um grupo de “autonomous stakeholders” com domínio de um problema se envolvem em um processo interativo usando divisão de papéis, normas e estruturas para agir ou decidir questões relacionada ao problema. Bichou

e Gray (2005) atentam que os portos cumprem um desempenho importante na gestão e coordenação dos fluxos de materiais/produtos e informações, já que sua função de transporte constitui a cadeia de abastecimento. Assim, a colaboração visa criar sinergias e interesses convergentes entre as partes envolvidas no sistema portuário a fim de garantir confiabilidade, serviço contínuo e produtividade.

Kemczinski et al. (2007) esclarecem que quando se fala em colaboração e cooperação é possível entender que existe mais de uma opinião sobre o assunto dentro da literatura. O presente trabalho segue o entendimento, tomando cooperação e colaboração indistintamente. Dentre os autores que também defendem esta visão podem ser mencionados, Barros (1994), Simon (1998) e Amoretti (2001).

Os tópicos a seguir abordam os principais conceitos sobre cooperação e a cooperação nas organizações portuárias.

3.7.2. Cooperação como Gestão

Um novo desenho organizacional está sendo traçado com diferentes formas. Busca-se cada vez mais a dissolução da burocracia, reduzir o máximo possível as unidades organizacionais e o número de empregados ligados diretamente as empresas. Condicionado a essa realidade o fenômeno da cooperação está ganhando um grande destaque no cenário organizacional.

Várias teorias tentam explicar e entender o surgimento e a evolução do comportamento cooperativo. Entre essas teorias são identificadas a seleção de parentesco, reciprocidade, seleção multinível, seleção cultural de grupo e a Teoria dos Jogos que é apontada como abordagem principal. De acordo com esta teoria, os agentes baseiam-se em simulações, adotando, em regra, uma estrutura simples de retornos e um pequeno conjunto de estratégias possíveis (Burtsev; Turchin, 2006).

John Forbes Nash Junior, em 1950, um pesquisador entre outros que muito contribuiu para o desenvolvimento da Teoria dos Jogos, o que lhe conferiu o Prêmio Nobel de Economia por ter sido o primeiro a sistematizar e a formular com profundidade os principais pilares teóricos sobre os quais a teoria dos jogos foi constituída (Winckler; Molinari, 2011).

Forbes Jr. inseriu o elemento cooperativo na teoria dos jogos. Para ele é possível aumentar seus lucros individuais cooperando com seu adversário; dessa forma, o conceito de cooperação é totalmente inverso a ganho individual (Winckler; Molinari, 2011). Com esse raciocínio em relação a cooperação, este estudioso traz dois pontos sob os quais o jogador deve pensar ao criar sua estratégia: o coletivo e o individual. Assim, “(...) *se todos fizerem o melhor para si e para os outros, todos ganham.*” (Almeida, 2003, p. 3).

Em um seminário para psicólogos na Universidade de Stanford, em 1950, Albert W. Tucker explica o modelo da teoria dos jogos por meio do “dilema do prisioneiro”.

Neste Dilema, há dois prisioneiros que devem escolher situações de cooperação ou de delação na prisão. As escolhas dos prisioneiros podem resultar ou em penas mais duras para ambos, ou na absolvição de um e condenação de outro ou na condenação de ambos com penas mais brandas. Com informações limitadas e sem saber as escolhas um do outro, os prisioneiros entram em um jogo de difícil resolução, no qual a cooperação aparece como a melhor opção para ambos, resultando em condenação para os dois com penas mais branda. (Winckler; Molinari, 2011, p. 5)

Nas últimas décadas, a evolução do comportamento cooperativo através da Teoria dos Jogos “dilema do prisioneiro” como paradigma, tem chamado atenção em pesquisas, esclarecendo como entender melhor a evolução do comportamento cooperativo através da interação de pares (Geng et al., 2018).

Campos et al. (2003, p. 25), expressam que “(...) *cooperar é atuar junto, de forma coordenada, no trabalho ou nas relações sociais para atingir metas comuns. As pessoas cooperam pelo prazer de repartir atividades ou para obter benefícios mútuos.*” Cooperação é ação social com objetivos comuns para solucionar reais problemas (Bruni, 2005).

A grande finalidade do cooperado é levar para cada parceiro o que sabe fazer de melhor, por esse motivo, cooperam. A principal característica da cooperação é não existir disputa em termos de dominação de tecnologia e de conhecimento entre os parceiros. Dessa forma, os convênios entre essas empresas, citam cláusulas de domínio industrial e intelectual e todos devem respeitar por confiar uns nos outros. Nessa parceria de cooperação, todos ganham e esse é o principal motivo para existir esse tipo de sociedade. A grande meta da cooperação é competir com outros fora da parceria.

Outra característica essencial na cooperação é que ela agrega funções, não se limita às regras de uma determinada empresa, reúne o próprio financiamento, “*knowhow*” e conhecimento tácito. Cada parceiro é corresponsável pelo sucesso do empreendimento de um trabalho de cooperação. Assim, formam benefícios da cooperação o acesso ao conhecimento, à tecnologia e às instalações e ao compartilhamento de custos. A cooperação cria ou estreita boas relações que podem servir também como reforço político para projetos ou programas, pois funciona como efeito demonstração de liderança (Silva, 2007).

A cooperação significa, por um lado, a oportunidade de ampliar a competência de sobrevivência econômica através da aquisição de renda monetária, indireta e / ou direta, motivada, especialmente, pela diminuição dos custos de produção e pela ampliação da produtividade do trabalho (Scopinho, 2007).

Geralmente, a cooperação sugere um compromisso estável e seguro, a fim de desenvolver critérios rigorosos para expandir-se, enfrentar a concorrência, entrar em novos mercados, desenvolver e comercializar novos produtos (Devlin; Bleackley, 1988).

Na concepção de McLaughlin e Fearon (2013), há cooperação onde há uma suposição de interesse mútuo, benéfico e um reconhecimento de que as organizações precisam cooperar para partilhar recursos e desenvolver competências e capacidades recíprocas, tais autores nomeiam de “troca relacional”.

Para entender melhor o conceito de cooperação, Putnam (1996) esclarece que em democracias, como a dos EUA, a população confia cada vez menos nos seus governos e nas instituições públicas que as administram. Dessa forma, a população passou a entender que a democracia funciona melhor quando a população pode opinar ativamente por meios de representações sociais. Deste modo, existe um engajamento cívico com esse entendimento desenvolvendo estratégias (cooperação entre todas as instituições) (Elena; Olave, 2001). Atualmente, as empresas estão cada vez procurando mais interação entre si com o objetivo de desenvolverem e ampliarem seus negócios.

A presente tese define a cooperação trazendo inicialmente um esclarecimento sobre a “não cooperação” (zona zero de conflito), isto é, conflitos onde só existe um ganhador. Cooperação é operar junto, onde não existe um vencedor. Cooperar é quando dois ou mais atores unem-se para compartilhar experiências, informações de mercado,

realizar benchmarking. Cooperação organizacional é entender como as empresas podem obter vantagens a partir dos seus relacionamentos com outras empresas. Trata-se de atores independentes que conservam sua individualidade desenvolvendo, em conjunto, apenas atividades previamente estabelecidas. Na maioria das vezes, são concorrentes que atuam (ou não) no mesmo segmento de trabalho com o objetivo de aumentar suas vantagens competitivas.

Estudos relevantes destacam os benefícios da cooperação tanto no Brasil (Balestrin; Verschoore, 2010) como em outros países (Bear; Randa, 2016; Joel, 2018; Grossmann; Brienza; Bobocel, 2017). A cooperação, preenche espaços não ocupados pelas estruturas formais e mesmo dentro delas. Por isso, existe hoje um amplo campo de estudos sobre cooperação (Webering, 2020).

Os resultados de muitos estudos sobre cooperação organizacional esclarecem que o sucesso da cooperação resulta de significativos esforços de constituição, coordenação e manutenção. Apesar disso, ainda é pequeno o número de estudos que se preocupam com aspectos críticos da cooperação Interorganizacional, como a governança e a gestão (Pereira; Pedrozo, 2004).

Com relação às características estruturais, culturais e psicológicas sobre o comportamento cooperativo nos estudos organizacionais, estudos como de Chatman e Barsade (1995) colocam traços psicológicos e características pessoais (idade, sexo e outros) como determinantes da cooperação. Respostas afetivas no trabalho, normas culturais, características da tarefa, condições estruturais, comunicação, sistemas de controle e sistemas de recompensa também são considerados antecedentes importantes do comportamento cooperativo (Chatman; Barsade, 1995; McAllister, 1995; Pinto; Pinto; Prescott, 1993).

3.7.3. Gestão na Cooperação Portuária

As organizações portuárias também têm passado por mudanças acerca do aparelhamento logístico e necessidade de novas estratégias, pois os portos marítimos vêm apresentando alterações para melhor se desenvolver na cadeia de valor com posições mais competitivas. Neste sentido, um porto deve ser técnico e econômico para ser eficaz; afinal, um porto constitui uma organização com fins lucrativos e deve driblar a competição.

As organizações portuárias estão percebendo a necessidade de planejamento e estão convencidas de que somente por meio da cooperação elas irão conseguir manter-se no mercado competitivamente (Giner-Fillol et al., 2013).

Muitos autores relacionados à cooperação afirmam que o paradigma dos portos com fins lucrativos em conexão com sua corporação pode levar seus gerentes à guerra pela construção com investimentos desnecessários. Atualmente, alguns questionamentos estão surgindo em relação a cooperação portuária, tal como: Ao em vez de competir entre si, por que os portos não podem cooperar? Se, sim, como desempenhar tal cooperação?

Os portos podem ser considerados como um aglomerado de atividades econômicas que envolve a importante questão da cooperação, bem como, das estruturas de governança. As autoridades portuárias estão cada vez mais, se preparando para realizar investimentos com benefícios coletivos. A cooperação entre várias partes interessadas no cluster portuário, além do escopo das áreas portuárias, é essencial para a eficácia do porto.

Portanto, as organizações não podem mais ser vistas de forma separadas ou instituições isoladas na cadeia de abastecimento, pois com a globalização surge a necessidade de uma comunicação direta, clara e instantânea no interior das empresas. Assim, a cooperação está se tornando imprescindível nas organizações portuárias perante a visão global (McLaughlin; Fearon, 2013).

Alguns autores como Hwang e Chiang (2010), Li e Oh (2010), Notteboom (1997), Wang et al. (2012), mencionam a cooperação como uma tendência na indústria marítima. Assim sendo, as organizações portuárias têm passado por mudanças relacionadas ao aparelhamento logístico e a novas estratégias; elas estão percebendo que é necessário o planejamento e que somente por meio da cooperação conseguirão manter-se no mercado competitivamente (Estache, 2001). Muitos estudiosos afirmam que os portos não podem mais servir como um único sertão cativo e que a cooperação dentro das organizações portuárias está se tornando cada vez mais indispensável (Stamatović; Langen; Groznik, 2018).

Brooks et al. (2010) asseveram que algumas das finalidades da cooperação como estratégia nos portos são:

- i. melhor aproveitamento dos ativos em termos de eficiência e eficácia;

- ii. melhorar as competências;
- iii. ganhar vantagem posicional que pode potencialmente antecipar a concorrência.

Algumas associações portuárias, como a Associação Brasileira de Terminais Portuários (ABTP), Associação de Terminais Portuários Privados (ATP) e a Associação Brasileira das Entidades Portuárias (ABEP) – denominada originalmente de Associação Brasileira das Administrações Portuárias (ABAP) e atualmente de Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias (ABEPH) –, que são instituições sem fins lucrativos cujo principal objetivo consiste em realizar cooperação entre empresas portuárias associadas para um melhor desenvolvimento nas atividades que cada empresa exerce.

O Quadro 7 apresenta os principais conceitos das associações ABTP, ATP, ABEPH, e suas principais funções relacionadas nas atividades de cooperação nos portos. Nos anos de 1990, Notteboom (1997) antecipou que, devido à tendência da ampla concentração de linhas marítimas, a pressão nos portos em relação ao custo e eficiência seriam elevados e que a única maneira de contrabalançar essa pressão seria cooperar e formar alianças e Song (2002) introduziu o termo *coope-indústria* e concluiu que a cooperação converte-se na melhor maneira dos portos competirem e alcançarem objetivos vantajosos propondo *cross-shareholder*¹⁷ e o *joint ventures*¹⁸ como o caminho a seguir.

17 *Cross-shareholder*: Quando empresas são unidas por meio de um acordo de participação acionária cruzada. Pode também ser chamado de participação acionária cruzada e leva a estruturas de rede complexas, especialmente quando várias empresas estão envolvidas (Dictionary Cambridge Online, 2020).

18 *Joint Venture*: é uma associação econômica (um acordo comercial) entre duas ou mais empresas, de ramos iguais ou diferentes que decidem reunir seus recursos para realizar uma tarefa específica durante um período determinado e, portanto, limitado (Camargo, 2017).

Quadro 7: Associações portuárias que realizam cooperação

Associação Brasileira de Terminais Portuários (ABTP)	Realiza trabalho associativo, participativo e cooperativo na defesa direta dos interesses dos titulares de instalações portuárias, tendo sempre em vista, como beneficiário final, o cliente do porto. Por isso, parte da sua atuação é dedicada a promover o desenvolvimento tecnológico das operações de carga e descarga, sempre com foco na eficiência, na qualidade e na obtenção de custos competitivos para os serviços portuários. A missão dessa associação é mobilizar os associados a contribuir para a modernização e competitividade do setor portuário nacional (ABTP, 2020).
Associação de Terminais Portuários Privados (ATP)	Criada em, 24 de outubro de 2013, para representar os interesses e atuar em defesa do segmento portuário privado e na modernização dos portos brasileiros. A ATP (2021) tem como foco um trabalho de articulação constante com o governo, entidades públicas e privadas para garantir segurança jurídica e um ambiente de negócios favorável ao investimento. Promove a participação ativa do empresariado nas discussões técnicas e jurídicas com o objetivo de contribuir para o crescimento dos Terminais de Uso Privado no Brasil que são associado ao ATP (2021).
Associação Brasileira das Entidades Portuárias e Hidroviárias (ABEPH)	Tem por finalidade a defesa e a coordenação de interesses, o intercâmbio de informação sobre quaisquer assuntos de natureza portuária, ligadas às atividades de estudo, pesquisa sobre aspecto técnico, econômico e jurídico que possam concorrer para aprimoramento dos métodos de construção, de operação, de administração das instalações e serviços portuárias e ainda a soluções de questões portuárias brasileiras através do estudo e o debate em congressos ou reuniões específicas de seus associados (ABEPH, 2021).

Fonte: Autora da pesquisa.

Jacobs (2007) observa que a cooperação entre portos é uma conclusão prudente, coerente e oportuna já que os portos têm interesses comerciais em comum e dependem dos mesmos sistemas de transportes enfrentando a concorrência de outros.

Couto, Cunha e Cutrim (2020) explicam que o transporte marítimo se expandiu em razão de sua eficácia, mas também pelo baixo custo, alto volume de movimentação e baixos índices de poluição. Portanto, sua logística torna-se um importante componente para o gerenciamento da cadeia de suprimentos, gerenciamento de fluxos de materiais e informações, movimentação e armazenamento tanto de dados quanto de mercadorias e serviços.

Wang et al. (2012) enfatizam o importante papel desempenhado pelos portos como integrantes da cadeia logística de abastecimento, como parte de um conjunto coordenado e cooperativo de operadores de transporte e logística, com foco na criação de valor para os clientes. Assim, concluem que os lucros potenciais são maiores quando os

portos cooperam e as agências governamentais frequentemente incentivam a cooperação. Neste sentido, evidenciam que o sucesso do porto não depende apenas da infraestrutura e superestrutura e, sim, e cada vez mais da forma como a gestão do porto direciona a interação entre os diferentes *stakeholders* para um objetivo comum.

Embora as organizações devam conservar seus mercados já existente, cada vez mais, elas buscam novas oportunidades e novos mercados se reinventando para tornarem-se empresas multifuncionais. Desta forma, a concorrência deve agora ser vista como cadeia de fornecimento contra cadeia de suprimentos que tem ramificações para portos marítimos na procura de cooperação horizontal e revendo as competitividades tradicionais entre portos e regiões e não empresa contra empresa (McLaughlin; Fearon, 2013).

Por meio da política de portas abertas, a China apresentou um crescimento acelerado e expressivo, no final dos anos 80, em que a demanda por serviços portuários se desenvolveu significativamente. Perante o grande desenvolvimento, inúmeros portos chineses foram obrigados e encorajados a dar início ao processo de ampliação e construção dos portos. Como consequência, observou-se a concorrência cada vez mais acirrada. Com o objetivo de reduzir a competição entre os portos, vários acordos de cooperação portuária foram implantados na China, nos últimos anos (Wang et al., 2012).

Nas organizações portuárias a competição está diretamente ligada às diversas áreas, tais como: linhas de transporte, terminais, empresas de logística, transportadores terrestres, indústrias e afins (Notteboom; Yap, 2012).

3.7.3.1. A coopetição nos portos

Para responder às forças ambientais competitivas, os operadores portuários são propostos a adotar uma nova abordagem estratégica chamada coopetição, termo cunhado por (Noorda, 1993). Isso significa uma combinação de competição e cooperação, portanto, estrategicamente, os envolvidos no mesmo mercado ou em mercados semelhantes devem pensar em estratégias ganha-ganha ao invés de ganha-perde. Se o negócio é visto como um jogo, quem são os jogadores e qual é o seu papel no mercado? O mercado envolve muitas partes: clientes e fornecedores. Sem eles, os negócios não seriam possíveis. Então, naturalmente, existem “concorrentes”.

Com a globalização, um porto já não goza de um monopólio, não existe a mesma competitividade, como antes. Para fazer face a este ambiente de negócios em mudança, é necessária uma nova forma de competição e cooperação entre os portos para fornecer serviços adaptados às estratégias das companhias de navegação. Sugere-se que os portos foquem em novas formas de cooperação para construir poder compensatório. Portanto, para sobreviver ou ser mais lucrativas, as empresas devem ingressar em uma rede internacional de alianças e aprender a gerenciar relacionamentos, e não apenas competir com outras empresas sozinha (Song, 2003).

Entre outros fatores, citam-se duas influências que podem impulsionar a cooperação entre os portos:

- i. o porte dos navios e sua intermodalidade. Navios porta-contêineres maiores são construídos principalmente para alcançar economias de escala (Cullinane; Khanna; Song, 1999; Cullinane; Khanna, 2000). Devido aos limites de profundidade dos portos de contêineres, menos portos são capazes de atender diretamente os navios transoceânicos gigantes;
- ii. as alianças entre grandes companhias marítimas são atribuídas à transformação de alguns portos alimentadores¹⁹ em portos *hub*²⁰ regionais ou vice-versa. Como consequência, os portos competem, local e regionalmente, contra outros portos, mesmo de longa distância (McCalla, 1999). Os *players* do mercado portuário de contêineres percebem essa tendência inevitável de rivalidade do setor. Eles reagem, implementando a estratégia ganha-ganha de formar alianças estratégicas com seus concorrentes.

3.8. Sistemas Cooperativos

Nos trabalhos acadêmicos, o tema sobre cooperação empresarial está sendo bastante pesquisados. Leite (2003) ressalta que a grande maioria dos acordos estratégicos

19 **Portos Alimentadores:** São os responsáveis pela integração do mercado interno, possuindo braços logísticos capazes de prover serviços de acordo com a necessidade do cliente (Figueiredo, 2001).

20 **Portos Hub:** Consiste em um porto concentrador de cargas e de linhas de navegação. O termo decorre das estratégias de aumentar o tamanho dos navios, concentrar rotas e reduzir o número de escalas adotadas pelas principais companhias marítimas, notadamente a partir dos anos noventa (PortoGente, 2016).

em empresas de grande porte estão sendo bem-sucedidos quando desenvolvem relação de rede de cooperação.

3.8.1. Redes de cooperação

O trabalho de redes cooperação foi observado logo após a Segunda Guerra Mundial. O Japão foi obrigado pelos Estados Unidos a restringir suas organizações em pequenas e medias empresas evitando assim a centralização das riquezas. Para conseguir se desenvolver e se manter, o Japão se viu obrigado a criar um meio de cooperação entre essas organizações (Leite, 2003). Nessa linha de pensamento, Urban e Vendemini (1992) destacam que as empresas japonesas foram as primeiras a criar uma rede de cooperação empresarial. Dessa forma, as indústrias de automóveis japonesas, na década de 70, desenvolveram trabalhos de cooperação nos quais os funcionários que participavam da fabricação dos automóveis sugerissem mudanças e novas ideias nas tecnologias e produtos dos automóveis.

Os funcionários deveriam analisar e questionar, mesmo que de uma forma genérica, a coerência dos engenheiros no desenvolvimento e construção dos veículos como forma de motivá-los. Neste trabalho, todos seriam premiados. O resultado foi um grande destaque e avanço no mercado desses automóveis. Trata-se de ação de cooperação onde mesmo que parcialmente, todos os integrantes do processo puderam contribuir para o desenvolvimento do trabalho e busca do resultado desejado.

Grandes resultados com atitudes semelhantes para todos os setores de uma sociedade, somente pode ser alcançado quando existe um trabalho em rede (Gouveia; Neves, 2014).

Algumas razões podem ser observadas para o crescimento do interesse sobre a pesquisa de redes no contexto organizacional. Uma delas refere-se ao surgimento das TICs, em outras palavras, um conjunto de ferramentas desenvolvidas que admitem o compartilhamento de dados e tem tornado possível uma maior capacidade de interação entre firmas dispersas; a consolidação da análise de redes como uma disciplina acadêmica e a urgência da nova competição entre as organizações (Nohria; Eccles, 1994).

As empresas estão observando que colaboradores que desenvolvem um trabalho, visando o melhor para si e para o grupo têm alcançado grandes destaques no mercado.

Verschoore Filho (2006) enfatiza que a cooperação em rede é a melhor opção neste atual cenário competitivo e de grandes demandas no futuro e que o questionamento não mais será por que cooperar. As empresas formam redes de cooperação, mas continuam mantendo sua individualidade e sua independência realizando, em conjunto, apenas atividades predeterminadas e que visam atingir objetivos comuns (Verschoore Filho, 2006).

Também conhecidas como redes intraorganizacionais, as redes de cooperação têm sido formadas por um grupo de organizações interconectadas por relações bem definidas às quais podem ser de um mesmo setor ou estarem situadas ao longo de uma cadeia produtiva (Arbage; Balestrin, 2007). Dessa forma, as empresas usam como estratégia as redes de cooperação para se internacionalizarem. O conceito de cooperação, de modo geral, pode ser analisado sob várias perspectivas e, como consequência, as empresas podem se tornar mais eficientes, competentes, dinâmicas e diversificadas (Axelsson; Easton, 1992). Portanto, entende-se por Cooperações, empresas que realizam trabalho em conjunto, através da ajuda de seus associados.

As redes de cooperação são estabelecidas pela união de diferentes empresas que podem ser estabelecidas como uma só. As redes de cooperação, comumente, são redes que abrangem empresas do mesmo segmento ou concorrentes e são marcadas pela interdependência de sistemas complementares tais como produção e busca por objetivos comuns (Centenaro; Laimer, 2017).

Com o desenvolvimento rápido das tecnologias, a globalização e a diminuição do tempo do ciclo de vida dos produtos e dos serviços, as empresas viram nas redes de cooperação uma solução de se manterem no mercado de forma estratégica e competitiva. Esses acordos entre empresas podem contribuir com algumas vantagens como promover inovações em tecnologias e divisão de risco em investimentos entre as empresas.

A partir da globalização, o trabalho de redes de cooperação ajuda no desenvolvimento de alianças internacionais, abertura de mercado e aquisição de novas informações (Leite, 2003). Diante da crescente necessidade de inovar, as empresas reconhecem a real demanda do cliente e buscam na tecnologia uma maneira de cooperação a fim de ajustarem-se de acordo com as exigências mundiais. O uso da

tecnologia ajuda as empresas a desenvolverem uma rede de cooperação entre as organizações diante do elemento muito falado atualmente, as “redes de empresas”.

As pequenas e micros empresas estão encontrando nas “redes de empresas” uma forma de competirem a nível global, sem arcar sozinhas com grandes investimentos. A interação entre as empresas pode resultar no desenvolvimento que combina diferenciação (competências essenciais, ponto forte de empresa) com custo reduzido de operação devido a otimização do uso comum como a tecnologia (Elena; Olave, 2001).

Com base nos estudos de Human e Provan (1997), Jarillo (1988), Powell (1998) foi possível organizar as vantagens e ganhos que as empresas associadas às redes podem obter. Verschoore Filho e Balestrin (2008) citam as vantagens de empresas associadas às redes de cooperação (Quadro 8).

Quadro 8: Vantagens das empresas associadas às redes de cooperação

Vantagens	Definições
V ₁ : Escala de poder de mercado	Ganhos adquiridos do resultado da ampliação da força individual por meio do crescimento do número de empresas associadas à rede.
V ₂ : Acesso a soluções	Acesso a soluções para as dificuldades das empresas, por meio de serviços, de produtos e da infraestrutura desenvolvidos e disponibilizados pela rede para o desenvolvimento dos seus associados.
V ₃ : Aprendizagem e inovação	Permite condições para a aprendizagem e a inovação, com compartilhamento de ideias e de experiências entre os associados e as ações de caráter inovador, desenvolvidas juntamente com os participantes.
V ₄ : Redução de custo e risco	Diminuição de custos e riscos, ao decompor entre os associados os custos e os riscos de determinadas ações e de investimentos que são comuns aos participantes.
V ₅ : Relações Sociais	Desenvolvimento e a manutenção de relações sociais: aproximar os agentes, amplia a confiança e o capital social e leva as relações do grupo para além daquelas puramente econômicas.

Fonte: Adaptado de Verschoore Filho e Balestrin (2008).

O Quadro 8 aponta em V₁ que, com a implantação de cooperação em rede, as empresas envolvidas passam a ter mais possibilidades para negociar com seus fornecedores e parceiros e maior probabilidade de desenvolver marcas com reconhecimento e de ampliar sua exposição (Campbell; Goold, 1999). Em V₂ é abordado o acesso às soluções; muitas dificuldades enfrentadas pelas empresas podem ser

superadas minimizando obstáculos com implantação das redes de cooperação, como por exemplo: serviços de garantia ao crédito, prospecção e divulgação de oportunidades, auxílio contábil e técnico-produtivo (Best, 1990). A aprendizagem e inovação, abordado no item V₃, esclarece que as redes de cooperação ocorrem de diferentes modos, pois com a implantação desse tipo de sistemas, as empresas associadas admitem o acesso a novos estilos e maneiras de abordar a gestão, conceitos, métodos, resolução de problemas e desenvolvimento de seus negócios. A implantação das redes de cooperação em uma organização admite também a aprendizagem por meio da interação e das práticas de colaboração (Powell, 1998).

A redução de custos, mantendo a qualidade dos seus produtos e serviços, constitui um dos objetivos principais de uma empresa. O item V₄ do Quadro 7, esclarece que nas organizações existem custos fixos impossíveis de eliminar completamente mesmo com a instalação de uma rede de cooperação. Porém, a formação de redes reduz custos pelo fato de as empresas envolvidas compartilharem entre os associados riscos e custos, como de resolução de conflitos, de produção, de transação e de informação (Ebers, 1999).

Por fim, o item V₅ esclarece que as relações sociais dentro de uma organização são desenvolvidas quando existe interação entre os associados. A implantação da cooperação em rede de uma empresa possibilita experiências de ajuda recíproca por admitir maior oportunidade de interação e permitir debates abertos envolvendo todos os problemas, novas ideias e oportunidades que envolvem os negócios dos participantes. As relações sociais desenvolvidas em uma rede de cooperação configuram-se como a forma organizacional mais adequada para desenvolver boas relações sociais (Verschoore Filho, 2006).

Desta forma, com a crescente interdependência dos sistemas de informação e os recursos tecnológicos das organizações, especialistas explicam que, atualmente, as empresas devem ter uma filosofia de um espaço aberto, não centralizado, onde a informação deve correr livremente e em tempo real; logo, a melhor forma de administração é evoluir para o caminho da cooperação (Gouveia; Neves, 2014).

Com a evolução contínua das ferramentas tecnológicas para um espaço cooperativo, o diálogo humano está sendo substituído pelos instrumentos tecnológicos, consequentemente, gerando vários benefícios para as empresas. Certamente, não se trata

de uma dependência tecnológica ou de uma grande concentração de tecnologia avançada, “ciber-existência”. Trata-se de uma mudança nas estruturas organizacionais, diminuindo as hierarquias no interior das empresas desenvolvendo uma organização aberta, interconectadas de forma ativa e eficiente por uma rede de cooperação (Gouveia; Neves, 2014).

3.8.2. Tipos de redes de Cooperação

No subitem seguinte apresentam-se os dois tipos de redes de Cooperação: cooperação horizontal e cooperação vertical.

3.8.2.1. *Cooperação Horizontal*

Entende-se como sistemas de Cooperação Horizontal as formas nas quais empresas, legalmente independentes, de um mesmo campo de atividade ou não, potenciais concorrentes que atuam coletivamente com a finalidade de reforçar sua posição competitiva em comparação aos concorrentes ou elos anteriores e posteriores da cadeia. Da mesma forma, no modelo brasileiro de redes horizontais, inexistente o papel de empresa focal que coordena as demais (Wegner; Padula, 2010).

O pensamento de Polenske esclarece que cooperação é quando dois ou mais atores concordam, através de arranjos formais ou informais, compartilhar informações, suporte gerencial e treinamento técnico, suprimento de capital e/ou prover informações de mercado (Molinari, 2011). As relações entre estes atores são geralmente externas e horizontais, por exemplo, os atores não trabalham juntos no design, produção e/ou comercialização de um produto (processo).

O grande benefício que as redes de cooperação horizontais trazem são as diversificações de tecnologia e diminuição de custos de transações relativos ao processo de inovação. Com isso, eleva-se a economia e, como resultado, eleva a competitividade (Elena; Olave, 2001).

A cooperação horizontal pode trazer benefícios de custo e produtividade, no serviço ao cliente e na posição de mercado. Na redução de custos e aumento da produtividade, pelo acesso das empresas às habilidades e conhecimento dos parceiros e pelas melhorias dos processos operacionais. No serviço ao cliente, pela especialização e complementaridade das atividades, acesso a trabalhadores capacitados e às novas

tecnologias. E, finalmente, no estabelecimento de posição de mercado, pelos ganhos de escala como maior frota e coberturas geográficas e facilidade na operação em mercados sazonais compartilhando máquinas e equipamentos.

Na opinião dos autores Brooks et al. (2010), a cooperação portuária é a cooperação horizontal.

3.8.2.2. Cooperação Vertical

Atualmente, certos participantes do mercado estão continuamente tentando obter maior controle sobre essas cadeias através de alianças de cooperação verticais e horizontais nas organizações portuárias. No passado, a competição era entre portos. Esse mercado, hoje, é escolhido não tanto por sua competitividade independente, mas com base no fato de observarem ou não uma cadeia logística marítima produtiva (Van de Voorde, 1995; Van de Voorde; Vanelslander, 2009).

Portanto, inúmeros operadores de terminais e portos têm buscado, incansavelmente, adequadas medidas de cooperação vertical e horizontal para benefícios mútuos (Huo; Zhang; Chen, 2018). Na opinião de Oliveira e Farias Filho:

A cooperação vertical entre empresas ocorre mais frequentemente quando um produto é composto por um grande número de peças e/ou componentes, e passa por várias etapas no processo produtivo. Nesse caso, as empresas/organizações envolvidas podem estar em diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico. (Oliveira; Farias Filho, 2005, p. 3841)

Empresas com processos de desenvolvimento de produtos muito complexos normalmente devem empregar redes de cooperação vertical. Portanto, a rede vertical permite a cooperação entre diferentes agentes de uma cadeia de negócios, tornando as parcerias produtivas mais fluidas, ágeis, otimizadas e menos propensas a problemas. (Oliveira; Farias Filho, 2005).

3.8.3. Redes de Cooperação Portuária

Desenvolver uma rede inteligente de coisas que interagem entre si como a (IoT), dentro de um porto, demanda um conhecimento e uma adaptação de vários tipos de tecnologias, também diferentes atores da cadeia logística e até diferentes partes do mundo. A área de gerenciamento e intercâmbio centralizados de dados deve ter a

competência de conhecer as variações nos tipos de dados, tipos de equipamentos, sistemas operacionais e padrões tecnológicos.

Os dispositivos heterogêneos necessitam de suporte contínuo para o sistema operacional, pois o rápido crescimento da IoT abre caminho para o desenvolvimento de dispositivos heterogêneos massivos. Portanto, a IoT demanda a incorporação de plataformas de *hardware* desenvolvidas em conjunto com sistemas operacionais (Zikria et al., 2015).

A título de exemplo, o Porto Qingdao, na China, implementou seu terminal automático de contêineres a partir de equipamentos e tecnologia totalmente inteligentes eliminando o trabalho manual. Por meio de guindaste ferroviário automático a hidrogênio integrado e inovador e a tecnologia de automação 5G +, o porto lidera o nível de tecnologia mais avançado do mundo com uso do sistema operacional de terminal N4 TOS da Navis que integra *softwares* e equipamentos aprimorando a automação do agendamento, expedição e análise otimizado (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

No Porto de Hamburg, os fornecedores de TI desenvolvem, continuamente, um sistema central capaz de se comunicar com todos os dispositivos conectados em um idioma comum. O objetivo do sistema é o foco em um modo de processo em padrões abertos de tecnologia que seja capaz de adicionar continuamente novos módulos que podem ser integrados ao sistema existente (Sia Partners, 2016).

3.8.4. Rede de Cooperação e IoT nos Portos

Chandra e Van Hillegersberg (2017) conceituam como colaboração portuária quando as empresas portuárias são independentes, entretanto, trabalham juntas para executarem suas tarefas relacionadas a uma ou várias portas. Os autores argumentam que existem cinco funções na rede colaborativa nos portos: membros, parceiros e operadores da Cadeia de Abastecimento no porto, outros parceiros e controladores do PCS. Eles também argumentam que existem quatro fases de colaboração: pré-colaboração, consolidação da parceria, desenvolvimento do PCS e redesenho da parceria portuária.

Para aplicar essa cooperação, as colaborações portuárias podem investir nos PCS por ser um sistema eletrônico de Plataforma que conecta os múltiplos sistemas operados por muitas organizações que compõem um porto marítimo ou comunidade portuária

interior. Esse tipo de sistema é repartido no sentido de que é montada, organizada e usada por empresas do mesmo setor, neste caso, uma comunidade portuária.

A tecnologia possibilita a automação e a miniaturização que reduzem os custos dos produtos e permitem às empresas atenderem aos novos mercados emergentes. A transparência trazida pela internet também permite que empresários de países emergentes se inspirem em seus colegas dos países desenvolvidos. Eles estão criando empresas com os mesmos serviços, porém marcadas por mudanças locais na execução.

As barreiras entre os setores também estão sendo derrubadas. A convergência e a integração de dois ou mais setores da economia estão virando uma tendência. Os setores têm a opção de competir ou atuar em sinergia para alcançar os mesmos consumidores. Na maioria dos casos, buscam a sinergia (Kotler; Kartajaya; Setiawan, 2017).

Na Europa, há casos de aplicações privadas em desenvolvimento em portos na Holanda e na Bélgica, que estão a oferecer serviços logísticos inovadores. Um exemplo é a *Ertico ITS Europe*, fundada por 15 organizações de 5 setores empresariais. Com o lema, “Cooperação e Coordenação, para um melhor transporte na Europa”, o objetivo consiste em aumentar a interoperabilidade, a conectividade na otimização dos fluxos de carga e facilitar a gestão da cadeia de abastecimento, fazendo melhor uso dos recursos existentes. Até 2030, a meta é conseguir uma logística e transporte de carga contínuos e, até 2025, alcançar a digitalização e automação completa das operações de frete e logística. E a criação de sinergias entre tendências tecnológicas (ou seja, Inteligência Artificial, *Big Data*, Internet das Coisas, Automação) e soluções inteligentes para Transporte e Logística. A *Ertico* também promove a cooperação internacional por meio de muitos projetos europeus (Caldeirinha; Nabais, 2020).

No caso de implantação de portas inteligentes, o Porto de Hamburgo incorporou uma variedade de parcerias cooperativa, como as cooperações da rede públicas, a própria cidade de Hamburgo e o Ministério Federal dos Transportes, as redes privadas, fornecedores de soluções de TI, Cisco, SAP e *Deutsche Telekom*. A implantação de portas inteligentes e da IoT na cidade de Hamburgo são dois aspectos paralelos ao desenvolvimento da cidade, pois o porto localiza-se dentro da cidade de Hamburgo e o tráfego de transporte que se destina ao porto, saída e de entrada, passa pelas ruas externas da cidade. Portanto, trata-se de prudência que os sistemas de tráfego da cidade e do porto

estejam sempre alinhados e se comuniquem. A relação de cooperação entre o Ministério Federal dos Transportes e o Porto de Hamburg também realiza um trabalho essencial na viabilidade econômica do porto através da manutenção e expansão da infraestrutura de transporte terrestre (Ferretti; Schiavone, 2016).

Deloitte (2021) assevera que com a implantação de Tecnologias de redes IoT nos portos da Europa, as organizações passam a ter um melhor controle de saúde/segurança; as operações remotas e automatizadas permitem uma maior eficiência nas operações portuárias. Ambos através de melhores informações sobre o paradeiro de todas as partes móveis – IoT track and trace ou IoT seguir e rastrear –, e mais possibilidades de trabalho remoto; isso reduz o risco de acidentes e, com a ocorrência da pandemia do COVID-19, diminui o risco de transmissão e contágio.

No Brasil, a *Santos Port Authority* (SPA) lançou, em 7 de janeiro de 2021, o edital de chamamento público para subsidiar a implantação de rede sem fio de longo alcance do tipo LoRa (Long Range) para aplicação em IoT no Porto de Santos. O objetivo do SPA consiste em possibilitar o uso de tecnologias IoT por se tratar de uma ação estratégica para a administração do Porto de Santos. Essa tecnologia facilitaria a otimização da logística portuária, viabilizando mais eficiência, segurança, velocidade, precisão, conectividade e redução de custos. De acordo com a pesquisa realizada pela SPA junto aos arrendatários do Porto de Santos, mais de 20% têm interesse em aplicação de IoT em sensores de umidade do ar, elevadores, temperatura, proximidade, velocidade, presença e monitoramento de vagas de pátio; mais de 40% demonstraram muito interesse em sensores de chuva, incêndio, vazamento de gás e ambiental; e mais de 50% em controle de equipamentos, movimentação de ativos, sistemas de identificação, detecção de movimento e medidores de energia. Portanto, a IoT permitirá conectar dispositivos e objetos por meio de rede digital, otimizando o uso da infraestrutura portuária e melhoria da sua gestão; além da redução de filas e congestionamento em picos de cargas (Santos Port Authority, 2021a).

3.9. Resumo do capítulo

O objetivo deste capítulo foi relacionar os principais estudos pertinentes às organizacionais portuárias e incorporação da IoT. Portanto, foram apresentados o conceito de portos no aspecto das funções econômicas nos sistemas portuários; o

desenvolvimento da atividade portuária; a necessidade de automação do terminal portuário; a transformação digital nos portos; o conceito IoT e sua implantação; as principais tecnologias da IoT para construir portas inteligentes; gestão colaborativa e cooperativa portuária e os diferentes tipos de sistemas cooperativos.

Finaliza-se, assim, a primeira parte da tese, na qual busca-se contextualizar os principais conceitos teóricos que fundamentaram a metodologia empírica, apresentada a seguir, em busca de apoio prático para a composição do modelo de referência teórico aqui apresentado nos capítulos II e III.

CAPÍTULO IV – PERCURSO METODOLÓGICO

4.1. Introdução

Esse capítulo apresenta as principais direções metodológicas que orientaram o desenvolvimento da tese, compreendendo as diferentes fases que compõe a estratégia de investigação adotada e descreve o método e as técnicas utilizadas na coleta e análise de dados. Adicionalmente, apresenta os locais da pesquisa, realiza sua caracterização, bem como aponta os investimentos tecnológicos existentes.

4.2. Método de Pesquisa

A opção pelo caminho metodológico mais adequado à pesquisa está estritamente ligada a seus objetivos e ao problema ser respondido. Nesse sentido, a presente pesquisa classifica-se quanto aos objetivos como pesquisa do tipo exploratória, pois propõe-se a entender determinado fenômeno pouco estudado (Gil, 2009). Quanto à abordagem, classifica-se como qualitativa, vez que busca a descoberta de elementos presentes em contexto específico (Chizzotti, 2009), além de ser mais apropriada para coleta de dados subjetivos. Quanto aos procedimentos, a pesquisa é de cunho bibliográfico-documental, utilizando-se a técnica de entrevista para coleta de dados. A pesquisa bibliográfica objetiva reunir conhecimentos de um tema contidos em diferentes obras (Fachin, 2006; Gil, 2009) enquanto a pesquisa documental se refere à investigação de objetos não explorados no âmbito científico, havendo uso de recursos documentais do meio institucional, histórico, público, privado, oficial ou extraoficial (Gil, 2009; Reis, 2018).

A entrevista, na visão de Marconi e Lakatos (2017, p. 88), “(...) *é um procedimento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social.*”

As entrevistas são comumente encontradas na pesquisa de estudo de caso. Elas lembram conversas guiadas, não investigações estruturadas. Embora seja observada uma

linha de investigação consistente, a verdadeira corrente de questões, na entrevista de estudo de caso, será provavelmente fluida, não rígida (Rubin; Rubin, 2011).

O uso de entrevista para obtenção de dados ocorre em razão da mesma se direcionar aos objetivos específicos, o que reflete na produção robusta de informações ansiadas no método (Triviños, 1992). O presente estudo adotou a entrevista semi-estruturada, com perguntas abertas, a fim de propiciar maior liberdade ao entrevistado no momento de resposta às questões estabelecidas em roteiro (Branski; Franco; Lima Jr., 2010). O objetivo do roteiro é servir de guia aos pontos questionados, evitando possíveis lacunas na coleta (Triviños, 1992).

Quanto ao método, escolheu-se o estudo de caso, pois toda pesquisa científica precisa identificar seu objeto de estudo e, a partir daí, estabelecer um processo de investigação que delinea o universo a ser estudado. O recurso a estudo de caso foi adotado como forma de compatibilizar com outros estudos realizados no âmbito da mesma área e assim, possibilitar comparações futuras diretas ou a reprodução do estudo em outras instalações portuárias.

A seguir são apresentados os conceitos de estudo de caso, assim como a descrição da condução dessa abordagem metodológica nos dois casos escolhidos.

4.2.1. Estudo de caso como método de pesquisa

A literatura explica Estudo de Caso como método de pesquisa de formas similares. Yin (2015) define estudo de caso em duas partes. A primeira considera estudo de caso como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente, quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes.

A segunda parte da definição dos estudos de caso surge porque o fenômeno e o contexto não são sempre claramente distinguíveis nas situações do mundo real. Portanto, a investigação do estudo de caso:

- i. enfrenta a situação tecnicamente diferenciada em que existirão muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados, e, como resultado;
- ii. conta com múltiplas fontes de evidência, com os dados precisando convergir de maneira triangular, e como outro resultado;

- iii. beneficia-se do desenvolvimento anterior das proposições teóricas para orientar a coleta e a análise de dados.

Fundamentalmente, a definição em duas partes aqui apresentado sobre as características de um estudo de caso, mostra como a pesquisa de estudo de caso compreende um método abrangente – cobrindo a lógica do projeto, as técnicas de coleta de dados e as abordagens específicas à análise de dados.

Branski, Franco e Lima Jr. (2010, p. 4) pontuam que: *“Estudos de casos e outras pesquisas qualitativas utilizam, de forma geral, um direcionamento intencional. Assim, os critérios de escolha dos casos são essenciais para a qualidade dos resultados.”*

Crowe et al. (2011) lecionam que, a abordagem de estudo de caso é particularmente útil quando há necessidade de obter uma apreciação aprofundada de uma questão, evento ou fenômeno de interesse, em seu contexto natural da vida real. Nesse pensar, Gerring (2019) enfatiza que, um estudo de caso é um estudo intensivo de um caso singular ou de um pequeno número de casos que se baseia em dados e promessas de elucidar uma população maior de casos.

Um estudo de caso é altamente focado quando se aplica um tempo considerável para analisá-lo a fim de identificar evidências importantes para a construção do argumento. Assim, pesquisa de estudo de caso é uma forma observacional de análise e pode utilizar dados que exibam características de experimento. Qualquer estudo de caso orientado para a inferência casual, é utilmente compreendido de acordo com um modelo experimental.

Pesquisa de estudo de caso pode incorporar um ou vários casos. Logo, quanto menos casos há, mais intensivamente devem ser estudados para o trabalho merecer a denominação “estudo de caso” (Gerring, 2019).

Gomes (2008) explica que esse tipo de estudo exige do investigador, o emprego de alguns procedimentos metodológicos, como protocolo do estudo; preparação prévia para o trabalho de campo; estabelecimento de base de dados etc. Entretanto, isso é condição necessária, mas não suficiente para caracterizar esse estudo, que deve ser significativo.

Um trabalho exemplar é aquele em que o(s) caso(s) escolhido(s) seja(m) significativo(s) e de interesse público geral. A essência de um estudo de caso está, pois, no fato de ser uma estratégia para pesquisa empírica empregada para a investigação de um fenômeno contemporâneo, em seu contexto real, possibilitando a explicação de ligações causais de situações singulares.

Nessa senda, Gomes (2008) pontua que as chances de sucesso da pesquisa baseada no estudo de caso aumentam significativamente tanto quanto o “*design*” for bem-feito; ou seja, a constituição de uma pergunta de partida clara e objetiva; proposições orientadoras para o estudo; definição de unidades de análise; definição de critérios de interpretação dos “achados”, alinhavados com o referencial teórico, são apontados pelo autor como quesitos fundamentais para esse “*design*”. Ademais, o autor explicita como avaliar a qualidade desse “*design*” (Gomes, 2008):

- i. verificar a validade do constructo: será que as definições conceituais e operacionais dos principais termos e variáveis do estudo – que definem o que se quer estudar ou descrever – estão claras?
- ii. testar a coerência interna entre as proposições iniciais, desenvolvimento e resultados encontrados; desse modo, há a validade interna, ou seja, o estabelecimento de relações causais que expliquem por que determinadas condições (causas) levam a outras situações (efeitos).
- iii. testar a coerência entre os resultados do estudo e resultados de outras investigações semelhantes; corresponde à validade externa; isto é, estabelecer o campo ou campos sobre os quais os resultados podem ser generalizados.
- iv. demonstrar que o estudo pode ser replicado; a aplicação de um protocolo do estudo de caso e a base de dados do estudo são fundamentais para os testes de confiabilidade.

O protocolo, no entender de Gomes (2008), consiste numa estratégia que prevê os procedimentos e regras a serem seguidas. A função do protocolo é servir como guia do investigador, aumentando a confiabilidade da pesquisa. Esse protocolo contém informação sumária sobre o referencial teórico que sustenta o estudo que informa aos entrevistados quais são os objetivos da pesquisa e suas questões orientadoras.

As fontes de evidência são uma das opções na utilização da criatividade por parte dos pesquisadores na escolha do método do estudo de caso (Yin, 2015).

No Quadro 9 abaixo são apresentadas as seis fontes de evidências para a elaboração do estudo de caso com os pontos fortes e fracos da aplicação deste método.

Quadro 9: Fontes de evidência

Fontes de Evidência	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Documentações	Estável – pode ser revista repetidamente; Discreta – não foi criada em consequência do estudo de caso; Exata – contém normas, referências; ampla cobertura – longo período.	Recuperável – difícil de replicar; Seletividade parcial – se ela não for representativa; Parcialidade do relatório – reflexo da parcialidade da pesquisa; Acesso – pode ser proibido acesso.
Registros em arquivos	Idem à documentação; precisos e geralmente quantitativos.	Idem à documentação; Acessibilidade – pode ser proibido.
Entrevistas	Direcionadas – focalizam os tópicos do estudo de caso; Perceptíveis – fornecem inferências e explicações adicionais.	Parcialidade devido a problemas de pesquisa mal formuladas; Parcialidade das respostas; Erros devido à falta de memória; Reflexividade – o entrevistado escolhe o que será divulgado.
Observações diretas	Realidade – investiga eventos reais; Contextual – aborda o contexto de um caso.	Elevado tempo de execução; Seletividade – grande número de amostras é difícil de ser aplicado; Reflexividade – evento pode ser executado de forma diferente pelo fato de ser observado; Custos – elevado número de horas necessárias.
Observações do participante	Idem às observações diretas; discernível aos questionamentos e motivos interpessoais.	Idem às observações diretas; Parciabilidade – devido às manipulações dos eventos para serem investigados.
Artefatos físicos	Discernível às características culturais; discernível às operações técnicas.	Seletividade e disponibilidade.

Fonte: Yin (2015, p. 110).

Após o entendimento do conceito, vantagens e desvantagens são apresentadas a seguir, na Figura 12 os processos que resumem o método.

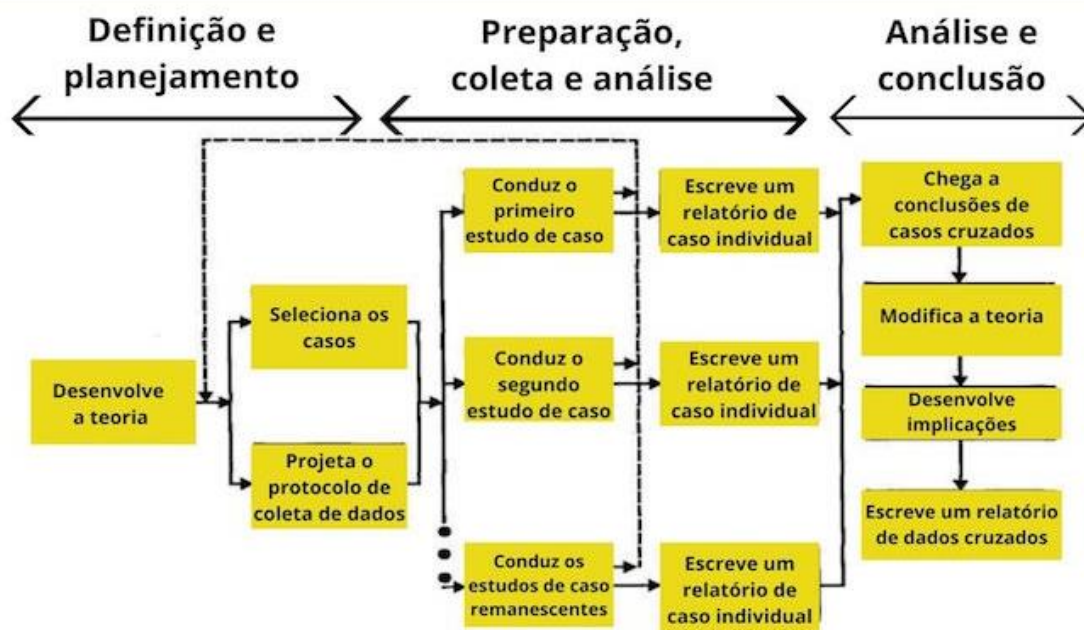


Figura 12: Método do processo do Estudo de Caso

Fonte: Yin (2015).

Será aplicado o método de Estudo de Caso no Porto do Itaquí e no TMPM. O objetivo da aplicação deste estudo de casos nestes portos é investigar se a tecnologia IoT pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária desses portos aqui pesquisados.

4.3. Modelo de pesquisa e investigação

Para fins de ilustração, a Figura 13 apresenta as etapas da trajetória percorrida em busca da resposta ao problema de pesquisa: “*A IoT pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária?*”

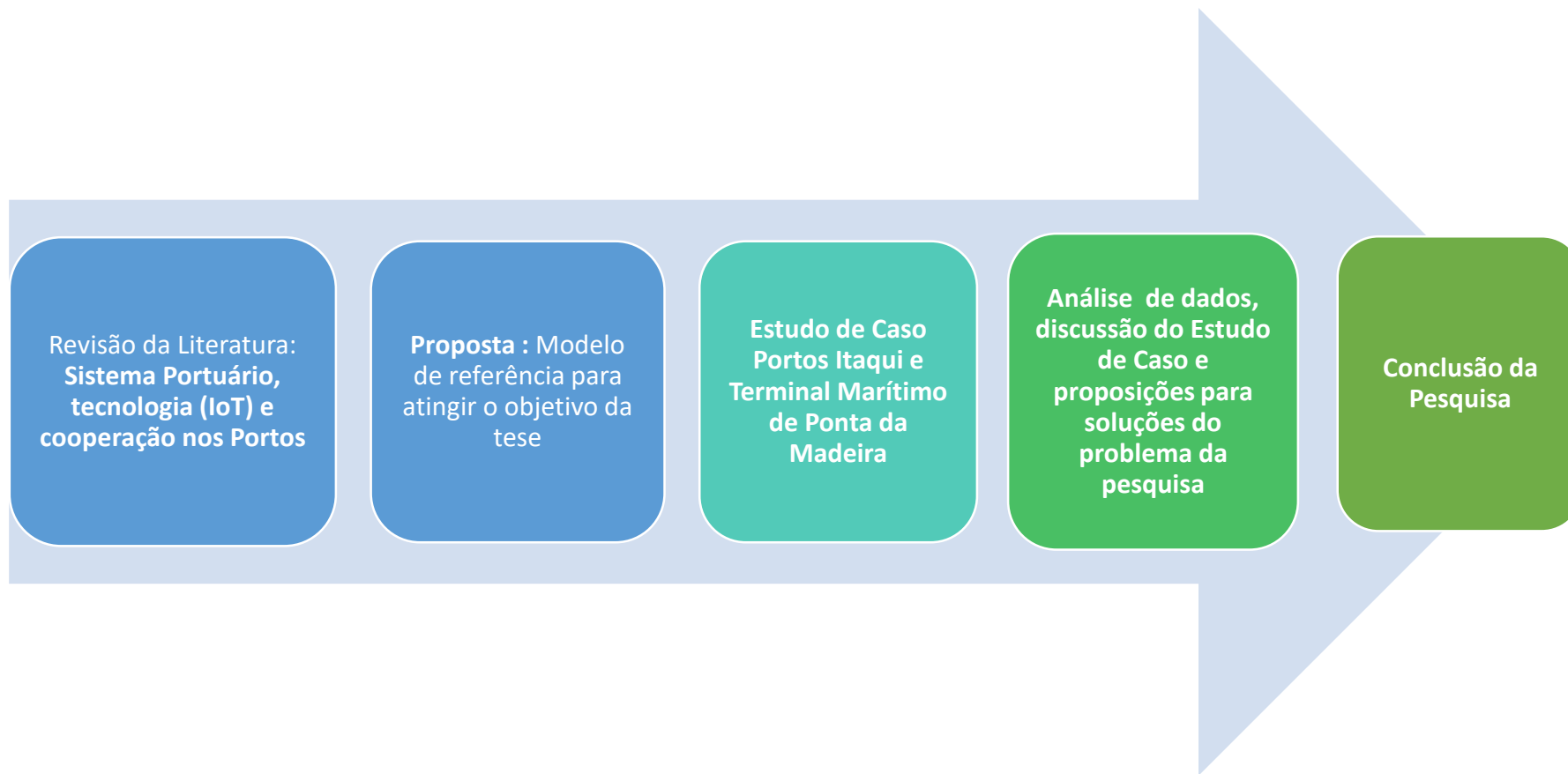


Figura 13: Abordagem metodológica de investigação

Fonte: Autora da pesquisa.

A primeira fase metodológica refere-se à elaboração da Revisão da Literatura com o desenvolvimento de um referencial teórico, apresentando os conceitos fundamentais para sustentação e fundamentação da tese, incluindo estudos sobre o sistema portuário, tecnologia, transformações digitais (IoT), gestão e sistema de cooperação.

A segunda fase refere-se a proposta da tese. Apresenta-se um modelo de referência da presente tese, com a finalidade de esclarecer como foi desenvolvido suas etapas para atingir os objetivos do presente trabalho. Na terceira fase desenvolveu-se o estudo de caso envolvendo o Porto do Itaquí e TPM-Vale. Quarta fase refere-se à análise e discussão dos dados resultante do estudo de caso e as proposições para soluções do problema da pesquisa a partir dos resultados obtidos na entrevista com os *stakeholders* dos portos pesquisados.

Por fim, a quinta e última fase representa a Conclusão do estudo, em que é tecido um diagnóstico quanto aos objetivos e hipóteses elencados para o estudo, além de discussões sobre vantagens e limitações da metodologia adotada.

4.4 Abordagem Utilizada no Estudo de Dois Casos

A presente pesquisa ancora-se no estudo de dois casos, tendo como objetos de investigação o Porto do Itaquí e o TPM-Vale. O objetivo da aplicação de Estudo de Caso é compreender o funcionamento, planejamento, caracterização e investimentos tecnológicos dos dois Portos, para confrontar os resultados e realizar proposições.

Este estudo compreende as seguintes etapas: elaboração do protocolo de estudo; caracterização dos portos; análises documentais; realização das entrevistas e análises dos dados coletados. Utilizou-se como fontes de evidências documentação, registros em arquivos, entrevistas, observação direta e observação participante (Yin, 2015). O destaque recai na técnica de entrevista semiestruturada com perguntas abertas, aplicadas aos gestores dos portos pesquisados, pois eles se tornam as principais fontes de informações.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista, como mencionado anteriormente, a partir da aplicação do questionário com questões abertas.

Tal escolha possibilitou a comparação dos resultados, bem como deu margem para compreender a percepção dos *stakeholders*, as suas necessidades e prioridades,

vislumbrando contribuições para aferir a construção de proposições com sugestões de aplicações de tecnologias IoT, gestão e sistemas cooperativos nos portos do Maranhão. Nesse sentido, os critérios de tratamento dos dados envolvem a análise de técnicas dos especialistas entrevistados, juntamente com os dados obtidos no referencial teórico com a pesquisa de alguns portos do mundo que já aplicaram esses tipos de tecnologia nos seus portos.

Esta análise de dados traz maior concisão ao estudo, considerando as etapas de “pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação”.

O planejamento para a elaboração da entrevista foi organizado em etapas da seguinte forma:

1ª etapa: Planejamento (Elaboração do questionário) – Nesta etapa, foi elaborado um questionário com perguntas relacionada as hipóteses, problemas e objetivos a atingir nesta presente tese.

2ª etapa: Composição – Critérios de inclusão e exclusão – Nesta etapa foi realizada a seleção dos especialistas portuários que serão entrevistados de acordo com o cargo que ocupam nos portos do Itaqui e TMPM e que tenham relação com os temas abordados nesta presente tese:

- i. **número de participantes:** Foram convidados três especialistas do Porto do Itaqui e três especialistas portuários do TMPM;
- ii. **local e data:** Devido a pandemia do COVID-19, as entrevistas foram realizadas de forma remota pelo aplicativo *Google Meet*. Apenas o especialista de Logística do Porto do Itaqui nos concedeu a entrevista de forma presencial na sede da autoridade portuária do porto do Itaqui, na EMAP. As entrevistas foram realizadas entre fevereiro e março de 2022;
- iii. **duração:** As entrevistas tiveram entre 30 minutos e uma hora e meia de duração;
- iv. **recrutamento:** Foram selecionados os participantes da entrevista de acordo com as perguntas elaboradas para a entrevista e os objetivos da tese a ser atingido.

3ª etapa: Ferramentas – Essa etapa apresenta as formas que foram utilizadas para formalizar a entrevista:

- i. **Guia de tema** – Os temas utilizados na entrevista foram divididos em cinco partes de acordo com as palavras chaves da tese.
- ii. **Guia de Avaliação** – De acordo com os resultados obtidos na entrevista, foi realizado um quadro resumo.

4ª etapa: Operacionalização – Nesta etapa foram selecionados os critérios que seria possível estruturar as proposições de acordo com os resultados obtidos nessas entrevistas.

Após a elaboração de algumas proposições para esses portos, houve algumas desestruturações de proposições por julga não ser relevante para o objetivo que a tese buscou atingir. A Figura 14 ilustra o planejamento dessa etapa de coleta de dados por meio das entrevistas.

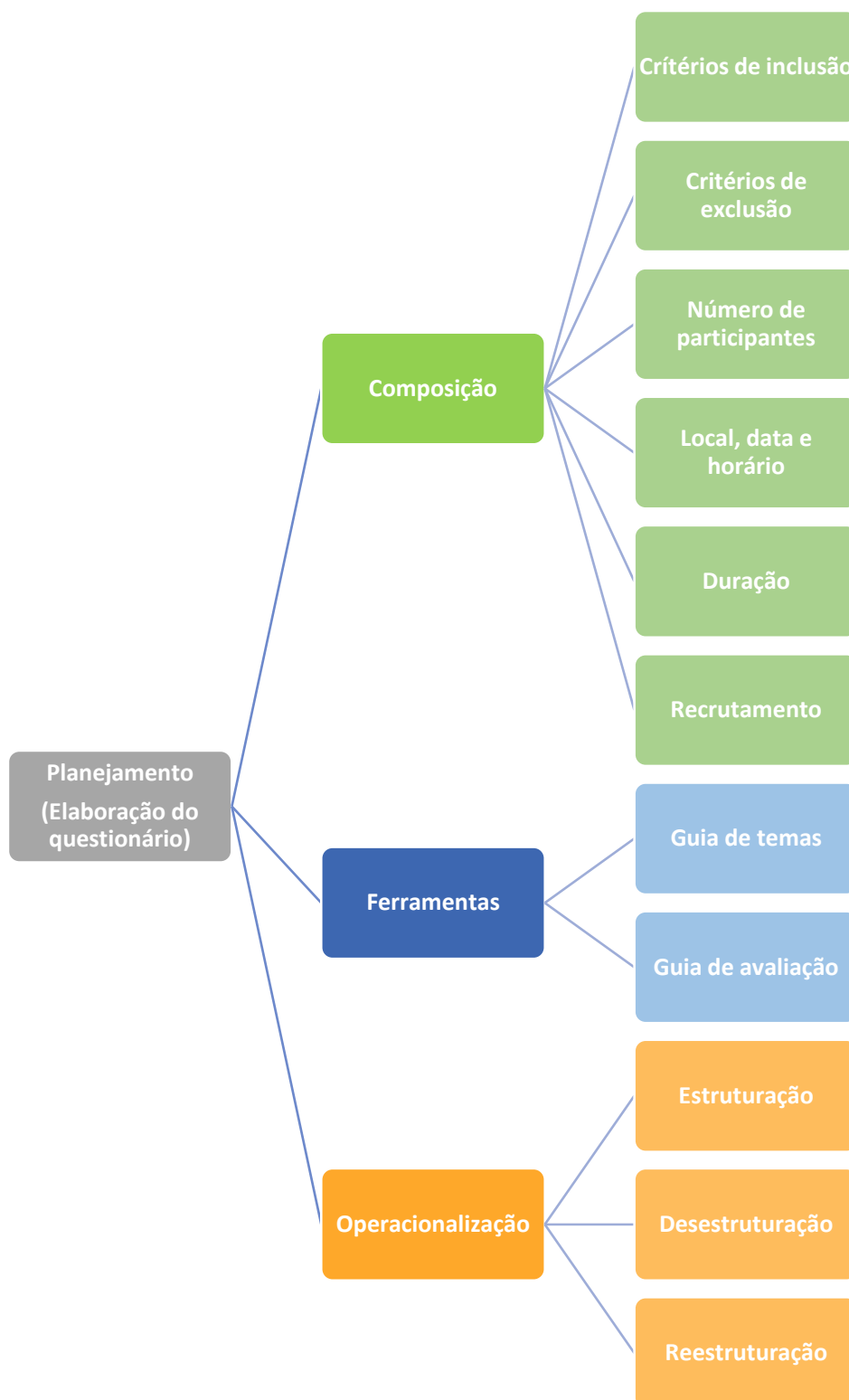


Figura 14: Planejamento da coleta de dados

Fonte: Autora da pesquisa.

4.5. Questões do estudo de caso

Foram definidas algumas questões de estudo dos dois casos analisados, Porto do Itaquí e o TPM. O primeiro bloco inclui questões relacionadas ao processo de transformação digital que pode ser entendida como o uso permanente de computadores e redes que torna viável o desenvolvimento de novas práticas digitais na sociedade permitindo o aumento na qualidade dos serviços e eficiência na logística de gestão.

O segundo bloco envolve questões ligadas à IoT e seus sistemas nos portos. Destaca-se que o Porto de Hamburgo é um dos principais portos do mundo que realizou a implantação da tecnologia IoT e foi citado como exemplo para estimular o diálogo com os gestores entrevistados.

O terceiro bloco envolve questões ligadas aos conceitos de cooperação e colaboração que significam “trabalhar em conjunto”. A colaboração é entendida como uma forma de atuar junto nas relações sociais ou profissionais para atingir objetivo comum. A grande finalidade do cooperado é levar para cada parceiro o que sabe fazer de melhor, por esse motivo, cooperam. A grande meta da cooperação é competir fora da parceria.

O último bloco envolve questões que buscam o interesse dos Portos sobre as redes no contexto organizacional, como as Tecnologias de Informação e Comunicação, em outras palavras, um conjunto de ferramentas desenvolvidas que admitem o compartilhamento de dados e tem tornado possível uma maior capacidade de interação entre firmas dispersas.

O Estudo dos Casos do Porto do Itaquí e do TPM (Porto da Vale) tem por objetivo compreender, investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da IoT na gestão portuária e a relação dos sistemas cooperativos e utilização da IoT como fator estratégico nestes dois portos. Os dados coletados sobre os dois portos contemplam o período entre dezembro de 2021 e março de 2022.

Como descrito anteriormente, o Porto de Hamburgo é um dos principais portos do mundo que realizou a implantação da tecnologia IoT com o objetivo de manter e aumentar o crescimento dos negócios e sua competitividade internacional, minimizando as externalidades do porto para os habitantes da cidade e a modernização por meio da

inovação tecnológica. Dessa forma, a presente pesquisa objetiva, por meio do estudo de caso, propor um modelo de aplicação da IoT direcionado às estruturas de cooperação portuária, usando como espelho modelos já estabelecidos em determinados portos no mundo, fundamentando perspectiva de implantação futura nos terminais portuários pesquisados. Sendo assim, o estudo compreende quatro partes: caracterização do caso; análise dos planos portuários; entrevistas com *stakeholders* e; conclusões e lições aprendidas.

Os especialistas entrevistados do Porto do Itaqui foram o Gerente de Tecnologia da Informação, *Head* de Inovação e Gerente de Logística. Para os dois primeiros gestores, as entrevistas aconteceram individualmente, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo o protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e seguindo a recomendação das autoridades legais do Governo do Estado Maranhão. Para o Gerente de Logística, a entrevista foi realizada presencialmente, na sede da autoridade portuária deste Porto, a EMAP, seguindo o protocolo de distanciamento social.

No caso do TMPM-Vale, os especialistas entrevistados foram o Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio, Gerente de Tecnologia de Informação e Gerente de Transformação Digital. As entrevistas ocorreram 100% (cem por cento) por meio de videoconferência, também de modo individualizado, devido a pandemia de COVID-19, obedecendo protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão. A entrevista com o Gerente de Transformação Digital foi realizada no início do mês de fevereiro de 2022 e as demais no mês de março de 2022.

Convém ressaltar que todas as entrevistas foram gravadas, mediante prévia autorização, consentida por meio de assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndices 1 e 2), sendo aplicada a técnica de entrevista semi-estruturada, com perguntas abertas por meio de Roteiro descrito nos Apêndices 3 e 4). As transcrições das entrevistas constam em arquivos sob a guarda desta pesquisadora. A confidencialidade dos entrevistados foi assegurada, a fim de preservá-los e estimular a profundidade das respostas. Com as entrevistas foram obtidos dados relevantes para o estudo, produzindo informações relevantes que sustentam a presente tese.

4.6. Caso 1: Porto do Itaqui

O Porto Organizado do Itaqui está localizado no município de São Luís, 11 km do Centro da capital do Maranhão, dentro da Baía de São Marcos, na região Nordeste do Brasil. Coordenadas Porto do Itaqui: Latitude 02° 34,6' S, Longitude 44° 22,2' W.

Sua área, definida pelo Decreto de 25 de julho de 2005, abrange cais, docas, pontes, píeres de atracação e de acostagem, armazéns, silos, rampas, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviária e ferroviária e os terrenos ao longo dessas faixas marginais e em suas adjacências, pertencentes à União (Emap, 2021).

4.6.1. Caracterização

O Porto do Itaqui caracteriza-se como um porto de águas profundas, atendendo a demanda logística não somente do Nordeste do país, mas também do Norte e do Centro-oeste. A Figura 15 mostra que esse porto possui uma localização geográfica estratégico privilegiado, pois está localizado próximo aos mercados norte-americano e europeu (Emap, 2019b).



Figura 15: Localização Estratégica do Porto do Itaqui

Fonte: Emap (2019b).

O porto apresenta também uma importância econômica para o Estado e para o Brasil e vem se estruturando para permitir um crescimento sustentável possibilitando a expansão da atividade econômica e respeitando as diretrizes socioambientais (Emap, 2019b). A Figura 16 apresenta a localização do Porto do Itaqui.



Figura 16: Localização do Porto do Itaqui

Fonte: Emap (2019b, p. 21).

Atualmente o Porto do Itaqui é administrado pela EMAP que é responsável pela administração e exploração do Porto do Itaqui desde fevereiro de 2001, por intermédio do Convênio de Delegação nº 016/2000, assinado entre o Ministério dos Transportes e o Governo do Estado. A EMAP exerce a função de autoridade portuária na forma estabelecida pela Lei Federal nº. 12.815, de 5 de junho de 2013, regulamentada pelo Decreto Federal nº. 8.033, de 27 de junho de 2013 (Emap, 2019b, p. 19).

A EMAP é uma empresa pública estadual, com personalidade jurídica de direito privado, autonomia administrativa, técnica, patrimonial e financeira, criada pela Lei Estadual nº. 7.225, de 31 de agosto de 1998, com sede e foro no Porto do Itaqui, no município de São Luís, no estado do Maranhão. A empresa tem como finalidade

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

transformar o Porto do Itaqui em um instrumento ainda maior de desenvolvimento do Estado, além de promover modernização e melhoria dos seus serviços (Emap, 2019b).

Como apresenta a Figura 17, o Porto do Itaqui integra o Complexo Portuário de São Luís, com os Terminais de Ponta da Madeira, da empresa Vale, o Terminal da Alumar, que são terminais de uso privado. A EMAP responde pelo Terminal do Porto Grande, os Terminais de *Ferryboat* da Ponta da Espera, Terminal do Cujupe, para travessia da Baía de São Marcos e o Cais de São José de Ribamar. Este complexo é composto por um conjunto de empresas e agentes públicos e privados, que conjuntamente com as empresas prestadoras de serviços relacionados à área portuária formam a Comunidade Portuária (Emap, 2019b).



Figura 17: Complexo Portuário do Itaqui

Fonte: Emap (2019b).

Portanto, esse conjunto de empresas que prestam serviço ao Porto do Itaqui pode ser entendido como organizações que realizam cooperação empresarial, sendo esse um dos objetos desta tese.

Como ilustrado na Figura 17, o complexo portuário do Itaqui é o local onde ocorrem as relações de financiamento, parcerias, projetos entre terminais operados pela EMAP e os terminais privados.

O modelo de gestão portuária utilizado pela EMAP caracteriza-se como *landlord*, segundo *World Bank Group* (2007). A autoridade portuária é responsável pela administração do porto e pelo fornecimento de condições satisfatórias de infraestrutura de acesso aquaviário, da bacia de evolução, dos berços de atracação, dos acessos internos, entre outros; e, compete à iniciativa privada, por meio de operadores portuários explorar as operações e a armazenagem de mercadorias no porto, bem como fornecer a superestrutura necessária às suas atividades. O modelo *landlord* tem como ponto forte o fato de que as empresas que possuem e mantêm os equipamentos são as mesmas que os operam, deste modo, facilita o planejamento e a adaptação às condições do mercado.

No entanto, podem ser citados como pontos fracos, eventual sobrecapacidade decorrente da busca por expansão dos operadores privados e duplicação dos esforços de promoção do porto entre os operadores portuários e a autoridade portuária, sendo necessário esforço de coordenação das ações de marketing e de planejamento portuário. Cabe ressaltar que a gestão da EMAP também possui alguns traços do modelo *tool port*, onde a autoridade portuária possui, desenvolve e mantém a infraestrutura e a superestrutura do porto tornando-a disponível a operadores privados (Emap, 2019b).

A estrutura administrativa da EMAP, conforme o Decreto nº. 27.879, de 29 de novembro de 2011 é composta por Conselho Nacional de Secretários de Estado da Administração (CONSAD) e pela Diretoria Executiva (DE) que, juntamente com o Conselho Fiscal (CONFIS), formam a administração superior da empresa. A DE compõe-se pela presidência (PRE), Diretoria de Administração e Finanças (DAF), pela Diretoria de Engenharia e Manutenção (DEM), pela Diretoria de Operações (DOP), Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento (DP), e Diretoria de Relações Institucionais (DRI) (Emap, 2019b). A EMAP é administrada pelo CONSAD e DE, além da participação do CONFIS, formando assim, a administração superior da empresa. E, antes de apresentar o organograma da estrutura organizacional da EMAP, na Figura 18, é indispensável apresentar o significado das siglas, que será exibido no Quadro 10.

Quadro 10: Nomenclatura da estrutura organizacional da EMAP e siglas correspondentes

NOMENCLATURA E SIGLAS DAS DIRETORIAS, GERÊNCIAS, COORDENADORIAS E COMITÊS, ALÉM DA PRESIDÊNCIA DA EMAP	
Comitê de Compliance (COMPL)	Coordenadoria de Arquivo Técnico (COTEC)
Gerência de Auditoria Interna (GAUDI)	Coordenadoria de Projetos (COPRO)
Comitê de Auditoria Estatutária (COMAE)	Gerência de Manutenção (GEMAN)
Presidência (PRE)	Coordenadoria de Manutenção Elétrica (COELE)
Gerência de Compliance (GECOP)	Coordenadoria de Manutenção Mecânica (COMEC)
Gerência Jurídica (GEJUR)	Coordenadoria de Manutenção Civil (COCIV)
Ouvidoria (OUVID)	Coordenadoria de Conservação e Limpeza (COCEL)
Comitê de Elegibilidade (COMEL)	Diretoria de Administração e Finanças (DAF)
Gerência de Meio Ambiente (GEAMB)	Presidente de Comissão de Licitação da EMAP (PCL)
Coordenadoria de Meio Ambiente (COAMB)	Gerência de Compras e Contratos (GECOC)
Gerência de Saúde e Segurança do Trabalho (GESAS)	Gerência de Administração (GERAD)
Coordenadoria Segurança do Trabalho (COSET)	Coordenadoria de Serviços Gerais (COSEG)
Coordenadoria de Serviço Médico (COMED)	Coordenadoria Material e Patrimônio (COMAP)
Gerência de Segurança Portuária (GESEP)	Gerência de Tecnologia da Informação (GETIN)
Coordenadoria da Guarda Portuária (COGPO)	Coordenadoria de Suporte e Rede (CORED)
Coordenadoria de Segurança Patrimonial (COSEP)	Coordenadoria de Sistemas Informatizados e Dados (COSID)
Diretoria de Operações Portuárias (DOP)	Gerência de Recursos Humanos (GEREH)
Gerência de Logística (GELOG)	Coordenadoria de Gestão de Pessoas (COGEP)
Coordenadoria de Armazens e Pátio (COAPA)	Coordenadoria de Relações Trabalhistas (CORET)
Coordenadoria de Planejamento de Logística (COPLA)	Gerência de Finanças (GEFIN)
Gerência de Operações (GEOPE)	Coordenadoria de Contabilidade (CCONT)
Coordenadoria de Execução Operacional (COOPE)	Coordenadoria de Finanças (COFIN)
Coordenadoria de Programação e Controle Operacional (COPCO)	Coordenadoria de Controladoria (CCTRL)
Coordenadoria de Acesso Aquaviário (COACE)	Diretoria de Planejamento e Desenvolvimento (DP)
Gerência de Terminais Externos (GETEX)	Gerência de Planejamento (GEPLA)
Coordenadoria de Terminais Externos (COTEX)	Gerência de Contratos de Arrendamentos (GEACO)
Diretoria de Engenharia e Manutenção (DEM)	Coordenadoria de Contratos e Fiscalização (CCOFI)
Gerência de Implantação e Obras (GEIMP)	Gerência de Qualidade (GEQUA)
Coordenadoria de Execução e Obras (COBRA)	Diretoria de Relações Institucionais (DRI)
Coordenadoria de Planejamento de Engenharia (COPEN)	Gerência de Comunicação (GECOM)
Coordenadoria de Engenharia Portuária (COEGE)	Gerência de Assuntos Legislativos (GEALE)
Gerência de Projetos (GEPRO)	Gerência de Relações com a Comunidade e Responsabilidade Social (GERRS)

Fonte: Autora da pesquisa.

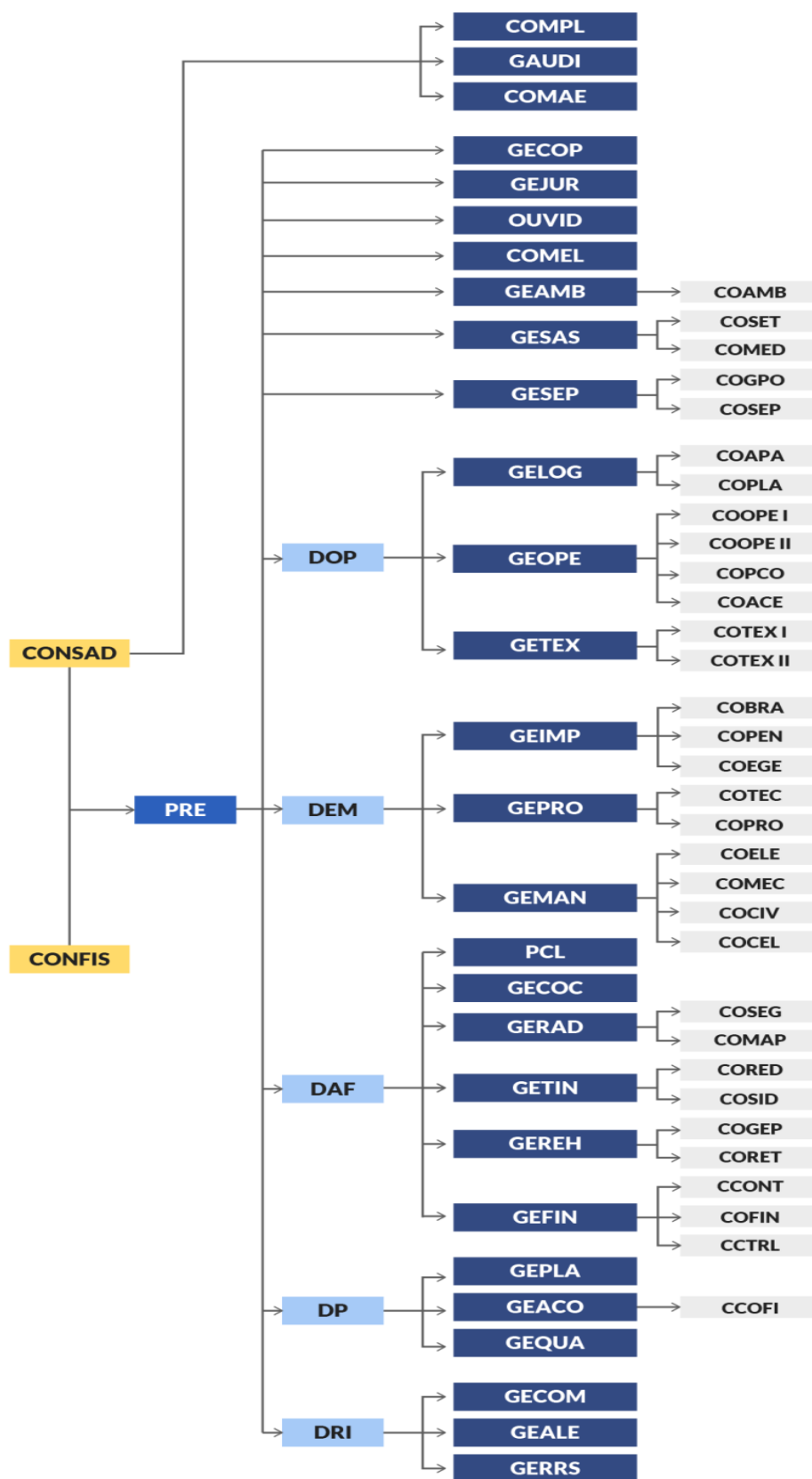


Figura 18: Organograma de gestão da EMAP

Fonte: Emap (2019b, p. 26).

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Com relação a estrutura operacional, o Porto do Itaqui possui 9 berços operacionais com profundidades que variam de 12 a 19 metros permitindo a atracação de navios de grande porte. Com 2.156 metros de faixa acostável divididos em oito berços operacionais que compõem dois trechos de cais contínuos de multiuso e três berços exclusivos para granéis líquidos.

A Figura 19 e a Tabela 1 mostram as características dos berços do cais do Porto do Itaqui.



Figura 19: Estrutura Operacional do Porto do Itaqui

Fonte: Adaptado de Emap (2022).

Tabela 1: Características dos berços do Porto do Itaqui – Estrutural e Útil

Berço	Comprimento Industrial (metros)	Comprimento Útil (caixa navio) (metros)	DWT (TON)	Largura (metros)	Profundidade (metros)	Calado Máximo (metros) (HB – altura da baixamar)	Boca Máxima (metros)	LOA Máximo (metros)
99	264	238	72.800	40	15	14,5 + HB	40	225
100	320	278	100.000	50	15	14,5 + HB	40	240
101	223	200	80.000	50	12	11,5 + HB	40	200
102	223	200	80.000	50	12	11,5 + HB	40	200
103	270	236	100.000	50	15	14,5 + HB	40	229
104	200	200	80.000	50	13	12,5 + HB	40	184
105	280	235	150.000	50	18	17,5 + HB	45	229
106	340	315	155.000	50	19	18,5 + HB	50	280
108 ²¹	300	275	91.600	50	15	14,5 + HB	40	245

Fonte: Adaptado de Emap (2022).

O berço 99 foi inaugurado no mês de março de 2022 no Porto do Itaqui. De propriedade da empresa Suzano, referência global na fabricação de bioprodutos desenvolvidos a partir do cultivo de eucalipto. O berço é estratégico para a continuidade do escoamento da celulose produzida na unidade Imperatriz, município do estado do Maranhão, transportada até o Porto do Itaqui por meio de uma malha ferroviária com 670 km de extensão (Suzano, 2022).

A eficiência multimodal é fator competitivo importante na caracterização da infraestrutura portuária do Porto do Itaqui. Suas conexões com importantes ferrovias e rodovias fazem do Itaqui um corredor logístico para o centro-oeste do país (Emap, 2020b).

O canal de acesso às instalações portuárias do Itaqui compreende algumas características do canal de acesso às instalações portuárias, conforme ilustra o Quadro 11.

21 Para manobras do berço 108, consultar restrições na portaria da Capitania dos portos do Maranhão (CPMA), em vigor (normas de manobras do complexo da Baía de São Marcos). Para manobras de navios diferentes dos que estão listados, deverá ser consultado a Coordenação de Administração Geral (COAGE/EMAP).

Quadro 11: Canal de acesso às instalações portuárias do Itaqui

CARACTERÍSTICA DO CANAL DE ACESSO	MÉDIA ATUAL
Profundidade	23m
Largura Limitante	500m
Calado Máximo Autorizado	22,3m
Comprimento	101Km

Fonte: Emap (2021).

O Porto do Itaqui tem conexão ferroviária direta com duas ferrovias: a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) que passa por sete estados do Nordeste, do Maranhão à Sergipe e a Estrada de Ferro Carajás (EFC), trecho concedido à empresa Vale e operado pela VLI²², ligando a capital maranhense a Carajás-Pará. Essas ferrovias oferecem soluções logísticas de integração entre portos, ferrovias e terminais portuários. Além de granéis sólidos e líquidos, ela é utilizada para escoar a produção de celulose em Imperatriz/MA pelo Itaqui. Há ainda uma conexão indireta com a Ferrovia Norte-Sul (FNS), que se liga à EFC em Açailândia, também no estado do Maranhão que possibilita transportar granéis sólidos minerais e vegetais, além de combustíveis.

Em relação as rodovias para o porto do Itaqui, o acesso se dá pelas rodovias BR-135 e BR-222 que se conecta a outras rodovias federais (BR 316, BR 230, BR 226 e BR 010) e estaduais (MA 230) para todo o Norte e Sul do país, como mostra a Figura 20 no mapa.

22 VLI: empresa que oferece soluções logísticas que integram portos, ferrovias e terminais portuários (VLI, 2017).

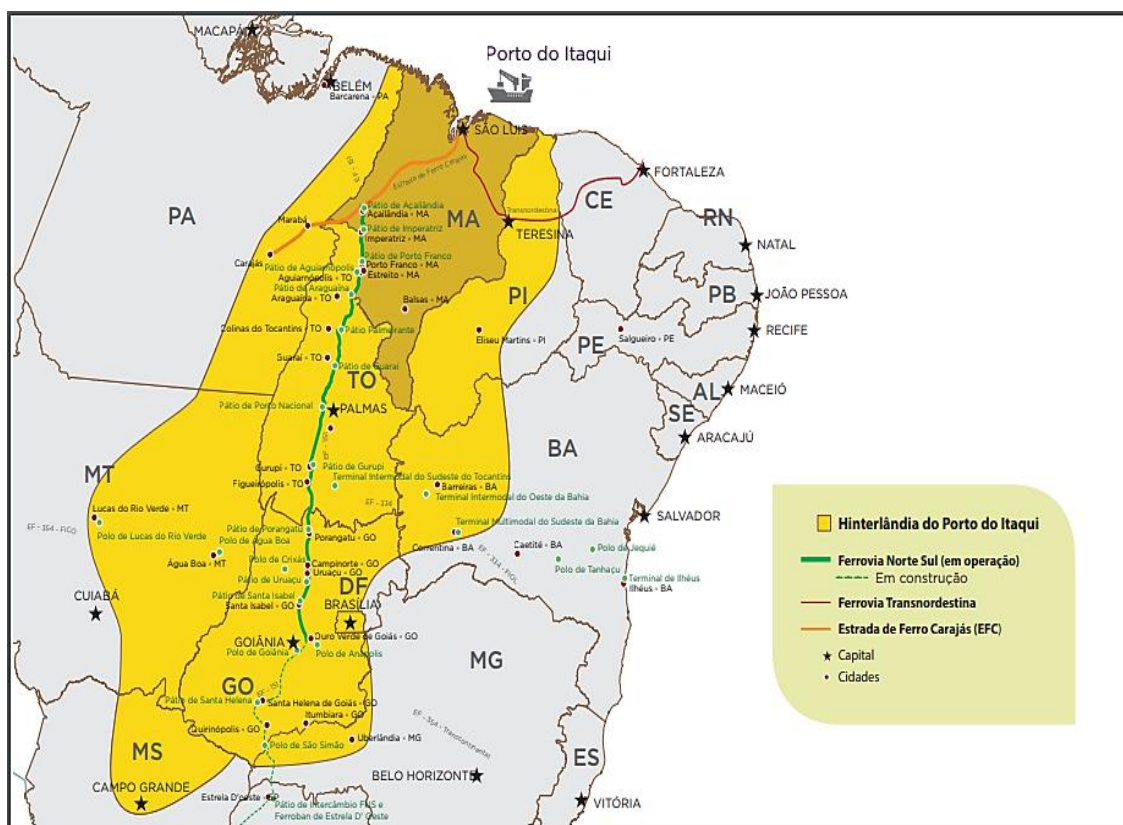


Figura 20: Mapa de conexão de rodovias e ferrovias do Porto do Itaqui

Fonte: Emap (2021).

4.6.2. Investimento Tecnológico

Existe um documento que realiza um diagnóstico da infraestrutura e superestrutura, definição de layout, planejamento de melhorias e expansão de novos mercados e construção de um plano de investimento nos portos, chamado de PDZ. Foi criado na Lei nº. 8.630, de 25 de fevereiro de 1993, Lei de Modernização dos portos, e é de responsabilidade da Autoridade Portuária. O PDZ possui responsabilidades sobre a definição de layout da frente marítima; análise de áreas de expansão e sua integração com áreas vizinhas para atividades afins; reavaliação da retroárea direta do porto; delimitação de setores para o armazenamento das cargas e serviços de apoio ou industrial; planejamento de melhorias de produtividade e desempenho para aumento da competitividade e eficiência (Emap, 2021).

O objetivo geral do PDZ do Porto do Itaqui é promover a modernização do porto, e da integração com os demais modais de transporte. Como objetivos específicos destacam-se a otimização do uso da infraestrutura existente, a proposição de reorganização de áreas subaproveitadas e identificação alternativas inteligentes para as

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

expansões futuras, estabelecer um plano operacional e uma base de dados georeferenciada consistentes e aderentes à realidade portuária, servindo no apoio para tomadas de decisões (Emap, 2019b).

Os portos organizados são obrigados por lei, por meio das autoridades portuárias, a encaminharem o PDZ para aprovação da Secretaria Especial de Portos (Cutrim, 2017).

No ano de 2016, o Governo Federal, juntamente com o Ministério da Infraestrutura, desenvolveu um projeto nos portos públicos brasileiros denominadas “Inteligência Logística Portuária”. Assim, foram concluídos, em 2016, os estudos de implantação desse projeto para 10 portos públicos do Brasil, entre eles o Porto do Itaquí.

Entre as iniciativas, estava a implantação do VTMISS, sigla em inglês para *Vessel Traffic Management Information System* (Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações). Um significativo avanço tecnológico para este porto localizado no Estado do Maranhão, pois o VTMISS equipa os principais e mais movimentados terminais no mundo (Ministério da Infraestrutura, 2016).

A Recomendação da *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA) sobre Requisitos Operacionais e Técnicos para o Desempenho de Equipamentos VTMISS (Marinha do Brasil, 2018), enfatiza que os elementos essenciais de um sistema moderno são: radares que possibilitam o rastreamento de embarcações, AIS (*Automatic Identification System*) que equipam os navios de grande porte; Circuito Fechado de Televisão (CFTV), dotado de câmeras de longo alcance e visão noturna; sensores meteorológicos e hidrológicos; comunicações *Very High Frequency*, Frequência Muito Alta (VHF) e um Centro de Controle Operacional (CCO-VTMISS) para o qual convergem todas as informações capturadas através dos sensores remotos (Ministério da Infraestrutura, 2016).

No PDZ do Porto do Itaquí (Emap, 2019b) foi previsto a implantação de vários sistemas com a finalidade de promover transformações digitais investindo em inovações tecnológicas, sendo os seguintes projetos com finalidades, conceitos e objetivos sobre investimento em automação (transformação digital) no Porto do Itaquí:

- i. **Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMISS):** Tem por finalidade monitorar dados de tráfego de embarcações

por meio de estações remotas, equipadas com sensores (radares e câmeras), compreendendo os canais interno e externo e as áreas de fundeio. O objetivo é garantir a segurança da navegação, a salvaguarda da vida humana no mar, melhorar a eficiência do tráfego marítimo, auxiliar na prevenção da poluição marinha, proteger as comunidades e a infraestrutura portuária, além de monitorar as condições ambientais. Tudo isso com foco no cumprimento de padrões marítimos internacionais na área de cobertura do porto (Emap, 2018). O VTMIS contempla Sistemas de Rastreamento e Identificação de Longo Alcance, Sistemas de Identificação Automático (AIS), Serviços de Tráfego de Embarcações, Rastreadores de Sensores Múltiplos, Sistema de Gerenciamento de Incidentes, Resposta ao Derramamento de Óleo, além dos Centros de Coordenação de Resgate Marítimo com Padrões de Busca e Salvamento, utilizando equipamentos de identificação automático de radares, repetidores, câmeras e geradores de energia elétrica de emergência, os quais possibilitam o monitoramento, em tempo real, de todo o canal navegável, dos fundeadouros e das áreas de evolução do porto (Emap, 2019b);

- ii. **Automatic Identification System (AIS):** em língua portuguesa é um sistema automático de identificação de chamadas. O Porto do Itaqui disponibiliza um AIS utilizado para enviar e receber informações dos navios evitando colisões e acidentes. A base do AIS é o transponder que opera na banda de rádio VHF marítimo, abrange toda a área de praticagem obrigatória, aproximadamente 40 milhas náuticas, e tem seu resultado divulgado por meio do site da Associação dos Práticos do Estado do Maranhão várias vezes ao dia. O primeiro passo para a implantação efetiva do VTMIS no porto, é adquirir um sistema integrador de AIS. A eficiência multimodal é fator competitivo importante na caracterização da infraestrutura portuária do Porto do Itaqui. Suas conexões com importantes ferrovias e rodovias fazem do Itaqui um corredor logístico para o centro-oeste do país (Emap, 2021). De acordo com o documento disponibilizado pela Ouvidoria do Porto do Itaqui (Anexo 1), a EMAP informa que existe o sistema integrador de AIS, via satélite, responsável pela verificação das informações dos navios e demais embarcações que transitam na Bahia de São Marcos, às quais também possuem o equipamento de AIS a bordo. A EMAP explica ainda que foi

realizado uma licitação para a contratação de empresa especializada para prestação de serviço de elaboração de estudos técnicos, com especificação detalhada para instalação e operação de LPS e/ou VTMS no Porto do Itaqui – Processo 0718/2021 – LRE Eletrônica nº. 007/2021 – Data da abertura: 21/07/2021. Apenas uma empresa participou da licitação, porém foi desqualificada por falta de atendimento de requisitos técnicos;

- iii. **Cadeia Logística Portuária Inteligente (CLPI):** projeto relacionado à implantação de portarias automatizadas que visam centralizar os fluxos de entrada e saída de veículos no Porto do Itaqui. Os locais de implantação são estratégicos permitindo maior controle sobre os veículos que o acessam. O Porto do Itaqui utiliza acessos rodoviários e ferroviários para movimentação de cargas. Apesar do modo de transporte hidroviário ainda não ser utilizado, ressalta-se a importância de a EMAP participar das discussões dos estudos referentes ao planejamento do setor de transportes nos âmbitos nacional, estadual e municipal. O Plano Mestre, por meio de análises e simulações, obteve informações que ajudaram a definir o número de *gates* de entrada e de saída das portarias de acesso ao Porto a fim de atender a demanda futura de veículos que circulará no porto. O Plano aponta a necessidade de três *gates* de entrada e três *gates* de saída com a implantação das tecnologias preconizadas no projeto CLPI que agilizam os procedimentos de acesso. Tais tecnologias compreendem: câmeras OCR (*Optical Character Recognition*), câmeras CFTV, balanças rodoviárias, leitores de *tags* RFID e leitores biométricos para reconhecimento do motorista. Também há a preocupação de um *gate* adicional reversível para cargas especiais que necessitam ser transportadas de maneira diferenciada. Além disso, uma portaria concentrará os fluxos de entrada do Porto do Itaqui através de sala de cadastro, central de controle, *data center*, sala de segurança e sala do chefe da segurança, além de ambientes de serviço e convívio comum (recepção/triagem, sanitários e circulações), bem como uma sala multiuso para apresentações e reuniões (Emap, 2019b). De acordo com os dados coletados em trabalho de campo, as portarias automatizadas estão em processo de implantação, a tecnologia de

OCR está instalada para a leitura das placas, bem como o CFTV, e a tecnologia de RFID está em conclusão²³;

- iv. **Electronic Data Interchange (EDI):** O Intercâmbio Eletrônico de Dados foi integrado também no Porto do Itaquí com a finalidade de padronizar a troca eletrônica de dados, evitar digitação manual (abreviando o tempo de processamento de informações), diminuir as horas trabalhadas da equipe, garantir a credibilidade dos relatórios gerados e permitir que os analistas se dediquem a efetuar análises das informações e, caso necessário, planos de ação para eliminação de possíveis gargalos operacionais. Assim, entende-se como EDI também chamado de Intercâmbio Eletrônico de Dados, uma troca ou transferência de arquivos eletrônicos padronizados entre empresas em formatos estruturados e que podem ser processados por *software* de aplicativos de computador (Lankford; Johnson, 2000).

A gestão portuária é uma organização complexa onde envolve o engajamento de múltiplos autores. Antes de 2017, era utilizado o controle manual de operações, mas existiam ausência de dados em tempo real, os rádios eram analógicos, retrabalhos, baixa acuracidade de informações, segurança deficitária e várias planilhas para monitorar cada etapa do fluxo operacional. Após o ano de 2017, foram incorporados softwares para promover a integração dos setores de programação, planejamento e controle das operações portuárias. Um dos resultados dessa inovação foi alcançado em 2020, com o registro do Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) do Porto do Itaquí, desenvolvido pela equipe da EMAP no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A principal finalidade do SIM é aprimorar os processos operacionais, integrar e facilitar a comunicação entre os setores de forma rápida, gerando dados confiáveis. Esse registro tem validade de 50 anos.

O Analista de Soluções Integradas da EMAP, explicou que, assim como ocorre em quase toda tecnologia que rompe padrões estabelecidos, o SIM também enfrentou desconfiança das partes envolvidas neste processo. Para vencer essa insegurança inicial em relação à mudança, foi necessário demonstrar de forma mais clara que o sistema forneceria dados irrefutáveis para a tomada de decisões da empresa. O SIM não é um

23 Informação do Head de Inovação do Porto do Itaquí, em 2021.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

produto direcionado apenas para as áreas de operações. À título de exemplo, estão sendo desenvolvidos novos módulos (Quadro 12) para integrar outras áreas ao sistema, como manutenção, engenharia, segurança portuária, planejamento estratégico, entre outros.

Quadro 12: Os seis módulos principais do SIM

Módulos do SIM
Módulo Acompanhamento Operacional: Monitora todos os resultados dos navios e a partir da tela inicial, se acessa um painel detalhado para verificar o desempenho de cada turno, paradas, dados das cargas e de clientes, médias operacionais etc.
Módulo de Passagem de Turno: Elaborado com a finalidade de eliminar falha na comunicação e problemas operacionais, gera um relatório de informações ao longo de cada turno.
Módulo Radar: Tem a função de efetuar as liberações de manutenção, acessos e processos operacionais relevantes que venham a impactar o fluxo das operações. O Radar possui também uma tela de resumo para visualizar as atividades em andamento e seus quantitativos.
Módulo de Alinhamento Operacional: Facilita o registro de reuniões vinculadas a um processo, como uma operação de navio ou uma atividade do Radar. Essas reuniões são classificadas por assunto, como por exemplo, operação, segurança, meio ambiente etc.
Módulo de Gerenciamento de Operação Não Mecanizada: Permite análises dos gargalos operacionais, apresenta os tempos médios entre cada processo o que possibilita ajustes e ganho de produtividade.
Módulo de Gerenciamento das Operações de Berços e Janelas de Atracação/Desatracação: Possibilita uma gestão macro da operação portuária, já que o sistema demonstra graficamente quatro processos: planejamento, estadia de navio, tempo operacional e projeção corrigida.

Fonte: Adaptado de Emap (2020b).

Outros investimentos do Porto do Itaquí em inovação na área da transformação digital e automação foi umas ferramentas tecnológicas, denominada de Terminal *Operating System Plus* (TOS+), que é uma plataforma com a função de atender à solicitação de alfandeamento da Receita Federal, coletar dados e fornecer informações sobre as operações portuárias, eliminando possíveis gargalos e otimizando processos. O sistema começou a ser também implantado, em 2017, e vem integrando os setores que realizam cooperação portuária e compõem o processo operacional do Itaquí, incluindo agências marítimas, despachantes aduaneiros, operadores portuários, transportadores rodoviários e importadores de granéis sólidos (Emap, 2020b).

Com o uso da plataforma TOS+, foi necessário buscar recursos mais específicos para transformar dados em informações visuais com o objetivo de facilitar a interpretação, bem como registros das ações. Então a equipe de planejamento desenvolveu o SIM,

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

ferramenta que utiliza as informações do TOS+, convertendo os dados em imagens e facilitando a tomada de decisões.

Além do TOS+ e do SIM, a rede de monitoramento do porto do Itaqui conta com um CCO equipado com *videowall* de oito telas integradas ao sistema de gestão portuária onde é possível fornecer segurança no tráfego de navios e cargas, contribuindo também para o aumento da produtividade do porto (Emap, 2020b).

Torna-se importante enfatizar o projeto Porto do Futuro, Programa de Incentivo à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Uma das finalidades é a preparação de profissionais para o mercado de trabalho (2022 a 2024), a partir de parceria entre a EMAP e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (Fapema).

O Porto do Futuro é um programa de pesquisa voltado para projetos que contemplem a área portuária a partir dos eixos de operações, meio ambiente, relação porto cidade, desenvolvimento socioeconômico sustentável, desenvolvimento tecnológico e gestão pública (Portos e Navios, 2022). Nesse caminho, o presidente da EMAP, Ted Lago, ressaltou no evento de lançamento deste projeto:

Por meio deste investimento em pesquisa e estratégia de inovação, o Porto do Itaqui, que é considerado um hub em economia e logística, agora poderá, também, ser reconhecido como hub de conhecimento em tecnologia portuária. (Portos e Navios, 2022, n. p.)

4.7. Caso 2: Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Porto da Vale)

Nascida em 1º de junho de 1942, como estatal, a Companhia Vale do Rio Doce, na corrente conjuntura, é uma empresa privada presente em mais de 30 países, com sede no Brasil, apresentando-se como uma das maiores mineradoras do mundo (Vale, 2021b).

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (TMPM) é um terminal de uso de privativo de propriedade da Vales S/A e faz parte do complexo portuário do Itaqui, em São Luís (MA). O TMPM foi construído nos anos de 1984 e 1985, mas só há registro de início de suas operações no ano de 1986 (Emap, 2018).

4.7.1. Caracterização

O TMPM tem como principal negócio, a mineração, porém ele atua em logística com ferrovia, portos, terminais, centros de distribuição, energia e siderurgia. Seu modelo de gestão se caracteriza como um sistema integrado com estratégia de integração vertical (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

A exploração de um dos maiores depósitos de minério de ferro do mundo é viabilizada pelo Sistema Norte composto pelas minas em Carajás, no estado Pará, a EFC por onde escoo o minério e o TMPM, em São Luís, no estado Maranhão, onde se realiza o embarque do produto (Nunes et al., 2015).

No regulamento do terminal portuário de ponta da Madeira, o Art. 8º esclarece que:

O Terminal Marítimo de Ponta da Madeira está localizado na margem leste da Baía de São Marcos, na Ilha São Luís, situado a 8 quilômetros ao sul do centro da cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão, à qual está ligado por rodovia. Está localizado nas coordenadas geográficas: Píer 1: Latitude: 02° 34,0' Sul Longitude: 044° 23,0' Oeste Píer 3: Latitude: 02° 33,7' Sul Longitude: 044° 22,75' Oeste Píer 4: Latitude 002° 33' 7,5605" Sul Longitude: 044° 22" 45,5696' Oeste 2° 3. (Vale, 2015, n. p.)

O TMPM conta com uma área de 18.141.420,00 m², mediante o primeiro termo aditivo ao Contrato de Adesão nº 27/2014/ANTAQ. O TMPM está abrigado por dois espigões denominados Molhe Sul, com 312 m de comprimento, e Molhe Norte, com 980 m de comprimento, cuja função é proteger o Terminal da ação das correntes (Figura 21).



Figura 21: Localização do TPM

Fonte: Emap (2018, p. 14).

As instalações de acostagem do TPM são constituídas por três píeres discretos, denominados Píer I, Píer III e Píer IV. Ao todo, o TUP dispõe de cinco berços, todos destinados exclusivamente à movimentação de minério de ferro (EMAP, 2019b), como mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Características da estrutura de acostagem do TPM

PÍER	QUANTIDADE DE BERÇOS	COMPRIMENTO	PROFUNDIDADE LIMITANTE	DESTINAÇÃO OPERACIONAL
PÍER I	1	490 m	25m	Granel sólido
PÍER III	2	640 m	21m	Granel sólido
PÍER IV NORTE E SUL	2	1016 m	25m	Granel sólido

Fonte: Adaptado de Vale (2018b).

O TPM utiliza o transporte por correias e ferrovias, sem sobrecarregar as portarias de acesso. A movimentação de cargas caracteriza-se majoritariamente por minério de ferro (98,8%), e manganês (1,1%), totalizando 124,6 milhões de toneladas em

2015. O tipo de navegação para essas cargas é de longo curso no sentido de embarque (Emap, 2019a).

As instalações de armazenagem do TMPM são compostas por 18 pátios, sendo 15 destinados à estocagem de minério de ferro e manganês e 3 à armazenagem exclusiva de ferro-gusa. A infraestrutura considerada no Terminal inclui os novos pátios abordados no projeto de expansão da Vale denominado S11D. O Terminal também conta com 5 silos verticais e 2 armazéns destinados ao armazenamento de grãos (Emap, 2019b).

O TMPM possui 8 equipamentos de cais, todos *shiploaders*²⁴, utilizados para o carregamento de minério de ferro e manganês nos navios. Também possui 6 linhas de correias transportadoras que funcionam como equipamentos de ligação e realizam a movimentação de minério dentro da área do Terminal, desde a chegada da carga pelo modal ferroviário até o embarque nos navios mineraleiros. Os equipamentos de retroárea para descarga são compostos por 6 viradores de vagões e para estocagem são compostos por 6 recuperadoras de minério, 4 empilhadeiras de minério e 2 empilhadeiras recuperadoras (Emap, 2019b).

Na Figura 22, pode ser observado o terminal Privado da Ponta da Madeira.

24 O *Shiploader* é um Carregador de navios, equipamento portuário móvel em forma de torre, com um tubo ou um túnel que é projetado para um berço, destinado ao carregamento de carga a granel através de correias transportadoras, diretamente de um armazém ou silo aos porões do navio (Ogmo Itajaí, 2020).



Figura 22: Imagem do Terminal Privado da Ponta da Madeira

Fonte: O Estado (2020).

4.7.2. Investimento Tecnológico

A Quarta Revolução Industrial é uma expressão que engloba tecnologias para automação, análise de dados, redução de custos, controle e customização operacional, dentre outras. A Vale, por meio de inteligência artificial, análise computacional avançada e trabalho colaborativo e cooperativos, está mudando o cenário da mineração, conectando pessoas para gerar profundas mudanças e uma maior eficiência operacional nos seus negócios (Vale, 2018a).

Desde 2016, a Vale implanta um programa de transformação digital para se adequar à Indústria 4.0 que permitirá a integração entre as áreas de negócio pelo mundo, reduzir custos, simplificar processos, aumentar a produtividade e a eficiência operacional, alcançar os melhores índices de saúde e segurança. O programa se baseia em quatro pilares fundamentados em aplicativos móveis e outras inovações tecnológicas, conforme ilustra a Figura 23.

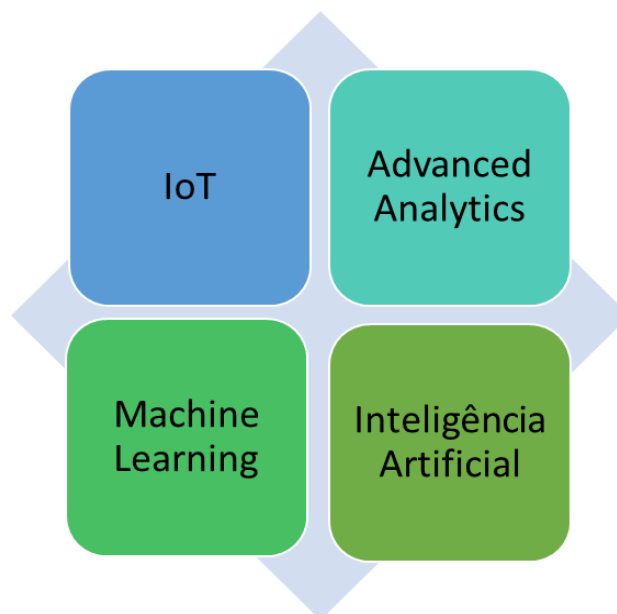


Figura 23: Pilares do programa de transformação digital

Fonte: Adaptado de Vale (2018b).

A pandemia do Covid-19 acelerou o uso de tecnologias digitais em muitas empresas, nos portos marítimos a necessidade foi a mesma. Na empresa Vale os empregados também trabalharam de forma remota. Assim sendo, em 2020, a empresa lançou o programa, a Jornada Vale, com o objetivo de acelerar o uso de formas flexíveis de trabalho, aumentar a produtividade, reduzir o tempo de deslocamento dos empregados e proporcionar mais acessibilidade. Desta forma, mais de 15 mil empregados atuaram em teletrabalho, reduzindo sua exposição a cenários de risco.

A empresa busca transformar seus negócios adaptando tecnologias já existentes no porto da Madeira, em novas formas de tecnologias e processos, em iniciativas de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Usando a tecnologia para redesenhar nossa forma de trabalho, eliminando cenários de risco. A empresa Vale está aumentando o uso da robótica e da automação, adicionando confiabilidade das operações e diminuindo, cada vez mais, o número de pessoas expostas a condições de risco.

O principal investimento em automação (transformação digital) no Porto Ponta da Madeira, incide sobre o projeto de operação autônoma para caminhões, na mina de Carajás, estado do Pará, iniciado a implantação no segundo trimestre de 2021 (Vale, 2020).

Recentemente, a IA, em especial a *Machine Learning* (ML) começou a capturar a imaginação das empresas que procuram reduzir custos e aumentar eficiência. Juntos, a IoT e a IA anunciam uma nova era na comunidade portuária.

A relação entre a IoT e a Inteligência Artificial é análoga ao funcionamento do corpo. A IoT alimenta o corpo de dados brutos do mundo físico, assim como nossos sentidos nos alimentam de informações. A IA é o cérebro que dá sentido aos dados e decide quais ações executar. Não faz sentido recolher dados sem sistemas inteligentes para os compreender e mandar executar as melhores ações de melhoria com base na previsão. Sendo assim, com informações suficientes sobre uma cadeia logística, uma plataforma habilitada com IA pode aconselhar uma empresa de transporte a economizar tempo e dinheiro tomando as decisões mais inteligentes (Caldeirinha, 2022).

Ainda sobre investimento tecnológico, citam-se os subitens que seguem:

- i. **Advanced Analytics/Inteligência Artificial:** A Vale expandiu o uso da Inteligência Artificial (IA) na cadeia de valor com o objetivo de otimizar o uso das frotas de navios, identificar proativamente os riscos ao atingir as metas de produção em cada estágio de nossa cadeia e otimizar a confiabilidade dos ativos críticos. Atualmente, 19% dos ativos críticos da Vale utilizam IA para garantir a confiabilidade. Espera-se que, em cinco anos, essa tecnologia seja empregada para 100% dos ativos críticos (Vale, 2020);
- ii. **Complexo S11D Eliezer Batista:** Esse complexo minerador está localizado no município de Canaã dos Carajás, sudeste do estado do Pará. Trata-se de um empreendimento que integra produtividade, tecnologia com inteligência ambiental. Além de favorecer a competitividade do minério brasileiro, o projeto traz soluções modernas e sustentáveis, com redução do consumo de diesel e beneficiamento à umidade natural, sem uso de barragens de rejeitos, redução de 93% do consumo de água, redução de 50% das emissões de gases de efeito estufa e economia de 18 mil MWh/ano de eletricidade por ano. Assim, os investimentos em inovação possibilitam a operação com maior eficiência e menor impacto ao meio ambiente (Vale, 2015).

A Figura 24 apresenta como funciona a operação no Complexo S11D, cujo minério de ferro é lavrado a céu aberto na mina e os minérios são lavrados com o uso do

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

sistema *truckdless*, visualizado na Figura 25. No lugar dos 100 caminhões fora-de-estrada que seriam necessários para esta tarefa, uma estrutura composta de escavadeiras e britadores móveis extrai o minério de ferro e alimenta cerca de 30 quilômetros de correias transportadoras, que levam o produto até a usina de processamento. A substituição, além de diminuir a quantidade de resíduos, como pneus, filtros e lubrificantes, permite a redução de 70% do consumo de combustível.



Figura 24: Operação no Complexo S11D

Fonte: Vale (2016).

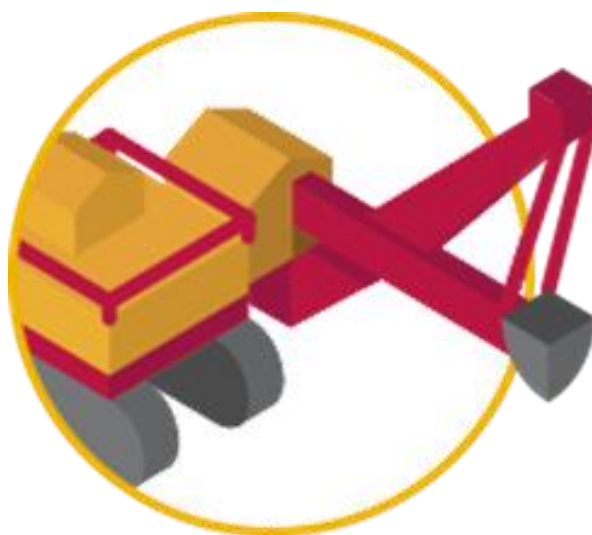


Figura 25: Sistema truckdless

Fonte: Vale (2016).

O minério é levado da mina até a usina por meio de um transportador de correia de longa distância (Figura 26), com nove quilômetros de extensão. Na usina, o minério é beneficiado a umidade natural, sem a necessidade do uso de água para retirar as impurezas.

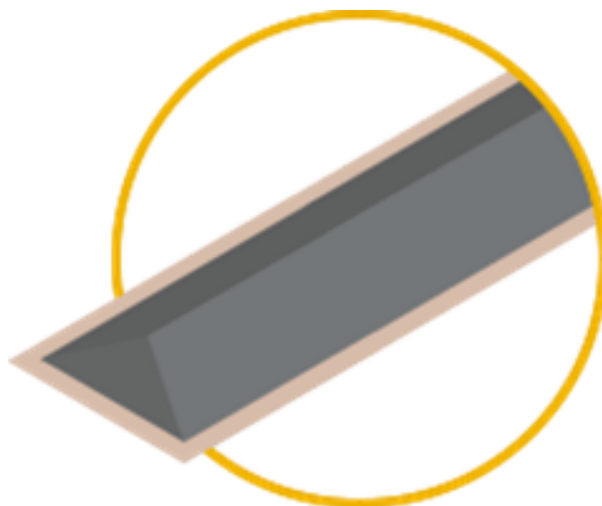


Figura 26: Transportador de correia de longa distância

Fonte: Vale (2015).

O sistema diminui o consumo de água em 93%, o equivalente ao abastecimento de uma cidade de 400 mil habitantes. A adoção da tecnologia reduz o consumo de energia elétrica. Outra vantagem é a eliminação de barragens de rejeito, pois o ultrafino de minério com alto teor de ferro que iria para a barragem, não descartado, permitindo trinta anos de vida útil da mina; cerca de 300 milhões de toneladas sejam incorporados à produção. O minério é transportado pela EFC por meio do novo ramal ferroviário, com 101 quilômetros de extensão. Pela EFC, o produto chega ao TMPM, em São Luís, que também teve sua capacidade ampliada. Os navios saem do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira em direção aos clientes da empresa Vale ao redor do mundo.

A Figura 27 ilustra que foram identificadas outras tecnologias que suportam a operação Complexo S11D Eliezer Batista.



Figura 27: Tecnologias de operação do Complexo S11D Eliezer Batista

Fonte: Autora da pesquisa.

Entre as modernas práticas de automação e controle adotadas no S11D, pode-se destacar a gestão mais eficiente dos recursos energéticos, com o uso de dispositivos inteligentes que adequam o suprimento de matéria-prima de acordo com as demandas do processo. A rede de automação controla todas as variáveis envolvidas, desativando equipamentos e pontos de consumo não necessários em situações de pouca demanda ou carga.

O S11D utiliza *drone* de última geração para realizar os trabalhos de levantamentos aerofotogramétricos das áreas de mina, usina e pilhas de minério em geral. Essas imagens apoiam o planejamento de mina de curto prazo, agregando segurança, agilidade e precisão às atividades de topografia.

O treinamento dos operadores de carregamentos de vagões com o minério de ferro está sendo feito com o auxílio de um simulador. O equipamento, instalado no Centro de Treinamento do S11D, é uma importante ferramenta para o desenvolvimento dos profissionais.

Em janeiro de 2018, iniciou-se a implantação do sistema alerta de proximidade nos caminhões fora de estrada que fazem o transporte de minério de ferro em Carajás. Esse sistema usa sensores para identificar objetos que estejam parados ou em movimento em um raio de até 500 metros. O evento identificado é informado por meio de avisos

sonoros. A ferramenta também informa ao motorista a distância do obstáculo mais próximo, evitando colisões (Figura 28) alerta em visão noturna.



Figura 28: Ferramenta que informa os avisos

Fonte: Adaptado de Vale (2018b).

O projeto do pátio autônomo, faz parte do programa de transformação digital portuária e tem o objetivo de automatizar máquinas portuárias (empilhadeiras e recuperadoras). As máquinas podem ser operadas, a partir do local (movimento individualizado voltado para manutenção), da cabine (todos os movimentos são comandados da cabine de operação manual) e do Remoto (os movimentos comandados remotamente por operação semiautomática). A evolução de automação para máquinas de pátio passou por quatro estágios: manual; semiautomático; automático e autônomo; conforme ilustra a Figura 29.

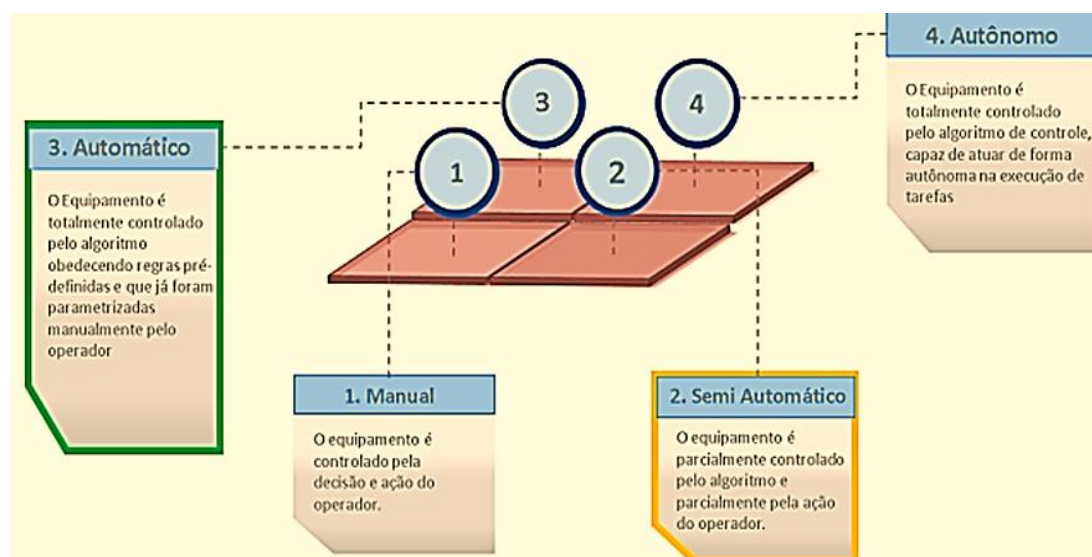


Figura 29: Evolução de automação para máquinas de pátio

Fonte: Ferreira, Godoy e Valentim (2020, p. 586).

Um conjunto de sistemas interconectados permite que as máquinas de pátio trabalhem em modo autônomo, sendo que o programador (controlador) que trabalha no Centro de Operação Integrada (COI), planeje a operação enviando suas instruções para o sistema Gestão de Portos da Vale (GPV) que são repassadas para o operador que realiza de forma semiautomática ou automática.

Desta forma, a empresa atinge seus objetivos que consistem em reduzir a exposição de empregados a riscos de acidentes, melhorar as condições de trabalho e a saúde do trabalhador, melhor manutenção das máquinas, diminuir custos, aumentar a produtividade e estabilizar a taxa de fluxo de transporte de material (Ferreira; Godoy; Valentim, 2020).

4.8. Resumo do Capítulo

No universo das movimentações portuárias, à medida que informações confiáveis e claras são oferecidas pela tecnologia, mais confiáveis e mais rápidos serão os indicadores trabalhados, como cálculos de produtividade, volumes movimentados por navios, controle de paradas, períodos de operação, taxas de ocupação de berços, tempo de navios em fila, dentre outros aspectos. Portanto, maior a garantia de que será alcançado o resultado desejado pelos portos em qualidade e eficiência.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

O presente capítulo versou acerca do percurso metodológico da pesquisa, evidenciando os objetos do estudo de caso e despertando o olhar para a aplicação de tecnologias como a IoT no âmbito dos portos, com vistas a melhorias das atividades portuárias e crescimento econômico.

CAPÍTULO V – PROPOSTA

5.1. Introdução

Neste capítulo, apresenta-se um modelo de referência da presente tese com a finalidade de esclarecer como foram desenvolvidas suas etapas para atingir um dos seus objetivos específicos, que são sugestões de implantação da tecnologia IoT e de sistemas de cooperação nos portos do Maranhão.

Para a elaboração da proposta de modelo neste capítulo, leva-se em consideração: a metodologia que será aplicada, os critérios que foram selecionados para a elaboração e o desenvolvimento da entrevista, como foram desenvolvidos os resultados obtidos com a entrevista realizada, as discussões acerca dos resultados obtidos com a entrevista e realização de um diagnóstico sobre a tecnologia IoT, gestão e sistemas cooperativos nas organizações portuárias investigada no Porto do Itaqui e no TMPM. Por fim, apresentação das proposições de implantação para os dois portos do Maranhão, relacionadas ao processo de transformação digital com a finalidade de tornar viável o desenvolvimento de novas práticas digitais, aumentando a qualidade dos serviços e a eficiência na logística de gestão.

Portanto, faz-se necessário esclarecer que o objetivo do presente capítulo “proposta” será explicar a forma como foi desenvolvido a metodologia, a entrevista, os resultados, as discussões e as proposições do presente trabalho.

5.2. Processo de construção do modelo

Na visão de Vernadat (1996), um modelo de referência, parcial ou completo, pode ser usado como base para o desenvolvimento, a avaliação ou a estruturação de modelos similares, complementares ou particulares e que não existe um método completo capaz de cobrir todos os aspectos funcionais conforme exigido pela modelagem organizacional, ou seja, que contemple todos os estágios da empresa, desde a definição dos requisitos

para a concepção e especificação até a descrição e implementação. Behar (2009, p. 21), compreende que “(...) modelo é um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma mais abstrata, quase esquemática, e que serve de referência.” Num contexto em que o objetivo é investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da IoT como fator estratégico, o modelo aqui apresentado não se define como um *checklist*, um processo em que seja necessário seguir todos os passos a passos sem considerar fatores locais e nem se define como um projeto finalizado, mas sim um modelo que pode apoiar o início de um percurso formado por pesquisas que já apresentam resultados.

Na Figura 30 abaixo apresentam-se as fases de investigação para melhor explicar a estruturação do modelo da tese que aqui será apresentado.

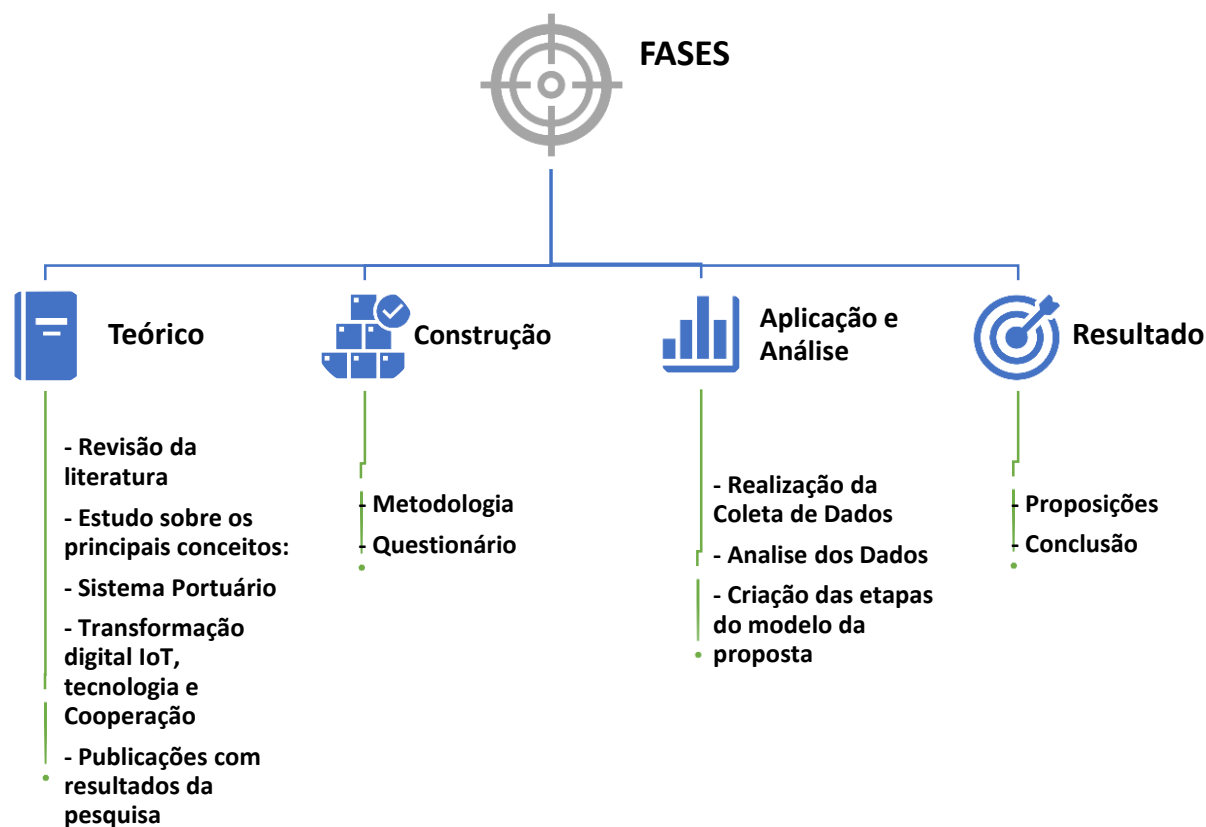


Figura 30: Fases da investigação para estruturação do modelo

Fonte: Autora da pesquisa.

Para atingir o objetivo da tese, o modelo de referência proposto revisita conceitos de tecnologias IoT, gestão e sistema cooperativos nos portos marítimos e algumas definições apresentada no capítulo de metodologia.

A estrutura do modelo foi evoluindo conforme o progresso da pesquisa. No decorrer da produção de proposta de modelo, houve diversas transformações na proporção que as informações eram coletadas por meio das entrevistas, analisadas com um levantamento diagnóstico e finalmente com as proposições sugerida pela autora.

A construção do modelo percorreu as etapas descrita abaixo de averiguação:

- i. desenvolvimento da metodologia apresentado todo o percurso, o método que foi utilizado e caracterização dos portos que será pesquisado no estudo de caso;
- ii. realização de entrevistas com gestores do Porto do Itaqui e do TPM, a fim de elencar os principais critérios e desafios encontrado nos portos para implantar transformações digitais como a IoT como uma tecnologia de cooperação no desenvolvimento desses portos;
- iii. com as informações coletadas na entrevista foi desenvolvido um capítulo com seus resultados, apresentando as principais informações obtidas pelos especialistas portuários entrevistados dos portos estudado na presente tese;
- iv. com resultados obtidos na entrevista com os gestores dos dois portos do Maranhão aqui analisado, foi elaborado um capítulo de discussão com base nos dados obtidos e levantamentos realizados na entrevista e assim desenvolvido um diagnóstico sobre IoT, gestão e sistemas cooperativos nesses portos;
- v. com a sustentação dos dados obtidos na entrevista e analisados nos capítulos anteriores, foi desenvolvido um capítulo de proposições, onde a autora irá sugerir algumas propostas de implantação para os dois portos do Maranhão relacionadas ao processo de transformação digital que pode tornar viável o desenvolvimento de novas práticas digitais aumentando a qualidade dos serviços e eficiência na logística de gestão.

De forma mais didática, a construção do modelo descrito acima será representada da seguinte forma (Figura 31):



Figura 31: Construção do modelo

Fonte: Autora da pesquisa.

A partir da análise dos dados desse ciclo de investigação e de leituras complementares, desenvolveu-se um modelo inicial até a conclusão do modelo final, que sintetiza todas as informações, integrando-as às fases de desenvolvimento, dimensões e categorias. Essas propostas resumem os resultados dos estudos realizados e foram detalhadas nas próximas subseções.

5.2.1. Proposta inicial – Caminho Metodológico

Esta fase inicial da proposta apresenta as principais direções metodológicas que orientaram o desenvolvimento da tese, compreendendo as diferentes etapas que compõem os tipos de pesquisa que foram adotados, o sujeito da pesquisa que aqui se refere aos gestores dos portos entrevistado, o método da pesquisa e onde foi realizado o estudo de caso com o formato de entrevista semi-estruturada. A finalidade do caminho metodológico é auxiliar na identificação do que se busca em relação ao desenvolvimento do trabalho para chegar ao seu objetivo e a resposta do problema.

Como já apresentada na metodologia, mas torna-se importante rever: em relação ao tipo de pesquisa a tese foi classificada como exploratória pois se propõe a entender fenômenos pouco estudado (Gil, 2019). Em complemento a essa concepção, Vergara (2007, p. 47) leciona que: *“A investigação exploratória que não deve ser confundida como leitura exploratória, é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado.”*

A pesquisa exploratória é um tipo de pesquisa que busca entender os fenômenos do mundo real que está estudando usando seus métodos e critérios. Esse tipo de pesquisa ainda está em seus estágios iniciais, e ainda não há muitas informações sobre o tema.

Portanto, a implantação da tecnologia IoT como fator estratégico de desenvolvimento nas organizações portuárias são fatores ainda pouco pesquisados e estudados no mundo acadêmico e científico, por isso a necessidade de uma investigação mais profunda na sessão do referencial teórico e a utilização do estudo de caso como método de verificação na busca da validação e da resolução do problema da presente tese.

A pesquisa também é classificada como qualitativa, uma vez que busca a descoberta de elementos presentes em contexto específico (Chizzotti, 2009), além de ser mais apropriada para coleta de dados subjetivos. A pesquisa qualitativa analisa dados de fontes verbais e visuais para obter uma melhor compreensão de um fenômeno. Portanto, seus resultados são baseados em dados empíricos, que são coletados sistematicamente.

Foi classificada também como bibliográfica pois foi desenvolvida com base em materiais publicados em livros, revistas jornais digitais, redes eletrônicas, isto é, materiais acessíveis ao público em geral (Vergara, 2007). Enquadra-se ainda como documental,

pois durante o desenvolvimento do presente trabalho, entre outros documentos, foram analisados documentos oficiais dos portos como o PDZ do Porto do Itaquí, por exemplo.

A Figura 32 apresenta os principais aspectos que foram analisados na metodologia da pesquisa.

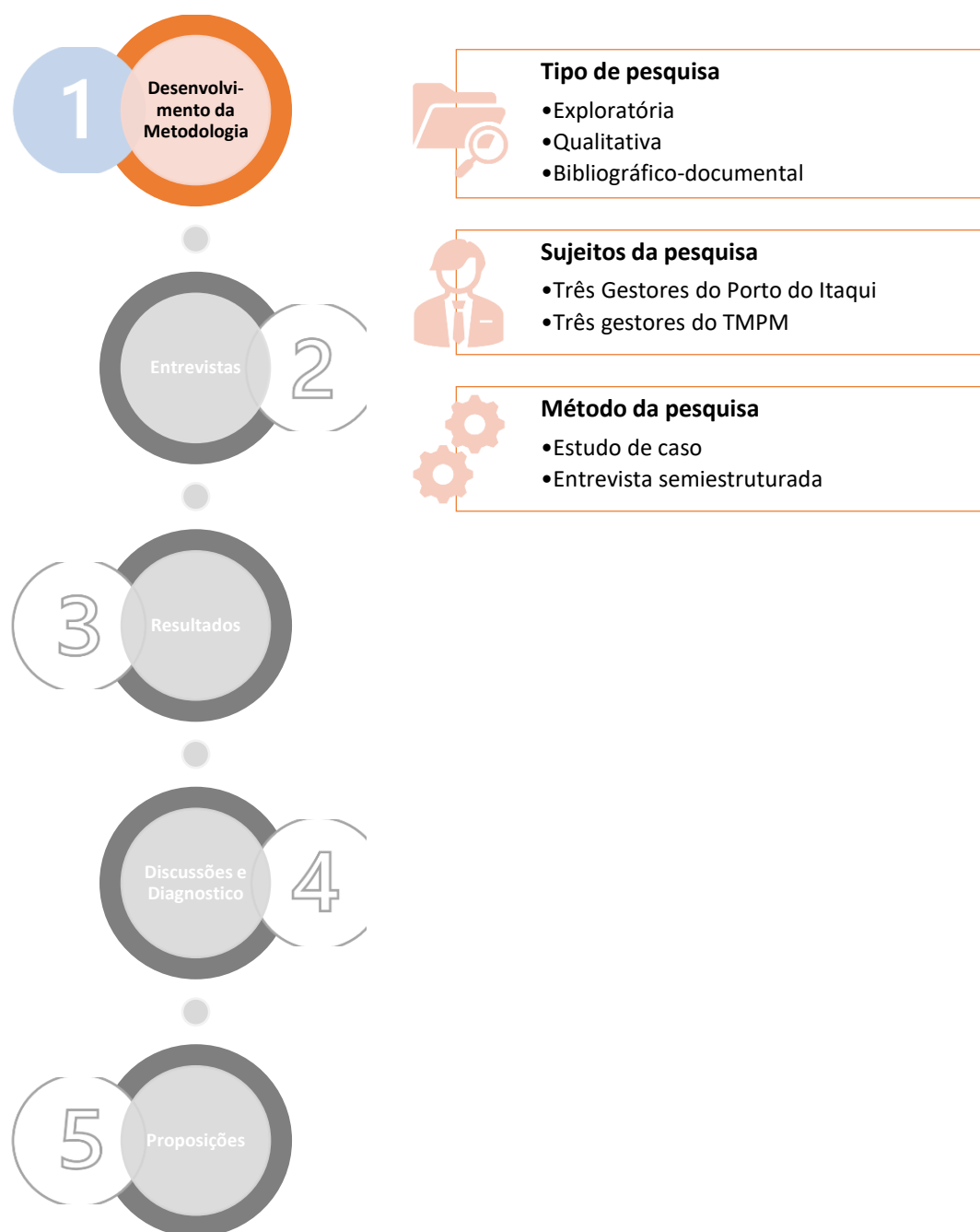


Figura 32: Proposta inicial – Caminho Metodológico

Fonte: Autora da pesquisa.

5.2.2. Caminho Investigativo: Realização da Entrevista

Neste capítulo, onde apresenta-se a proposta de desenvolvimento, foi necessário retomar o tópico que aborda sobre a metodologia, o planejamento e coleta de dados para realização da entrevista da presente tese, com a finalidade de refinar a forma como foram elaborados os questionamentos da entrevista para atingir o objetivo do presente trabalho.

As entrevistas são uma importante fonte de informação sobre assuntos humanos ou ações comportamentais. Os entrevistados, quando bem-informados, com capacidade de fornecer informações precisas e profundas sobre o que está acontecendo ou o que precisa ser feito, podem ajudar a ver padrões em eventos no passado que podem ajudá-lo a entender e esclarecer melhor a situação atual. Uma abordagem razoável de entrevista, deve-se considerar também informações de outras fontes de conhecimento para ajudar a comprovar os dados coletados da entrevista (Yin, 2015).

A elaboração da entrevista foi desenvolvida em etapas como apresentado na Figura 33. Os critérios para a elaboração das perguntas apresentado aos especialistas portuários serão desenvolvidos com base nos objetivos, hipóteses e problema do trabalho. Em relação a composição das entrevistas, teve-se como critérios de inclusão ou exclusão para a escolha dos entrevistados o objetivo almejado na tese e em seguida, o cargo que os gestores entrevistados ocupam nesses portos. Portanto, solicitou-se entrevista com gestores das áreas de inovação, operações, logística, Inteligência artificial e tecnologia de informação. Julgando essas áreas como essenciais, que abarcam as palavras-chave da tese, para responder com propriedade as perguntas que foram elaboradas pela autora da presente tese.

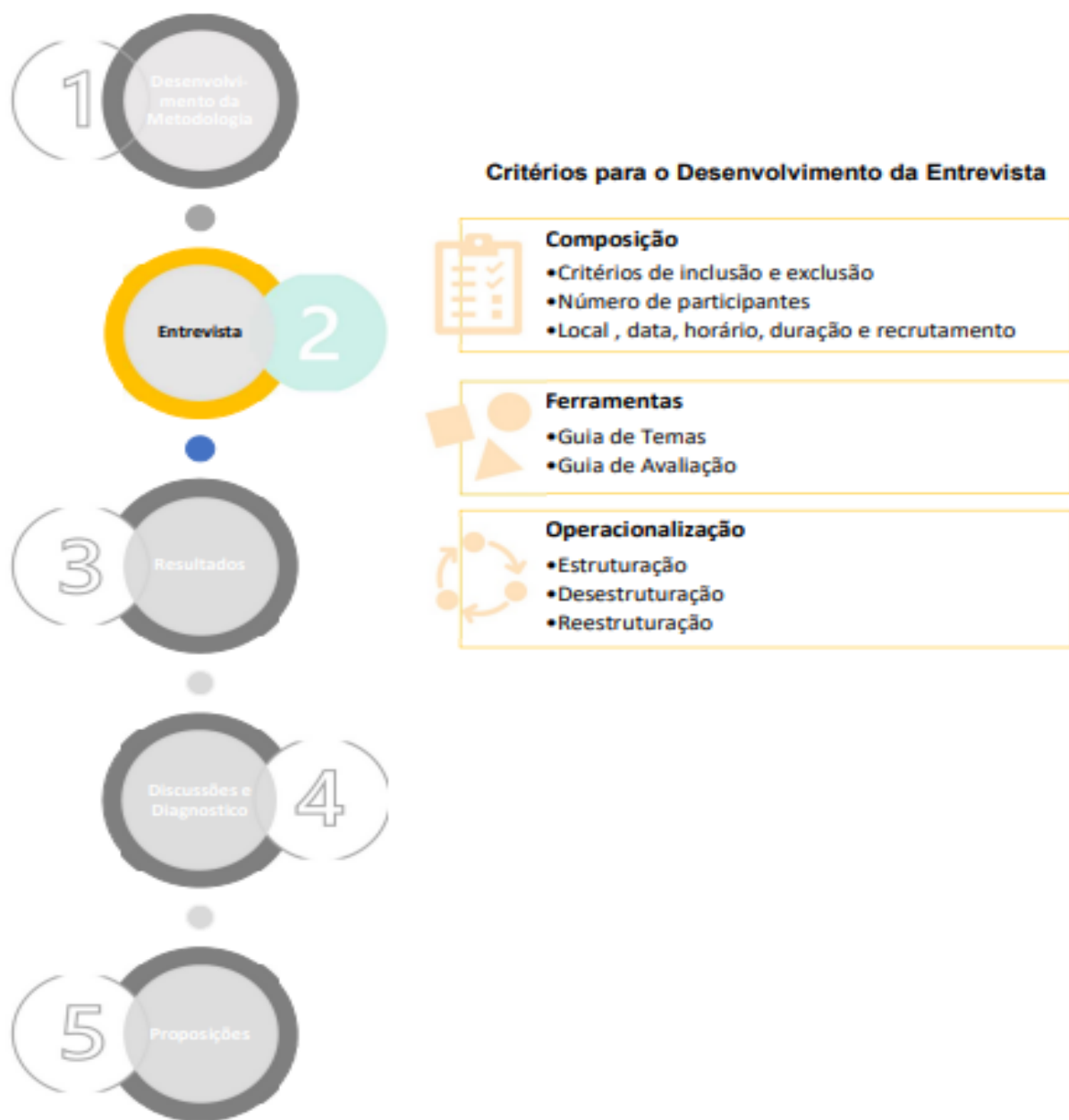


Figura 33: Caminho investigativo: Realização da entrevista

Fonte: Autora da pesquisa.

Em relação ao número de participantes na entrevista, serão três gestores de cada porto, por considerar os cargos dos gestores selecionados essenciais para responder as perguntas da entrevista. Locais e hora das entrevistas foram determinados pela administração desses portos. Por termos enfrentado um momento de pandemia, COVID 19, a exigência dessas administrações, na ocasião das entrevistas, foi o distanciamento social. Apenas uma entrevista presencial foi autorizada na administração portuária do

Porto do Itaqui, EMAP, onde a autora desta tese teve a oportunidade de estar presente, analisando os processos portuários desenvolvidos naquele local. As demais entrevistas foram realizadas no formato de vídeo conferência. Todas as entrevistas foram gravadas por vídeo e áudio.

Os documentos de Termo de Consentimento Livre e esclarecido do (TMPM-Vale) e do (Porto do Itaqui) (Apêndices 1 e 2), os roteiros de entrevista (Apêndice 3 e 4), assim como a declaração de visita nesses dois portos (Apêndices 5 e 6). Ressalta-se que por questão de segurança e anonimato dos entrevistados, os nomes e assinaturas foram preservados, porém, encontra-se sob posse da autora todos esses documentos devidamente assinados.

As ferramentas utilizadas na elaboração do questionário da entrevista foram divididas como um guia de tema, com aplicação das palavras-chaves da tese:

- i. Processo de Transformação Digital;
- ii. Internet das coisas (IoT) e seus sistemas no porto;
- iii. Cooperação x Colaboração (Estratégia, Competitividade e “*coopetição*” nos portos);
- iv. Sistemas cooperativos (redes de cooperação).

Em relação ao guia de avaliação: com os dados obtidos nas entrevistas nos dois portos, foi desenvolvido um quadro resumo, a ser analisado posteriormente na subseção 6.3, por meio do Quadro “Resumo das entrevistas com especialistas portuários do Porto do Itaqui e TMPM”, onde foi possível realizar uma avaliação sobre as questões abordadas na entrevista em relação aos dois portos aqui investigados no presente estudo de caso.

Na etapa de Operacionalização foram selecionados os critérios possíveis para estruturar as proposições, de acordo com os resultados obtidos nessas entrevistas. Registre-se que foi necessária a desestruturações de algumas proposições por julgá-las não relevantes para o objetivo que a tese buscou atingir.

5.2.3. Resultados da Entrevista

Após a elaboração e estruturação das perguntas, aplicou-se a entrevista com os gestores do Porto do Itaqui e TMPM. O principal objetivo deste tópico é apresentar como

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

foram desenvolvidos os resultados desta investigação com a aplicação de entrevistas dirigidas aos especialistas portuários nos casos em estudo (Figura 34).

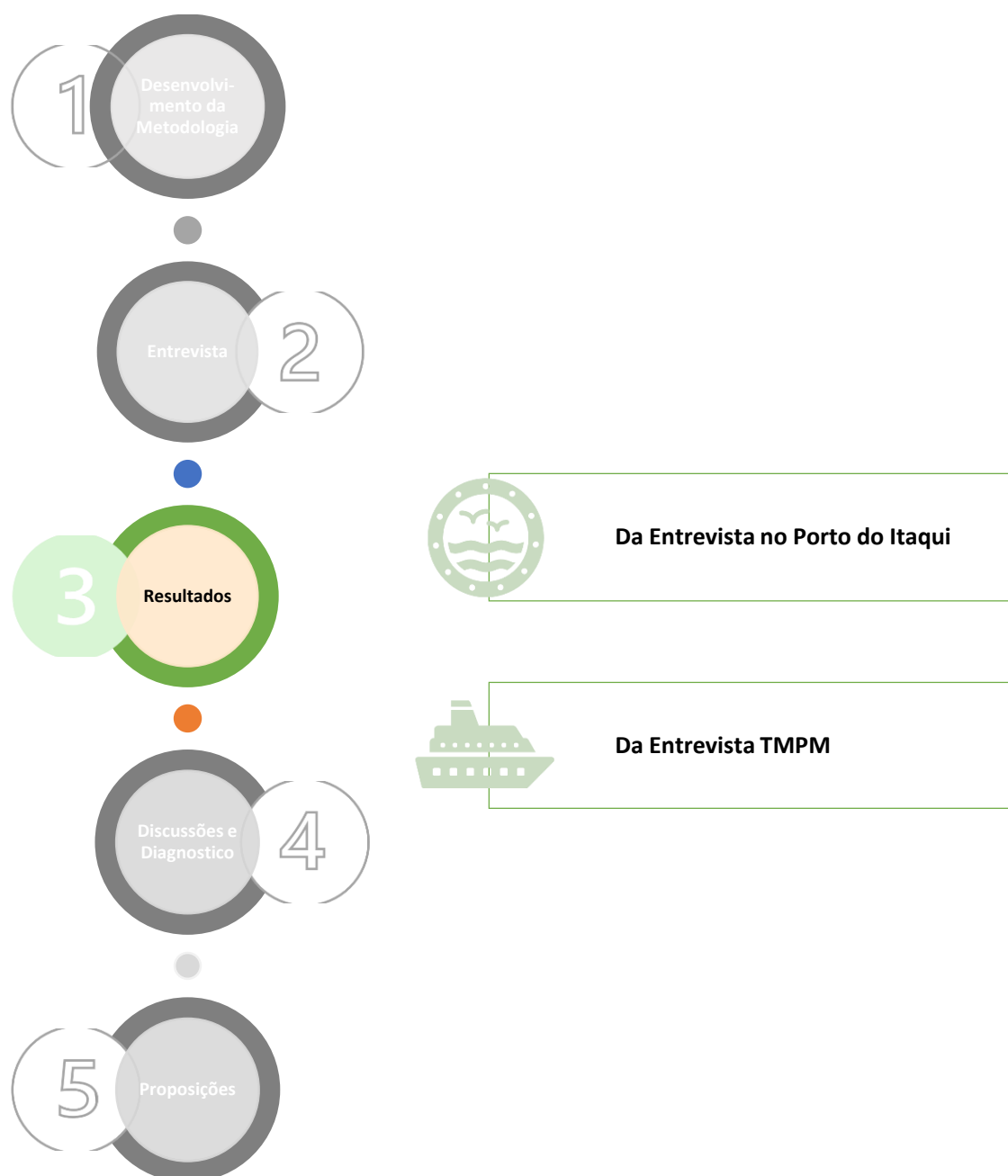


Figura 34: Caminho investigativo: Resultados da entrevista

Fonte: Autora da pesquisa.

Vale relembrar que o pesquisador entrevistou três gerentes da área do Porto do Itaqui (Tecnologia da Informação, Inovação e Logística) e três gerentes da TPM-Vale

(Supervisor de Recuperação e Operações de Pátio; Gerente de TI; e Gerente de transformação digital). As entrevistas com todos os gestores dos dois portos foram realizadas nos meses de fevereiro e março de 2022. Portanto, mediante os dados obtidos na entrevista no Porto do Itaqui e TMPM, foi elaborado um capítulo com os resultados, contendo relato detalhado das informações oriundas dos especialistas entrevistados, nesta investigação. O primeiro tópico discorrido foi sobre os resultados da entrevista obtida no Porto do Itaqui e, em sequência, os resultados obtidos na entrevista no TMPM, onde a autora empregou, em vários momentos, as palavras usadas pelos entrevistados, visando validar as informações obtidas na entrevista.

5.2.4. Diagnóstico com os Resultados Obtidos na Entrevista no Porto do Itaqui e TMPM

Diante da entrevista realizada e avaliação dos dados coletados no capítulo de resultados, foi imprescindível realizar um diagnóstico, com finalidade de apresentar, de maneira mais crítica e contextualizada, o que foi observado sobre a tecnologia IoT, gestão e sistemas cooperativos no Porto do Itaqui e TMPM.

Sobre a finalidade de realizar um levantamento diagnóstico dentro de uma organização, Chiavenato (2006, p. 438) esclarece: *“Diagnóstico organizacional: da análise dos dados colhidos, passa-se a sua interpretação e diagnóstico: procura-se identificar preocupações e problemas, suas consequências, estabelecer prioridades e estabelecer os alvos e objetivos.”* Finalidade do diagnóstico organizacional é o estabelecimento de uma compreensão amplamente partilhada e de um sistema baseado nessa compreensão para determinar se a mudança é desejável.

Foi desenvolvida uma discussão diante dos dados coletados e acrescentado informações dos principais teóricos pesquisados, para assim realizar um diagnóstico nessas organizações portuárias com a finalidade de atender ao objetivo da tese e responder ao seu problema. Com os dados levantados foi possível verificar as vantagens e as dificuldades enfrentadas nas organizações portuárias em relação ao processo de implantação de inovações tecnológicas, a exemplo da IoT, como sistema e como gestão cooperativa no Porto do Itaqui e TMPM. Foram desenvolvidos tópicos de diagnósticos sobre IoT, Gestão e Sistemas Cooperativos avaliados através da entrevista realizada nos portos aqui estudado. A Figura 35 apresenta de forma didática, os principais tópicos que foram abordados para a elaboração do levantamento diagnóstico nesses portos.



Figura 35: Discussões e Diagnóstico

Fonte: Autora da pesquisa.

5.2.5. Elaboração das Proposições da Tese

Diante da coleta de dados realizado na entrevista e a aplicação do diagnóstico com o levantamento crítico de dados recolhidos na entrevista, no capítulo das

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

proposições, a autora irá aplicar sugestões de implantação dirigidas aos portos investigados em relação a IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos.

Foram recomendadas oito proposições de implantação no Porto do Itaquí e TPM relacionadas ao processo de transformação digital que pode tornar viável o desenvolvimento de novas práticas digitais aumentando a qualidade dos serviços e eficiência na logística de gestão.

A Figura 36 apresenta um esboço como será desenvolvido as proposições mediante aos dados levantados na entrevista e no diagnóstico.

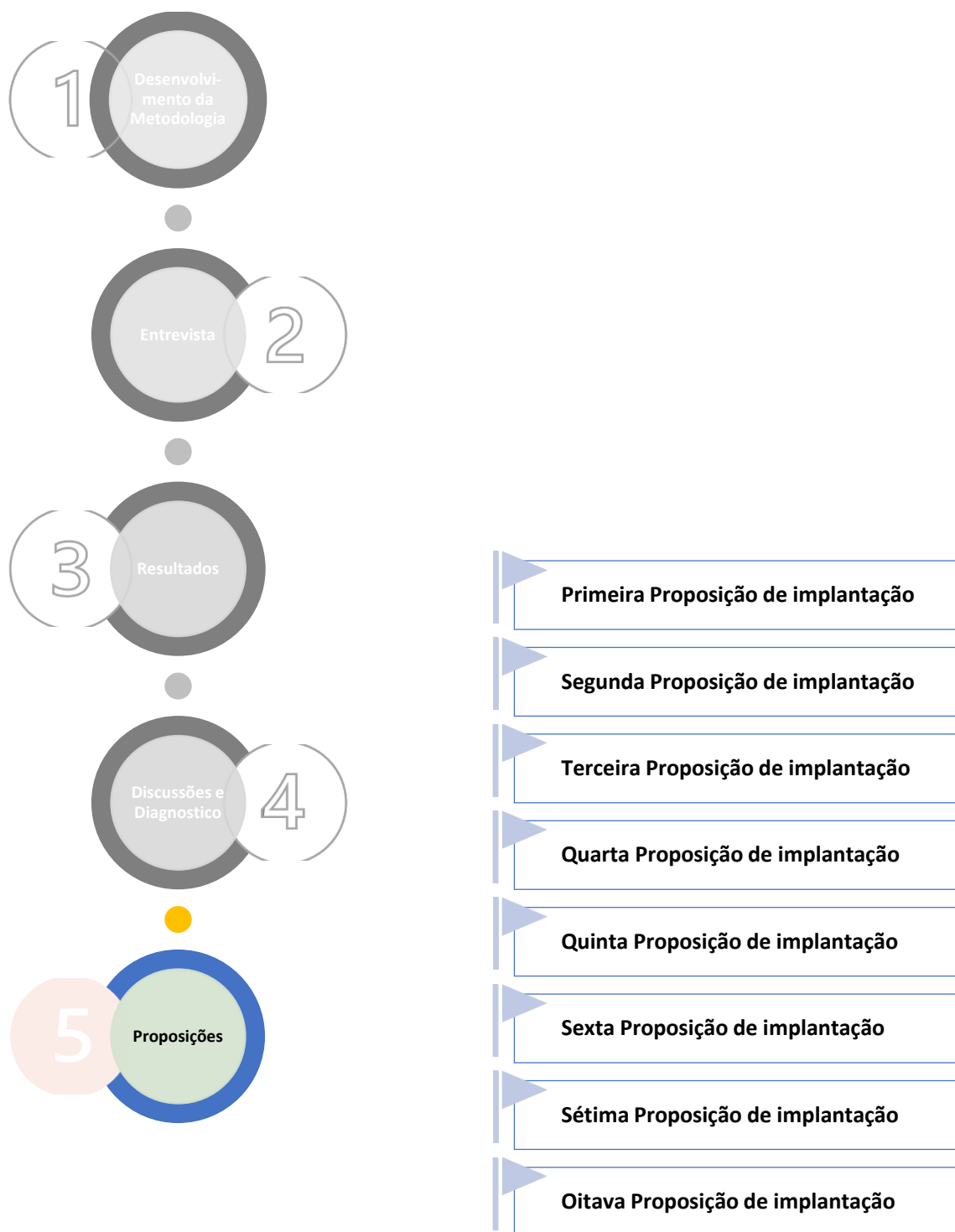


Figura 36: Proposições
Fonte: Autora da pesquisa.

5.2.6. Modelo final

O modelo final, representado na Figura 37 conecta as dimensões aqui apresentada sobre a proposta de uma amostra de investigação sobre a tecnologia IoT e a gestão e sistemas cooperativos no Porto do Itaquí e TPM. Cada dimensão foi constituída com as principais características que representam cada fase da pesquisa.

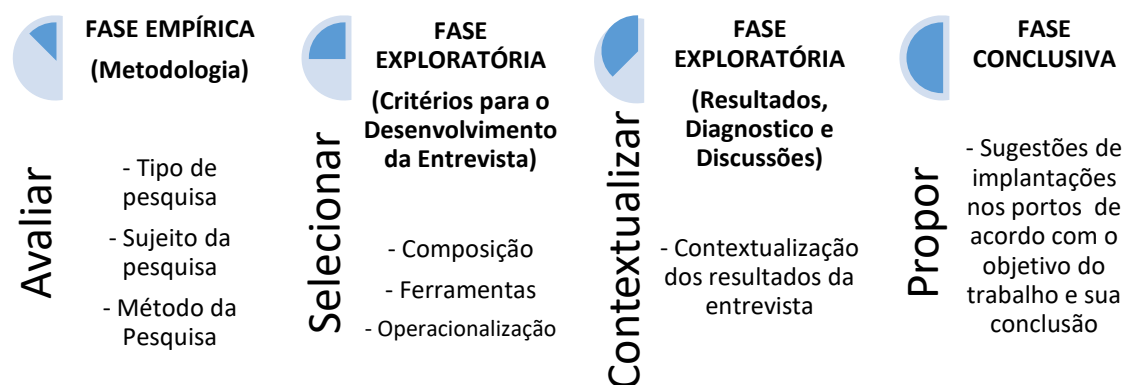


Figura 37: Modelo Final

Fonte: Autora da pesquisa.

Cada uma das fases aqui apresentada neste capítulo contribuiu para a construção de um modelo final que foi aplicado na presente tese com o objetivo de atingir o resultado final do trabalho.

Na dimensão empírica, o objetivo foi avaliar quais metodologias foram implantadas na tese de acordo com as ferramentas utilizada para o desenvolvimento do trabalho

Na primeira fase exploratória, foi abarcado duas dimensões: da entrevista e do diagnóstico. Na dimensão de entrevista, o esforço inicial concentrou-se na seleção dos critérios para o seu desenvolvimento do questionário e implantação, levando em consideração o objetivo que a tese almeja alcançar, as palavras chaves e suas hipóteses apresentada na introdução deste trabalho. Na segunda fase exploratória foram trabalhados os resultados, diagnóstico e discussão; o esforço foi contextualizar os resultados obtidos na entrevista.

Finalmente, na fase conclusiva, a finalidade foi propor sugestões de implantações de ferramentas com tecnologia IoT como gestão organizacional ou como sistema, de acordo com os dados obtidos na entrevista e com os resultados alcançados no diagnóstico realizado.

Como já esclarecido no início deste capítulo, a estrutura do modelo foi evoluindo conforme o progresso da pesquisa de acordo com os dados obtidos na coleta de dados. Portanto, além das proposições de implantação de novas tecnologias como a IoT, a presente autora propôs implantações nestes portos, em outras áreas, mediante os resultados dos dados coletados, com a finalidade de facilitar a introdução de novas tecnologias nesses portos.

5.3. Resumo do capítulo

Neste capítulo, descreve-se a trajetória de construção do modelo de referência, passando pela proposta inicial que foi o desenvolvimento metodológico, dando sequência na construção do modelo com a proposta de modelo de entrevista, resultados, diagnósticos, discussões e proposições de implantação até apresentarmos o modelo final de tese proposto nesta etapa do presente trabalho. Detalha-se as dimensões, categorias e fases que o compõem.

CAPÍTULO VI – RESULTADOS

6.1. Introdução

Este capítulo apresenta os resultados da fase de investigação e coleta de evidências, com a aplicação das entrevistas dirigidas aos especialistas portuários dos casos em estudo. Destaca-se, mais uma vez, que a pesquisadora entrevistou três gestores da administração do Porto do Itaqui (Gerente de Tecnologia da Informação; *Head* de Inovação; e Gerente de Logística) e três gestores do TMPM – Vale (Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio; Gerente de Tecnologia de Informação; e Gerente de Transformação Digital).

6.2. Entrevistas com Especialistas Portuários

As entrevistas com os especialistas portuários (gestores) de cada local de pesquisa (Porto do Itaqui e TMPM-Vale) foram realizadas individualmente, sendo uma de modo presencial (Gerente de Logística da EMAP) e as demais, por meio de videoconferência, devido ao cenário da pandemia por COVID-19, cumprindo assim, protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão. As entrevistas ocorreram de fevereiro a março de 2022 e os momentos com os gestores foram gravados, assegurando-se a preservação das identidades.

6.2.1. Especialistas do Porto do Itaqui

Durante o mês de março de 2022, realizaram-se entrevistas com três gestores da administração do Porto do Itaqui, a saber: Gerente de Tecnologia da Informação, *Head* de Inovação e Gerente de Logística. Utilizou-se Roteiro estruturado, servindo de guia para as questões investigadas.

A respeito do Processo de Transformação Digital no Porto do Itaqui e quais ações englobam esse programa, todos os entrevistados da área de inovação, tecnologia e logística afirmaram que, desde 2015, o Porto do Itaqui vem estruturando o processo de

digitalização do porto. Os entrevistados declararam que antes desse período, praticamente todos os processos eram manuais e através de e-mail; os processos administrativos e operacionais eram analógicos (em papel) ou realizados por meio eletrônico; porém de forma manual, trabalhosa e repetitiva.

Esses gestores explicaram que, em 2016, foi elaborado um Plano Diretor de Tecnologia da Informação. O plano tinha como finalidade planejar diversos investimentos com o objetivo de digitalizar o Porto e iniciar o processo de transformação digital; sendo a principal meta implantar soluções que atendam tanto as necessidades operacionais quanto administrativas.

Assim sendo, foram realizados investimentos, prioritariamente, na área de TI do porto do Itaqui e implantação do sistema TOS+²⁵, na qual todo controle operacional e administrativo é realizado através deste programa.

Um dos especialistas entrevistados da área portuária explicou que, atualmente, todo o processo de movimentação de pátio pode ser monitorado em tempo real dentro deste sistema, como por exemplo, verificar o tempo de operação e volumes movimentados de uma determinada carga. Logo, para obter informação do ciclo de caminhão dentro do porto é necessário o monitoramento de alguns aspectos na área operacional.

Existem câmeras OCR²⁶ (*Optical Character Recognition*) e Coletores de Dados ao longo do pátio, com isso é possível controlar quando um caminhão chegou no porto, quando passou na portaria, quando chegou na beira do cais, quando saiu da beira do cais e vai para balança para ser pesado, saiu do porto, vai para a fábrica e quando volta novamente ao porto. (Gerente de Logística)

Dessa forma, foi possível realizar a transformação digital dentro da operação do porto desde a chegada do navio, execução e fechamento a partir do sistema; além disso também é possível monitorar as etapas da operação e analisar, durante o processo, o que não está funcionando adequadamente dentro do ciclo.

25TOS+: corresponde a uma plataforma com a função de atender à solicitação de alfandeamento da Receita Federal, coletar dados e fornecer informações sobre as operações portuárias, eliminando possíveis gargalos e otimizando processos (Emap, 2020b).

26OCR: sigla em inglês para reconhecimento óptico de símbolos. É uma tecnologia amplamente difundida e que é um processo de classificação de padrões ópticos contidos em uma imagem digital (Chaudhuri et al., 2017).

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

O gestor da área de Logística também esclarece que: “*A IoT dentro do porto do Itaqui, funciona como um dos suportes do sistema TOS+, com a finalidade de monitoramento e gerenciamento de informação.*” (Gerente de Logística)

O sistema TOS+ entra na parte de digitalização do porto e, para viabilizar algumas atividades dessa organização portuária, são utilizadas algumas ferramentas da tecnologia IoT como os OCR e Coletores.

Uma outra ferramenta definida como IoT utilizada no porto do Itaqui é a balança integrada com o processo todo automatizado. Antes da transformação digital a pesagem dos caminhos para a saída do porto era manual com anotação em planilha. (Gerente de Logística)

Na visão do especialista da área de tecnologia da informação, o planejamento de transformação digital do Porto do Itaqui foi cumprido, quase em sua totalidade. No momento, o Porto do Itaqui está na fase de elaboração de um novo plano diretor, onde o objetivo consiste em criar um ambiente no qual seja possível avançar, cada vez mais, a automação e inovação do porto. “*Do início do planejamento em transformação digital, em 2016 até 2021, está com quase tudo executado. O avanço em tecnologia no porto foi muito grande em cinco anos.*” (Gerente de Tecnologia da Informação)

O gestor de Tecnologia da Informação destaca que:

As iniciativas de inovação avançam. Precisamos preparar o porto para as tecnologias da indústria 4.0 ou 5.0 com a chegada de 5G. Então o próximo pilar é analisar quais tecnologias são mais viáveis no porto. Aí estamos falando de Big Data, inteligência artificial, IoT, inovação. Então, a gente já trouxe algumas tecnologias e ferramentas da IoT para o porto, mas sabemos que precisamos avançar nesta área. (Gerente de Tecnologia da Informação)

Todos os entrevistados concordaram que as áreas de Operações Portuárias foram priorizadas no momento de implantar as novas transformações digitais no Porto do Itaqui. Neste sentido, justificaram que esta área pode ser conceituada como “coração do porto”; por conta disso, toda a operação portuária é observada em tempo real pelos gestores deste porto.

De forma específica, o Gerente da área de Logística do Porto do Itaqui evidenciou que:

No passado era enviado um e-mail para o Porto do Itaqui, informando a chegada do navio que gerava um arquivo físico que gerava uma reunião de atracação. As pessoas precisavam vir para o porto para realizar um

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

planejamento operacional e a operação era acompanhada imprimindo papeis em cada etapa e juntando papeis. Ao final era feito um relatório e, por fim, o faturamento do navio.

(...)

O processo de transformação digital na área de operações foi lento. Iniciou, em 2018, e foi finalizada, em 2021. Dentro da área de operações, a carga escolhida para iniciar o processo de digitalização foram as mais problemáticas e foi avançado para outros tipos de cargas. (Gerente de Logística)

Com relação aos impactos que a pandemia COVID-19 possam ter causado no planejamento de transformação digital no porto, esse mesmo gestor comentou.

A pandemia acelerou o processo de transformação digital do porto. Quando iniciou a pandemia, o porto do Itaquí solicitou que alguns colaboradores da equipe do porto realizassem seu trabalho *home office*. Uma parte da operação do porto continuou trabalhando, presencialmente, mas não com a equipe completa. Portanto, muitas reuniões que eram realizadas presenciais passaram a ser online e, atualmente, boa parte deste tipo de trabalho está sendo por videoconferência mesmo depois que a vigilância sanitária do estado liberou o trabalho presencial. O que está nos gerando agilidade nos processos e redução de custo. (Gerente de Logística)

Quando perguntado sobre a diferença dos sistemas do CCO e Centro de Controle de Comunicação e Monitoramento (CCCOM), os gerentes de logística e de Tecnologia esclareceram que o CCO está diretamente relacionado à área operacional enquanto o CCCOM é um sistema direcionado à segurança do porto.

No momento de uma operação portuária, o CCO tem a capacidade de passar para a área de operações uma eventual situação não prevista e esse sistema dar essa previsibilidade para operação e assim se precaver ou tomar alguma medida para que esses imprevistos não impactem na operação.

(...)

O CCCOM é voltado para olhar a questão de *security*. Então, ele auxilia mais no sentido de observar se alguma atividade na operação não está funcionando corretamente e entra em contato com o CCO. (Gerente de Logística)

Sobre as tecnologias mais inovadoras implantadas no Porto do Itaquí, o Gerente de Tecnologia esclareceu que o CCO, em 2017, foi uma solução de monitoramento avançado. Esse sistema já está preparado para receber o AIS, uma solução para o monitoramento do tráfego marítimo com algumas limitações e o VTMISS, outra solução para o monitoramento do tráfego marítimo mais avançada. Esse especialista esclarece:

Nós saímos de uma pequena sala, onde a equipe do CCO não conseguia visualizar nenhuma imagem da área operacional. Ou seja, não tinha acompanhamento em imagem dos berços, dos navios e veículos que estavam participando da operação. Era uma sala com dois computadores e um rádio. Estávamos às cegas, trocando informação por rádio.

(...)

Então fomos para uma sala muito maior, com estações de trabalhos. Atualmente, nós podemos acompanhar realmente toda área operacional 24 horas onde o coordenador pode intervir em alguma necessidade e fazer acompanhamento. Então dizemos que 2017 foi um grande marco para o CCO e que essa é uma das tecnologias mais inovadoras implantadas no Porto do Itaqui até o momento. (Gerente de Tecnologia da Informação)

Junto com o CCO, o Gerente de Tecnologia da Informação aponta que o sistema de rádio e comunicação também foi implantado no Porto do Itaqui e pode ser também classificado como uma das tecnologias inovadoras.

Antes esses rádios eram P2P (*Peer to Peer*), então trouxemos uma solução de rádios digitais, com gravação que cobrem toda a poligonal. Com esse tipo de implantação, a área operacional teve um grande avanço. Saímos de um ambiente, onde tudo era controlado via planilha eletrônica, para um sistema de informação.

(...)

A automação das portarias e balanças é um grande avanço na área de inovação e tecnologia no porto. Estamos sempre priorizando a operação, mas a gente nunca esquece o lado administrativo. Precisamos de ferramentas necessárias para que todos tenham condição de trabalhar melhor [o objetivo principal] é sempre inovar. (Gerente de Tecnologia da Informação)

Portanto, as tecnologias mais inovadoras implantadas no Porto do Itaqui a partir das respostas dos entrevistados foram:

- i. Centro de Controle Operacional;
- ii. Sistema de rádio e comunicação;
- iii. Automação das portarias e balanças.

No referencial teórico da presente tese, foi apresentado o modelo de implantação da IoT no Porto de Hamburgo. Durante as entrevistas esse modelo foi citado a fim de impulsionar a reflexão dos gestores sobre o Porto do Itaqui. Neste sentido, a entrevista questionava sobre implantação ou expansão da tecnologia IoT no porto.

O objetivo central da tecnologia IoT é o monitoramento para permitir o gerenciamento. Portanto, essa tecnologia no porto ajuda a monitorar e trazer informações para que diante das informações os gestores do Porto do Itaqui consigam tomar decisões ágeis e evite o pior cenário dentro de um porto, que é a desatracação do navio e onerar o cliente.

(...)

Já temos algumas tecnologias embarcadas aqui, por exemplo, a automação das portarias e balanças com câmeras OCR e Coletores de Dados espalhados por todo o pátio que ajudam no ciclo do caminhão dentro do porto definindo a produtividade do navio. Todo o navio quando atraca, existe uma prancha, ou seja, ele tem uma quantidade de toneladas por hora que ele tem que cumprir, e

assim é estabelecido uma quantidade de dias que ele pode ficar no berço. Quer dizer, a prancha média no porto do Itaquí tem 7200 toneladas. Se um navio vem com 14.800 toneladas, ele tem 48 horas para operar no porto. Essa operação, não mecanizada, principalmente, tem um ciclo: na chegada de um caminhão ao Porto do Itaquí, ele vai para o Pátio Regulador de Carretas (PRC) que é o local onde o porto recebe carga e vai tirar a tara do caminhão vazio que significa pesar o caminhão vazio. Em seguida registra a saída do PRC e segue para o PAN (Plano de Auxílio Mútua) e registra sua chegada e saída no navio e sua pesagem na balança e sai para o cliente. (Gerente de Logística)

Atualmente, é possível o monitoramento dos tempos e movimentos desses caminhões, pois o porto do Itaquí consegue registrar o tempo médio que dura cada etapa e a quantidade de veículos em cada uma dessas etapas. Então é possível monitorar e tomar a decisão rapidamente. A esse respeito, o Gestor de Tecnologia enfatiza que:

O Sistema de Gestão Operacional dessa autoridade portuária é preparado para trabalhar com IoT. Então quando a gente fez a aquisição do sistema, um dos requisitos que a gente já trouxe foi justamente o IoT. Portanto, todo o sistema que foi implantado tem capacidade de integração com equipamento, sensores e câmeras OCR.

(...)

Um exemplo é que já existe uma tecnologia para fazer a integração nas correias automatizadas e nas correias com balanças dinâmicas. Outro exemplo é o *Flow Meters*, são equipamentos utilizados para medir o fluxo de combustível e líquidos em determinada tubulação, esse dispositivo também está preparado para se comunicar e trazer informações com o sistema em tempo real.

(...)

Outra situação que serve como exemplo são as Balanças de Veículos, de caminhões. Elas têm fotocélulas, um dispositivo utilizado para automatizar o acionamento da iluminação em locais diversos. Temos a capacidade de monitorar essas fotocélulas, no caso de uma dessas balanças parar de funcionar, o sistema pode emitir algum alerta é mais fácil para detectar o problema. (Gerente de Tecnologia da Informação)

Perguntou-se aos gestores *Head* de Inovação, Tecnologia da Informação e Logística do Porto do Itaquí, respectivamente, sobre seu papel na introdução de novas tecnologias como a IoT no porto.

Dentro do porto do Itaquí, apresentar aos gestores que muitos problemas que enfrentamos podem ser resolvidos por inovação, por exemplo, método diferente de trabalho, que não deixa de ser inovação. Fora do Porto do Itaquí, mostrar para empresas que somos especialistas na busca de conhecimento e desafios. Então o nosso papel é criar processos, estrutura e desenvolver métodos. Também trazer esse conhecimento de fora para dentro e de levar esse conhecimento também de dentro para fora. Trabalhamos nessas duas frequências. (*Head* de Inovação)

.....

Como provedor de soluções e serviços de tecnologia, obviamente que a gente tem uma participação nas propostas de proposição tecnológicas a serem adotadas, mas isso também vem em função da necessidade do cliente e daquilo

que a empresa deseja alcançar que é, até 2025, ser a maior empresa portuária do Brasil. (Gerente de Tecnologia da Informação)

.....

Analisar a viabilidade da implantação de novas tecnologias no Porto. Quando esta tecnologia está sendo implantada tenho o papel de dar suporte à implantação e avaliar se está gerando o resultado esperado. Portanto, tenho o papel de suporte a execução de novas tecnologias no porto. Na verdade, buscamos estudos sobre os portos, o que está sendo implantado nos portos do mundo e analisamos a viabilidade de implantação aqui no Porto do Itaquí. (Gerente de Logística)

Os entrevistados apontaram, de maneira unânime, duas principais dificuldades encontradas pelo Porto do Itaquí para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT: a burocracia na contratação de novos processos e a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos.

Os gestores argumentaram que, em virtude da autoridade portuária que administra o Porto do Itaquí, ou seja, a EMAP, ser uma empresa pública, o processo de contratação é lento e burocrático. Porém, após a contratação, a principal dificuldade que esses gestores enfrentam é a cultura da resistência às mudanças geradas pelos novos processos.

Normalmente essas soluções de tecnologia trazem algum grau de mudança, relativamente grande na atividade das pessoas. Então, a EMAP acaba enfrentando algumas resistências ou dificuldades por parte dos seus colaboradores. (Gerente de Tecnologia)

O Gerente de Tecnologia enfatiza que a questão de custos para ser investido em avanços tecnológicos no porto não constitui impedimento nessa autoridade portuária, basta “(...) *justificar a necessidade de implantações e os resultados a serem alcançados* (...)”, assegura o Gerente.

A IoT pode aumentar a segurança no trabalho por ajudar a evitar colisão dos condutores, por meio da direção assistida ou condução automatizada, sinalização automática de fadiga, portarias automatizadas que visam centralizar os fluxos de entrada e de saída dos veículos no porto, entre outros. Em suma, pelo seu caráter inovador, o IoT é a principal tecnologia para o estabelecimento de portos inteligentes, aqueles nos quais a infraestrutura portuária e o controle das operações e processos são automatizados, consequentemente, diminuindo erros derivados da ação humana e aumentando a eficiência na coleta de informações e transmissão de dados.

O *Head* de Inovação do porto do Itaqui lembra que existem alguns dispositivos legais no Brasil que facilitam a contratação de inovação nas empresas públicas, como por exemplo, a Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação), Lei nº 6.404 (marco legal das *startups* e do empreendedorismo inovador), que foi instituído em 1º de julho de 2021 e a de encomendas tecnológicas em fevereiro de 2018, por meio do Decreto nº 9.283/2018.

Atualmente, para implantarmos inovações no porto do Itaqui, é preciso um trabalho de convencimento de diversos setores desta empresa, bem como, é necessário um levantamento do regulamento licitatório para realizar determinados tipos de contratações.

(...)

A questão humana também é um empecilho. Sabemos da necessidade da transformação digital nos portos e temos um conhecimento muito específico do que precisamos, mas na parte de contratações, você também precisaria de advogados que ao fazer uma licitação, compreenda as leis da licitação profundamente e nos permita, de maneira mais fácil e ágil, fazer a contratação dessas soluções. Hoje não temos essa mão de obra no porto do Itaqui, e por isso dificulta fazer um convênio com uma instituição de ensino ou contratar uma *startup*. Todas as vezes que tentamos contratar uma solução como essa nos deparamos com questões jurídicas que dificulta a contratação desse processo.

(...)

Hoje neste porto, estamos passando por esse processo de maturidade de trazer essas leis para facilitar o processo licitatório e para que essas contratações possam acontecer de maneira mais ágil e mais orgânica.

(...)

Algumas empresas públicas no Brasil já implantaram inovações através desses decretos e lei, como por exemplo a Petrobras que utiliza o marco legal das *startups*. Lembra esse especialista da área de inovações portuário do porto do Itaqui. (*Head* de Inovação)

Todos os entrevistados concordaram que o programa de inovação tecnológica do Porto Público do Maranhão, o Porto do Itaqui Labs, é um projeto direcionados às novas transformações digitais como a IoT. Assim sendo, realizou-se um trabalho, além do setor da administração do Porto do Itaqui, em toda a comunidade portuária que envolve os operadores, arrendatários e transportadores a fim de identificar suas principais dificuldades na operação do porto.

Em alguns problemas identificados compete aplicar soluções IoT, mas outros não; por exemplo, uma das dificuldades é a questão do alívio de carga, quando o caminhão sai do cais e é pesado, com sobrepeso. Então, ele precisa voltar e tirar uma parte dessa carga, pois existe um limite máximo para essas cargas pela legislação. Esse processo de pesagem não é produtivo porque o caminhão sai do ciclo e volta para o final da fila para pesagem novamente. Então existe um estudo para implantar uma ferramenta IoT com o poder de identificar sobrepeso dos caminhões antes dessa pesagem, como a instalação de algum sensor na balança. Isso ainda está sendo estudado. (Gerente de Logística)

As respostas dos especialistas do Porto do Itaqui da área de tecnologia e de inovação evidenciam os principais benefícios da implementação de tecnologias inovadoras, como a IoT:

- i. automação e controle;
- ii. acesso à informação em tempo real;
- iii. melhor qualidade de vida;
- iv. redução de custos;
- v. aumento da eficiência;
- vi. redução de exploração ao meio ambiental.

Destacam-se as seguintes pontuações dos gestores:

Antes da implantação do TOS+, tecnologia contratada pelo Porto do Itaqui, para cada navio de container que chegava no porto precisava existir uma escala semanal gerando 400 folhas de processo. Com o *plugin* que foi desenvolvido pela equipe de tecnologia do porto do Itaqui, dentro do sistema TOS+, hoje, o processo é inteiramente digital, sem gerar folha alguma; ou seja, de 30 mil folhas utilizadas por ano caiu para zero. Esse sistema trouxe uma economia bastante significativa de papel e recurso financeiro com a questão ambiental implícita. (*Head* de Inovação)

.....
Na área de Automação e controle percebemos um grande avanço. Automatizamos pesagem, entrada e saída dos caminhões e da área administrativa, todo o fluxo de trabalho foi informatizado. (Gerente de Tecnologia)

O Gerente de Tecnologia enfatiza que antes dessa transformação digital uma das grandes queixas da área do planejamento estratégico era a ausência de informações precisas sobre a operação portuária. Atualmente, essa área tem acesso a informações bem mais concisas, que permite desenvolver um planejamento estratégico de maior qualidade.

Os entrevistados foram questionados sobre a existência de parcerias no sentido cooperação entre o Porto do Itaqui, e outras empresas. Eles afirmaram que a cooperação organizacional, no sentido de divisão de custos com outras empresas, este porto não possui. Porém, o *Head* de Inovação declarou que, algumas vezes, os gestores do porto do Itaqui procuram conhecer a gestão de outros portos no mundo que envolva tecnologia, inovação e operações. Esse interesse tem o objetivo de analisar a forma como está sendo realizado este tipo de trabalho em outros portos e implantar no Porto do Itaqui. O gestor afirmou ainda que, atualmente, o Porto do Itaqui tem sido procurado com frequência por

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

algumas autoridades portuárias no Brasil, a fim de conhecer e analisar o que está sendo realizado nesse âmbito.

Este ano de 2022, o porto de Santos nos procurou para conhecer o nosso modelo de gestão de inovação aqui no Porto do Itaquí. O porto de Santos ainda está estruturando uma governança de inovação. Os papéis e responsabilidades de inovação ainda não estão claros. Eles ainda não têm orçamento para inovação ou equipe atribuída. Eles têm várias ações com universidades e *startups*, mas não sabem como aplicar tudo isso e direcionar esse trabalho para uma estratégia da empresa. Aí entra o nosso trabalho de cooperação com essa autoridade portuária no sentido de dividir nossos conhecimentos que já são aplicados aqui no Porto do Itaquí.

(...)

Outro exemplo sobre a cooperação no Porto do Itaquí, foi a visita da Companhia das Docas do Estado da Bahia (CODEBA) para conhecer nossas ferramentas de planejamento estratégico.

(...)

O Porto de Vitória do estado do Espírito Santo já esteve aqui para aprender sobre o nosso sistema TOS+. Vários outros portos já estiveram aqui para conhecer um pouco das nossas referências. Essa questão de cooperação para no porto do Itaquí, é fundamental. Somar e dividir conhecimento é uma das nossas missões aqui no porto. (*Head* de Inovação).

O Gerente de Logística destaca sobre a colaboração na área de operações no Porto do Itaquí:

Para as atividades portuárias acontecer é necessário a existência de múltiplos agentes, como o operador portuário, o transportador, as aduanas e as autoridades portuárias. A finalidade de todas essas empresas no porto é a movimentação de cargas. Então, ela é uma atividade colaborativa, pois todos têm o mesmo objetivo porque não adianta a gente trabalhar bem e eles trabalharem mal, pois a carga não vai fluir.

(...)

Existem reuniões conjuntas onde todos esses agentes participam em buscar soluções comuns onde cada uma precisa realizar seu papel para que tudo funciona. (Gerente de Logística).

Na avaliação dos entrevistados sobre a experiência dos colaboradores do Porto do Itaquí para a utilização dessas transformações digitais, todos reconhecem sua competência e entendem que estão preparados para novos desafios.

O Gestor de Tecnologia frisou que, apesar dos colaboradores do Porto do Itaquí apresentarem algumas dificuldades em relação a cultura, como já mencionado, eles são experientes na utilização dessas novas tecnologias. Reconheceu que as certificações ISO (Organização Internacional de Normalização), que abrange a qualidade em todos os aspectos de uma organização, comprova a maturidade dos colaboradores desse porto,

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

citado *in verbis*: “*Eu acho que a gente não conseguiria ter três certificações ISO, caminhando para a quarta, sem uma maturidade do nosso pessoal.*” (Gerente de Tecnologia)

A certificação na Norma ISO é um indicador importante, mas o que mais vale é o que está por trás, o grau de competência e compromisso da equipe, o foco em melhoria contínua e as aprendizagens extraídas do processo. Em relação à equipe, o presidente do Porto do Itaqui, Ted Lago, afirmou ter confiança no grupo e naquilo que executam juntos, por isso, faz-se importante o compartilhamento das boas práticas com outras empresas e órgãos (Emap, 2020c).

Os gestores reconhecem que, mesmo com essas novas transformações digitais como a IoT, que já é uma necessidade e realidade para o Porto do Itaqui, sempre será necessário passar pelos ativos tangíveis e intangíveis da empresa; além de pessoas e capacidades. Logo, “*(...) esse ponto sempre será uma preocupação da Emap (...)*”, asseverou o *Head* de Inovação.

No pensar do Gerente de Logística do porto, evidencia-se que:

Todo o processo de inovação é um processo educacional e o processo de transformação digital dentro de uma empresa também não será diferente. Quando a gente vai analisar atividade portuária como todo, alguns setores são um pouco mais resistentes à inovação que outros. Precisa existir nos colaboradores uma mudança na sua cultura. Portanto, foi necessário um processo de aceitação dos colaboradores para a implantação da transformação digital no Porto do Itaqui, porém, hoje a equipe recebe treinamentos constantes para estar sempre bem-preparada. (Gerente de Logística)

Nesse mesmo contexto, o especialista de logística complementa que:

Existem hoje no Porto do Itaqui, grupos que buscam trazer novas tecnologias para o porto e toda essa equipe é treinada para trabalhar dentro de processos digitais. Então a gente, como autoridade portuária, estamos a frente de alguns portos do Brasil. (Gerente de Logística)

Também foi mencionado a existência da cooptação entre o Porto do Itaqui e o Porto de Mucuripe, localizado na capital de Fortaleza no Estado do Ceará.

Eles possuem um terminal de combustíveis; por isso, competem com o Porto do Itaqui pelo mercado de entreposto. Grandes navios trazem carga importada que é nacionalizada e distribuída, não de forma terrestre, mas por navios de cabotagem para o mercado doméstico. Isso acontece, normalmente, nos portos fluviais na região Norte. Porém, o porto de Mucuripe tem uma boa relação com o Porto do Itaqui no sentido da cooperação, ou seja, é um porto que

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

procura rotineiramente dividir informações, mas competem entre si por esse mercado. Portanto o Porto do Itaqui e o Porto de Mucuripe competem e cooperam e isso é uma coopetição. (Head de Inovação)

É válido ressaltar a atuação do Tegram, que está localizado no Porto do Itaqui. Esse terminal transformou o Porto do Itaqui em referência nacional na exportação de grãos (Emap, 2020d).

O Gerente de Logística aponta o Tegram como exemplo de coopetição no Itaqui, pois esclarece que neste terminal de grãos possuem quatro armazéns que competem entre si na atração de carga para o armazém, vez que cobram diferentes valores na armazenagem; o que não acontece na operação portuária de outras áreas do porto, que trabalham de forma cooperativa.

No momento da operação portuária do armazém do Tegram até o embarque no navio, trabalha-se em regime de consórcio com desenvolvimento conjunto. Então, a operação portuária é realizada por meio da cooperação, porém competem na obtenção da carga. A esse respeito, o Gestor de Logística pontua que: *“Não adianta você querer brigar aqui no porto e fazer com que um seja mais ineficiente que o outro, aí todo mundo perde. Tem uma base para os tripés, se você tirar uma perna, todo mundo cai.”*

Mediante o compartilhamento de sistema de informações com outras empresas, os entrevistados asseguram que não existe um sistema nesta autoridade portuária que possa ser classificada como rede de sistemas cooperação.

A gente não tem um sistema de compartilhamento da informação, não porque não queremos, ainda não conseguimos finalizar o sistema. Esse projeto está dentro do planejamento estratégico do porto. Quanto mais informação a gente compartilha, mais poder de decisão as empresas têm e mais eficientes elas serão. Ainda não compartilhamos essas informações, ter uma rede de cooperação no porto, por questões mais técnicas do que estratégicas. Acredito que quanto mais informação se propaga, mais a gente cresce. Cooperação é compartilhar informação. Quem acha que vai trabalhar para si e vai ficar aguardando a informação, não cresce na área portuária. (Gerente de Logística)

Por sua vez, o Gerente de Sistema de Informação do Porto do Itaqui, esclarece que no sistema TOS+, sistema utilizado por esta autoridade portuária, existe uma interação entre os agentes marítimos, transportadoras, operadores e a própria EMAP enquanto autoridade portuária. Portanto, dentro da comunidade portuária existem alguns atores trocando informação neste sistema.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Temos apenas o compartilhamento dentro do fluxo da operação no sistema TOS+. Então essas informações, de alguma maneira, acabam sendo compartilhadas por esses atores, mas pretendemos chegar a um nível maior de compartilhamento e isso nos exige um sistema de informação de maior amplitude. (Gerente de Sistema de Informação)

Há que se ressaltar o relato do Gerente de Tecnologia de que, o Porto do Itaquí está na fase de concepção de um programa no porto chamada *Port Community System*²⁷, plataforma que integra sistemas para facilitar o transporte marítimo, podendo ser entendida como um tipo de comunidade portuária. O objetivo principal é o compartilhamento de informações entre os vários atores da comunidade portuária a respeito das operações. O programa leva em consideração tanto aspectos relacionados à tecnologia quanto sistemas de informação; ou seja, com essa comunidade e com compartilhamento de informações, o Porto do Itaquí, espera alcançar uma dinâmica melhor e um melhor planejamento de toda a operação portuária.

Atualmente, estamos na fase de estudo de como será o PCS no Porto do Itaquí. Estamos definindo quais são os objetivos desse PCS, quais atores participarão e quais informações serão fornecidas por cada ator. Em seguida, veremos que sistemas de informação deverão ser implantados para operacionalização desse PCS. (Gerente de Tecnologia)

O PCS é uma plataforma que já existe em portos europeus (Barcelona e Rotterdam). Ele se encaixa no conceito de cooperação de sistemas portuários, apesar de ter um ambiente onde as empresas que atuam aqui no porto cooperam, elas são concorrentes e, ainda assim, tem a possibilidade de todas fornecer e compartilhar informações para que todos possam se beneficiar. Enquanto autoridade portuária, os clientes, os operadores, os transportadores e navios têm a possibilidade de tornar mais eficiente a atuação de todos esses atores.

O Gerente de Tecnologia de Informação deste porto relatou que no contexto de inovações portuárias a cooperação dentro do porto, como sistema e como gestão, beneficia um melhor planejamento estratégico no sentido de realizar um trabalho com mais precisão e obter melhor qualidade e aumento da produtividade.

²⁷ *Port Community Systems* (PCS) é definido pela *International Port Community Systems Association* (IPCSA) como uma Plataforma de integração entre agentes privados e públicos na construção de uma comunidade portuária real, com informações compartilhadas e que proporcionam maior eficiência nas operações (Internacional Port Community Systems Association, 2022).

6.2.2. Especialistas do TMPM (Vale)

Nos meses de fevereiro e de março de 2022, realizaram-se entrevistas com três gestores da administração do TMPM (Porto da Vale), saber: Gerente de Tecnologia, Gerente de Transformação Digital e Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio. Utilizou-se Roteiro semiestruturado, que serviu de guia para as questões investigadas.

A Vale, desde 2016, tem um programa de transformação digital portuária. Logo, foi perguntado aos gestores dessa organização quais objetivos e ações englobam esse programa. Neste sentido, todos os especialistas entrevistados concordaram que esse projeto tinha como finalidade automatizar a empresa.

A Gerente de Tecnologia e o Gerente de Transformação Digital do TMPM definem o programa de transformação digital desta organização portuária como um portfólio de projetos voltado para tecnologia, tendo como objetivo principal a remoção de pessoas de área de risco e três objetivos secundários: Melhorar a Produtividade com a automação; Maximizar o reaproveitamento da força de trabalho e; Automatizar as Máquinas de pátio.

No ano de 2018, iniciamos um trabalho de transformação digital na Vale com foco nas áreas mais disruptivas e que iria trazer uma transformação mais radical. Criamos um programa que a gente pudesse ter uma governança de acompanhamento mais dedicada.

(...)

Após o acidente de Brumadinho, transformamos esse programa de transformação digital num programa mais focado em segurança dos nossos empregados que chama programa *safety*. (Gerente de Tecnologia)

O Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio e o Gerente de Inteligência Artificial da Vale apontaram que, antes da transformação digital no TMPM, o trabalho era praticamente manual e, após 2016, iniciou-se a automação das máquinas de pátio.

Todas as grandes máquinas de pátio como as empilhadeiras, operador de vagões e carregadores de navios eram dirigidos por um operador dentro da cabine controlando todas as máquinas. Nesse ano de 2022, o operador pode operar todas essas máquinas por uma estação remota e controla todas essas máquinas apenas por uma tela de computador. (Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio)

O gestor continua esclarecendo que o objetivo era operar as máquinas por intermédio de uma tela de computador e, para isso, foi necessário incluir alguns tipos de tecnologia como a IoT no projeto. “Para que todas essas máquinas de pátio fossem

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

automatizadas foi necessário a instalação de sensores IoT como: sensor de presença, detecção de proximidade e scanner 3D.” (Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio).

Paralelo a essa automação de máquinas, o Supervisor apontou que foi necessário o TMPM realizar um *background* de internet; isto é, implantar um sistema automático que reconhecesse a solicitação e realizasse a leitura do produto que está sendo operado automaticamente.

Sobre as áreas que foram priorizadas para a implantação das novas transformações digitais no TMPM, os especialistas entrevistados apontaram que foram as áreas de operações de pátio e de Manutenção.

O pátio é o coração de um porto, é o acesso aos terminais. O pátio é o local onde será realizado o transbordo de carga, a prática de transferir mercadorias de um meio de transporte para outro, seja o transbordo rodoviário, liberando caminhões, seja ferroviário, liberando vagões. Os produtos dessas cargas ficam armazenados, estocados e aguardando para ser colocado no navio.

(...)

Um porto consegue ganhar produtividade com as movimentações de cargas no pátio. Por esse motivo, a Vale fez um grande investimento em máquinas de pátio. Atualmente, temos oito carregadores de navios, oito viradores de vagões e temos dezoito máquinas de pátio. (Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio)

O objetivo era a recuperação e automação do pátio de Carajás, Sistema Norte e o pátio do TMPM, segundo o Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio.

O pátio é o local onde é descarregado todo o minério que chega das ferrovias. Antes da automação, existia muita preocupação com segurança desses pátios. Uma das ações que englobava o projeto de transformação digital na Vale era o projeto de pátios autônomos, pois a Vale entendia que no pátio existia mais risco com a segurança por existir muitas pessoas envolvidas neste processo. (Gerente de Transformação Digital)

Acerca do assunto, o gestor de Tecnologia de Informação expressa seu entendimento:

A Manutenção é uma área que a gente precisa de muita transformação digital. Quando se fala de manutenção, precisamos saber que existem alguns tipos de problemas que requerem manutenção de alta qualidade e maior automação; por exemplo, a gente tem quilômetros e quilômetros de correias transportadoras, se existir algum tipo de desgaste, de algum rolo, começa a ter um aquecimento nessa correia, podemos ter um princípio de incêndio e com isso existir uma situação de risco e dano aos nossos ativos. Outro exemplo é identificar um rasgo no travamento de Correia, um aquecimento de Rolo. Temos locais em que é muito difícil se fazer a inspeção e para realizar essa atividade antes dessa

automação nesta área era preciso colocar pessoa exposta a algum risco. Portanto temos a necessidade de ter um foco da automação em manutenção. Temos, atualmente, muita coisa na operação autônoma que usa sensores para essa operação funcionar de maneira mais adequada. Diria que, hoje, temos metade do foco de automação nas operações e outra metade na manutenção. (Gerente de Tecnologia de Informação)

Sobre os mais avançados tipos de inovações tecnológicas implantadas no TPM no últimos anos, os entrevistados apontam:

- i. a Inteligência Artificial;
- ii. a Operação Remota de Carregadores de Navios;
- iii. Operação Autônoma;
- iv. Recuperadoras dos Carregadores.

O Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio descreve a automatização das máquinas dos pátios das operações como um dos mais avançados tipos de inovações no TPM, onde foi inserido um leitor 3D, um tipo de *scanner* com um GPS e um radar que realiza a leitura de uma pilha de 30.000 toneladas em segundos. *“O leitor 3D realiza toda uma leitura do produto. Ficamos olhando essa operação virtualmente como se fosse um videogame. A máquina vai fazendo os avanços que são necessários na operação.”* (Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio). Nessa seara, o Gerente de Transformação Digital pontua que: *“Implantamos a robótica com alguns drones rodando nos terminais. É necessário esse tipo de inspeção nas áreas do porto, principalmente quando chove por ser áreas que podem alagar e trazer riscos para a segurança dos nossos funcionários.”*

A robótica, de maneira geral, a exemplo de *drone* e robôs também são uma das tecnologias que foram implantadas no TPM. Há um projeto previsto desde abril de 2022, que visa colocar robôs andando nos pátios, durante a noite. Afinal, não é possível, no período da madrugada, ter tanta qualidade de visão com os *drones* aéreos; porém os robôs conseguem chegar bem perto e capturar a imagem desejada.

A realidade virtual foi muito importante para a capacitação das pessoas que trabalham no porto, pois auxilia no processo de treinamento de pessoas através de vídeos simulados a realidade. Nesse sentido, o gestor de Tecnologia assevera que:

A operação remota de carregadores de navios é uma tecnologia que se encontra em poucos terminais no mundo e, hoje, ela está acontecendo no TPM. Até o

ano passado, a gente tinha na ponta do carregador de navio dentro de uma cabine um operador e agora a gente tem a quilômetros de distância esse operador sentado no ar-condicionado controlando essa operação através de câmeras e sensores fazendo a operação de forma mais segura e eficiente, o sistema integra todas as máquinas de pátio. Hoje é possível mandar uma programação para os equipamentos e recuperar a quantidade de minério das pilhas pré-definidas de forma automática. O operador fica parado olhando e interfere em caso de algum problema. Então, realmente é um processo muito inovador. (Gerente de Tecnologia)

Ressalta-se que uma das principais vantagens da automação dessas máquinas de pátio é produtividade. Tendo como exemplo as melhorias implantadas com a tecnologia IoT no Porto de Hamburg, perguntou-se aos gestores se existe essa tecnologia no porto e quais seriam as áreas que necessitam com mais brevidade de implantação desse tipo de tecnologia e por qual motivo.

Os especialistas portuários entrevistados afirmaram que existe a tecnologia IoT no TPM e as áreas prioritárias são as de Operações e Manutenção nos portos. Além da automação da máquina de pátio, o TPM iniciou, no primeiro semestre de 2022, a automação para carregar navios com sensoriamento de máquinas; isto é, em alguns berços desse porto todo esse processo de carregamento de navio está acontecendo remotamente. Desde o rompimento na barragem de mineração da Vale, na cidade de Brumadinho no estado de Minas Gerais em 2019, essa empresa intensificou sua segurança e realizou elevado investimentos em tecnologia com equipamentos de monitoramento de barragens, que são controlados por sensores, visando melhoria na automatização na área de operações das Minas.

É válido registrar que já existe no TPM alguns sensores de IoT, principalmente, com foco em identificação de aquecimento. Trata-se de sensores de vibração e de calor para identificar algum tipo de problema nos ativos. Também existem alguns rolos inteligentes, ou seja, se ele começar a aquecer, dispara-se alguns alertas solicitando manutenção, como mencionado pelo Gerente de Tecnologia:

Atualmente, nosso desafio é melhorar, cada vez mais, a comunicação para que esses sensores passem a fornecer informação. Precisamos de uma rede que consiga cobrir toda a área portuária que não tenha interferência com os equipamentos que já existe no parque. Então, estamos investindo muito em infraestrutura. Temos em quase todas as áreas do Porto um trabalho com as plataformas de comunicação *'ong range'* que são sistemas focados em sensores e tráfego de uma pequena quantidade de dados. Agora estamos começando a implantação dos sensores em quase toda as áreas do TPM, mas a maioria dos sensores é com foco em manutenção. Temos o desejo de implantar câmeras termográficas onde seja possível identificar algum problema nas correias através da temperatura que a câmera consegue capturar.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Essas câmeras termográficas podem avaliar a qualidade do minério com base nas imagens. Assim, é possível saber se o minério está mais ou menos úmido baseado no uso de Inteligência Artificial. (Gerente de Tecnologia).

O Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio apontou que nas áreas das ferrovias da Vale, também existem equipamentos automatizados com sensoriamento IoT, principalmente, nos trechos que tem cidades, passagens de níveis, pontes, viadutos. Conclui esse especialista que a tecnologia IoT é uma proteção essencial e está sendo inserida na Vale para priorizar a segurança da empresa e seus colaboradores.

O papel do gestor na introdução de novas tecnologias como a IoT no TPM foi questionado para os entrevistados. O Supervisor de Operações de Recuperação e Pátio, esclareceu que seu papel é procurar soluções, em conjunto, com outras equipes da empresa para resolver problemas na introdução de novas tecnologias como a IoT. O Gerente de Inteligência Artificial tem a missão de trazer tecnologias aplicadas ao projeto que está sendo desenvolvido e verificar trabalhos que estão sendo realizados manualmente e transformá-los buscando soluções por meio da automação, como segue: *“A cultura da Vale, no sentido de gestão, é apoiada nos pilares de implantação de inovação, tecnologia e automação.”* A gerente de Tecnologia declarou que seu papel consiste em mapear as necessidades da empresa, trazer as tecnologias emergentes, analisar as tecnologias que podem facilitar o trabalho e criar projetos com base nesta busca.

As principais dificuldades para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT também foi objeto de questionamento e as respostas apontadas pelos especialistas foram:

- i. a cultura das pessoas
- ii. a fundação de dados
- iii. aceitar a necessidade do investimento neste tipo de tecnologia
- iv. governança para a manutenção das tecnologias IoT.

Os depoimentos dos especialistas entrevistados evidenciam esse contexto:

Quando você automatiza um trabalho o primeiro sentimento que vem no empregado é que será demitido e que a automação que a empresa está tentando implantar não dará certo. Portanto, nosso principal desafio é tentar o engajamento das pessoas, mostrar que automatizar equipamentos irá ajudar a preservar a sua saúde em relação a segurança, reduzir seu tempo de trabalho,

diminuir a quantidade de erros e redução de custos. Por esse motivo, umas das principais dificuldades em implantar esse tipo de tecnologia é a questão cultural das pessoas. (Gerente de Inteligência Artificial).

.....
Em relação a fundação de dados, precisa ser realizado um investimento em comunicação, ou seja, na infraestrutura de comunicação. É necessário também uma governança para a manutenção desses sensores. Se o sensor começa a falhar, começar a dar um alerta incorreto, é necessário que exista uma equipe para ir até o local do sensor e consertá-lo. No TPM já foram realizadas várias iniciativas, a empresa contrata um projeto pensando só na implantação; por exemplo, foram instalados duzentos sensores e espalhados em várias áreas do Porto. Após um ano, apenas cinquenta estavam funcionando. Não é definido uma governança para trocar e para manter esses equipamentos e a empresa tem que tratar os sensores como um ativo. Portanto, o TPM precisa ter uma governança clara de manutenção das nossas soluções IoT que estão sendo instaladas neste porto. (Gerente de Tecnologia)

Quando perguntado sobre os principais benefícios observados com a implantação da IoT no TPM, o gestor da área de Operação de pátio do TPM apontou:

- i. automação e controle;
- ii. acesso à informação em tempo real;
- iii. novas oportunidades de negócios;
- iv. melhor qualidade de vida;
- v. redução de custos;
- vi. aumento da eficiência;
- vii. geração de dados;
- viii. rastreamento de pessoas.

Transcreve-se aqui, a resposta do gestor:

Com a automação que existe hoje no TPM é possível observar o comportamento e o histórico da máquina. Se ela girou para o lado, o ângulo de avanço de uma pilha 45°, o ângulo que me dá maior produtividade em 45°, se estou perdendo produtividade.

(...)

O operador pode fazer ajuste na máquina e seus gestores ter a informação de quantas vezes o operador realizou esses ajustes. Então, temos um grande acúmulo de informações armazenadas e aí a gente já está começando a trabalhar com mais uma transformação digital que é a Big Data, é uma tomografia computadorizada completa de toda a operação. É um benefício tanto na identificação de falha quanto na análise e aumento da produtividade. Antes da automação no TPM não ficavam guardando essas informações. Se quisesse obtê-las tinha que ir lá e ficar sentado, observando o operador. (Supervisor de recuperação de pátio)

Ainda sobre os benefícios que o TMPM obteve com a implantação de IoT, a Gerente de Tecnologia aponta a segurança:

Uma solução que está sendo implantado agora no porto é o rastreamento de pessoas que trabalham em locais considerado de maior risco. Com essa solução é possível localizar essas pessoas no mapa. Então, se existir um sinistro, essa solução apresenta quantas pessoas estavam naquela área. (Gerente de Tecnologia)

Foi perguntado quais foram os principais benefícios, em termos percentuais, **estimado**, observados com a implementação da IoT.

Ao final da implantação de cada projeto, tentamos mensurar o seu benefício. Essa é a parte mais difícil, às vezes, uma solução pode trazer um benefício que exigiu a participação de outros processos; por exemplo, com implantação de pátio autônomo, isto é, operação das máquinas sem ter nenhuma interferência manual, melhora regularidade, melhora a nossa produtividade, mas essa não foi a única mudança que foi feita nos nossos processos nesse período. Existiram várias outras mudanças, às vezes, é difícil isolar ou garantir que aquele único processo trouxe uma determinada porcentagem de benefício; às vezes é necessário adotar algumas premissas para poder assumir esse benefício. Acho que estamos aprendendo essas premissas para mapear os benefícios. (Gerente de Tecnologia)

A respeito de parcerias com outras empresas no sentido de cooperação entre o TMPM e outras empresas, o Supervisor de Operações de Recuperação de Pátio e o Gerente de Inteligência Artificial da organização pontuaram que não existe uma cooperação no sentido de divisão de custos neste terminal. Porém, todos os especialistas entrevistados esclarecem que na empresa Vale, de âmbito nacional é mais fácil existir uma cooperação do que no âmbito local. Porém, existem parcerias no sentido de cooperação e a sua finalidade é expor ao mercado seus objetivos e buscar ajuda para resolver.

O Supervisor de Operações de Recuperação de Pátio esclarece que existe um programa na Vale chamado Plano de Atendimento Mútuo de Emergência. Trata-se de um programa integrado da Vale com outras empresas como Petrobras, Transpetro e todas as empresas do complexo portuário do Itaquí.

No caso de uma emergência ambiental ou segurança com alguma dessas empresas, a Vale disponibiliza embarcações de emergência e barreira de contenção de óleo para realizar essa cooperação e essa cooperação é mútua das outras empresas com a Vale. Outro exemplo de cooperação é o sistema de monitoramento das embarcações, onde é possível monitorar todas as embarcações que estão trafegando no canal da Bahia de São

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Marcos. Esse sistema já existe no Porto do Itaqui e a Vale começou a fazer parte deste sistema com o objetivo de compartilhar informações entre essas empresas portuárias.

O Gerente de Inteligência Artificial e a Gerente de Tecnologia do TMPM apresentaram um exemplo interessante sobre cooperação na Vale a nível regional.

A Vale participa de um *Hub* de inovação focado em mineração, chama *Mining Hub*, com sede em Belo Horizonte. São dezenove mineradoras no Brasil concorrentes da Vale que colocam seus desafios comuns e tentam trabalhar juntos, se unem para trocar experiência e buscam soluções comuns; como por exemplo reduzir risco e aumentar a produtividade. Então, existe uma cooperação com outros agentes seja competidores ou fornecedores.

(...)

Em relação à cooperação, a Vale ainda precisa evoluir. O TMPM estava tentando montar uma cooperação logística aqui em São Luís. O objetivo era integrar alguns parceiros que pudessem ter objetivos em comum para fomentar essa cooperação e montar um *hub* de logística, mas por questões de investimento, questões burocráticas fomos impedidas de dar sequência a esse projeto. Então, hoje não existe um programa estruturado de cooperação com outras empresas, mas existe um desejo de realidade porque sabemos a importância desse trabalho. (Gerente de Tecnologia)

Ainda em relação a cooperação entre organizações portuárias, o Supervisor de Operações de Recuperação de Pátio pontua que, no TMPM, existem investimentos de alto custos que poderiam ser cooperados com os portos do complexo portuário do Itaqui, como exemplo esse gestor elencou:

- i. contrato de dragagem;
- ii. canal de comunicação via rádio: Porto do Itaqui e da Vale têm rádio para comunicação de suas operações.

Uma das questões apontada pelo especialista da área de operações do TMPM sobre as mudanças observadas na empresa que possa ter contribuído com seu desenvolvimento estratégico após a implantação da tecnologia IoT ou outro tipo de transformação digital foi a operação das máquinas que hoje são operadas por uma estação remota.

Outro ponto desvelado é sobre a experiência dos colaboradores do TMPM para a utilização das transformações digitais. O Supervisor de Operações de Recuperação de Pátios esclarece que com a implantação da transformação digital o perfil desses funcionários mudou bastante.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

No passado, por exemplo, o TPM buscava no mercado técnico de eletrotécnica e de mecânica. Hoje, o perfil é diferente e eu posso perceber isso como supervisor. Atualmente, não consigo mais contratar um leigo em informática. Minha pergunta é sobre o que você entende de linguagem de programação. Então, esse perfil de pessoas na Vale mudou com a transformação digital na empresa. (Supervisor de Operações de Recuperação de Pátios)

O Gerente de Inteligência Artificial aponta que, após os colaboradores do TPM entenderem que o processo de automação facilitava seu trabalho, eles conseguiram observar as vantagens do projeto de automação. Hoje, os próprios funcionários procuram desenvolver trabalhos direcionados à automação.

Hoje, eles se sentem mais produtivos e, principalmente, têm um senso de pertencimento; ou seja, eu estou ajudando a construir isso aqui e não estou só seguindo as regras da empresa. Então, para mim são os principais benefícios que eles têm hoje em dia. (Gerente de Inteligência Artificial)

A Gerente de Tecnologia aponta que no TPM existem dois tipos de colaboradores, aquele que não estava acostumado a utilizar a transformação digital, que num primeiro momento ficou um pouco receoso, mas já se adaptou com essas mudanças, por perceber os benefícios no seu trabalho e, outro que é o entusiasmado, entende de tecnologia e quer participar de todos os projetos que envolvem automação.

Sobre coopetição no TPM, os especialistas afirmam que não existe essa prática, mas a Gerente de Tecnologia assevera que a empresa entende todos esses conceitos e sabe da importância de implementar essas técnicas dentro da Vale.

Nós sabemos que existem muitos problemas que são comuns às empresas e que não são o nosso diferencial competitivo. Portanto, podemos dividir com essas empresas essas dificuldades que são comuns e no final todos saem ganhando. (Gerente de Tecnologia)

Sobre redes de cooperação, o Supervisor de Operações de Recuperação de Pátio apresenta que no sentido de cooperação para um compartilhamento de custos a empresa não tem.

O TPM possui um sistema que faz a previsão de maré. A Vale realiza essa geração de dados e compartilha com todas as empresas do complexo do porto do Itaqui e com a praticarem do consórcio de rebocadores e marinha. Assim entendemos que esses dados obtidos ajudam todo mundo e garante a segurança do tráfego aquaviário. Temos expertise em monitorar as condições de maré desde 1985. Então a nossa previsão é a mais acurada que tem no sistema Norte, na Baía de São Marcos. (Supervisor de Operações de Recuperação de Pátio)

Nessa seara, o Gerente de Inteligência Artificial destaca que:

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Existe um Compartilhamento de informação, através de um aglomerado de sistemas com um amplo banco de dados que permite disponibilizar essas informações, mas só com empresas que já têm algum tipo de vínculo com a Vale, um contrato ou uma parceria assinada.

(...)

Todas as vezes que temos um problema para resolver é publicado no sistema e essas empresas dividem informações e ideias através desses vários canais, isso podemos entender como uma rede de cooperação. (Gerente de Inteligência Artificial)

Com base nos dados coletados fica evidente a necessidade da implantação da tecnologia IoT em todo o seu potencial no âmbito dos portos.

6.3. Resumo do Capítulo

O objetivo deste capítulo foi apresentar os resultados das evidências coletadas nas fontes de pesquisa e nas entrevistas com os especialistas portuário do Porto do Itaqui e do TMPM, objetos do estudo de caso desta tese. Os entrevistados dessas duas empresas foram da área de tecnologia, operações, inteligência artificial, inovações e logística. Foi perguntado aos especialistas sobre o processo de transformação digital nesses dois portos, a existência, a importância de implantação, as vantagens observadas e as dificuldades de implantação da tecnologia IoT.

Acerca de cooperação, foi analisado a existência de cooperação como gestão e como sistema nessas duas organizações portuárias. O Quadro 13 demonstra o Resumo das entrevistas com especialistas portuários do Porto do Itaqui e TMPM.

Quadro 13: Resumo das entrevistas com especialistas portuários do Porto do Itaqui e TPM

PERGUNTAS	PORTO DO ITAQUI	TPM
Qual Finalidade de implantar uma Transformação digital?	Automatizar a Empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - Objetivo Principal: Remoção de pessoas a área de risco - Objetivos Secundários: Melhorar a Produtividade com a automação; - Melhor reaproveitamento da força de trabalho; - Automação das Máquinas de pátio.
Áreas prioritárias para a implantação da Transformação digital	Áreas de Operações	<ul style="list-style-type: none"> - A área de operações de pátio e área de Manutenção.
Mais avançados tipos de inovações tecnológicas implantadas nos últimos anos	<ul style="list-style-type: none"> - Implantação do CCO - Sistema de rádio e comunicação; - Automação das portarias e balanças 	<ul style="list-style-type: none"> - Inteligência Artificial; - Operação remota de carregadores de navios; - Operação autônoma; - Recuperadoras dos carregadores.
Existe a tecnologia IoT?	SIM	SIM
Papel dos entrevistados na introdução de novas tecnologias como a IoT	<ul style="list-style-type: none"> - Head de inovações: criar processos, estrutura e métodos e trazer conhecimento de fora para dentro e de levar esse conhecimento também de dentro para fora. - Gerente de Tecnologia: proposição de novas tecnológicas a serem adotadas de acordo com as necessidades do cliente. - Gerente de Logística: analisar a viabilidade da implantação de novas tecnologias no porto e quando esta tecnologia está sendo implantada tenho o papel de dar suporte a sua implantação e avaliar se está gerando o resultado esperado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de Operações e Recuperação de Pátio: procurar soluções em conjunto com outras equipes da empresa para resolver problemas na introdução de novas tecnologias como a <i>IOT</i>. - Gerente de Inteligência Artificial: trazer tecnologias aplicado ao projeto que está sendo desenvolvido e verificar trabalhos que estão sendo realizados manualmente e tentar transformá-lo para soluções que possa ser automatizada. - Gerente de Tecnologia: mapear as necessidades da empresa e trazer para dentro dela as tecnologias emergentes e analisar algumas tecnologias que possam facilitar o trabalho e criar projetos com base nesta busca.
Principais dificuldades para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT?	<ul style="list-style-type: none"> -Burocracia na Contratação de processos; -Cultura dos colaboradores em aceitar novos processos. 	<ul style="list-style-type: none"> - A organização aceitar a necessidade do investimento neste tipo de tecnologia; - A experiência de quem vai implantar essa tecnologia e quem vai operar na empresa; - A cultura das pessoas; - A fundação de dados; - Governança para a manutenção das tecnologias IOT.
Principais benefícios com a implementação da IoT para esses portos.	<ul style="list-style-type: none"> -Automação e controle -Acesso à informação em tempo real; - Melhor qualidade de vida; -Redução de custos; -Aumento da eficiência; 	<ul style="list-style-type: none"> - Automação e controle - Acesso à informação em tempo real; - Novas oportunidades de negócios; - Melhor qualidade de vida; - Redução de custos; - Aumento da eficiência.

(continua)

(conclusão)

PERGUNTAS	PORTO DO ITAQUI	TMPM
Principais benefícios com a implementação da IoT para esses portos.	-Redução de exploração ao meio ambiental;	- Rastreamento de pessoas
Existe cooperação como gestão	- No sentido de divisão de custos, NÃO existe. -Como parceiro, SIM.	- No sentido de divisão de custos, NÃO existe. -Como parceiro, SIM.
Experiência dos colaboradores para a utilização das transformações digitais.	Reconhecem sua competência e entendem que estão preparados para novos desafios.	- Após os colaboradores entenderem que o processo de automação facilitava seu trabalho e observaram as vantagens do projeto de automação, hoje os próprios funcionários procuram elaborar projetos de automação.
Existe a Competição	SIM	NÃO
Existe Redes de sistema de cooperação ou rede de cooperação	NÃO existe.	NÃO existe.

Fonte: Autora da pesquisa.

CAPÍTULO VII – DISCUSSÃO

7.1. Introdução

Esta seção apresenta a discussão dos dados coletados, informações dos principais teóricos pesquisados e entrevistas realizadas com os especialistas da área portuária do Porto Itaqui e TMPM (Vale), em relação a tecnologia IoT, gestão e sistemas cooperativos nas organizações portuárias.

7.2. Diagnóstico IoT

De acordo com as pesquisas realizadas e com as entrevistas aos especialistas das áreas portuárias dos dois portos, no estado do Maranhão, foi possível verificar as dificuldades enfrentadas nas organizações portuárias e as possíveis soluções para o processo de inovações tecnológicas como a IoT.

De acordo com os especialistas, tanto do Porto do Itaqui quanto do TMPM, constatou-se que as áreas prioritárias para a implantação da tecnologia IoT nesses portos foram as áreas de Operações e Manutenção.

Ter a possibilidade de visualizar, em tempo real, toda a operação portuária tem sido o objetivo desses portos, incluindo pessoas, cargas e veículos.

Com base nas mudanças descritas no Porto de Hamburg com a tecnologia IoT, a presente tese propõe algumas implantações no Porto do Itaqui e TMPM de acordo com as necessidades que foram observadas no campo e nas entrevistas realizadas com os gestores desses portos.

Conforme ressaltado no tópico acerca do Porto de Hamburgo, no ano de 2012, a HPA criou um Plano de Desenvolvimento Portuário para 2025. Este projeto tem como alvo desenvolver um planejamento estratégico propondo modernizar e atualizar a infraestrutura portuária, inserir práticas de desenvolvimento e inovação para esse porto,

dentre eles, detalhar a evolução planejada em direção a um porto inteligente. O plano de desenvolvimento enfatiza três pontos principais de logística inteligente (Ferretti; Schiavone, 2016):

- i. infraestrutura de porta inteligente;
- ii. fluxos de tráfego inteligente;
- iii. fluxos comerciais inteligentes.

7.3. Diagnóstico de Gestão Cooperativa

O principal objetivo do cooperado é compartilhar seus conhecimentos com cada parceiro, para isso cooperam. Quando se trata de domínio da tecnologia e do conhecimento, todos ganham. Desta forma, os acordos entre empresas apresentam termos de domínios industrial e intelectual onde as empresas envolvidas devem respeitar o acordo. O grande objetivo da cooperação é competir com outros que não sejam parceiros; por exemplo, a China visa reduzir concorrência entre os portos por meio de vários acordos de cooperação portuária.

Como curiosidade, ainda em relação à China, que aumentou sua participação no cenário internacional nos últimos anos. O gigante asiático não é apenas a segunda maior economia do mundo e o país mais populoso, com uma população de 1,38 bilhão, mas também é o país que tem investimentos crescentes em outras regiões. O mais ambicioso desses investimentos é o novo projeto da Nova Rota da Seda, conhecido como *One Belt, One Road*. O nome Rota da Seda leva um simbolismo histórico. Falar sobre isso é como lembrar de uma época em que a China era o grande centro da economia eurásiana (Europa + Ásia), há mais de 2000 anos.

A nova Rota da Seda Chinesa consiste em uma série de investimentos, principalmente nas áreas de transporte e infraestrutura. Esses investimentos são tanto em terra (o Cinturão), que conecta as regiões geopoliticamente vitais da Europa, Oriente Médio, Ásia e África, quanto no mar (a Rota), que atravessa o Pacífico, o Oceano Índico e chega ao Mar Mediterrâneo. Além disso, o projeto visa aproveitar os esforços da China já em andamento no continente africano e abrir as portas para modelos semelhantes em outros lugares.

Para a realização das obras já há cooperação com uma série de iniciativas como a União Econômica Eurasiana da Rússia; o Plano Master de Conectividade da ASEAN; a *Bright Road Initiative* do Cazaquistão, a *Development Road Initiative*, na Mongólia; a iniciativa Dois Corredores, Um Círculo Econômico, no Vietnã, entre outras. Tal cooperação permitiria que ideias ousadas presentes no plano, como a de um corredor de gasodutos e oleodutos na Ásia central, ou uma infraestrutura de redes de telefonia, internet, rodovias e ferrovias cortando toda a Ásia e Europa, fossem possíveis. Embora a Nova Rota da Seda seja ampla, não é considerada um acordo multilateral negociado simultaneamente por vários países. De fato, a China está finalizando lentamente uma série de acordos bilaterais, feita pouco a pouco, na qual já diz contar com mais de 60 países interessados (Figueiredo, 2019).

No Simpósio Internacional “*As Potencialidades do Maranhão na Nova Rota da Seda da China: Oportunidades de Negócios e de Desenvolvimento para o Brasil*”, realizada no Porto do Itaqui em julho de 2022 e organizada pela Fundação Sôsândrade em parceria com a Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Programas Estratégicos (SEDEPE) do Governo do Maranhão, foi incluído o estado do Maranhão na expansão da Nova Rota da Seda da China; por seus diferenciais logísticos, portuários e características especiais nos setores de energias renováveis e projetos de hidrogênio verde, gás e petróleo. O evento contou com o PhD Paul Lee, da Universidade Zhejiang (China), um dos idealizadores do estudo “*Strategic locations for logistics distributions centers along the Belt & Road*”, no qual a capital maranhense já foi apontada como um dos pontos estratégicos para a expansão da Nova Rota da Seda da China em 2020 (Dino, 2022).

No Porto do Itaqui, a cooperação no sentido de divisão e troca de conhecimentos com outras empresas ligada a área portuária ocorre com frequência. Já no TMPM foi constatado que no âmbito nacional é mais fácil existir uma cooperação no sentido de divisão e troca de conhecimentos do que no âmbito local.

Os dados coletados evidenciam que a cooperação do TMPM necessita progredir e ampliar. Neste sentido, o porto contém, em andamento, um projeto de cooperação logística em São Luís do Maranhão. O objetivo é integrar parceiros com interesses comuns, ou seja, fomentar a cooperação e montar um *hub* de logística. Contudo, por questões de investimento e processos burocráticos, o projeto não tem progredido, mesmo porque não existe um programa estruturado de cooperação com outras empresas. Sendo

assim, o estudo constatou que inexistia a gestão cooperativa tanto no porto do Itaqui como no TMPM, no que diz respeito à divisão de custos.

7.4. Diagnóstico de Sistemas Cooperativos

Nos dois casos analisados, o estudo constatou que não existe compartilhamento de sistema de informações com outras empresas que poderia ser classificado como redes de sistema cooperativos.

Os dados coletados no Porto do Itaqui evidenciaram que, apesar do projeto de implantar um sistema cooperativo estar inserido no Planejamento Estratégico deste porto, o compartilhamento de informação não foi finalizado no sistema. A rede de cooperação que existe no porto está relacionada mais às questões técnicas do que estratégicas.

Com relação ao TMPM, os dados esclareceram que existe um compartilhamento de informação através de um amplo banco de dados que disponibiliza as informações com as empresas que possuem algum tipo de contrato ou parceria com a Vale. Desse modo, os problemas são publicados no sistema e as empresas compartilham informações e ideias de vários canais.

No Porto do Itaqui, encontra-se em fase de concepção o programa chamado PCS, plataforma que integra sistemas agentes privados e públicos para facilitar o transporte marítimo. Essa plataforma de integração compartilha informações da comunidade portuária proporcionando maior eficiência, dinâmica e planejamento nas operações por meio dos sistemas de informação. Portanto, o PCS possibilita conectar os portos do mundo e esse é um passo necessário para que os portos marítimos nacionais se tornem mais competitivos.

Nos principais portos marítimos no mundo, o PCS é a principal plataforma tecnológica que interliga os agentes marítimos, carregadores, transportadores transitórios, transportadores, terminais, plataformas logísticas e entidades públicas envolvidas nos serviços de carga que atravessam o porto marítimo. Neste sentido, a Internet Física é um novo conceito que busca novas soluções para o transporte de cargas, visando uma melhoria operacional radical e sustentabilidade (Caldeirinha; Nabais, 2020).

A Internet Física é baseada em sistemas altamente interconectados que permitem informações e compartilhamento de ativos, levando ao uso eficiente dos recursos

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

disponíveis por meio da consolidação de fluxos dentro do sistema. Mais do que uma realidade, a Internet Física contém uma visão para o futuro próximo e as diretrizes para uma mudança de comportamentos.

A implementação da Internet Física utiliza as informações disponibilizadas pela IoT, empregando *smart tags* como elemento-chave para coletar dados.

Os portos marítimos podem ser classificados de acordo com a evolução do PCS presente neles, como apresenta o (Quadro 14).

Quadro 14: Fases de evolução do PCS

Primeira fase	Incluem notificações de chegadas de navios, mercadorias e resultados estatísticos (Aydogdu; Aksoy, 2015).
Segunda fase	Incluem autorizações das autoridades portuárias, alfândega portuária, autoridade marítima, serviços públicos de saúde, as faturas automáticas de autoridades e cargas e navios autorizações sem papel no processo (Aydogdu; Aksoy, 2015).
Terceira fase	Expansão (regionalização) quando os portos coletarem informações usando sensores (seguindo uma abordagem IoT) sobre a cadeia de suprimentos informação, incluindo modais de transporte rodoviário, aquaviário e ferroviário, plataformas logísticas, com visibilidade total dos processos, visando a sincronização das operações.
Quarta fase	Oportunidades que favorecem o aparecimento de nicho de novas empresas e inovação avançada (Langen, 2004); novos modelos de negócios, através do desenvolvimento de aplicações de inteligência artificial (Moros-Daza; Amaya-Miera; Arboleda-Patermina, 2020), robotização, análise, Big Data (Heilig; Voß, 2017), análise preditiva, fluxos integrados, gestão de riscos e otimização das operações portuárias (Iris et al., 2015; Chen et al, 2021). Essa fase corresponde à liquidação das condições necessárias para o desenvolvimento de uma Internet Física; uso de inteligência artificial <i>tags</i> com carga monitorando em tempo real os locais de carga dando suporte às soluções de transporte sincromodal com impacto nas reservas de veículos terrestres e otimização de transporte (Caldeirinha; Nabais, 2020).
Quinta fase	Integração internacional do PCS com disponibilidade de informações. Nesta fase transnacional é possível integrar cadeias de suprimentos em todo o mundo, com total disponibilidade de dados e rastreabilidade de mercadorias. As decisões de gestão são atualizadas rapidamente usando os dados disponíveis e previsões para coordenar os fluxos. Também há otimização das decisões considerando a importação e fatores de negócios de exportação.

Fonte: Adaptado de Caldeirinha e Nabais (2020).

De acordo com o Quadro 14 é possível constatar que, por meio da implantação do sistema PCS nos portos é possível coletar informações usando sensores (seguindo uma abordagem IoT) e o uso de inteligência *tags* com carga (IoT) permitindo o monitoramento, em tempo real, dos locais de carga dando suporte às soluções de

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

transporte sincromodal^{28, 29} com impacto nas reservas de veículos terrestres e otimização de transporte.

7.5. Resumo do Capítulo

Foi realizado um diagnóstico de IoT nos Portos do Itaqui e TMPM e verificou-se que muitas dificuldades enfrentadas nessas organizações portuárias poderiam ser solucionadas através do processo de inovações tecnológicas como a IoT.

No tópico de cooperação como gestão e como sistemas, o estudo constatou que a divisão e troca de conhecimentos com outras empresas ocorre, com mais frequência, na EMAP. No TMPM, existe uma cooperação no âmbito nacional e menos local. Porém, foi verificado que não existe a gestão cooperativa tanto na EMAP como no TMPM com o objetivo de divisão de custos.

Com relação aos sistemas cooperativos, foi apurado que não existe, nos dois casos estudos, compartilhamento de sistema de informações classificado como rede de sistema de cooperação.

28 Sincromodal: transporte cooperativo com possibilidade de integração de vários modais de transporte disponível, de forma a fazer uma utilização mais eficiente dos recursos (Lavalle, 2017).

29 O transporte sincromodal apresenta-se como uma alternativa para alcançar um sistema de transporte mais flexível e eficiente. Entre as oportunidades expostas pelo transporte sincromodal está a conquista da integração em múltiplos níveis de planejamento, proporcionando sistemas de transporte mais sustentáveis, confiáveis e flexíveis, para os quais são geradas soluções mais eficientes para operadores e transportadores (Camacho Sarmiento, 2020).

CAPÍTULO VIII – PROPOSIÇÕES

8.1. Introdução

Cada uma das fases da presente pesquisa contribuiu de forma progressiva para a construção de proposições de uso do IoT e de sistemas de cooperação já aplicados em algum porto do mundo, para implantação no Porto do Itaqui e no TMPM – Vale. Nesse sentido, o presente capítulo apresenta proposições dirigidas aos portos investigados em relação ao IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos.

8.2. Proposições para Implantação do IoT, Gestão Cooperativa e Sistemas Cooperativos no Porto do Itaqui e TMPM – Vale

O objetivo das proposições de implantação sugeridas abaixo tanto no Porto do Itaqui quanto no TMPM, não tem a pretensão de comparar com o que foi implantado no Porto de Hamburgo e em outros portos do mundo apontados nesta tese para ser implantado nos portos do Maranhão. O propósito é identificar as principais necessidades dos portos aqui pesquisados com relação a infraestrutura nas áreas de inovação tecnológica tomando como base, em alguns momentos, o que foi realizado no Porto de Hamburgo e em alguns portos citados neste trabalho.

8.2.1. Primeira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaqui

O mercado é extremamente dinâmico, estamos na era da indústria 4.0 e com o sistema de balanças automática de veículos, as empresas podem se tornar mais competitiva otimizando o processo de pesagem, minimizando perdas, eliminando erros, eliminando fraudes e pela rastreabilidade de todo o processo de pesagem desde a chegada do veículo no portão de entrada até a saída do veículo. Abaixo pode ser identificado alguns itens que compõe uma balança rodoviária:

- i. sensores de posicionamento: Garante o correto posicionamento do veículo na plataforma de pesagem. Desta forma, discrepâncias de peso e pesagens incorretas podem ser evitadas;
- ii. display remoto: orienta o motorista durante o processo de pesagem e envia mensagens como 'entrada livre'. "Deslocar veículo"; "Aguardando pesagem"; "Pesa: 56900 kg"; "Deslocar para doca número 10"; as mensagens podem ser personalizadas para cada projeto;
- iii. cancelas: é uma barreira física para restringir veículos na plataforma de pesagem;
- iv. semáforos: tem a capacidade de guiar o motorista para dentro, fora e fora da plataforma durante o processo de pesagem automatizado;
- v. TAG *transponder*, Cartão RFID ou QR Code: Possui os recursos mais importantes dentro do sistema de automação da balança de carga. Uma vez lido por cada leitor, todo o processo automatizado começa sem a necessidade de intervenção do operador ou humana;
- vi. câmera TCP/IP PoE HD e FULL HD: O sistema de automação da balança pode capturar várias imagens no momento da pesagem do processo (placa do cavalo, placa do reboque, carga do veículo, etc.). Essas imagens podem ser impressas no bilhete de pesagem e serem consultadas em alta resolução a qualquer momento para garantir todo o processo;
- vii. câmera OCR e LPR: O sistema de automação quando equipado com câmeras OCR com sistema LPR (do inglês "*License Plate Recognition*", Reconhecimento de Placas de Veículos), torna-se muito ágil, pois o sistema lê e reconhece a placa do veículo e inicia o processo de pesagem, evitando assim todo tipo de fraude;
- viii. leitor RFID, Antena UHF e Leitor de QR Code: São os leitores responsáveis por ler seus respectivos tags ou códigos para dar início ao processo de pesagem (Confiantec Balanças, [2022]).

Um dos especialistas entrevistado no Porto do Itaqui esclareceu que alguns problemas atrasam o processo de movimentação de carga, como por exemplo, a questão do alívio de carga; ou seja, quando o caminhão sai do cais acima do peso permitido. A condição de sobrepeso demanda que o caminhão retorne para retirar o excesso da carga de acordo com a legislação vigente. Esse processo de pesagem não é produtivo porque o

caminhão sai do ciclo e volta para o final da fila para pesagem novamente, acarretando atrasos para o cliente e congestionamento de caminhões no porto.

No Porto de Hamburgo antes da implantação da IoT, existia um fluxo intensificado de tráfego de caminhões impactando diretamente e intensamente a cidade de Hamburg e o porto. Neste sentido, tornou-se necessário desenvolver soluções para gestão desse fluxo de tráfego inteligentes.

Sensores nas estradas e pontes foram instalados com a finalidade de monitorar esse trabalho e enviar as informações sobre o tráfego para CGEP. Esses dados permitem que o sistema de gerenciamento de tráfego determine com eficiência os fluxos de tráfego nas estradas para otimizar os roteadores e, deste modo, minimizar o congestionamento e o tempo de trânsito para todos os clientes. A HPA adaptou o fornecimento dessas informações por meio de computadores de bordo e smartphones dos motoristas. Para que o porto se mantenha competitivo e atraente para os negócios foi necessário esse tipo de investimento (Banker, 2016).

O modelo de implantação da IoT no sistema de tráfego no Porto de Hamburgo reflete como essa tecnologia pode facilitar o trabalho de fluxo de caminhão dentro e fora do Porto do Itaquí, por exemplo, para reduzir o tempo do caminhão dentro do porto, agilizar seu processo de carregamento e reduzir tempo de fila para pesagem de caminhão.

Deste modo, sugere-se a implantação de algumas ferramentas IoT no Porto do Itaquí, com o poder de identificar sobrepeso dos caminhões antes dessa pesagem final, com instalação de alguns sensores na balança. Esse processo deveria ser automatizado para que as filas de caminhões para pesagem nas balanças sejam reduzidas trazendo mais agilidade na movimentação de cargas, praticidade no trabalho, redução de custo e aumento na produtividade nesses portos.

8.2.2. Segunda Proposição de Implantação IoT – Porto Itaquí

Uma das principais dificuldades encontradas no Porto do Itaquí para implantar um tipo de transformações digitais está relacionada ao excesso de burocracia na contratação de novos processos. Como já explicado na descrição das empresas portuárias pesquisadas, a EMAP, empresa que administra o Porto do Itaquí, é uma empresa pública; por conta

disso, qualquer tipo de implantação requer contratos novos mediante os processos de licitação. Logo, a burocracia implica na demora da implantação de novos processos.

As estimativas do estudo da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) mostram que os custos com a burocracia nas operações portuárias totalizam entre R\$ 2,9 e 4,3 bilhões por ano (CNI, 2016). Além disso, os atrasos tipicamente encontrados em obras de implantação de infraestrutura portuária podem causar redução de mais de R\$ 6,3 bilhões em geração de caixa aos investidores. O estudo também evidencia que, em relação à governança pode-se apontar como principal entrave a ineficiência na coordenação institucional do setor portuário e na gestão dos portos organizados, geridos pelas Autoridades Portuárias públicas.

O Tribunal de Contas da União (TCU) esclarece que a existência de problemas burocráticos, afetam diretamente o processo das operações de transporte, aumentando o custo logístico nacional, principalmente devido à extensão da legislação tributária acessória (TCU, 2020). Observou-se a coexistência de grande quantidade de documentos eletrônicos e impressos e a obediência a diversos normativos de entidades anuentes do transporte.

O relatório do TCU destaca ainda que a burocracia é o principal complicador do transporte multimodal. Nas operações logísticas que utilizam mais de um modal multiplicam-se as obrigações do transportador de preencher sistemas com dados redundantes.

391. Constatou-se a existência de diversos documentos e sistemas obrigatórios que devem ser utilizados pelas empresas para fornecer informações sobre as operações de transporte. A necessidade de preenchimento de dados em diversos sistemas, como Nota Fiscal Eletrônica (NFe), Conhecimento de Transporte Eletrônico (CTe), Mercante, Siscarga, Porto sem Papel, e ainda a necessidade de impressão em meio físico de documentos considerados eletrônicos, o seu porte junto com a mercadoria transportada e a exigência de guarda posterior desse material representam custos que encarecem as operações logísticas. (TCU, 2020, p. 76)

Com a finalidade de desburocratizar o setor de transportes e aperfeiçoar o planejamento governamental, o TCU corroborou com oportunidades de melhoria nos processos de trabalhos de diversos órgãos e entidades públicas. Isso resultou em algumas proposições com impacto direto no transporte aquaviário (Antaq, 2021c).

Destaca-se abaixo uma das propostas no relatório do TCU, ano 2020, ligada ao setor aquaviário na informatização:

16. Com relação aos problemas da burocracia do transporte multimodal, foram feitas propostas de recomendação ao Ministério da Infraestrutura para que reestruture a implantação do Documento de Transporte Eletrônico (DT-e) com o nível de elementos necessários para o desenvolvimento do projeto, contendo estimativa de orçamento necessário para a implantação, gestão de dados, definindo cronogramas e responsabilidades para as diversas fases, contemplando a definição de estratégias para integração de dados dos demais modos de transporte no DTe, bem como integrar com os demais sistemas do governo federal, a exemplo do Porto Sem Papel, e ainda que, para evitar a produção de informações redundantes e reduzir o excesso de burocracia, avalie utilizar a base de dados oriunda dos sistemas fiscais estaduais/municipais já existentes e crie um sistema de gestão compartilhada, que incorpore todos os sistemas, com vistas a permitir o intercâmbio de informações sobre o transporte de carga. (TCU, 2020, p. 3 e 4)

Neste sentido, explica o especialista portuário do Porto do Itaquí:

Sabemos da necessidade da transformação digital nos portos e temos um conhecimento muito específico do que precisamos, mas na parte de contratações, você também precisaria de advogados que ao fazer uma licitação, que este compreenda as leis da licitação profundamente e nos permita de maneira mais fácil e ágil fazer a contratação dessas soluções. Hoje, não temos essa mão de obra no Porto do Itaquí. Todas as vezes que tentamos contratar uma solução através de empresas ou instituições, nos deparamos com questões jurídicas que dificulta a contratação desse processo. (*Head de Inovação*)

Porém, existem alguns dispositivos legais no Brasil que facilitam o contrato na área de inovações nas empresas públicas, tais como: a Lei nº 10.973/2004 (Lei de Inovação), Lei nº 6.404 (marco legal das *startups* e do empreendedorismo inovador), que foi instituído em 1º de julho de 2021 e as encomendas tecnológicas, em fevereiro de 2018, através do Decreto nº 9.283.

Sugere-se que no momento da contratação de novos projetos no Porto do Itaquí ligados a inovações tecnológicas seja implantado, prioritariamente, a lei apresentada sobre a contratação de inovação nas empresas públicas no Brasil para que possam ser aperfeiçoados esses regulamentos licitatórios.

Os acordos nos processos, como de mão de obra especializada, poderiam acontecer de maneira mais ágil e mais orgânica dentro dessa autoridade portuária. Neste sentido, sugere-se incentivar a criação de convênio com instituições de ensino ou

contratação de startups para apresentarem projetos relacionados ao investimento a fim de incentivar, cada vez mais, as inovações tecnológicas neste porto.

8.2.3. Terceira Proposição de Implantação IoT – Porto do Itaquí e TPM – Vale

Tanto no Porto do Itaquí como o TPM, foi identificado que a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos é uma das principais dificuldades para implantar uma tecnologia como IoT.

As instituições portuárias atualmente, por mais que estão percebendo a importância de investir em inovações tecnológicas, ainda são empresas conservadoras em todo seu processo; por conta disso, a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos foi apontada como uma das principais dificuldades na implantação de novos projetos voltado a inovações tecnológicas como a IoT.

Com a inteligência artificial nos portos por exemplo, é possível integrar a infraestrutura portuária e reduzir a mão de obra humana, graças a isso se observa uma drástica redução de acidentes de trabalho. Se a necessidade desses colaboradores portuários diminuir, o plano deve levar em conta a recolocação no mercado de trabalho. Cymbalista (2020) assevera que na Alemanha e na Holanda, a automação do porto de Hamburg e Roterdã só foi possível graças à participação dos estivadores no processo de automação. O autor enfatiza que:

É chamado de porto organizado aquele que é aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, sendo automatizado ou não. (Cymbalista, 2020, n. p.)

Em porto automatizados, ou inteligentes, os equipamentos e máquinas são controlados remotamente por profissionais, em seus escritórios, assim reduzindo 85% da mão de obra humana e como consequência risco de acidentes de trabalho (Cymbalista, 2020).

Um exemplo de navegação autônoma pode ser visto pela Seafar, sediada em Antuérpia (Bélgica), que iniciou suas operações comerciais em 2020. Essa empresa trabalha com navegação remota ou tripulação reduzida. Esse trabalho pode ser realizado através de um painel de controle, que permite que o operador trabalhe diretamente de um escritório (Presa, 2022). Dessa forma, os colaboradores não precisam passar horas ou

mesmo dias a bordo. O objetivo é controlar o traslado das embarcações por meio de um software computadorizado, composto por câmeras e sensores de movimento. Nesse contexto, Presa (2022) evidencia o citado pelo *Chief Operating Officer (COO)* Janis Bargesten, executivo da companhia Seafar:

(...) a tecnologia da empresa foi desenvolvida para contemplar diferentes níveis de autonomia. 'A (...) estratégia é, por meio de automação condicional, ter menos tripulação nos navios e mais pessoas no controle remoto.' (...) o conceito de 'humano através da máquina'. (...) 'um humano responsável pelas decisões durante a operação'. (Presa, 2022, n. p.)

Em complemento, o autor relata

(...) garantir a segurança e o sucesso dos transportes, a Seafar escala quatro profissionais para acompanharem um único traslado por meio do *software*. A equipe é encabeçada por um comandante de bordo, que recebe treinamento para unir o *know-how* de navegação ao funcionamento do sistema. (Presa, 2022, n. p.)

Sugere-se para esses dois portos, Porto do Itaquí e TPM, a implantação de um programa que possibilite maior engajamento dos colaboradores, principalmente da área de operações, e apresentar a importância de implantação dessas tecnologias como a IoT. Cabe informá-los que a implantação dessas tecnologias não é fazer com que seu trabalho seja substituído por máquina, pois o trabalho humano é necessário para o planejamento e monitoramento de todo esse processo e que essa tecnologia irá facilitar seu trabalho, auxiliar na preservação da sua saúde em relação a segurança, reduzir seu tempo de trabalho, diminuir a quantidade de erros e redução de custos para a empresa.

Um dos entrevistados do TPM destacou a importância de pontuar para os colaboradores a questão da segurança do trabalho, quanto a tecnologia pode preservar a saúde do colaborador. Esse trabalho de conscientização pode auxiliar a mudança da cultura das pessoas que trabalham no porto.

Neste sentido, o TPM disponibiliza treinamento aos seus colaboradores por meio da realidade virtual. De acordo com um dos entrevistados, a realidade virtual é utilizada para fazer a imersão do colaborador na atividade; em outras palavras, com o uso de um simulador e óculos de realidade virtual, a pessoa inicia uma experiência como se ela estivesse dentro do carregador de navio, carregando minério no navio, assim realizando o treinamento sem a necessidade de estar presente no carregador real. Então, a realidade virtual é importante para a formação e capacitação com segurança, dos trabalhadores atuais e aqueles que estão chegando na empresa.

Entrando no raciocínio da realidade virtual, cita-se o chamado Gêmeo Digital que é uma cópia virtual de um ativo ou ecossistema, permitindo o usuário executar simulações onde os processos são tão complexos e críticos que você não pode arriscar a falha experimentando uma abordagem diferente, ou ficar *offline* para testar um método inovador. Os gêmeos digitais podem simular qualquer aspecto de um objeto ou processo físico e estão ganhando força graças à simulação em rápida evolução e recursos de modelagem, melhor interoperabilidade e sensores de IoT, e mais disponibilidade de ferramentas e infraestrutura de computação. Hoje, gêmeos digitais são usados em toda a porta para otimizar a amarração e partida, rastreamento de cargas, planejamento de cenários para eventos meteorológicos, entre outros (Deloitte, 2021).

O gêmeo digital simula uma mudança do mundo físico para o mundo digital e de volta ao mundo físico. A Indústria 4.0, também chamada de “quarta revolução industrial”, representa amplamente um ambiente de produção digital que concentra técnicas avançadas de fabricação com a IoT para desenvolver não apenas uma empresa de fabricação interconectada, mas também uma empresa que se comunica, analisa e usa informações para incentivar ações inteligentes adicionais ao mundo físico (Parrott; Warshaw, 2017).

A ideia dos gêmeos digitais vem acompanhado com uma nova perspectiva tecnológica que visa criar uma réplica digital do mundo real, para que os analistas possam estudar detalhadamente vários aspectos de um objeto, um equipamento, um processo ou uma planta industrial, testando cenários e recursos antes de implementá-los em sua cópia física, tornando a tomada de decisões mais rápida, eficiente e barata (Meeker; Shepley; Schatsky, 2018).

Lind et al. (2020) asseveram que à medida que a transformação digital do setor marítimo avança, pode-se criar dados necessários para calibrar os gêmeos digitais nos vários componentes de um navio, no porto e outros elementos da infraestrutura de transporte, como as mercadorias transportadas (contêineres secos e refrigerado). Em muitos setores, incluindo transporte, existem “(...) *novas oportunidades para representar e simular digitalmente objetos e eventos antes da tomada de decisão.*” (Lind et al., 2020, p. 1 e 2)

Portanto, diante dos conceitos dos gêmeos digitais e suas características com a tecnologia IoT, propõe-se ao porto do Itaquí e ao TMPM que antes da implantação das transformações digitais, como a IoT, seja realizado um treinamento com programas de inteligência artificial 3D e com gêmeos digitais para que o colaborador vivencie na prática e tenha entendimento de como será o seu trabalho após a implantação e quais serão as vantagens ao utilizar as tecnologias em sua área.

8.2.4. Quarta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale

De acordo com um dos entrevistados do TMPM, uma empresa tal qual como a Vale, existem vários projetos e cada um deles com uma proposta de investimento de milhões de reais para ser executado. Porém, a complexidade de gestão da empresa obriga a criação de uma escala de prioridade de implementação. Sendo assim, apesar dos estudos comprovarem a eficácia da transformação digital por meio da implementação de tecnologia inovadoras, como a IoT, a alta administração é que determina a ordem de execução de cada projeto.

Portanto, o estudo constata que, em função da hierarquia de gestão empresarial, o tempo é um fator que gera atraso de implantação e execução de projetos relacionados à implantação de tecnologias como IoT, embora tais projetos possam trazer vantagens estratégicas e competitivas para o porto.

A proposição para esse cenário seria a abertura de Licitação para contratação de empresa parceira para implementar a tecnologia de sensores para redução de tempo; ou seja, para solucionar o problema do tempo que tem dificultado o serviço prestado. Essas empresas terceirizadas podem aplicar o IoT criando ambiente unificado, ou framework, a fim de interconectar os sensores e dispositivos compartilhando informações entre seus componentes e visualizando os dados entre os membros da rede.

A empresa contratada fará uma análise precisa das operações e dos equipamentos para conhecer a finalidade e limitações técnicas do processo para, posteriormente, escolher a melhor tecnologia para cada aplicação. A configuração portuária já necessita de automatização das operações e os sensores podem ser muito eficientes quando posicionados em áreas do terminal para controlar o nível de utilização e desgaste de equipamentos, como guindastes e veículos autônomos, sensores para acompanhamento e controle da localização de contêineres e caminhões em pátios, estacionamentos e áreas de

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

carga/descarga. Enfim, sensores com tecnologias de fibra ótica ou Arduino, estrategicamente, permitem em tempo monitorar e controlar todas as operações portuárias por meio de videomonitoramento, radiofrequência, infravermelho e laser.

8.2.5. Quinta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale

A fundação de dados é mais uma dificuldade apontada para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT no TMPM. Como informado anteriormente, já existem no TMPM sensores de IoT em quase todas as áreas do Porto. Existe também um trabalho com as plataformas de comunicação “*long range*” (LoRA) que são sistemas focados em sensores e o tráfego de uma pequena quantidade de dados. Porém, a maioria dos sensores deste porto necessita de manutenção.

O Estado do Maranhão é uma região com chuvas intensas no primeiro semestre do ano e o minério que fica armazenado nos pátios do porto, aguardando para ser transportado para o navio, pode receber humidade em razão destas chuvas. Por conta disso, é necessário um tipo de inspeção com tecnologia mais avançada nessas áreas do porto, porque tais áreas podem alagar comprometendo a qualidade do minério e, principalmente, trazer riscos para a segurança dos funcionários deste porto. Segundo um dos especialistas entrevistados, a robótica foi implantada através de *drones* que sobrevoam os terminais inspecionando as áreas, em períodos de chuvas, visando identificar as áreas alagadas que geram riscos. Contudo, no período noturno não é possível captar as imagens com a mesma qualidade; por essa razão, foram implantados os robôs que se aproximam das áreas identificadas para capturar as imagens desejadas.

Atualmente, um dos maiores desafios no TMPM consiste na melhoria de comunicação dentro da organização para que tais sensores forneçam mais informações, em tempo real, para todo o porto.

O TMPM possui um projeto de pátios autônomos com o objetivo de automatizar toda área de pátio do porto. Em janeiro de 2022, entregou-se a 18ª máquina do pátio autônomo no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (Vale, 2022).

A Infraestrutura de porta inteligente faz parte de um projeto, em andamento, no Plano de Desenvolvimento Estratégico Portuário no Porto de Hamburgo; nele ainda consta:

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

- i. sensores para agilizar a comunicação nos ativos tangíveis deste porto;
- ii. sistema inteligente de armazenamento com competência para detectar, umidade, temperatura da pressão atmosférica³⁰ e ventilação em contêineres ou armazéns;
- iii. iluminação de áreas indispensáveis para os portos com base na percepção de movimento para diminuir custos de energia.

Na questão de investimento em infraestrutura, o Porto de Hamburgo inseriu em Plano de Desenvolvimento Estratégico Portuário a iluminação adaptada automaticamente para destacar objetos e locais específicos que requerem atenção, ao longo do processo. Essa iluminação é sustentada por um sistema inteligente que controla exatamente o tipo de atividade que está ocorrendo (Hamburg Port Authority, 2010).

Como proposição, o presente estudo sugere investimento em infraestrutura com a implantação de uma rede com tecnologia IoT que consiga cobrir toda a área portuária. Sugere-se também a implantação de câmeras termográficas que viabilizam a avaliação da qualidade do minério através de uma base de imagens. Deste modo, torna-se viável identificar e analisar a humidade do minério.

Além disso, o estudo sugere investimento em iluminação adaptada automaticamente para beneficiar a visibilidade do minério de ferro nos pátios que estão estocado durante a noite no TMPM e em outras áreas do porto que também necessitam de melhor visibilidade.

8.2.6. Sexta Proposição de Implantação IoT – TMPM – Vale

No artigo, *“Coleta e análise de dados em tempo real das medições de variáveis em transformadores de potência utilizando tecnologia IoT”*, os autores esclarecem que diante dos atuais cenários de manutenção em ambientes industriais ou portuários, chega-se a um momento em que algumas empresas estão migrando da manutenção preventiva para a manutenção preditiva e a busca pela tecnologia de monitoramento online de máquinas e equipamentos é cada vez maior (Maia et al., 2022). Dentre as tecnologias que mais se enquadram nessas necessidades destaca-se a IoT. O trabalho citado foi

³⁰ Pressão atmosférica ou pressão barométrica: Força exercida, por unidade de área, pela coluna de ar atmosférico acima de nós (Libardi, 2016).

desenvolvido em ambiente portuário como um primeiro passo em direção à Indústria 4.0. O projeto foi realizado na empresa Elevações Portuárias S.A, que pertence ao Porto de Santos e opera no setor de operações portuárias. Foi aplicado a tecnologia IoT nesta empresa para desenvolver um sistema para o monitoramento em tempo real de medições das variáveis em transformadores de potência. A grande finalidade do sistema foi diagnosticar ou prever falhas e problemas de equipamentos (Maia et al., 2022).

Com pouco mais de sete meses da implantação deste projeto nesta empresa sediada em Santos (SP), concluiu-se que a escolha de armazenar os dados do transformador em um ambiente de nuvem está ajudando mais pessoas a tomar decisões sobre a confiabilidade do equipamento. Com a facilidade de acesso às informações agora é possível desenvolver ações proativas com elementos baseados nos dados coletados. Essas ações, que antes eram realizadas apenas quando havia uma parada geral para manutenção, neste caso, uma vez por ano. Também é possível identificar e regular cargas desbalanceadas, causando desequilíbrios em transformadores. Hoje, esse sistema de monitoramento baseado em IoT é implantado em três subestações e pode expandir para mais estações. Isso demonstra a eficácia da aplicação e o interesse em novas tecnologias capacitadoras para alinhar cada vez mais o setor portuário ao conceito de Indústria 4.0. Outras matrizes devem usar o aplicativo como referência para desenvolver projetos para suas operações locais, incorporando novas tecnologias como Internet das Coisas e computação em nuvem (Maia et al., 2022).

No estudo de caso realizado no TMPM nesta presente tese, a Governança para a manutenção das tecnologias IoT é mais uma dificuldade apontada para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT no TMPM. Neste sentido, um dos especialistas entrevistados apontou que o Porto necessita de maior atenção acerca da manutenção com os sensores.

Sendo assim, o estudo sugere que o TMPM tencione mais inspeção quanto à análise, investimento e manutenção da Infraestrutura de governança, com finalidade de desenvolver um sistema para o monitoramento em tempo real em especial, com os sensores que agilizam a comunicação e devem ser considerados como ativos tangíveis do porto. Portanto, se o sensor começa a falhar, imediatamente, deve-se produzir um alerta para a equipe informando que algo está com defeito e acionar a manutenção.

8.2.7. Proposição para Gestão Cooperativa – Porto do Itaqui e TMPM – Vale

Nas organizações portuárias a competição está diretamente ligada às linhas de transporte, terminais, empresas de logística, transportadores terrestres, indústrias e afins. Os dados coletados apontaram que a questão de custo não tem sido impedimento para o investimento, mesmo porque nestas organizações existem elevados custos fixos impossíveis de se serem eliminados apesar da instalação de redes de cooperação.

Contudo, o presente estudo propõe a formação de redes por elas reduzirem custos entre os associados, em função de compartilharem seus riscos relacionados a resolução de conflitos, produção, transação e informação.

A partir da gestão cooperativa portuária, contratos de dragagem poderiam ser realizados contendo uma divisão de custo, não somente entre o TMPM e o Porto do Itaqui, mas com todas as empresas que fazem parte do complexo portuário do Porto do Itaqui que necessitam admitir esse tipo de contrato para dar sequência ao seu trabalho no porto.

Por intermédio da gestão de cooperação, as empresas portuárias podem adquirir mais equipamentos nestes processos com menor custo; pois todos os custos serão rateados entre as empresas. No entanto, as organizações portuárias devem elaborar contratos no qual atenderão não somente uma empresa, mas todo o complexo portuário do Itaqui.

8.2.8. Proposição para Sistema Cooperativo no Porto do Itaqui e TMPM – Vale

A título de exemplo de implantação de sistema cooperativos em outros tipos de organizações, no ano de 2020 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD) assinaram um acordo de cooperação técnica para promover o desenvolvimento de tecnologias e o projeto contribui para fortalecer a conectividade e popularizar o uso da tecnologia digital no setor agropecuário brasileiro. O objetivo é priorizar especificamente – mas não exclusivamente – pequenos e médios produtores rurais e dos segmentos mais vulneráveis da economia, trazendo ganhos de produtividade e qualidade na produção, para torná-los competitivos nos mercados local, nacional e internacional. Nesse sentido, o acordo de cooperação técnica, em nível nacional, prevê a construção e validação de arquiteturas, sistemas e modelos de suporte econômico capazes de viabilizar a transformação digital. O foco está em tecnologias de ponta, principalmente nas áreas de

conectividade (4G e 5G), IoT e plataformas capacitadoras para trazer conhecimento e inovação para a “indústria agrícola” (Informativo dos Portos, 2020).

Nas organizações portuárias, um outro exemplo de sistemas cooperativos pode ser citado nas empresas SPA, Wilson Sons, uma das maiores empresas de logística portuária e marítima do mercado brasileiro, e *DockTech*, especialista em inovação, que firmaram acordo de cooperação técnica em 2021. Uma tecnologia para aperfeiçoamento e uso de tecnologia inédita para vigilância do fundo do mar.

O acordo formaliza uma parceria na qual as três empresas pretendem pesquisar e trabalhar em conjunto para melhorar as soluções de monitoramento em tempo real da profundidade operacional do acesso de via navegável e berço no Porto de Santos. Uma solução desenvolvida pela *startup* israelense *DockTech* mapeia a profundidade do canal de navegação em tempo real, entende os padrões de assoreamento nos portos e prevê como as variações do fundo do mar afetarão a segurança do transporte marítimo e de carga.

O diretor-presidente da SPA, afirma que a iniciativa de unir as comunidades portuárias e os atores públicos e privados locais para encontrar padrões e semelhanças nos serviços, agilizar os investimentos e permitir que eles sejam compartilhados para melhorar os processos de inovação e eficiência (Santos Port Authority, 2021b). O autor também destaca que: “*Esta parceria é um marco importante, pois mostra que juntos podemos fazer mais para levar o Porto de Santos a novos patamares de desempenho e inovação tecnológica (...)*” (Santos Port Authority, 2021b, n. p.).

A *DockTech* usa a tecnologia de gêmeos digitais com dados de batimetria (medidor de profundidade) coletados pelos rebocadores da Wilson Sons para criar uma representação virtual dinâmica do fundo do mar do porto. A análise desses dados com algoritmos baseados em inteligência artificial pode detectar formações de assoreamento, prever necessidades de dragagem e melhorar a segurança do transporte. Nesse contexto, destaca-se que:

A infraestrutura portuária mundial ainda não possui instrumentos capazes de monitorar em tempo real a profundidade dos canais de navegação e acesso aos berços de atracação. A solução da *DockTech* possibilita fazer essa medição de forma dinâmica e, assim, evitar restrições de calado operacional, aumentar a segurança da navegação e prevenir o desperdício de recursos com dragagem (...) (Santos Port Authority, 2021b, n. p.)

Para esta proposição, é válido retomar ao conceito do PCS, pois Caldeirinha, Nabais e Pinto (2022) enfatizam que nos principais portos europeus e agentes europeus, o PCS é uma plataforma que suporta a criação de uma rede composta por agentes marítimos, transportadores, empresas logísticas e entidades públicas. PCS se concentra em nível de serviço, redes de parceiros, serviços marítimos, serviços de frete, serviços logísticos e serviços portuários avançados. Esses recursos impactam nas operações portuárias, ou que afetam a cadeia de suprimentos de atuação.

A digitalização no âmbito dos PCS tem fomentado o desenvolvimento de colaboração entre os parceiros da comunidade portuária. A Internet é uma concepção que busca novas soluções entre logísticas integradas na interoperabilidade de abastecimento e integração, incluindo o transporte marítimo.

Faz-se a proposição de implantação do sistema PCS no Porto do Itaqui e TPM, em razão de ser uma plataforma eletrônica que reúne e integra as informações e sistemas, de acordo com sua evolução de implantação, além de ser um sistema cooperativo. Quando implantado, os tipos de IoT podem trazer para esses portos no Maranhão, vantagens competitivas tais como as já existentes em outros portos no Brasil e no mundo.

8.3. Resumo do Capítulo

Foram apresentadas algumas propostas de implantação para os dois portos do Maranhão relacionadas ao processo de transformação digital que tornaria viável o desenvolvimento de novas práticas digitais aumentando a qualidade dos serviços e eficiência na logística de gestão.

CAPÍTULO IX – CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

9.1. Introdução

A presente tese partiu da premissa de que um dos maiores desafios das empresas portuárias consiste em produzir vantagem competitiva em relação aos concorrentes, por meio de tendências que determinam maior segurança, inteligência e eficiência nas operações executadas. Portanto, uma forma de se destacar nesse mercado é o investimento em inovações que possibilitam melhorias como redução de custo, tempo, desperdício, aumento na produtividade e na qualidade dos serviços.

9.2. Objetivos do trabalho

De acordo com os estudos realizados nesta tese, podemos concluir que a Internet das Coisas é, sem dúvida, uma das tecnologias mais importantes deste século. Ao conectar objetos e dispositivos à internet, os dados podem ser monitorados, registrados, coletados, analisados e acessados com o mínimo de intervenção humana, criando uma cooperação entre o mundo físico e o digital.

A inovação, em especial a tecnologia IoT, é um dos fatores mais importantes para o crescimento das atividades de alta complexidade e para a gestão das organizações, a longo prazo. A inovação possibilita a melhoria na competitividade, sobrevivência e prosperidade das organizações. Os objetivos da pesquisa foram:

- i. investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da IoT na gestão portuária;
- ii. construir estudos de caso sobre IoT e sistemas em portos do maranhão;
- iii. investigar sistemas e gestões cooperativos no setor portuário;
- iv. sugerir modelos de aplicação da IoT e de sistemas de cooperação nos portos do Maranhão.

Todos esses objetivos caracterizaram as questões organizacionais de dois estudos de caso sob a perspectiva dos principais conceitos de IoT no sistema de cooperação. O estudo evidenciou que a IoT é responsável pelas novas transformações digitais que estão ingressando no mercado portuário, viabilizando diferencial estratégico e competitivo para o setor.

9.3. Contribuição do trabalho

A cooperação estratégica entre portos possibilita que a empresa portuária aumente suas ações estratégicas, fortaleça suas operações, adicione valor aos seus serviços, aperfeiçoe o acesso ao mercado, aprimore conhecimento tecnológico, apure as habilidades organizacionais e acresça força financeira. O investimento em IoT apresenta-se como fator inevitável nesse segmento, que almeja aumentar a transparência da cadeia de suprimentos e agilizar as tomadas de decisões em redes amplamente distribuídas. Logo, a cooperação é um fator que está diretamente relacionado com a IoT, porque ambos se conectam para atingir um objetivo específico. Nesse contexto de inovação portuária com a tecnologia IoT, pode-se identificar que muitas atividades de alta complexidade dependem de métodos de cooperação estratégica tanto na gestão das organizações quanto na gestão dos sistemas.

O atual ambiente portuário necessita de rápidas mudanças, dado que uma única empresa portuária não possui todos os recursos, conhecimentos, tecnologias da informação necessários para o mercado. O sistema de cooperação permite que o setor aprenda e some conhecimento entre seus parceiros para o seu desenvolvimento interno nas organizações envolvidas.

Por meio das entrevistas com gestores especializados nos dois portos analisados, os dados evidenciam que os objetivos estabelecidos pela pesquisa foram atingidos. Os entrevistados apontaram que as áreas priorizadas para a implantação da tecnologia IoT foram as áreas de Operações e Manutenção. Por isso, pode-se concluir que essas áreas se configuram como as mais estratégicas no uso desse tipo de tecnologia, sendo que as principais dificuldades encontradas na aplicação de transformações digitais como a IoT são a burocracia na contratação de novos processos e a cultura dos colaboradores em aceitar novos processos.

O setor portuário nacional enfrenta uma quantidade excessiva de burocracia, causando demora na liberação da carga, excesso de tempo gasto com a documentação requerida e atraso nas obras de infraestrutura. Para diminuir a burocracia relativa à governança, é imperativo intensificar a integração setorial e garantir a conexão dos planos de desenvolvimento para resultados mais coordenados para o setor. Além do mais, é necessário garantir a profissionalização da gestão dos portos organizados, de modo a promover o aumento da competitividade do comércio nacional e no exterior.

Os gestores do Porto do Itaqui também argumentaram que, em razão de ser uma empresa pública, o processo de contratação é lento e burocrático e, após a contratação, a principal dificuldade dos gestores é a cultura da resistência às mudanças geradas pelos novos processos de transformação tecnológica. Na mentalidade dos colaboradores, o processo de automatização está atrelado à demissão. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de engajamento dos gestores em mostrar que automatização dos equipamentos está relacionado à preservação da saúde, ao aumento da segurança, à redução da jornada de trabalho, à diminuição dos erros e à redução de custos.

Outro empecilho para a transformação digital nos portos correlaciona as contratações de funcionários, pois esse processo demanda conhecimento da área especializada do Direito para embasar as licitações. Esse profissional deve possuir domínio nas questões relacionadas à governança portuária; ao regulamento de licitações e contratos; ao plano de carreira, a empregos e salários; à revisão do plano de empregos comissionados, dentre outras questões jurídicas que têm dificultado vários processos nos portos.

O estudo realizou um diagnóstico de IoT nos Portos do Itaqui e TMPM (Vale) e constatou que muitas dificuldades enfrentadas nessas organizações portuárias poderiam ser solucionadas através do processo de inovações tecnológicas como a IoT.

Perante os diagnósticos, o estudo apresentou propostas no capítulo de proposições de implantação para os dois portos do Maranhão relacionadas ao processo de transformação digital, que tornaria viável o desenvolvimento de novas práticas digitais, aumentando a qualidade dos serviços e a eficiência na logística de gestão.

Assim, como já esclarecido, não existe nos dois portos pesquisados a prática de gestão cooperativa no sentido de divisão de custo e nem a existência de sistema

cooperativo, por isso, o capítulo proposição também sugeriu a implantação dessas duas praticas nesses portos pesquisados, por entender a importância do seu desenvolvimento competitivo e estratégico diante aos portos do mundo.

9.4. Limitações do trabalho

Certamente, uma pesquisa dessa natureza apresenta um conjunto de limitações relacionados ao contexto de investigação.

O primeiro fator está relacionado ao contexto de pandemia do Covid-19. O isolamento social impediu a expansão do número de entrevistas; ou seja, limitou a construção de uma rede de contatos mais ampla. Apesar disso, os dados coletados nas entrevistas permitiram analisar e atingir os objetivos estabelecidos.

O segundo, apesar do esforço empregado, deu-se em razão de o estudo apresentar limitação das proposições apresentadas, ou seja, caberia uma discussão mais aprofundada e debatida entre especialistas para cada uma delas.

Portanto, pode-se concluir que os dados obtidos na entrevista desta tese foram obtidos através de gestores de áreas estratégicas desses dois portos e que as áreas desses especialistas entrevistados têm relações com os objetivos que foram estabelecidos na tese.

Realizar uma análise sobre a implantação de tecnologias IoT, gestão e sistemas cooperativos nos portos marítimos, requer um entendimento técnico de gestores com o conhecimento mais amplo e mais profundo. A aplicação da coleta de dados com os gerentes de tecnologia de informação, inovação, logística, inteligência artificial e gerente responsável por operações de pátio do porto do Itaquí e do TMPM, fizeram com que os dados obtidos fossem validados.

9.5. Trabalhos futuros

Os dados coletados possuem potencial de aprofundamento, tais como aprofundar a cultura de resistência dos colaboradores às mudanças geradas pelos novos processos de transformação tecnológica e discutir sobre dificuldades enfrentadas pelos portos mediante a quantidade excessiva de burocracia.

Outro trabalho futuro está relacionado à divulgação da presente tese, a fim de continuar o debate acerca do empenho para evolução tecnológica do setor portuário.

Também cabe estimular a discussão com os governos locais, quer na perspectiva do investimento e implementação tecnológicos, quer na perspectiva de criação de sistemas de cooperação.

Evidentemente, esta pesquisa não esgota o tema em si, porém direciona alguns passos para o desenvolvimento da cooperação no complexo portuário do Maranhão envolvendo a temática de IoT. A pesquisa não tem a pretensão de apresentar um resultado pronto e acabado para a gestão de redes de cooperação em organizações portuárias, mas sim de destacar a importância da implantação de um sistema de tecnologia cooperativo da IoT nas áreas mais estratégicas dos portos, a fim de torná-los mais estratégicos e competitivos frente aos portos do mundo.

9.6. Publicações resultantes da investigação

Foram publicados artigos em anais de eventos e periódicos e capítulos de livro editados durante todo o percurso de elaboração da tese, com a finalidade de validar o andamento da pesquisa junto da comunidade científica.

Relacionam-se abaixo os trabalhos desenvolvidos e publicados por esta pesquisadora envolvendo o tema de estudo:

- i. Ferreira, Giselly. (2019). *Modernization of Ports in Brazil: a comparative study of Law 8,630/1993 – Modernization of Ports Act with Law 12,815/2013 – New Ports Act*. Oostende, Belgium: Ghent University.
- ii. Ferreira, Giselly C., Gouveia, Luis B., e Cutrim, Sérgio S. (2021). Transformação digital e cooperação para o crescimento estratégico de organizações portuárias. In: *VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário*, (2447-4894), p. 118–134.
- iii. Ferreira, Giselly C., Gouveia, Luis B., e Cutrim, Sérgio S. (2021). *Livro de resumos de 2021 – PhD CC – SiTEGI: Revisão bibliográfica sobre o uso tecnologia Internet das coisas (IoT) como gestão estratégica nas organizações portuário*. Porto, Portugal: Universidade Fernando Pessoa. p. 58.

- iv. Ferreira, Giselly C., Gouveia, Luis B., e Cutrim, Sérgio S. (2021). Implantação de sistemas de IoT em terminais portuários: modernização do porto de Hamburgo e porto do Itaqui. In: *IV Simpósio Internacional de Gestão Portuária*.
- v. Ferreira, Giselly C., Gouveia, Luis B., Cutrim, Sérgio S. (2022). Transformação digital e cooperação estratégica de organizações portuárias. *Revista Eletrônica de Estratégia e Negócio (REEN)*, Florianópolis, 15 (Edição Especial), pp. 28-50. [Em linha]. Disponível em <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/EeN/article/view/13984/11894> [Consultado a 21/08/2022].

Importante destacar que o artigo intitulado “Transformação Digital e Cooperação Estratégica de Organizações Portuárias”, de autoria da presente pesquisadora, foi selecionado pelo evento “VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário”, para compor a edição especial da Revista Eletrônica de Estratégia & Negócio (REEN), publicada em julho do corrente ano.

O documento de indicação do referido artigo para publicação se encontra no Anexo 2, no final da Tese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abeph. (2021). *Quem-somos*. [Em linha]. Disponível em <https://abeph.com.br/quem-somos> [Consultado em 01/07/2022].

Abtp. (2020). *Sobre a ABTP*. [Em linha]. Disponível em <https://www.abtp.org.br/site/sobre-abtp.php> [Consultado em 01/07/2022].

Ahmed, E. et al. (2017). The role of big data analytics in internet of things. *Computer Networks*, 129, part 2, pp. 459-471. DOI: 10.1016/j.comnet.2017.06.013.

Al Kaderi, F., Koulali, R., and Rida, M. (2019). Automated management of maritime container terminals using internet of things and big data technologies. In *4th International Conference on Smart City Applications*. Casablanca, Morocco (pp. 1-6). DOI: 10.1145/3368756.3369046.

Almeida, F. P. L. (2003). A teoria dos jogos: uma fundamentação teórica dos métodos de resolução de disputa. In Azevedo, A. G. (Ed.). *Estudos de arbitragem mediação e negociação*, v. 2. 2. ed. Brasília: Grupo de Pesquisa (pp. 175-200).

Amber Coast Logistics. (2012). The role of port development and cooperation from a strategic perspective. In Scandinavian Transport Centre. *How to create a central hub in STC: Port of Køge and hereby enhance collaboration in the Baltic Sea Region - Final Report*. Køge, Denmark: STC (pp. 1-92). [Em linha]. Disponível em <https://businessdocbox.com/Logistics/101828905-The-role-of-port-development-and-cooperation-from-a-strategic-perspective-how-to-create-a-central-hub-in-stc-port-of-koge-and-hereby-enhance.html> [Consultado a 04/01/2021].

Amoretti, M. S. M. (2001). Protótipos e estereótipos: Aprendizagem de conceitos. Mapas conceituais: Experiência em educação a distância. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, 4(2). DOI: 10.22456/1982-1654.5202.

André, J. C. (1999). Nota técnica. In *Enciclopédia Verbo luso-brasileira de cultura*. Lisboa: Verbo.

Antaq. (2021a). *Antaq registra alta de 8,44% na Movimentação Portuária do Período Janeiro-Julho/2021*. [Em linha]. Disponível em <https://www.gov.br/antag/pt-br/noticias/2021/antag-registra-alta-de-8-44-na-movimentacao-portuaria-do-periodo-janeiro-julho-2021> [Consultado a 30/06/2022].

Antaq. (2021b). *Anuário estatístico 2020*. Brasília: Antaq. [Em linha]. Disponível em <http://sophia.antag.gov.br/terminal/acervo/detalhe/28147?guid=4271980643a3499a2ad8&returnUrl=%2Fterminal%2Fresultado%2Flistar%3Fguid%3D4271980643a3499a2ad8%26quantidadePaginas%3D1%26codigoRegistro%3D28147%2328147&i=17> [Consultado a 09/05/2022].

Antaq. (2021c). *Obstáculos regulatórios ao transporte multimodal*. Brasília: Antaq (pp. 14-16). [Em linha]. Disponível em https://www.gov.br/antag/pt-br/central-de-conteudos/estudos-e-pesquisas-da-antag-1/obstaculos_regulatorios.pdf [Consultado a 09/05/2022].

Antaq. (2022). *Anuário estatístico 2021*. [Em linha]. Disponível em <https://www.abtra.org.br/infraestrutura/anuario-estatistico-aquaviario-2021-antag/> [Consultado a 04/01/2021].

Aragón, L. E. (2005). Cooperação Sul-Sul para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia. *Parcerias Estratégicas*, (20), parte 2, pp. 767-794. [Em linha]. Disponível em http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/879/799 [Consultado a 10/04/2021].

Arbage, A. P., e Balestrin, A. (2007). A perspectiva dos custos de transação na formação de redes de cooperação. *RAE Eletrônica*, 6(1), Art. 7. DOI: 10.1590/S1676-56482007000100008.

Atp. (2021). *Sobre a ATP – Propósito: Liberdade de empreender*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portosprivados.org.br/atp/sobre-a-atp> [Consultado a 04/01/2021].

Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), pp. 2787-2805. DOI: 10.1016/j.comnet.2010.05.010.

Axelrod, R. (1984). *The evolution of cooperation*. New York: Basic Books.

Axelsson, B., and Easton, G. (1992). *Industrial networks (Routledge Revivals): A new view of reality*. London: Routledge.

Aydogdu, Y. V. A., and Aksoy, S. (2015). A study on quantitative benefits of port community systems. *Maritime Policy & Management*, 42(1), pp. 1-10. DOI: 10.1080/03088839.2013.825053.

Balestrin, A., e Verschoore, J. (2010). Aprendizagem e inovação no contexto das redes de cooperação entre pequenas e médias empresas. *Organizações & Sociedade*, 17(53), pp. 311-330. DOI: 10.1590/S1984-92302010000200005.

Banker, S. (2016). The Hamburg port authority's impressive IoT project. *Forbes*, Abr. [Em linha]. Disponível em <https://www.forbes.com/sites/stevebanker/2016/04/01/the-hamburg-port-authoritys-impressive-iot-project/?sh=29fb71a56c64> [Consultado a 31/08/2020].

Barreto, L., Amaral, A, and Pereira, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13, pp. 1245-1252. DOI: 10.1016/J.PROMFG.2017.09.045.

Barros, L. A. (1994). *Suporte a ambientes distribuídos para aprendizagem cooperativa*. [Tese de Doutorado], UFRJ, Rio de Janeiro. [Em linha]. Disponível em <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1339608927.pdf> [Consultado a 10/04/2022].

Beach, G. (2015). From 'Being Digital' to becoming a 'Digital Being'. *Cognizanti: Part II. Digital Business 2020: Getting there from here*, 8(1). [Em linha]. Disponível em: <https://www.cognizant.com/us/en/whitepapers/documents/cognizanti-volume-8-issue-1-2015.pdf> [Consultado a 21/4/2021].

Bear, A., and Randa, D. G. (2016). Intuition, deliberation, and the evolution of cooperation. *PNAS*, 113(4), pp. 936-941. DOI: 10.1073/pnas.1517780113.

Behar, P. A. et al. (2009). *Modelos pedagógicos em educação à distância*. Porto Alegre: ArtMed.

Berns, S. et al. (2017). *Smart ports: point view*. New York: Deloitte Port Services. [Em linha]. Disponível em <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/energy-resources/deloitte-nl-er-port-services-smart-ports.pdf> [Consultado a 16/08/2022].

Best, M. H. (1990). *The new competition: institutions of industrial restructuring*. Cambridge: Polity Press. DOI: 10.1177/017084069301400417.

Bichou, K., and Gray, R. (2005). A critical review of conventional terminology for classifying seaports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(1), pp. 75-92. DOI: 10.1016/j.tra.2004.11.003.

Botti, A. et al. (2017). The re-conceptualization of the port supply chain as a smart port service system: The case of the Port of Salerno. *Systems*, 5(35). DOI: 10.3390/systems5020035, 2017.

Branski, R. M., Franco, R. A. C., e Lima Jr., O. F. (2010). Metodologia de estudo de casos aplicada à Logística. In *Anais do XXIV ANPET – Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes*. Campinas, SP: Unicamp. [Em linha]. Disponível em <http://www.lalt.fec.unicamp.br/scriba/files/escrita%20portugues/ANPET%20-%20METODOLOGIA%20DE%20ESTUDO%20DE%20CASO%20-%20COM%20AUTORIA%20-%20VF%2023-10.pdf> [Consultado a 10/04/2022].

Britto, P. A. P. et al. (2015). Promoção da concorrência no setor portuário: uma análise a partir dos modelos mundiais e aplicação ao caso brasileiro. *Revista de Administração Pública*, 49(1), pp. 47-72. DOI: 10.1590/0034-76121690.

Brooks, M. et al. (2010). Strategic cooperation in peripheral ports: The case of Atlantic Canada's Ports. *Canadian Journal of Transportation*, 4(1), pp. 29-42. [Em linha]. Disponível em <https://cjc-rcc.ucalgary.ca/index.php/cjt/article/view/15838> [Consultado a 10/02/2021].

Bruni, L. (2005). *Comunhão e as novas palavras em economia*. São Paulo: Cidade Nova.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Bsoft. (2019). *Transporte intermodal: tudo o que você precisa saber*. [Em linha]. Disponível em <https://blog.bsoft.com.br/transporte-intermodal-tudo-que-voce-precisa-saber> [Consultado a 10/03/2021].

Burtsev, M., and Turchin, P. (2006). Evolution of cooperative strategies from first principles. *Nature*, 440(7087), pp. 1041-1044. DOI: 10.1038/nature04470.

Caldeirinha, V. (2022). A Inteligência Artificial, um novo objetivo para os Portos. *Revista Logística e Supply Chain*. [Em linha] Disponível em <https://revistalogistica.com.br/logistica/noticias/3265-a-inteligencia-artificial-um-novo-objetivo-para-os-portos> [Consultado a 16/04/22].

Caldeirinha, V., and Nabais, J. L. (2020). *Toward a physical Internet – Meeting the global logistics sustainability grand challenge*. [Em linha] Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s12159-011-0045-x> [Consultado a 24/04/2022].

Caldeirinha, V., Nabais, J. L., and Pinto, C. (2022). Port Community Systems: Accelerating the transition of seaports toward the physical Internet: The Portuguese case. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(2), pp. 1-16. DOI: 10.3390/jmse10020152.

Camacho Sarmiento, C. M. (2020). *Modelación de corredores de transporte sincromodal: caso valle del Río Magdalena*. [Tesis del Magister]. Universidad del Norte, Barranquilla, Atlântico. [Em linha]. Disponível em <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/10293#page=2> [Consultado a 24/04/2022].

Camargo, R. F. (2017). *Joint venture é uma boa estratégia para seu negócio? Veja como formar acordos comerciais estratégicos*. [Em linha]. Disponível em <https://www.treasy.com.br/blog/joint-venture/> [Consultado a 31/08/2020].

Campbell, A., and Goold, M. (1999). *The collaborative: why links across the corporation often fail and how to make them work*. Massachusetts: Perseus Books.

Campos, F. C. A. et al. (2003). *Cooperação e aprendizagem on-line*. Rio de Janeiro: DP&A.

Centenaro, A., and Laimer, C. G. (2017). Relações de cooperação e a competitividade no setor supermercadista. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 19(63), pp. 65-81. DOI: 10.7819/rbgn.v0i0.3070.

Chandra, D. R., and Van Hillegersberg, J. (2017). Governance lifecycles of inter-organizational collaboration: A case study of the port of Rotterdam. *Procedia Computer Science*, 121, pp. 656-663. 2017. DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.086.

Chatman, J. A., and Barsade, S. G. (1995). Personality, organizational culture, and cooperation: evidence from a business simulation. *Administrative Science Quarterly*, 40(3), pp. 423-443. DOI: 10.2307/2393792.

Chaudhuri, A. et al. (2017). *Optical character recognition systems for different languages with soft computing*. [New York]: Springer (v. 352).

Chedid, T. S. V., and Santos, E. M. (2019). Aspectos de regulação internacional do petróleo: o caso Brasil. *Estudos Avançados*, 33(95), pp. 113-132. DOI: 10.1590/s0103-4014.2019.3395.0008.

Chen, X. et al. (2021). Optimizing storage location assignment in an automotive Ro-Ro terminal. *Transportation Research Part B: Methodological*, 143(C), pp. 249-281. DOI: 10.1016/j.trb.2020.10.009.

Chiavenato, I. (2006). *Recursos humanos: o capital humano das organizações*. 8. ed. São Paulo: Atlas.

Chiavenato, I. (2014). *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 9. ed. Barueri: Manole.

China-Britain Business Council. (2014). *Made in China 2025: China manufacturing in the 21st century – opportunities for UK-China partnership*. London, Beijing: CBBC, UK Trade & Investment. [Em linha]. Disponível em <https://www.mta.org.uk/system/files/resource/downloads/Made%20in%20China%2025%20Booklet%20One.pdf> [Consultado a 22/02/2020].

Chizzotti, A. (2009). *Pesquisa em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Cortez.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Chu-Chi, K., Shyu, J. Z., and Ding, K. (2019). Industrial revitalization via industry 4.0: A comparative policy analysis among China, Germany and the USA. *Global Transitions*, 1, pp. 3-14. DOI: 10.1016/J.GLT.2018.12.001.

Cni. (2016). *As barreiras da burocracia: o setor portuário*. Brasília: CNI.

Collyer, W. O. (2008). *Lei dos portos: o conselho de autoridade portuária e a busca da eficiência*. São Paulo: Lex.

Confiantec Balanças. ([2022]). *Pesagem automática*. [Em linha]. Disponível em <https://www.confiantec.com.br/pesagem-automatica> [Consultado a 16/08/2022].

Cotteleer, M., and Sniderman, B. (2017). *Forces of change: Industry 4.0*. [Em linha]. Disponível em <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/overview.html> [Consultado a 10/03/2021].

Couto, E. D., Cunha, D. R. e Cutrim, S. S. (2020). Inovação e tecnologia no setor portuário: um estudo nos grandes portos. In *Anais do VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário [on line]*, Florianópolis: UniSul, Ufsc, Universidade de Valencia (pp.652-663). [Em linha]. Disponível em <https://2020.cidesport.com.br/wp-content/uploads/2020/11/anais.cidesport.2020.pdf> [Consultado a 10/03/2021].

Crowe, S. et al. (2011). The case study approach. *BMC Medical Research Methodology*, 11(100), pp. 1-9. DOI: 10.1186/1471-2288-11-100.

Cullinane, K., and Khanna, M. (2000). Economies of scale in large containerships: Optimal size and geographical implications. *Journal of Transport Geography*, 8(3), pp. 181-195. DOI: 10.1016/S0966-6923(00)00010-7.

Cullinane, K., Khanna, M., and Song, D.-W. (1999). How big is beautiful: Economies of scale and the optimal size of containership. In *Proceedings of the 1999 Meeting of the International Association of Maritime Economists held in Halifax (Liner shipping: what's next?)*. Nova Scotia, Canada (pp. 108-140).

Cutrim, S. S. (2017). *Planejamento e governança portuária no Brasil*. [Tese de Doutorado]. USP, São Paulo. [Em linha]. Disponível em

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3135/tde-27092017-075100/publico/SergioSampaioCutrimCorr17.pdf> [Consultado a 10/01/2021].

Cymbalista, M. (2020). *Portos automatizados*. [Em linha]. Disponível em <https://blog.logcomex.com/portos-automatizados/> [Consultado a 22/06/2022].

De Martino, M. et al. (2013). Logistics innovation in Seaports an inter-organizational perspective. In Reeb, T. (Ed.). *Research in Transportation Business & Management*, 8. [E-book]. Amsterdam: Elsevier (Chap. 04, pp. 123-133). DOI: 10.1016/j.rtbm.2013.05.001.

Decas, K., and Kailas, A. (2019). Strategies to prepare future port and intermodal workers for transformational technologies. In Reeb, T. (Ed.). *Empowering the new mobility workforce: Educating, training, and inspiring future transportation professionals*. [E-book]. Amsterdam: Elsevier (Chap. 04, pp. 1-18). DOI: 10.1016/B978-0-12-816088-6.00004-3.

Deloitte. (2021). *Europe's ports at the crossroads of transitions: A Deloitte and ESPO study*. [Em linha]. Disponível em https://www.espo.be/media/Deloitte-ESPO%20study%20-%20Europe%E2%80%99s%20ports%20at%20the%20crossroads%20of%20transitions_1.pdf [Consultado a 14/06/2022].

Devlin, G., and Bleackley, M. (1988). Strategic alliances guidelines for success. *Long Range Planning*, 21(5), pp. 18-23. DOI: 10.1016/0024-6301(88)90101-X.

Dicionário Online de Português. (2009). *GHZ*. [Em linha]. Disponível em <https://www.dicio.com.br/ghz-2/> [Consultado a 28/04/2020].

Dictionary Cambridge Online. (2020). *Cross-shareholding*. [Em linha] Disponível em <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/cross-shareholding> [Consultado a 31/08/2020].

Dino. (2022). Maranhão acelera inserção do Brasil na nova rota da seda da China. *Valor Econômico*, 20 jul. [Em linha]. Disponível em <https://valor.globo.com/patrocinado/dino/noticia/2022/07/20/maranhao-acelera-insercao-do-brasil-na-nova-rota-da-seda-da-china.ghtml> [Consultado a 16/08/2022].

Ebers, M. (1999). *The formation of inter-organizational networks*. London: Oxford University Press.

Elena, M., e Olave, L. (2001). Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. *Gestão & Produção*, 8(3), pp. 289-303. DOI: 10.1590/S0104-530X2001000300006.

Emap. (2011). *Localização*. [Em linha]. Disponível em <https://www.emap.ma.gov.br/porto-do-itaqui/localizacao> [Consultado a 30/01/2022].

Emap. (2018). *Porto do Itaqui terá monitoramento marítimo*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-tera-monitoramento-maritimo> [Consultado a 19/11/2021].

Emap. (2019a). *Porto do Itaqui encerra 2019 com mais de 25 milhões de toneladas de cargas*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-encerra-2019-com-mais-de-25-milhoes-de-toneladas-de-cargas> [Consultado a 31/08/2020].

Emap. (2019b). *PDZ: Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto do Itaqui*. São Luís: Feesc. [Em linha]. Disponível em <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/pdz15-pdf/@@download/file/pdz15.pdf> [Consultado a 31/08/2020].

Emap. (2020a). *Agenda Ambiental Institucional do Porto de Itaqui*. [Em linha]. Disponível em https://www.portodoitaqui.ma.gov.br/_files/arquivos/agenda-ambiental-institucional-2020.pdf [Consultado a 19/11/2021].

Emap. (2020b). *Aprovado Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto Organizado do Itaqui*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/aprovado-plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento-do-porto-do-itaqui> [Consultado a 16/07/2021].

Emap. (2020c). *Porto do Itaqui é tri em certificação ISO*. [Em linha]. Disponível em <https://www.emap.ma.gov.br/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-e-tri-em-certificacao-iso> [Consultado a 16.03.2020].

Emap. (2020d). *Governo do Maranhão e Tegram anunciam segunda fase*. [Em linha]. Disponível em <https://www.emap.ma.gov.br/imprensa/noticia/governo-do-maranhao-e-tegram-anunciam-segunda-fase> [Consultado a 16/03/2020].

Emap. (2021). *Porto do Itaqui fecha 2020 acima da marca histórica*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-fecha-2020-acima-da-marca-historica> [Consultado a 30/01/2022].

Emap. (2022). *Porto do Itaqui cresce 23% em 2021*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-cresce-23-em-2021> [Consultado a 09/05/2022].

Emeritus. (2020). *Coopetição: como a cooperação junto à competição traz benefícios?* [Em linha]. Disponível em <https://brasil.emeritus.org/coopeticao/> [Consultado a 30/01/2022].

Estache, A. (2001). Privatization and regulation of transport infrastructure in the 1990s. *The World Bank Research Observer*, 16(1), pp. 85-107. [Em linha]. Disponível em <http://hdl.handle.net/10986/17127> [Consultado a 30/01/2022].

European Commission. (2017). *Horizon 2020 Work Programme 2016 - 2017*. [Em linha]. Disponível em: https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-infrastructures_en.pdf [Consultado a 19/06/2022].

Fachin, O. (2006). *Fundamentos de metodologia*. São Paulo: Saraiva.

Farranha, A. C., Frezza, C. S., e Barbosa, F. O. (2015). Nova Lei dos portos: desafios jurídicos e perspectivas de investimentos. *Revista Direito GV*, 11(1), p. 89-116. DOI: 10.1590/1808-2432201505.

Ferreira, A., Godoy, P. E., e Valentim, J. (2020) Digitalização Portuária: estudo de caso do pátio autônomo do Porto Norte da Vale. In *Anais do VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário*. Florianópolis: UniSul, Ufsc e Universidade de Valencia (p. 580-596). [Em linha]. Disponível em <https://2020.cidesport.com.br/wp-content/uploads/2020/11/anais.cidesport.2020.pdf> [Consultado a 19/07/2021].

Ferreria, G. D. A. C., Gouveia, L. B. e Cutrim, S. S. (2021). Transformação digital e cooperação para o crescimento estratégico de organizações portuárias. In *Anais do VIII Congresso Internacional de Desempenho Portuário*. Florianópolis: UniSul, UFSC e Universidade de Valencia (pp. 118-134). [Em linha]. Disponível em https://cidesport.com/wp-content/uploads/2021/10/Anais_CIDESPORT-3.pdf [Consultado a 23/11/2021].

Ferretti, M., and Schiavone, F. (2016). Internet of things and business processes redesign in seaports: the case of Hamburg. *Business Process Management Journal*, 22(2), pp. 271-284. DOI: 10.1108/BPMJ-05-2015-0079.

Figueiredo, D. (2019). *One belt, one road: Entenda a nova rota da seda Cinesa*. [Em linha]. Disponível em <https://www.politize.com.br/nova-rota-da-seda-chinesa/> [Consultado a 16/08/2022].

Figueiredo, G. S. (2001). O Papel dos portos concentradores na cadeia logística global. In *XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, VII Congresso Internacional de Engenharia Industrial*. Curitiba: Abepro (p. [1-8]). [Em linha]. Disponível em https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2001_tr11_0464.pdf [Consultado a 03/07/2022].

Finkenzeller, K. (2003). *RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*. 2nd ed. Munich: Wiley-Blackwell.

Fleisch, E. (2010). What is the internet of things? An economic perspective. *Economics, Management, and Financial Markets*, 5(2), pp. 125-157. [Em linha]. Disponível em <http://www.alexandria.unisg.ch/68983/1/AutoID%20-%20What%20is%20the%20Internet%20of%20Things%20-%20An%20Economic%20Perspective%20-%20E.%20Fleisch.pdf> [Consultado a 10/02/2021].

Flynn, M., Lee, P.-W., and Notteboom, T. (2011). *The next step on the port generations ladder: customer-centric and community ports*. In Notteboom, T. Current issues in shipping, ports and logistics. Brussels: University Press Antwerp.

Fredette, J. et al. (2012). The Promise and Peril of Hyperconnectivity for Organizations and Societies. In *7th World Economic Forum – The Global Information Technology Report*. Genebra: World Economic Forum (pp. 113-119). [Em linha]. Disponível em

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

https://www3.weforum.org/docs/GITR/2012/GITR_Chapter1.10_2012.pdf [Consultado a 22/06/2022].

Garín, M. (2020). Puertos del futuro. In *Webinars Logístico Portuários: Puertos Inteligentes y Nuevas Tecnologías*. Valência: Fundación Valenciaport, CIP, OEA. [Em linha]. Vídeo Youtuber, 1:49:32. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=DHmeGRAXZks> [Consultado a 16/08/2022].

Geng, Y. et al. (2018). Impact of punishment on the evolution of cooperation in spatial prisoner's dilemma game. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 503, pp. 540-545. DOI: 10.1016/j.physa.2018.03.004.

Gerosa, M. A., Fuks, H., e Lucena, C. J. P. (2001). Elementos de percepção como forma de facilitar a colaboração em cursos via Internet. In *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Vitória: UFES (p 115-124). [Em linha]. Disponível em <http://ojs.sector3.com.br/index.php/sbie/issue/view/21> [Consultado a 11/02/2021].

Gerring, J. (2019). *Pesquisa de estudo de caso: Princípios e práticas*. Petrópolis. Vozes.

Gershenfeld, A. (2007). *Neil Gershenfeld, o fabuloso*. [Em linha] Disponível em: <https://www.publico.pt/2007/12/08/tecnologia/noticia/neil-gershenfeld-o-fabuloso-1481805> [Consultado a 03/03/2021].

Gershenfeld, N. (1999). *When things start to think*. New York: Henry Holt.

Gil, A. C. (2009). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.

Giner-Fillol, A. et al. (2013). *Gestão portuária: com caso prático no Porto de Valência (Valenciaport)*. Florianópolis: Insular.

Gomes, A. A. (2008). Estudo de caso: Planejamento e métodos. *Nuances: estudos sobre Educação*, 15(16). DOI: 10.14572/nuances.v15i16.187.

González, A. R. et al. (2020). Preparation of a smart port indicator and calculation of a ranking for the Spanish Port System. *Logistics*, 4(9). DOI: 10.3390/logistics4020009, 2020.

Gordon, J. R. M., Lee, P. M., and Lucas, H. C. (2005). A resource-based view of competitive advantage at the Port of Singapore. *Journal of Strategic Information Systems*, 14(1), pp. 69-86. DOI: 10.1016/j.jsis.2004.10.001.

Goularti Filho, A. (2007). Melhoramentos, reaparelhamentos e modernização dos portos brasileiros: a longa e constante espera. *Economia e Sociedade*, 16(3), pp. 455-489. DOI: 10.1590/S0104-06182007000300007.

Gouveia, L. (2018). Transformação digital: desafios e implicações na perspectiva da informação. In Moreira, F. et al. (2018). *Transformação digital: oportunidades e ameaças para uma competitividade mais inteligente*. Faro: Silabas e Desafios (Cap. 2, pp. 5-28).

Gouveia, L., e Neves, J. (2014). O digital e a sociedade em rede: contribuições para a importância de considerar a questão da (ciber) defesa. *Revista do Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia*, (5), pp. 34-40. [Em linha]. Disponível em https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4605/1/lbg_cmpneves_revupt5_2014.pdf [Consultado a 10/03/2021].

Grossmann, I. J. P., Brienza, D. R. B., and Bobocel, D. (2017). Wise deliberation sustains cooperation. *Nature Human Behaviour*, 1(3), Art. 61. DOI: 10.1038/s41562-017-0061.

Hamburg Port Authority. (2010). *Energiekooperation Hamburger Hafen [Energy cooperation Port of Hamburg]*. Hamburg: HPA. [Em linha]. Disponível em https://www.hamburg-port-authority.de/fileadmin/user_upload/broschuere_smartportenergy_web.pdf [Consultado a 31/08/2020].

Hamburg Port Authority. (2012). *Hamburg is staying on course: the port development plan to 2025*. Hamburg, Germany: HPA (pp. 1-98). [Em linha]. Disponível em https://www.hamburg-port-authority.de/fileadmin/user_upload/port-development-plan2025.pdf [Consultado a 10/03/2021].

Hassan, Q. F. (Ed.). (2018). *Internet of Things A to Z: Technologies and applications*. [Hoboken, Nova Jersey]: Wiley-IEEE Press.

Heilig, L., and Voß, S. (2017). Information systems in seaports: A categorization and overview. *Information Technology and Management*, 18(3), pp. 179-201. DOI: 10.1007/s10799-016-0269-1.

Hoffmann, J. (1999). *Concentración los servicios de líneas regulares: Causas del proceso y efector sobre el funcionamiento de los puertos y los servicios de transporte marítimo de las regiones en desarrollo*. Santiago: CEPAL (pp. 3-119). [Em linha]. Disponível em https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3202/1/S988647_es.pdf [Consultado a 30/10/2021].

Human, S. E., e Provan, K. G. (1997). An emergent theory of structure and outcomes in small-firm strategic manufacturing network. *Academy of Management Journal*, 40(2), pp. 368-403.

Huo, W., Zhang, W., and Chen, P. S. L. (2018). Recent development of Chinese port cooperation strategies. *Research in Transportation Business and Management*, 26, pp. 67-75. DOI: 10.1016/j.rtbm.2018.01.002.

Hwang, C., and Chiang, C. (2010). Cooperation and competitiveness of intra regional container Ports. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation*, 8(7), pp. 2283-2298. [Em linha]. Disponível em https://www.jstage.jst.go.jp/article/easts/8/0/8_0_2283/_pdf [Consultado a 02/03/2021].

Ibrahimi, K. (2017). A theoretical framework for conceptualizing seaports as institutional and operational clusters. *Transportation Research Procedia*, 25, pp. 261-278. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.393.

Ieee. (2022). *Organização: o que é o IEEE?* [Em linha]. Disponível em <https://www.ieee.org.br/organizacao/> [Consultado a 01/07/2022].

Informativo dos Portos. (2020). *Acordo de cooperação é voltado à difusão da inovação no agronegócio brasileiro*. [Em linha]. Disponível em: <https://www.informativodosportos.com.br/acordo-de-cooperacao-e-voltado-a-difusao-da-inovacao-no-agronegocio-brasileiro> [Consultado a 05/07/2022].

Internacional Port Community Systems Association. (2022). *Port Community Systems: General*. [Em linha]. Disponível em <https://ipcsa.international/pcs/pcs-general/> [Consultado a 16/03/2020].

Iris, C. et al. (2015). Integrated berth allocation and quay crane assignment problem: Set partitioning models and computational results. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 81, pp. 75-97. DOI: 10.1016/j.tre.2015.06.008.

Itu. (2005). *ITU Internet Reports 2005: The Internet of things*. Genebra: ITU. [Em linha]. Disponível em https://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf [Consultado a 13/02/2020].

Jacobs, W. (2007). Port competition between Los Angeles and Long Beach: An institutional analysis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie [Journal of Economic and Human Geography]*, 98(3), pp. 360-372. DOI: 10.1111/j.1467-9663.2007.00403.x.

Jarillo, J. C. (1988). On strategic networks. *Strategic Management*, 9(1), pp. 31-41. DOI: 10.1002/smj.4250090104.

Joel, C. (2018). *Cooperação*. [S. l.]: Éditions des Archives Contemporaines.

Juels, A. (2006). RFID security and privacy: a research survey. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 24(2), pp. 381-394. DOI: 10.1109/JSAC.2005.861395.

Kalakota, R., and Robinson, M. (2000). *E-business 2.0: roadmap for success*. 2nd ed. New York: Addison Wesley.

Kaliszewski, A. (2017). Porty piątej oraz szóstej generacji (5GP, 6GP) – ewolucja ekonomicznej i społecznej roli portów. [translated “Fifth and sixth generation ports (5gp, 6gp): Evolution of economic and social roles of ports”]. *Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego*, (14), pp. 93-123. DOI: 10.26881/sim.2017.4.06.

Kemczinski, A. et al. (2007). Colaboração e cooperação – pertinência, concorrência ou complementaridade. *Produção Online – Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção*, 7(3), [pp. 1-15]. DOI: 10.14488/1676-1901.v7i3.68.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Kessides, I. N. (2004). *Reforming infrastructure privatization, regulation, and competition - Policy Research Report*. Washington, DC: The World Bank, Oxford University Press.

Kotler, P., Kartajaya, H., e Setiawan, I. (2017). *Marketing 4.0*. Rio de Janeiro: Sextante.

Langen, P. W. (2004). *The performance of seaport clusters; a framework to analyze cluster performance and an application to the seaport clusters in Durban, Rotterdam and the lower Mississippi*. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam.

Lankford, W. M., and Johnson, J. E. (2000). EDI via the Internet. *Information Management and Computer Security*, 8(1), pp. 27-30. DOI: 10.1108/09685220010312353.

Lavalle, C. (2017). *Sincromodalidade: a integração inteligente de modais de transporte*. [Em linha] Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/sincromodalidade-a-integracao-inteligente-de-modais-de-transporte/> [Consultado a 10/09/2021].

Lee, I., and Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4), pp. 431-440. DOI: 10.1016/j.bushor.2015.03.008.

Lee, K. B., and Cain, J. T. (2008). *Integrating sensors and actuators into RFID tags*. Boston: Cambridge Press.

Lee, P. T.-W. et al. (2018). Developing the fifth-generation port concept model: an empirical test. *The International Journal of Logistics Management*, 29(3), pp. 1098-1120. DOI: 10.1108/IJLM-10-2016-0239.

Lee, P. T.-W., and Lam, J. S. L. (2015). Container port competition and competitiveness analysis: Asian Major Ports. In Lee, C. Y., and Meng, Q. (Ed.). *Handbook of Ocean Container Transport Logistics – Making Global Supply Chain Effective*. [International Series in Operations Research & Management Science, 220]. New York: Springer (pp. 97-136). DOI: 10.1007/978-3-319-11891-8_4.

Leite, E. M. A. (2003). *Cooperação empresarial: o caso Aerosoles*. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Porto, cidade do Porto. [Em linha]. Disponível em

https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4984/1/DM_Eduardo%20Leite.pdf. [Consultado a 02/02/2021].

Li, D. et al. (2014). From digital Earth to smart Earth. *Chinese Science Bulletin*, 59, pp. 722-733. DOI: 10.1007/S11434-013-0100-X.

Li, J.-B., Oh, Y.-S. (2010). A research on competition and cooperation between shanghai port and ningbo-zhoushan port. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 26(1), pp. 67-91. DOI: 10.1016/S2092-5212(10)80012-4.

Libardi, P. L. (2016). *Água no solo: retenção da água no solo*. [Em linha]. Disponível em http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce200/Agua_no_Solo_2016_simulado.pdf [Consultado a 18/08/2020].

Liggismeyer, P. (2013). Die Vorstandsperspektive. *Informatik Spektrum*, 36(4), pp. 357-358. DOI: 10.1007/s00287-013-0716-x.

Lind, M. et al. (2020). Digital twins for the maritime sector. *The Maritime Executive*, July. [Em linha]. Disponível em <https://maritime-executive.com/editorials/digital-twins-for-the-maritime-sector> [Consultado a 12/04/2021].

Love, J. H., and Roper, S. (2004). The organization of innovation: collaboration, cooperation and multifunctional groups in UK and German manufacturing. *Cambridge Journal of Economics*, 28(3), pp. 379-395. DOI: 10.1093/cje/beh012.

Madakam, S., Ramaswamy, R., and Tripathi, S. (2015). Internet of things (IoT): a literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(5), pp. 164-173. DOI: 10.4236/jcc.2015.35021.

Maffei, C. (2016). Criação de valor nas empresas de transporte e logística. *Revista Mundo Logística [on line]*, Sep. [Em linha]. Disponível em <https://revistamundologistica.com.br/artigos/criacao-de-valor-nas-empresas-de-transporte-e-logistica> [Consultado em 13/02/2020].

Magalhães, P. S. B. (2011). *Transporte marítimo: cargas, navios, portos e terminais*. São Paulo: Aduaneira.

Magomadov, V. S. (2020). The Industrial Internet of Things as one of the main drivers of Industry 4.0. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 862, pp. 1-4. DOI: 10.1088/1757-899X/862/3/032101.

Maia, L. F. G. et al. (2022). Coleta e análise de dados em tempo real das medições de variáveis em transformadores de potência utilizando tecnologia IoT. *Revista Brasileira de Mecatrônica*, 4(3), pp. 19-38. [Em linha]. Disponível em <https://revistabrmecatronica.com.br/ojs/index.php/revistabrmecatronica/article/view/156> [Consultado a 16/08/2022].

Mangan, J., Lalwani, C., and Fynes, B. (2008). Port-centric logistics. *The International Journal of Logistics Management*, 19(1), pp. 29-41. DOI: 10.1108/09574090810872587.

Marconi, M. de A., and Lakatos, E. M. (2017). *Técnicas de pesquisa*. 8. ed., 2. reimp. São Paulo: Atlas.

Marinha do Brasil. (2018). *O que é IALA*. [Em linha] Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/camr/?q=iala> [Consultado a 19 out. 2021].

Marinha do Brasil. (2021). *Cluster marítimo*. [Em linha]. Disponível em <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/cluster-maritimo> [Consultado a 01/02/2021].

Martins, R. (2019). Conceito “one stop shop” leva C&A a investir em vendas de cosméticos. *Brasil Beauty News [on line]*, May. [Em linha]. Disponível em <https://www.brazilbeautynews.com/conceito-one-stop-shop-leva-c-a-a-investir-em,3099>. [Consultado a 6/08/2020].

Martín-Soberón, A. M. et al. (2014). Automation in port container terminals. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160, pp. 195-204. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.131.

McAllister, D. J. (1995). Affect and cognition based trust as foundations for interpersonal cooperation in organizations. *The Academy of Management Journal*, 38(1), pp. 24-59. DOI: 10.2307/256727.

McCalla, R. J. (1999). Global change, local pain: Intermodal seaport terminals and their service areas. *Journal of Transport Geography*, 7(4), pp. 247-254. DOI: 10.1016/S0966-6923(99)00017-4.

McLaughlin, H., and Fearon, C. (2013). Understanding the development of port and regional relationships: A new cooperation/competition matrix. *Maritime Policy and Management*, 40(3), pp. 278-294. DOI: 10.1080/03088839.2013.782966.

Meeker, B., Shepley, S., and Schatsky, D. (2018). *Expecting digital twins: Adoption of these versatile avatars is spreading across industries*. [Em linha]. Disponível em <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/signals-for-strategists/understanding-digital-twin-technology.html> [Consultado a 12/04/2022].

MeuSucesso. (2021). *O que é cadeia de suprimentos?* [Em linha]. Disponível em <https://meusuccesso.com/artigos/logistica/o-que-e-cadeia-de-suprimentos-322/> [Consultado a 25/02/2022].

Mileski, J., Galvão, C., and Von Zharen, W. (2016). Port sophistication and country economic status: seaports as indicators of economic development. *Ocean Yearbook [online]*, 30(1), pp. 541-563. DOI: 10.1163/9789004321595_020.

Ministério da Infraestrutura. (2015). *Sistema Portuário Nacional*. [Em linha]. Disponível em <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>. [Consultado a 21/11/2021].

Ministério da Infraestrutura. (2016). *Tráfego Portuário – VTMIS*. [Em Linha]. Disponível em <https://antigo.infraestrutura.gov.br/inteligencia-logistica-portos/94-inteligencia-logistica/5469-trafego-portuario-vtmis.html> [Consultado a 19/10/2021].

Ministério da Infraestrutura. (2020). Portaria nº 61, de 10 de junho de 2020. *Diário Oficial da União*, Edição 112, Seção 1, pp. 121. [Em linha]. Disponível em <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-aquaviario/sistema-portuario>. [Consultado a 21/11/2021].

Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. (2018). *Plano Mestre do Complexo Portuário do Itaquí*. Florianópolis: MTPA, UFSC. [Em linha] Disponível em https://www.portodoitaqui.com/_files/arquivos/plano-mestre.pdf [Consultado a 16/07/2021].

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Molavi, A., Lim, G. J., and Race, B. (2019). A framework for building a smart port and smart port index. *International Journal of Sustainable Transportation*, 14, pp. 686-700, DOI: 10.1080/15568318.2019.1610919.

Monfort Mulinas, A. et al. (2001). *Terminales marítimas de contenedores: el desarrollo de la automatización*. Valência: Ministerio de Fomento, Cediport.

Monico, J. F. G. (2001). *Posicionamento pelo navstar – GPS: descrição, fundamentos e aplicações*. São Paulo: Unesp.

Monteiro, A. L., Silva, L. B., e Bahia, M. P. (2021). Automação portuária alinhada à Internet das Coisas – IoT. In *XII Fateclog – Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: Desafios e oportunidades no contexto atual*. Mogi das Cruzes: Fatec. [Em linha]. Disponível em <https://fateclog.com.br/anais/2021/parte4/549-706-1-RV.pdf> [Consultado a 1/07/2021].

Moros-Daza, A., Amaya-Miera, R., and Arboleda-Patermina, C. (2020). Port Community Systems: A structured literature review. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, pp. 27-46. DOI: 10.1016/j.tra.2019.12.021.

Moura, D. M. (2021). Logística 4.0 – Aplicação de tecnologias nas operações portuárias. *UFABC Divulga Ciência*, 4(3). [Em linha]. Disponível em <https://ufabcdivulgaciencia.proec.ufabc.edu.br/2021/03/12/logistica-4-0-aplicacao-de-tecnologias-nas-operacoes-portuarias-v-4-n-3-p-6-2021/> [Consultado a 12/02/2022].

Mundo Marítimo. (2020). *O mercado de portos inteligentes chegará a US \$ 2 bilhões até o final de 2025*. [Em linha]. Disponível em <https://www.sopesp.com.br/2020/01/03/o-mercado-de-portos-inteligentes-chegara-a-us-2-bilhoes-ate-o-final-de-2025/> [Consultado a 06/11/2021].

Nalebuff, B., e Brandenburger, A. *Co-operação*. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

Nascimento, R. (2017). *Afinal, o que é Big Data? Marketing de dados*. [Em linha]. Disponível em <https://marketingpordados.com/analise-de-dados/o-que-e-big-data/> [Consultado a 07/11/2020].

Nohria, N., and Eccles, R. G. (1994). *Networks and organizations: structure, form and action*. Boston: Harvard Business School Press.

Noorda, R. (1993). Co-opetition. *Electronic Business Buyer*, December, pp. 8-12.

Notteboom, T. E. (1997). Concentration and Load Centre Development in the European Container Port System. *Journal of Transport Geography*, 5(2), pp. 99-115. DOI: 10.1016/S0966-6923(96)00072-5.

Notteboom, T., and Rodrigue, J.-P. (2009). The future of containerization: Perspectives from maritime and inland freight distribution. *Geojournal*, 74, Art. 7, pp. 7-22. DOI: 10.1007/s10708-008-9211-3.

Notteboom, T., and Yap, W. I. (2012). Port competition and competitiveness. In Talley, W. K. (2012). *The Blackwell Companion to Maritime Economics*. New Jersey: Wiley-Blackwell (Chap. 27, pp. 549-570). DOI: 10.1002/9781444345667.ch27.

Nunes, L. C. C. et al. (2015). Eficiência Portuária: estudo de caso no terminal marítimo Ponta da Madeira – Vale. In *II Congresso Internacional de Desempenho Portuário*. Florianópolis: UniSul, UFSC, Universidade de Valencia (pp. 1-30). [Em linha]. Disponível em https://2015.cidesport.com.br/sites/default/files/artigo._eficiencia.portuaria.vale_.pdf [Consultado a 06/03/2021].

O Estado. (2020). Portos de Ponta da Madeira e do Itaqui se destacam em desempenho ambiental. *O Estado*, 14 ago. [Em linha]. Disponível em <https://oestadoma.com/noticias/2020/08/14/portos-de-ponta-da-madeira-e-do-itaqui-se-destacam-em-desempenho-ambiental/> [Consultado a 16/08/2022].

O’Byern, W. I. (2016). *What is blockchain?* [Em linha] Disponível em <https://wiobyne.com/what-is-blockchain/> [Consultado a 24/02/2020].

Ogmo Itajaí. (2020). *Dicionário Básico Portuário*. [Em linha]. Disponível em <http://www.ogmoitajai.com.br/portal/info/indice.asp> [Consultado a 06/11/2021].

Oliveira, M. L., e Farias Filho, J. R. (2005). Breve análise dos tipos de redes de cooperação entre empresas e sua dinâmica atual. In *XXV Encontro Nacional de*

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Engenharia de Produção. Porto Alegre: Abepro, Puc/RS (pp. 3840-3845). [Em linha]. Disponível em https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep0706_0494.pdf [Consultado a 06/11/2021].

Pacheco, F. B., Klein, A. Z., e Righi, R. R. (2016). Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão da literatura e oportunidades de pesquisas futuras. *REGE: Revista de Gestão*, 23(1), pp. 41-51. DOI: 10.1016/j.rege.2015.12.001.

Pacheco, K. (2018). *A porta para o futuro - Porto de Hamburgo*. [Em linha]. Disponível em <https://pt.linkedin.com/pulse/porta-para-o-futuro-porto-de-hamburgo-kauana-benthien-a-pacheco> [Consultado a 26/07/2022].

Paixão, A. C., and Marlow, P. B. (2003). Fourth generation ports: a question of agility? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(4), pp. 355-376. DOI: 10.1108/09600030310478810.

Parrott, A., and Warshaw, L. (2017). *Industry 4.0 and the digital twin: Manufacturing meets its match*. [Em linha]. Disponível em <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html> [Consultado a 27/06/2022].

Pereira, B. A. D., e Pedrozo, E. A. (2004). O outro lado da cooperação: uma análise dos problemas na gestão das redes interorganizacionais. In Verschoore, J. R. S. (Org.). *Redes de cooperação: uma nova organização de pequenas e médias empresas no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FEE (pp. 49-68).

Pinela, S. R. S. (2018). *O transbordo de graneis sólidos nos portos marítimos do sul do Brasil: análise sob a ótica da eficiência logística*. [Tese de Doutorado]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo. [Em linha]. Disponível em <http://tede.unioeste.br/handle/tede/3583>. [Consultado a 06/02/2021].

Pinto, M. B.; Pinto, J. K., and Prescott, J. E. (1993). Antecedents and consequences of project team cross-functional cooperation. *Management Science*, 39(10), pp. 1281-1297. DOI: 10.1287/mnsc.39.10.1281.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Polenske, K. (2004). Competition, collaboration and cooperation: an uneasy triangle in networks of firms and regions. *Regional Studies*, 38(9), pp. 1029-1043. DOI: 10.1080/0034340042000292629.

PortoGente. (2016). *Hub Port (Porto Concentrador)*. [Em linha]. Disponível em <https://portogente.com.br/portopedia/73181-hub-port-porto-concentrador> [Consultado a 26/06/2022].

Portos e Navios. (2022). *Programa Porto do Futuro: Maranhão investe em pesquisa e estratégia de inovação para o Itaqui*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/programa-porto-do-futuro-maranhao-investe-em-pesquisa-e-estrategia-de-inovacao-para-o-itaqui> [Consultado a 16/08/2022].

Powell, W. W. (1998). Learning from collaboration: Knowledge and networks in the biotechnology and pharmaceutical industries. *California Management Review*, 40(3), pp. 228-240. DOI: 10.2307/41165952.

Presa, C. (2022). *Navegação autônoma ganha força após impacto da pandemia*. [Em linha]. Disponível em <https://mundologistica.com.br/noticias/navegacao-autonoma-ganha-forca-apos-impacto-da-pandemia> [Consultado a 25/07/2022].

Presidência da República. (2013). *Lei n. 12.815, de 5 de junho de 2013*. [Em linha]. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm [Consultado a 12/02/2020].

Putnam, R. (1996). *Comunidade e democracia: A experiência da Itália Moderna*. Rio de Janeiro: FGV, 1996.

Reis, C. R. N. (2018). *Metodologia da pesquisa em educação* [livro eletrônico]. São Luís: UEMAnet. [Em linha]. Disponível em: <https://ava2.uemanet.uema.br/course/view.php?id=100§ion=12> [Consultado a 24/02/2020].

Rodrigue, J.-P., Comtois, C., and Slack, B. (2017). *The Geography of Transport Systems*. 4th ed. New York: Routledge.

Rogers, D. L. (2017). *Transformação digital: repensando o seu negócio para a era digital*. São Paulo: Autêntica.

Roschelle, J., and Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In O'Malley, C. (Ed.). *Computer supported collaborative learning*. Berlin: Springer-Verlag (Series F: Computer and Systems Sciences, 128, pp. 69-97). DOI: 10.1007/978-3-642-85098-1_5.

Rubin, H. J., and Rubin, I. S. (2011). *Qualitative interviewing: The art of hearing data*. 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage.

Santos Port Authority. (2021a). *SPA lança chamamento público para "Internet das Coisas" no Porto de Santos*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodesantos.com.br/2021/01/08/spa-lanca-chamamento-publico-para-internet-das-coisas-no-porto-de-santos/> [Consultado a 23/10/2021].

Santos Port Authority. (2021b). *Porto de Santos, Wilson Sons e DockTech assinam acordo de cooperação técnica para uso de tecnologia pioneira no Brasil*. [Em linha]. Disponível em <https://www.portodesantos.com.br/2021/12/09/porto-de-santos-wilson-sons-e-docktech-assinam-acordo-de-cooperacao-tecnica-para-uso-de-tecnologia-pioneira-no-brasil/> [Consultado a 16/08/2022].

Saraiva, J. (2019). Transformação digital agiliza as operações dos portos: novas tecnologias reduzem a burocracia e aprimoram o monitoramento e a segurança da movimentação de cargas. *Valor*, Oct. [Em linha]. Disponível em <https://valor.globo.com/empresas/noticia/2019/10/17/transformacao-digital-agiliza-as-operacoes-dos-portos.ghtml> [Consultado a 17/10/2019].

Satyanarayanan, M. (2001). Pervasive computing: Vision and challenges. *IEEE Personal Communications*, 8(4), pp. 10-17. DOI: 10.1109/98.943998.

Scopinho, R. A. (2007). Sobre cooperação e cooperativas em assentamentos rurais. *Psicologia & Sociedade*, 19(Espec.), pp. 84-94. DOI: 10.1590/S0102-71822007000400012.

Sia Partners. (2016). *The Internet of Things in transportation: Port of Hamburg case study*. [Em linha]. Disponível em <http://transport.sia-partners.com/20160930/internet-things-transportation-port-hamburg-case-study> [Consultado a 31/08/2020].

Significados. (2020). *O que é Startup*. [Em linha]. Disponível em <https://www.significados.com.br/startup/> [Consultado a 01/03/2021].

Silva, D. H. (2007). Cooperação internacional em ciência e tecnologia: oportunidades e riscos. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 50(1), pp. 5-28. DOI: 10.1590/S0034-73292007000100001.

Simon, I. (1998). *A revolução digital e a sociedade do conhecimento: Ementa de uma disciplina optativa do Bacharelado de Ciência da Computação do IME-USP*. [Em linha]. Disponível em <https://www.ime.usp.br/~is/ddt/mac333/rd+sc.html> [Consultado a 4/02/2020].

Siror, J. K., Huanye, S., and Dong, W. (2011). RFID based model for an intelligent port. *Computers in Industry*, 62(8-9), pp. 795-810. DOI: 10.1016/j.compind.2011.08.004.

Song, D.-W. (2002). Regional container port competition and co-operation: The case of Hong Kong and South China. *Journal of Transport Geography*, 10(2), pp. 99-110. DOI: 10.1016/S0966-6923(02)00003-0.

Song, D.-W. (2003). Port co-opetition in concept and practice. *Maritime Policy and Management*, 30(1), pp. 29-44. DOI: 10.1080/0308883032000051612.

Sopesp. (2019). *Singapura define a visita técnica do Fórum Nacional Santos Export*. [Em linha]. Disponível em <https://www.sopesp.com.br/2019/08/05/singapura-define-a-visita-tecnica-do-forum-nacional-santos-export/> [Consultado em 12/08/2022].

Sousa Jr., J. N. C. et al. (2013). Avaliação da eficiência dos portos utilizando análise envoltória de dados: estudo de caso dos portos da região nordeste do Brasil. *Journal of Transport Literature*, 7(4), pp. 75-106. DOI: 10.1590/S2238-10312013000400005.

Stamatović, K., Langen, P., and Groznik, A. (2018). Port cooperation in the North Adriatic ports. *Research in Transportation Business and Management*, 26, pp. 109-121. DOI: 10.1016/j.rtbm.2018.03.006.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaquí e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Stone, M. e Saxon, S. (2017). Container shipping: The next 50 years. *Travel, Transport & Logistics*, October, 2017. [Em linha] Disponível em https://www.hktdc.com/resources/New_Corporate_Site/almc2018/1543288787953_Steve-Saxon.pdf [Consultado a 10/04/2022].

Stopford, M. (2009). *Maritime economics*. 3rd ed. [e-book]. New York: Routledge. [Em linha]. Disponível em https://logistics.nankai.edu.cn/_upload/article/50/93/1cf2097840e8af90af4b19979773/9ce547df-a3e1-493c-a4a3-0ebbf0669b9.pdf [Consultado a 10/02/2021].

Suzano. (2022). *Suzano inaugura novo berço no Porto do Itaquí (MA)*. [Em linha]. Disponível em <https://www.suzano.com.br/suzano-inaugura-novo-berco-no-porto-do-itaqui-ma/> [Consultado a 03/07/2022].

Tcu. (2020). *Auditoria operacional: integração multimodal*. Brasília: TCU [Fiscalização 120/2019].

Trindade, A. (2011). *Stakeholder*. [Em linha]. Disponível em <https://administradores.com.br/artigos/stakeholder#:~:text=Citamos alguns exemplos de possíveis,%2C concorrentes%2C canais de distribuição%2C> [Consultado a 18/02/2020].

Triviños, A. N. S. (1992). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas.

Unctad. (1992). *Development and improvement of ports: The principles of modern port management and organisation*. Geneva: Unctad.

Unctad. (1994). *Port marketing and the challenge of the third generation port: Report*. [Em linha]. Disponível em https://unctad.org/system/files/official-document/tdc4ac7_d14_en.pdf [Consultado a 09/02/2020].

Unctad. (1999). The fourth generation port. *Ports Newsletter*, 19, pp. 9-12.

United States Department of Transportation. (2008). *Glossary of shipping terms 2008*. Washington, DC: Marad. [Em linha]. Disponível em <https://www.maritime.dot.gov/outreach/publications/glossary-shipping-terms-2008> [Consultado a 09/02/2020].

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Urban, S., and Vendemini, S. (1992). *European strategic alliances: co-operative corporate strategies*. Oxford: Wiley-Blackwell.

Vale. (2015). *Complexo S11D Eliezer Batista*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/PT/business/mining/Paginas/s11d.aspx> [Consultado a 30/11/2021].

Vale. (2017). *Vale desenvolve mais de 20 aplicativos móveis e aumenta produtividade*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/vale-desenvolve-mais-20-aplicativos-moveis-aumenta-produtividade.aspx> [Consultado a 27/01/2022].

Vale. (2018a). *Vale na Indústria 4.0*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/pt/initiatives/innovation/industria-40/paginas/default.aspx> [Consultado a 06/01/2022].

Vale. (2018b). *Tecnologia leva mais segurança aos caminhões fora de estrada*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/tecnologia-leva-mais-seguranca-aos-caminhoes-fora-de-estrada.aspx> [Consultado a 13/12/2021].

Vale. (2020). *Relatório da Administração 2020*. [Em linha]. Disponível em http://www.vale.com/PT/investors/information-market/quarterly-results/ResultadosTrimestrais/RELATORIO%20DA%20ADMINISTRACAO%202020_p_vf.pdf [Consultado a 10/02/2021].

Vale. (2021a). *Vale nas comunidades: Maranhão*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/PT/sustainability/vale-nas-comunidades/maranhao/Paginas/default.aspx> [Consultado em 19/08/2022].

Vale. (2021b). *Regulamento do Terminal Marítimo de Ponta da Madeira*. Disponível em http://www.vale.com/PT/business/logistics/SiteAssets/logistica/docs/regulamento-portuario-PDM-PT_rev1.pdf.

Vale. (2022). *Vale expande uso de autônomos e já conta com 72 equipamentos, beneficiando diretamente mais de 300 empregados*. [Em linha]. Disponível em <http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/vale-expande-uso-de->

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

autonomos-e-ja-conta-com-72-equipamentos-beneficiando-diretamente-mais-de-300-empregados.aspx [Consultado a 05/05/2022].

Valente, A. M., e Passaglia, E. (2008). Qualidade e produtividade no transporte aquaviário de cargas. In Valente, A. M. et al. *Qualidade e produtividade nos transportes*. São Paulo: Cengage Learning (pp. 115-134).

Van de Voorde, E. (1995). Seaports, land use and competitiveness: how important are economic and spatial structures? In Banister, D. (Ed.). *Transport and urban development*. London: Routledge. DOI: 10.4324/9780203451328.

Van de Voorde, E., and Vanelslender, T. (2009). Market power and vertical and horizontal integration in the maritime shipping and port industry. *OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Paper*, (2009/02). DOI: 10.1787/227458312782.

Vergara, S. H. C. (2007). *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 9. ed. São Paulo: Atlas.

Vernadat, F. B. (1996). *Enterprise modeling and integration: Principles and applications*. London: Chapman & Hall (pp. 63-73).

Verschoore Filho, J. R. S. (2006). *Redes de cooperação interorganizacionais: a identificação de atributos e benefícios para um modelo de gestão*. [Tese de Doutorado]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. [Em linha]. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6567> [Consultado a 10/03/2021].

Verschoore Filho, J. R. S. e Balestrin, A. (2008). Fatores relevantes para o estabelecimento de redes de cooperação entre empresas do Rio Grande do Sul. *Revista de Administração Contemporânea: RAC*, 12(4), pp. 1043-1069. DOI: 10.1590/S1415-65552008000400008.

Vli. (2017). *Quem somos*. [Em linha]. Disponível em <https://www.vli-logistica.com.br/quem-somos/> [Consultado a 10/4/2022].

Wang, K. X. et al. (2012). Cooperation or competition? Factors and conditions affecting regional port governance in South China. *Maritime Economics & Logistics*, 14(3), pp. 386-408. DOI: 10.1057/mel.2012.13.

Webering, S. I. (2020). Cooperative Cooperation: Bein, doing, and becoming. *Journal of Contemporary Administration Research*, 24(6), pp. 567-581, 2020. DOI 10.1590/1982-7849rac2020190332.

Webster, J., e Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2), pp. xiii-xxiii. [Em linha]. Disponível em https://web.njit.edu/~egan/Writing_A_Literature_Review.pdf [Consultado a 10/04/2021].

Wegner, D., e Padula, A. D. (2010). Tendências da cooperação em redes horizontais de empresas: o exemplo das redes varejistas na Alemanha. *RAUSP Management Journal*, 45(3), pp. 221-237. [Em linha]. Disponível em <http://www.spell.org.br/documentos/ver/6838/tendencias-da-cooperacao-em-redes-horizontais-de-empresas--o-exemplo-das-redes-varejistas-na-alemanha/i/pt-br> [Consultado a 15/03/2021].

Weiser, M. (1991). The computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265(3), pp. 94-104. [Em linha]. Disponível em <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf> [Consultado a 15/03/2021].

Winckler, N. C., e Molinari, G. T. (2011). Competição, colaboração, cooperação e cooptação: revendo os conceitos em estratégias interorganizacionais. *Revista ADMpg Gestão Estratégica*, 4(1), pp. 145-150. [Em linha]. Disponível em <http://www.admpg.com.br/revista2011/artigos/9.pdf> [Consultado a 10/03/2021].

Witchalls, C., and Chambers, J. (2013). *The internet things business index: A quiet revolution gathers pace*. London: ARM, The Economist Intelligence Unit.

Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering*, 182, pp. 763-769.

World Bank Group. (2007). *Port reform toolkit: Module 7: Labour reform and related issues*. 2nd ed. Washington, DC: The World Bank. DOI: 10.1596/978-0-8213-6607-3.

Wu, Y. (2013). Study on intelligent port under the construction of smart city. In *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Service Operations and*

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Logistics, and Informatics. Dongguan, China: IEEE (pp. 175-179). DOI: 10.1109/SOLI.2013.6611405.

Xisong, D. et al. (2013). Intelligent ports based on Internet of Things. In *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics* (pp. 292-296). DOI: 10.1109/SOLI.2013.6611428.

Yang, Y. et al. (2018). Internet of things for smart ports: technologies and challenges. *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*, 2(1), pp. 34-43. DOI: 10.1109/MIM.2018.8278808.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.

Yoo, Y., Henfridsson, O., and Lyytinen, K. (2010). Research commentary: the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research. *Information Systems Research*, 21(4), pp. 661-1010. DOI: 10.1287/isre.1100.0322.

Zikria, Y. B. et al. (2015). Internet of Things (IoT) operating systems management: opportunities, challenges, and solution. *Sensors*, 19(8), pp. 1793. DOI: 10.3390/s19081793.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

APÊNDICES

Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TMPM-Vale)



FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

Tema da pesquisa:

TECNOLOGIA *INTERNET DAS COISAS* (IoT) PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO

Pesquisadores:

Professor Orientador: Dr. Luís Borges Gouveia

Professor Catedrático do Programa de Doutoramento em Ciências da Informação

Universidade Fernando Pessoa- UFP

Linha de investigação: Sistemas, tecnologias e gestão da informação

Praça de 9 de abril 349, 4249-004 Porto, Portugal

E-mail: lmbg@ufp.e [REDACTED]

Professor Coorientador: Dr. Sérgio Sampaio Cutrim

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Contábeis e Administração-DECCA

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

E-mail: [sscutrim@g\[REDACTED\]](mailto:sscutrim@g[REDACTED])

Aluna: Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

Aluna do Programa de Doutorado em Ciências da Informação

Matrícula UFP: [REDACTED]

Universidade Fernando Pessoa- UFP

Telefone (98) [REDACTED].

E-mail: [gisellyd\[REDACTED\]@gmail.com](mailto:gisellyd[REDACTED]@gmail.com)

Informações:

- A duração da entrevista será em torno de uma hora a depender da sua disponibilidade.
- A entrevista será gravada por meio de vídeo conferência, autorizada pelos entrevistados do porto.
- Apenas as pessoas envolvidas na pesquisa terão acesso aos dados gravados.
- As gravações das entrevistas serão mantidas em local seguro.
- Se a transcrição dos dados for efetuada por outras pessoas que não os membros da equipe de pesquisa, estas pessoas deveram assinar um termo de confidencialidade.
- Os dados desta pesquisa somente serão utilizados com autorização prévia da empresa.
- Os nomes dos especialistas portuários, que foram entrevistados, não serão expostos durante a narrativa da tese, apenas serão citados pelos cargos que ocupam neste porto.

CONSENTIMENTO A ASSINAR

Participação na entrevista

Após receber informações sobre o estudo, eu aceito, de livre e espontânea vontade, participar da (s) entrevista (s) de coleta de dados e autorizo a utilização dos dados aqui coletados para desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e científicos.

Local: São Luís -MA

Pessoa(s) entrevistada(s)

Nome: [REDACTED] - Supervisão de Operações e Recuperação de Pátio-

TMPM- VALE Data da entrevista: 07/03/2022

Assinatura: -----

Nome: [REDACTED] - Gerente de Transformação Digital

TMPM – VALE Data da entrevista: 03/02/2022

Assinatura: _____

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Nome: ██████████ - Gerente de Sistema da Informação- TI
TMPM- VALE Data da entrevista- 30.03.2022

Assinatura: _____

Entrevistador: Giselly D.de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

Assinatura:

Apêndice 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Porto do Itaquí)



FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

Tema da pesquisa:

**TECNOLOGIA *INTERNET DAS COISAS (IoT)* PARA UMA GESTÃO
COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**

Pesquisadores:

Professor Orientador: Dr. Luís Borges Gouveia

Professor Catedrático do Programa de Doutoramento em Ciências da Informação

Universidade Fernando Pessoa- UFP

Linha de investigação: Sistemas, tecnologias e gestão da informação

Praça de 9 de abril 349, 4249-004 Porto, Portugal

E-mail: lmbg@ufp.pt

Professor Coorientador: Dr. Sérgio Sampaio Cutrim

Professor Adjunto do Departamento de Ciências Contábeis e Administração-DECCA

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

E-mail: [sscutrim@g\[REDACTED\]](mailto:sscutrim@g[REDACTED])

Aluna: Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

Aluna do Programa de Doutorado em Ciências da Informação

Matrícula UFP: 3[REDACTED]

Universidade Fernando Pessoa- UFP

Telefone (98) [REDACTED].

E-mail: [gisellyd\[REDACTED\]5@gmail.com](mailto:gisellyd[REDACTED]5@gmail.com)

Informações:

- A duração da entrevista será em torno de uma hora a depender da sua disponibilidade.
- A entrevista será gravada por meio de vídeo conferência, autorizada pelos entrevistados do porto.
- Apenas as pessoas envolvidas na pesquisa terão acesso aos dados gravados.
- As gravações das entrevistas serão mantidas em local seguro.
- Se a transcrição dos dados for efetuada por outras pessoas que não os membros da equipe de pesquisa, estas pessoas deveram assinar um termo de confidencialidade.
- Os dados desta pesquisa somente serão utilizados com autorização prévia da empresa.
- Os nomes dos especialistas portuários, que foram entrevistados, não serão expostos durante a narrativa da tese, apenas serão citados pelos cargos que ocupam neste porto.

CONSENTIMENTO A ASSINAR

Participação na entrevista

Após receber informações sobre o estudo, eu aceito, de livre e espontânea vontade, participar da (s) entrevista (s) de coleta de dados e autorizo a utilização dos dados aqui coletados para desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e científicos.

Local: São Luís -MA

Data: 10/02/2020

PORTO DO ITAQUI

Pessoa(s) entrevistada(s)

Nome: [REDACTED] - Gerente de Tecnologia da Informação-

Porto do Itaqui

Assinatura: _____

Nome: [REDACTED] - Inovação - Porto do Itaqui- Porto do Itaqui

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Assinatura: _____

Nome: [REDACTED] - Gerente de Logística –

Porto do Itaqui – Data da entrevista: 08/03/2022

Assinatura: -----

Entrevistador: Giselly D.de Albuquerque Cavalcanti Ferreira

Assinatura:

Apêndice 3: Roteiro de Entrevista – Porto do Itaqui (EMAP)

ROTEIRO DE ENTREVISTA PORTO DO ITAQUI – EMAP

O USO DA TECNOLOGIA *INTERNET DAS COISAS (IOT)* PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO

(Um estudo de caso no porto do Itaqui – EMAP e Terminal de Ponta da Madeira – Vale)

PROBLEMA DA TESE:

A *IoT* pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária?

OBJETIVO GERAL E ESPECIFICOS

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a gestão portuária e sua relação com os sistemas cooperativos com a utilização da Internet das Coisas (*IoT*) como fator estratégico.

O desenvolvimento do objetivo geral leva aos seguintes objetivos específicos:

- a) Investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da *IoT* na gestão portuária;
- b) Investigar sistemas e gestões cooperativos no setor portuário;
- c) Construir estudos de caso sobre *IoT* e sistemas em portos do MA e sugerir um modelo de aplicação da *IoT* e de sistemas de cooperação que já foram aplicados em algum porto do mundo para ser implantado nos portos do Maranhão.

1- Processo de Transformação Digital na EMAP

A Transformação Digital pode ser entendida como o uso permanente de computadores e redes que tornou viável o desenvolvimento de novas práticas digitais na sociedade permitindo o aumento na qualidade dos serviços por indivíduos ou por organizações de um modo geral.

Gouveia (2018). Kotler, Kartajaya e Setiawan (2017) e Rogers (2017), apresenta Internet Móvel, automação do trabalho do conhecimento, Robótica avançada, Impressão 3D, Big Data, Realidades virtual, Inteligência artificial, Internet das Coisas, entre outros, como algumas tendências da transformação digital. Apesar de apontar essas tendências da transformação digital, o objeto de análise da tese de doutoramento que está sendo desenvolvida, consiste em abordar as transformações digitais nos portos; sendo, a internet das coisas (IoT).

1.1- No PDZ publicado em 2019 do porto do Itaquí, foi previsto a implantação de vários sistemas com a finalidade de promover transformações digitais investindo em inovações tecnológicas. Vocês poderiam explicar quais ações engloba esse programa e seus objetivos?

1.2- Inicialmente, o porto focou em algumas áreas específica para a implantação das novas transformações digitais? Por qual motivo?

1.3- Quais foram os mais avançados tipos de inovações tecnológicas implantadas no porto do Itaquí nos últimos anos?

1.4- Segundo informações no site da EMAP, o novo Centro de Controle de Comunicação e Monitoramento – CCCOM, foi instalado no final de dezembro de 2021. Qual sua finalidade e o que ele irá contribuir para o trabalho no porto com o Centro de Controle Operacional (CCO)?

1.5- No PDZ 2019, também foi previsto a implantação em etapas do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações no Porto do Itaquí, que contempla Sistemas de Rastreamento e Identificação de Longo Alcance, Sistemas de Identificação Automático (AIS), Serviços de Tráfego de Embarcações, Rastreadores de Sensores Múltiplos, Sistema de Gerenciamento de Incidentes, Resposta ao Derramamento de Óleo, além dos Centros de Coordenação de Resgate Marítimo com Padrões de Busca e Salvamento utilizando equipamentos de identificação automático de radares, repetidores, câmeras e geradores de energia elétrica de emergência, os quais possibilitam o monitoramento, em tempo real, de todo o canal navegável, dos fundeadouros e das áreas de evolução do Porto.

Entrou-se em contato com a ouvidoria da EMAP, que nos informaram que neste porto existe o sistema instalado de Identificação Automático, AIS, via satélite que consegue verificar todos os navios e demais informações das embarcações que transitam na Baía de São Marcos e que também possuem o equipamento de Identificação Automático, AIS, a bordo. Explicaram ainda, que foi realizado uma licitação para a Contratação de Empresa Especializada para prestação de serviço de elaboração de estudos técnicos, com especificação detalhada, para instalação e operação de LPS e/ou VTMS no porto do Itaqui – Processo 0718/2021 – LRE Eletrônica No. 007/2021 – Data da abertura: 21/07/2021. Apenas uma empresa participou da licitação, porém foi desqualificada por falta de atendimento de requisitos técnicos. Como está a implantação desse projeto no porto e quais as dificuldades que estão sendo encontrada além dessas que foram apontadas pela ouvidora da EMAP?

2.0- Internet das coisas -*IOT* e seus sistemas no Porto

Não existe uma definição única para a Internet das Coisas que seja aceita por todas as comunidades. De fato, existem muitos grupos diferentes, incluindo acadêmicos, pesquisadores, profissionais, inovadores, desenvolvedores e pessoas corporativas que definem o termo. Embora seu uso inicial tenha sido atribuído a Kevin Ashton, um especialista em inovação digital, o que as diferentes definições trazem em comum é a ideia de que a primeira versão da Internet era sobre dados criados por pessoas, enquanto a próxima versão era sobre dados criados por coisas:

Uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de se auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente (Madakam; Ramaswamy; Tripathi, 2015, p. 165).

A *IoT* (Internet das Coisas) definida por Li et al. (2014) é uma rede de itens, incluindo sensores e sistemas conectados à Internet que permite que objetos físicos colem e troquem dados. O artigo sobre “Internet das coisas” (Atzori; Iera; Morabito, 2010) esclarece que a *IoT* são sensores inteligentes que podem estar ao nosso redor e prontos para interagir e cooperar a fim de atingir um propósito específico.

2.1- O Porto de Hamburgo é um dos principais portos do mundo que realizou a implantação da tecnologia *IoT*. Trata-se de um dos portos mais movimentados da Europa e está localizado no coração da cidade.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

Aproximadamente, um décimo da área total da cidade de Hamburgo pertence ao porto. Em virtude de sua limitação de espaço e o crescente aumento de produtividade e volume, este porto teve como objetivo criar um ambiente de porto mais eficiente, seguro e de baixo custo.

O Sistema inteligente de armazenamento tem capacidade para detectar as necessidades da carga e ajustar os fatores para manter a qualidade do produto e diminuir os danos sobre a carga.

Câmeras, sensores de abertura e sensores de detecção de calor, além de sistemas de alarme, impedem o roubo e fornecem informações sólidas para o planejamento de melhorias de segurança.

Tendo como exemplo as melhorias implantadas com a tecnologia *IOT* no porto de Hamburg, no caso do Porto do Itaqui, a EMAP pretende implantar a tecnologia *IoT* ou já existe este tipo de tecnologia no porto? Quais seriam as áreas que necessitam com mais brevidade de implantação desse tipo de tecnologia e por quê?

2.2- Qual o seu papel na introdução de novas tecnologias como a *IoT* no porto do Itaqui?

2.3- Quais são as principais dificuldades encontradas pelo porto do Itaqui para implantar um tipo de transformações digitais como a *IoT*?

2.4- Sobre o Porto do Itaqui Labs, o programa de inovação do porto público do Maranhão, na área de inovações tecnológicas, existem projetos direcionados as novas transformações digitais como a *IoT*?

2.5- Quais foram os principais benefícios, em termos percentuais aproximado, observados com a implementação de tecnologias inovadoras como a *IoT*?

- Automação e controle
- Acesso à informação em tempo real;
- Novas oportunidades de negócios;
- Melhor qualidade de vida;
- Redução de custos;

- Aumento da eficiência.
- Planejamento Estratégico

2.6- Existe mais algum benefício que o porto pode obter com a implantação de *IOT*, além dos que foram citados na pergunta anterior e que podem contribuir para o seu desenvolvimento?

3- Estratégia, Competitividade e “*coopetição*” no porto do Itaqui.

Cooperação e colaboração são conceitos que significam “trabalhar em conjunto”. O diferencial é que cooperar; significa que cada parceiro oferece no “trabalho conjunto” aquilo que melhor pode oferecer, ou seja, ao cooperar com outras empresas, cada membro mantém sua individualidade, participando das decisões da rede e dividindo os benefícios e os resultados que são alcançados por meio das atividades conjuntas (Silva, 2007).

A colaboração é entendida como uma forma de atuar junto, “juntar tudo”, nas relações sociais ou profissional para atingir objetivo comum (Campos et al., 2003). A grande finalidade do cooperado é levar para cada parceiro o que sabe fazer de melhor, por esse motivo, cooperam. A grande meta da cooperação é competir fora da parceria (Silva, 2007). A autora desta presente tese esclarece que cooperar é quando dois ou mais atores unem-se para compartilhar experiências e informações de mercado, Cooperação organizacional é entender como as empresas podem obter vantagens a partir dos seus relacionamentos com outras empresas.

Na maioria das vezes, são concorrentes que atuam (ou não) no mesmo segmento de trabalho com o objetivo de aumentar suas vantagens competitivas. *Coopetição*: As empresas cooperam para atingir determinado objetivo e competem na hora de dividir os ganhos.

Nalebuff e Brandenburger (1996) consideram que a união desses dois conceitos, cooperação e competição, originam a *coopetição*. É possível *coopetir* com uma organização que é sua concorrente direta. O sucesso dessa estratégia está na soma de esforços e no trabalho em conjunto (Emeritus, 2020).

3.1- Diante do que foi esclarecido, a EMAP realiza parcerias com outras empresas? Se positivo, qual seria a finalidade dessas parcerias no sentido de cooperação entre a EMAP e essas empresas?

3.2- Com a implantação de alguns tipos de transformações digitais no porto do Itaqui, quais mudanças foram observadas que pode ter contribuído no processo de desenvolvimento estratégico no porto?

3.3- Como você poderia avaliar a maturidade dos colaboradores do porto do Itaqui para a utilização dessas transformações digitais?

3.4- No caso do Porto do Itaqui, você acredita que “coopetição” acontece ou teria espaço para essa prática?

4- Sistemas cooperativos (redes de cooperação).

Algumas razões podem ser observadas para o crescimento do interesse sobre a pesquisa de redes no contexto organizacional. Uma delas refere-se ao surgimento das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), em outras palavras, um conjunto de ferramentas desenvolvidas que admitem o compartilhamento de dados e tem tornado possível uma maior capacidade de interação entre firmas dispersas (Nohria; Eccles, 1994).

As empresas estão observando que colaboradores que desenvolvem um trabalho visando o melhor para si e para o grupo têm alcançado grandes destaques no mercado. Segundo este autor, a cooperação em rede é a melhor opção neste atual cenário competitivo e de grandes demandas no futuro e que o questionamento não mais será por que cooperar.

As empresas formam redes de cooperação, mas continuam mantendo sua individualidade e sua independência realizando, em conjunto, apenas atividades predeterminadas e que visam atingir objetivos comuns (Verschoore Filho, 2006). Com o desenvolvimento rápido das tecnologias, a globalização e a diminuição do tempo do ciclo de vida dos produtos e dos serviços, as empresas viram nas redes de cooperação uma solução de se manterem no mercado de forma estratégica e competitiva.

Esses acordos entre empresas podem contribuir com algumas vantagens como promover inovações em tecnologias e divisão de risco em investimentos entre as empresas (Leite,

2003). As pequenas e micros empresas estão encontrando nas “redes de empresas” uma forma de competirem a nível global sem arcar sozinhas com grandes investimentos.

A interação entre as empresas pode resultar no desenvolvimento que combina diferenciação (competências essenciais, ponto forte de empresa) com custo reduzido de operação devido a otimização do uso comum como a tecnologia (Elena; Olave, 2001).

4.1- Diante do que foi apresentado, na EMAP existe um compartilhamento de sistema de informações com outras empresas que poderíamos classificá-las como redes de sistema de cooperação? Se positivo, quais as vantagens podem ser observadas, se negativo, por quê?

4.2- No contexto de inovações portuárias, com a implantação da IOT ou alguns outros tipos de transformações digitais no TPM, o que a cooperação como sistema e como gestão podem ter contribuído no processo de desenvolvimento estratégico no porto?

Apêndice 4: Roteiro de Entrevista – TMPM (Vale)

ROTEIRO DE ENTREVISTA TMPM – Vale

O USO DA TECNOLOGIA Internet das coisas (IOT) PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO

(Um estudo de caso no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira – TMPM – Vale)

PROBLEMA DA TESE:

A IoT pode ser um fator estratégico de contribuição com os sistemas cooperativos da gestão portuária?

OBJETIVO GERAL E ESPECIFICOS

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a gestão portuária e sua relação com sistemas cooperativos com a utilização da Internet das Coisas (IoT) como fator estratégico.

O desenvolvimento do objetivo geral leva aos seguintes objetivos específicos:

- a) Investigar e elaborar um diagnóstico para utilização da IoT na gestão portuária;
- b) Investigar sistemas e gestões cooperativos no setor portuário;
- c) Construir estudo de caso sobre IoT e sistemas em portos do MA e Sugestões de um modelo de aplicação da IoT e de sistemas de cooperação, nos portos do Maranhão, baseado em alguns portos do mundo que já foi implantada esse tipo de tecnologia.

1- Processo de Transformação Digital na Vale

A Transformação Digital pode ser entendida como o uso permanente de computadores e redes que tornou viável o desenvolvimento de novas práticas digitais na sociedade permitindo o aumento na qualidade dos serviços por indivíduos ou por organizações de um modo geral. Gouveia (2018)

1.1- Desde 2016, a VALE tem um programa de transformação digital portuária. Vocês poderiam explicar quais ações engloba esse programa e seus objetivos?

1.2- Inicialmente, o TMPM focou em algumas áreas específicas para a implantação de transformações digitais? Por qual motivo?

1.3- Quais foram os mais avançados tipos de inovações tecnológicas implantadas no TMPM nos últimos anos?

2- Internet das coisas -IOT e seus sistemas no TMPM

Não existe uma definição única para a Internet das Coisas que seja aceita por todas as comunidades. De fato, existem muitos grupos diferentes, incluindo acadêmicos, pesquisadores, profissionais, inovadores, desenvolvedores e pessoas corporativas que definem o termo.

Embora seu uso inicial tenha sido atribuído a Kevin Ashton, um especialista em inovação digital, o que as diferentes definições trazem em comum é a ideia de que a primeira versão da Internet era sobre dados criados por pessoas, enquanto a próxima versão era sobre dados criados por coisas:

Uma rede aberta e abrangente de objetos inteligentes que têm a capacidade de se auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo diante de situações e mudanças no ambiente (Madakam; Ramaswamy; Tripathi, 2015).

2.1- O Porto de Hamburgo realizou a implantação da tecnologia *IoT*. Com sistema inteligente de armazenamento que tem a capacidade para detectar as necessidades da carga e ajustar os fatores para manter a qualidade do produto e diminuir os danos sobre a carga.

Câmeras, sensores de abertura e sensores de detecção de calor, além de sistemas de alarme, impedem o roubo e fornecem informações sólidas para o planejamento de melhorias de segurança. Tendo como exemplo as melhorias implantadas com a tecnologia *IoT* no porto de Hamburg, no caso do TMPM, pretende-se implantar a tecnologia *IoT* ou já existe este tipo de tecnologia no porto? Quais seriam as áreas que necessitam com mais brevidade de implantação desse tipo de tecnologia e por quê?

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

2.2- Qual o seu papel na introdução de novas tecnologias como a IoT no TPM?

2.3- Quais são as principais dificuldades encontradas por essa organização portuária para implantar um tipo de transformações digitais como a IoT?

2.4- Segundo site da Vale, a empresa buscou implementar uma transformação digital na mineração porque acredita que ela será fundamental para reduzir os custos de forma significativa, aumentar a produtividade de pessoas, equipamentos e reduzir os riscos a saúde e segurança para os empregados.

Uma dessas transformações digitais é a implantação na Industrial da Internet das Coisas (IoT) (Vale, 2017). Quais foram os principais benefícios, em termos percentuais, estimado, observados com a implementação da IoT?

Em relação a:

- Automação e controle
- Acesso à informação em tempo real;
- Novas oportunidades de negócios;
- Melhor qualidade de vida;
- Redução de custos;
- Aumento da eficiência.

2.5 - Existe mais algum benefício que o TPM pode obter com a implantação de IOT, além dos que foram citados na pergunta anterior e que podem contribuir para o seu desenvolvimento?

3- COOPERAÇÃO X COLABORAÇÃO NO TPM

Estratégia, Competitividade e “*coopetição*” no porto do Itaqui TPM.

Cooperação e colaboração são conceitos que significam “trabalhar em conjunto”. O diferencial é que cooperar; significa que cada parceiro oferece no “trabalho conjunto” aquilo que melhor pode oferecer, ou seja, ao cooperar com outras empresas, cada membro

mantém sua individualidade, participando das decisões da rede e dividindo os benefícios e os resultados que são alcançados por meio das atividades conjuntas (Silva, 2007).

A colaboração é entendida como uma forma de atuar junto, “juntar tudo”, nas relações sociais ou profissional para atingir objetivo comum (Campos et al., 2003). A grande finalidade do cooperado é levar para cada parceiro o que sabe fazer de melhor, por esse motivo, cooperam. A grande meta da cooperação é competir fora da parceria (Silva, 2007). A autora desta presente tese esclarece que cooperar é quando dois ou mais atores unem-se para compartilhar experiências e informações de mercado, Cooperação organizacional é entender como as empresas podem obter vantagens a partir dos seus relacionamentos com outras empresas.

Na maioria das vezes, são concorrentes que atuam (ou não) no mesmo segmento de trabalho com o objetivo de aumentar suas vantagens competitivas. Coopetição: As empresas cooperam para atingir determinado objetivo e competem na hora de dividir os ganhos (Nalebuff e Brandenburger, 1996).

A união desses dois conceitos, cooperação e competição, origina o que chamamos de coopetição. É possível cooperar com uma organização que é sua concorrente direta. O sucesso dessa estratégia está na soma de esforços e no trabalho em conjunto (Emeritus, 2020)

3.1- Diante do que foi esclarecido, o TPM realiza parcerias com outras empresas? Se positivo, qual seria a finalidade dessas parcerias no sentido de cooperação entre a TPM e essas empresas?

3.2- Como você poderia avaliar a experiência dos colaboradores do TPM para a utilização dessas transformações digitais?

3.3- No caso do TPM você acredita que “coopetição” acontece ou teria espaço para essa prática?

4- Sistemas cooperativos (redes de cooperação).

Algumas razões podem ser observadas para o crescimento do interesse sobre a pesquisa de redes no contexto organizacional. Uma delas refere-se ao surgimento das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), em outras palavras, Rede de cooperação é um conjunto de ferramentas desenvolvidas que admitem o compartilhamento de dados e

tem tornado possível uma maior capacidade de interação entre firmas dispersas (Nohria; Eccles, 1994).

As empresas estão observando que colaboradores que desenvolvem um trabalho visando o melhor para si e para o grupo têm alcançado grandes destaques no mercado. Segundo este autor, a cooperação em rede é a melhor opção neste atual cenário competitivo. As empresas formam redes de cooperação, mas continuam mantendo sua individualidade e sua independência realizando, em conjunto, apenas atividades predeterminadas e que visam atingir objetivos comuns (Verschoore Filho, 2006).

4.1- Diante do que foi apresentado, no TPM existe um compartilhamento de sistema de informações com outras empresas que poderíamos classificá-las como redes de sistema de cooperação ou rede de cooperação? Se positivo, quais as vantagens podem ser observadas, se negativo, por quê?

Apêndice 5: Declaração de Visita Porto do Itaqui



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente na **autoridade portuária do Porto do Itaqui – Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP)**, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com os colaboradores da área de Inovação e Tecnologia da Informação sobre o tema: **TECNOLOGIA Internet das Coisas PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 10 de fevereiro de 2022

.....
[REDACTED]
Head de Inovação



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente na **autoridade portuária do Porto do Itaqui – Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP)**, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com os colaboradores da área de Inovação e Tecnologia da Informação sobre o tema: **TECNOLOGIA IoT PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 10 de fevereiro de 2022

.....
[REDACTED]
Gerente de Tecnologia da Informação



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente na **autoridade portuária do Porto do Itaqui – Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP)**. Devido a pandemia COVID-19, foi necessário cumprir um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com o Gerente da área de Logística sobre o tema: **TECNOLOGIA IoT PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 08 de março de 2022

.....
[REDACTED]
Gerente de Logística

Apêndice 6: Declaração de Visita - Entrevista TMPM (Vale)



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente no **Terminal Marítimo da Ponta da Madeira da Empresa Vale S.A.**, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com o colaborador da área responsável pela Supervisão de Operações e Recuperação de Pátio, sobre o tema: **TECNOLOGIA IoT PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 07 de março de 2022

[REDACTED]
Supervisão de Operações e Recuperação de Pátio
Vale S.A.



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente no **Terminal Marítimo da Ponta da Madeira da Empresa Vale S.A.**, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com o colaborador, Gerente de Transformação Digital, sobre o tema: **TECNOLOGIA IoT PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 03 de fevereiro de 2022

[REDACTED]
Gerente de Transformação Digital
Vale S.A.



Declaração de Visita

Declaramos que Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira, CPF. [REDACTED], esteve presente no **Terminal Marítimo da Ponta da Madeira da Empresa Vale S.A.**, via videoconferência, devido a pandemia de COVID-19, cumprindo um protocolo de Saúde alinhado com a legislação vigente e recomendação de autoridades legais do Governo do Estado Maranhão, para entrevista com a colaboradora, Gerente de Sistema da Informação, TI, sobre o tema: **TECNOLOGIA IoT PARA UMA GESTÃO COOPERATIVA NO SISTEMA PORTUÁRIO**, com o objetivo de levantamento de informações para pesquisa acadêmica/ científica.

São Luís, 30 de março de 2022

[REDACTED]
Gerente de Sistema da Informação- TI
Vale S.A.

O uso da tecnologia Internet das coisas para uma gestão cooperativa no sistema portuário: um estudo de caso do Porto do Itaqui e do Terminal de Ponta da Madeira (Vale)

ANEXOS

Anexo 1: Documento da Ouvidoria sobre o AIS do Porto do Itaqui

Sistema de Ouvidorias do Poder Executivo do Estado do Maranhão

Detalhes da Manifestação

Bom dia. Meu nome é Giselly. Sou professora da Ufma do curso de administração de empresa. No momento estou fazendo doutorado na área de inovações portuária e gostaria de esclarecer algumas dúvidas e informações com vocês.

Particpei do evento da ufma sobre os portos a semana passada e me orientaram entrar em contato com vcs, ouvidoria, sobre algumas dúvidas.

No PDZ 2019, foi previsto a implantação em etapas do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações no Porto do Itaqui, que contempla Sistemas de Rastreamento e Identificação de Longo Alcance, Sistemas de Identificação Automático (AIS), Serviços de Tráfego de Embarcações, Rastreadores de Sensores Múltiplos, Sistema de Gerenciamento de Incidentes, Resposta ao Derramamento de Óleo, além dos Centros de Coordenação de Resgate Marítimo com Padrões de Busca e Salvamento utilizando equipamentos de identificação automático de radares, repetidores, câmeras e geradores de energia elétrica de emergência, os quais possibilitam o monitoramento, em tempo real, de todo o canal navegável, dos fundeadouros e das áreas de evolução do Porto.

O Porto do Itaqui disponibiliza um AIS utilizado para enviar e receber informações dos navios evitando colisões e acidentes. A base do AIS é o transponder, que opera na banda de rádio VHF marítimo, abrange toda a área de praticagem obrigatória a, aproximadamente, 40 milhas náuticas e tem seu resultado divulgado por meio do site da Associação dos Práticos do Estado do Maranhão várias vezes ao dia. O primeiro passo para a implantação efetiva do VTMS, o Porto visa adquirir um sistema integrador de AIS.

No âmbito do projeto Cadeia Logística Portuária Inteligente (CLPI), há o projeto para implantação de portarias automatizadas que visam centralizar os fluxos de entrada e de saída dos veículos no Porto do Itaqui.

Como estão o andamento desses projetos que consta no PDZ 2019? Já estão sendo implantado? Se ainda não, o que está dificultado sua implantação?

Se já está em andamento, o que foi iniciado?

Agradeço o retorno.

Proposta de melhoria:

Município do local do fato:

UF do local do fato:

Local:

Não há anexos originais da manifestação.

**Sistema de Ouvidorias do Poder Executivo do
Estado do Maranhão
Detalhes da Manifestação**

Tipo de Resposta	Data/Hora	Teor da Resposta	Decisão	Compromisso	Anexos
Resposta Conclusiva	10/09/2021 16:09	<p>Prezado (a) Sr (a),</p> <p>Boa tarde!</p> <p>Primeiramente pedimos desculpas, pela demora de retorno, porém tivemos problemas técnicos em nossos sistemas e ferramentas de trabalho.</p> <p>Desta forma, com objetivo maior de atender à sua manifestação, temos a informar e esclarecer que já temos instalado o sistema de AIS, via satélite; que consegue verificar todos os navios e demais informações das embarcações que transitam na baía de São Marcos e possuem o equipamento de AIS a bordo.</p> <p>Destacamos também, que estamos com processo licitatório em andamento para instalação de sistema de dados oceanográficos, que nos dará, em tempo real, a indicação de altura de maré e correntes.</p> <p>Sendo assim, esperamos ter atendido (a) de forma satisfatória a sua solicitação, e aproveitamos a oportunidade para informar que contamos em nossa empresa (EMAP) também, com os canais e- SIC, para pedido de informação e com e-OUV, para solicitações, denúncias, reclamações, sugestões e elogios.</p> <p>O acesso a ambos os canais pode ser feito, através do nosso site, pelo link: (https://www.portodoitaqui)</p>			

Sistema de Ouvidorias do Poder Executivo do Estado do Maranhão Detalhes da Manifestação

	.ma.gov.br), no canto superior direito da página, além das abas: "Transparência e/ou Fale Conosco", ou ainda, pelos números: (98) 3216.6079 / (98) 98448.3721 e WhatsApp. À disposição. Atenciosamente, Ouvidoria EMAP				
--	---	--	--	--	--

Denúncia de descumprimento

Não há registro de denúncias de descumprimento.

Dados de Encaminhamento

Não há registros de encaminhamento.

Dados de Prorrogação

Não há registros de prorrogações.

Histórico de Ações

Data/Hora	Ação	Responsável	Informações Adicionais
01/09/2021 09:45	Cadastro	[Redacted] res	Registro dos dados da manifestação por: gisellydaniela85@gmail.com
01/09/2021 09:45	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
01/09/2021 10:41	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
01/09/2021 10:41	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
01/09/2021 11:51	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
02/09/2021 09:57	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
02/09/2021 10:30	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'
02/09/2021 10:53	Visualização	[Redacted] es	Detalhamento no e-OUV pelo usuário logado '06135887386'

Anexo 2: Trabalho Selecionado pelo VII Congresso Internacional de Desempenho Portuário para Publicação na Edição Especial da Revista REEN



**27 a 29 de Outubro de 2021
Florianópolis - Brasil - EVENTO ONLINE**

Divulgação dos Trabalhos Selecionados para Edição Especial - REEN





ARTIGOS CIENTÍFICOS

O IMPACTO DAS INOVAÇÕES NA EVOLUÇÃO DO SETOR PORTUÁRIO:
UMA REVISÃO DE LITERATURA

Luiz Junior Maemura Yoshiura; Sandra Rolim Ensslin; Caroline Rodrigues Vaz; Mauricio Uriona Maldonado

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E COOPERAÇÃO PARA O CRESCIMENTO
ESTRATÉGICO DE ORGANIZAÇÕES PORTUÁRIAS

Giselly Danniela de Albuquerque Cavalcanti Ferreira; Luis Borges Gouveia; Sérgio Sampaio Cutrim

Universidade Federal do Maranhão - UFMA





MÉTODOS QUANTITATIVOS PARA EQUILÍBRIO ECONÔMICO DA
TARIFÁRIA PORTUÁRIA

Sandro Monteiro

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ROADMAP FOR IMPLEMENTING SMART PRACTICES AT SEAPORTS AND
TERMINALS

**Gabriela do Nascimento Dominguez; Suzane Carlyne Gorges; Vanina
Macowski Durski Silva**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS PARA O CÁLCULO DA EMISSÃO DE CO2 EM TRANSPORTADORAS

Luiz Eduardo Simão

Universidade do Vale de Itajaí - UNIVALI

PERCEPÇÃO DAS COMUNIDADES LOCAIS SOBRE PRÁTICAS PORTUÁRIAS SUSTENTÁVEIS

Vitor Caldeirinha; Manuela Batista; José Augusto Felício; Michael Doms

Escola Superior Náutica Infante D. Henrique (Portugal) - UNIDH



AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL NO CONTEXTO DO PORTO

4.0

Leonardo Vilela Steiner, Tainara Cristina Silveira, Tiago Buss

EC Projetos

RELATOS TÉCNICOS

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO E GERENCIAMENTO DO TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES – VT MIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Marcelo Santiago Villas-Boas; Tatiana Briglia; Nathalia Vidal

CDRJ - Cia Docas Rio de Janeiro



**PROCEDIMENTOS ADOTADOS NO TERMINAL PORTUÁRIO DO PECÉM PARA
UMA OPERAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL**

**Larissa Luana Lopes Lima; Maria do Livramento de Barros Oliveira; Sylvio de
Campos Gonçalves Neto; Rosangela Maria Aderaldo de Oliveira; Ieda Passos
Theophilo Gaspar de Oliveira**

MRS AMBIENTAL

**ACORDO DE NÍVEL DE SERVIÇO UTILIZADO PARA MELHORIA DA
PERFORMANCE DAS MANUTENÇÕES E INTERFACE
OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO: ESTUDO DE CASO NO TERMINAL ILHA GUAÍBA**

**Alex Zito; Luis Carlos Carvalho Nunes; Bruno Santos; Leonardo Yussa; Victor
Araújo**

Empresa Vale



Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios - REEN

ORIENTAÇÕES

- Prazo de submissão até fevereiro de 2022
- Adaptar as normas da Revista – ver site:
<http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/een> ;
- Registrar no campo **Comentários ao Editor**: Artigo Aprovado no VIII CIDESPOT e indicado para Edição Especial.



GLOSSÁRIO

Big Data – conjunto de ferramentas capaz de receber um grande volume e variedade de dados. Por ter um volume gigantesco e muita variedade, esses dados não podem ser interpretados e processados por *softwares*.

Blockchain – (também conhecido como “o protocolo da confiança”) é uma tecnologia de registro distribuído que visa a descentralização como medida de segurança.

Cadeia de Suprimento (*Supply chain management*) – sistema de organizações, pessoas, atividades, informações e recursos envolvidos na atividade de transportar produtos ou serviços dos fornecedores aos clientes.

Cluster – no mundo da indústria, é uma concentração de empresas que se comunicam por possuírem características semelhantes e coabitarem no mesmo local.

Cluster marítimo – significa grupo de indústrias, empresas, instituições (governo, órgãos de classe, universidades), serviços e atividades ligadas à economia azul (economia do mar) para fomentar o desenvolvimento da área.

Intermodal – transporte feito por meio da utilização de mais de um modal. Nesse caso, os documentos de transporte são expedidos de forma individual para cada operação, além da responsabilidade entre os transportadores serem divididas de acordo com o trajeto de transporte.

Porta – redes de computadores.

Startups – significa o ato de começar algo, geralmente relacionado com companhias e empresas que estão no início de suas atividades e que buscam explorar atividades inovadoras no mercado.