

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA NAVAL

GABRIELA DO NASCIMENTO DOMINGUEZ

SMART PORTS: DESENVOLVIMENTO DE UM ROADMAP PARA IMPLEMENTAÇÃO
DE PRÁTICAS INTELIGENTES EM PORTOS E TERMINAIS

Joinville

2022

GABRIELA DO NASCIMENTO DOMINGUEZ

SMART PORTS: DESENVOLVIMENTO DE UM ROADMAP PARA IMPLEMENTAÇÃO
DE PRÁTICAS INTELIGENTES EM PORTOS E TERMINAIS

Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel no Curso de Graduação em Engenharia Naval do Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Vanina Macowski Durski Silva.

Joinville

2022

GABRIELA DO NASCIMENTO DOMINGUEZ

SMART PORTS: DESENVOLVIMENTO DE UM ROADMAP PARA IMPLEMENTAÇÃO
DE PRÁTICAS INTELIGENTES EM PORTOS E TERMINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Naval, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 22 de Jul de 2022.

Banca Examinadora:

Dr.(a) Eng. Vanina Macowski Durski Silva
Orientadora/Presidente

Dr. Eng. Luis Fernando Peres Calil
1º Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng. Suzane Carlyne Gorges
2º Membro(a)
Porto Itapoá

*Dedico este trabalho aos meus tios, Dilson e Matte,
que deram junto comigo os meus primeiros passos
como engenheira. Os próximos darei com vocês em
meu coração, e não serão poucos!*

AGRADECIMENTOS

Esse é talvez um dos pontos que mais aguardei e que considero muito importante de estar presente neste trabalho, o de agradecer a todos que caminharam nessa jornada comigo, porque ninguém caminha sozinho nessa vida, e de maneira alguma cheguei aqui só.

Antes de tudo quero imensamente agradecer aos meus pais Cidinha e Santiago, que me proporcionam todos os dias um lar de amor, de compreensão, aceitação e valorização, e que não hesitaram em nenhum momento em abrir mão de muitas coisas para que eu chegasse à Universidade e nela me mantivesse sem faltar nada! E não foi fácil né? Mas chegamos aqui! Sou grata a vocês todos os dias! E principalmente a você, mãe, que me ensinou que as dificuldades da vida a gente enfrenta sorrindo e se reinventando.

Agradeço à minha irmã, Ana Julia, que é a minha parceira de vida e compartilhou muitas angústias comigo nesses tempos. Aos meus primos que foram inspiração e aos meus tios, de sangue e coração, que foram suporte em muitos momentos que precisamos, de muitas formas!

Agradeço às minhas primeiras companheiras de casa em Joinville, Lara e Brenda, que compartilharam comigo o começo da angústia da vida morando longe dos pais! (foram muitas receitas diferentes de miojo, hein!), e às minhas últimas companheiras de casa, Maga e Dudi, que passaram comigo dois intensos anos de pandemia, além dos meus “bons” momentos com vibrações (rs). Essa cobertura vai estar sempre no meu coração!

Agradeço à entidade que tem todo o meu amor e que me ensinou muito sobre o universo particular de cada pessoa que passa pela nossa vida, Bateria Nota CEM e a todos que junto com ela me ajudaram a construir momentos ímpares (sem dúvidas, os melhores dos meus dias de UFSC). Obrigada Pedro Brito, Nakano e Nat por construírem junto comigo a nossa gestão, e por terem compartilhado momentos tão especiais, muito além da entidade, que levarei no meu coração e como parte de quem sou.

Agradeço aos meus amigos que fiz nesses dias de UFSC, João Lucas, Jones, Liege, Thalita, Giulia, Ruiva, Djulian, Duda, Caio, Belmar e os já citados anteriormente. Quando pensar nesses anos, lembrarei sempre de vocês, e contarei nossas histórias com a sensação de que vivi o melhor que alguém que tem bons amigos pode viver! Além disso, agradeço às minhas amigadas de vida, Taty, Maitê, Thainara, Thais, Kate e Rafa, que passaram e passam comigo cada fase que a vida nos coloca. E claro, à Juliana Alvarez, que me trouxe acolhimento, compreensão, cuidado e carinho desde o início deste trabalho e por muitos outros dias, sendo porto seguro de muitos momentos!

Agradeço também às Professoras Maria Simone, por me orientar muito bem nos anos de projeto que fizemos juntas (tenho admiração pela sua humanidade dentro e fora de sala de aula) e Vanina, pela orientação impecável nesses anos que embarcamos no universo dos smart ports. Professora, digo e repito, com a sua orientação apresento até mesmo em japonês sem nervosismo! Obrigada por confiar no meu trabalho.

Agradeço a cada representante de portos e instituições que nos deu a oportunidade de apresentar nosso trabalho, em especial à CEO das Docas do Ceará, Mayhara Chaves, ao Diretor de Gestão e Modernização Portuária do Ministério da Infraestrutura, Otto Luiz Burlier, aos gerentes do Porto de Navegantes, Rodrigo Gomes, Angelina Cavalli e Emanuel Silveira e aos Supervisores do Porto Itapoá, Rafael Pereira, Elieser Souza e Marcos Wessler.

Agradeço à Suzane Gorges, por iniciar os estudos sobre o tema de portos inteligentes de maneira admirável e por confiar em mim para dar continuidade a ele. Obrigada por cada dúvida tirada e por cada conversa, Suzy, você vai longe!

Por fim, agradeço à Universidade Pública, em especial à Universidade Federal de Santa Catarina por me formar a profissional que sou hoje e por proporcionar a estrutura necessária para que eu chegasse até aqui sem que nada faltasse. E por mais do que isso, pela oportunidade de me tornar mais humana e humilde, lidando diariamente com pessoas de diferentes lugares e realidades, que hoje são parte da capacidade do olhar empático que busco ter! O ensino público é de todos e para todos, e deve ser defendido!

Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas
ao tocar uma alma humana seja apenas outra alma
humana.

(JUNG, 1933).

RESUMO

O transporte marítimo é responsável por parcela significativa da movimentação da economia internacional. O crescimento do setor impulsiona a busca dos portos por eficiência. Com a finalidade de se manterem competitivos, principalmente frente a desafios como a pandemia causada pela COVID-19, os portos buscam aplicar soluções inteligentes nas operações através de tecnologias da indústria 4.0. A introdução da inteligência nas operações portuárias é uma tendência mundial para transformação dos portos e terminais em *smart ports*, embora enfrente resistência, conforme consta em referência bibliográfica, cuja qual ainda é escassa. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo propor um *roadmap* que contenha um conjunto de ferramentas necessárias para o plano de desenvolvimento de um porto ou terminal em se tornar um porto inteligente. Através da análise do atual grau de inteligência dos portos brasileiros baseado em 7 componentes de um porto inteligente: Tecnologias, Meio ambiente e Sustentabilidade, Energia, Segurança e Cibersegurança, Social, Gerenciamento e Estratégia, e Eficiência e Produtividade, definiram-se as áreas que mais necessitam de aplicações de *inteligência* para estabelecimento de prioridade. Por meio da seleção de ferramentas de implantação da inteligência em cada área do *smart port*, desenvolveu-se um plano de aplicação de 9 passos para os portos: escolha da componente, seleção da prática inteligente, determinação do estado desejado, medição do estado atual, seleção da *toolkit*, definição do nível de inteligência, estabelecimento dos prazos, levantamento dos custos e seleção dos atores envolvidos. Testou-se a viabilidade do *roadmap* em um porto brasileiro, selecionando a componente de ativos virtuais e cibersegurança e a prática inteligente de treinamento e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários. Concluiu-se que o *roadmap* atende seu objetivo de auxiliar portos e terminais a se transformem em *smart ports*. Sugeriu-se que o estudo seja reproduzido em mais práticas inteligentes e que seja realizada uma análise de maturidade.

Palavras-chave: Roadmap, Smart Ports, Logística Inteligente, Automatização, Porto Inteligente.

ABSTRACT

Maritime transport is responsible for a significant portion of the international economy. The growth of the sector drives the ports' search for efficiency. In order to remain competitive, especially in the face of challenges such as the pandemic caused by COVID-19, ports seek to apply intelligent solutions to operations through Industry 4.0 technologies. The introduction of intelligence in port operations is a worldwide trend for the transformation of ports and terminals into smart ports, although it faces resistance, as stated in the bibliographical reference, which is still scarce. In this way, the present work aims at proposing a roadmap that contains a set of tools necessary for the development plan of a port or terminal to become a smart port. Through the analysis of the current level of intelligence of Brazilian ports based on 7 components of a smart port: Technology, Environment and Sustainability, Energy, Security and Cybersecurity, Social, Management and Strategy, and Efficiency and Productivity, the areas that most need intelligence applications were defined for priority setting. Through the selection of intelligence deployment tools in each smart port area, a 9-step application plan was developed for the ports: Component selection, intelligent practice selection, determination of desired state, current state measurement, toolkit selection, definition of intelligence level, timeframe establishment, cost survey, and selection of involved actors. The feasibility of the roadmap was tested in a Brazilian port, selecting the virtual assets and cybersecurity component and the intelligent practice of training and preventive measures against cyber-attacks with employees. It was concluded that the roadmap meets its objective of helping ports and terminals to become smart ports. It was suggested that the study be replicated in more smart practices and that a maturity analysis be performed.

Keywords: Roadmap, Smart Ports, Smart Logistic, Automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estrutura do trabalho.....	19
Figura 2- Etapas da metodologia	31
Figura 3 - Fluxograma sobre as diferentes fases de uma revisão sistemática	32
Figura 4 – Etapas da revisão bibliográfica seguindo o método PRISMA.....	34
Figura 5- Estrutura do <i>roadmap</i>	37
Figura 6 - Componentes de um porto inteligente	38
Figura 7- Estrutura para realização do roadmap (exemplo de componente: Energia)	43
Figura 8 - Fluxograma de escolha do porto	46
Figura 9- Etapas adaptadas do <i>roadmap</i> para o projeto piloto	48
Figura 10- Porcentagem de aderência às práticas inteligentes	51
Figura 11- Escala de aderência do Porto Itapoá às práticas inteligentes por componente	52
Figura 12- Análise do estado atual da componente de ativos virtuais + cibersegurança no porto participante do projeto piloto de aplicação do <i>roadmap</i>	59
Figura 13- Fluxograma de escolha da prática inteligente da componente de tecnologia- ativos virtuais	61
Figura 14- Resultado do <i>roadmap</i> aplicado no Porto Itapoá.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Componentes de um <i>smart port</i>	23
Quadro 2- Indicadores de desempenho de portos inteligentes	24
Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão de documentos	33
Quadro 4- Resultados do questionário.....	49
Quadro 5- Perguntas referentes a cada prática inteligente da componente “Tecnologia – Ativos Virtuais”	54
Quadro 6- Respostas referentes a cada prática inteligente	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CEPAL - Comissão Econômica da América Latina e Caribe
CIDESPORT - Congresso Internacional de Desempenho Portuário
BI - (*Business Intelligence*)
EUA - Estados Unidos da América
KPI's - (*Key Performance Indicators*)
IA - Inteligência Artificial
IDA - Índice de Desempenho Ambiental
IoT - (*Internet of Things*)
OCR - (*Optical Character Recognition*)
PIB - Produto Interno Bruto
PortCDM - (Port Collaborative Decision Making)
PRISMA - Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Metanálises
PROCOMEX - Aliança Pró- Modernização Logística de Comércio Exterior
RFID - (*Radio- Frequency Identification*)
SSC - (*Smart Sustainable Cities*)
TEU - (*Twenty-foot Equivalent Unit*)
UNCTAD - Conferência das Nações Unidas Sobre Comércio e Desenvolvimento
WAF - (*Web Application Firewall*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. OBJETIVOS	18
1.1.1. Objetivo Geral	18
1.1.2. Objetivos Específicos	18
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. SMART PORTS E SUAS PRINCIPAIS ESTRUTURAS PARA ELABORAR UM ROADMAP	20
2.1. SMART PORTS	20
2.1.1. Componentes de um smart port	22
2.1.2. Práticas inteligentes de um smart port	24
2.2. ROADMAP	26
3. MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PILOTO DO ROADMAP	31
3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
3.2. CONSTRUÇÃO DO ROADMAP	35
3.3. PROJETO PILOTO	35
4. DESENVOLVIMENTO DO ROADMAP PROPOSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS INTELIGENTES EM PORTOS E TERMINAIS	36
4.1. COMPONENTES	37
4.2. PRÁTICAS INTELIGENTES	38
4.3. ESTADO DESEJADO	39
4.4. ESTADO ATUAL	39
4.5. TOOLKIT	40
4.6. NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO	40
4.7. PRAZO DE IMPLEMENTAÇÃO	41
4.8. CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO	42
4.9. ATORES ENVOLVIDOS	43
4.10. ESTRUTURA DO ROADMAP	43
5. PROJETO PILOTO	45

5.1. ESCOLHA DO PORTO	45
5.1.1. Porto Itapoá	46
5.2. APLICAÇÃO DO ROADMAP.....	47
5.2.1. Passo 1 - Componente	48
<u>5.2.1.1. Atualização da componente de cibersegurança</u>	<u>52</u>
5.2.2. Passo 2 - Estado atual.....	54
5.2.3. Passo 3 - Prática inteligente	60
5.2.4. Passo 4 - Estado desejado.....	61
5.2.5. Passo 5 - Toolkit	62
5.2.6. Passo 6 - Nível	63
5.2.7. Passo 7 - Prazo	64
5.2.8. Passo 8 - Custo	64
5.2.9. Passo 9 - Atores envolvidos	65
5.3. RESULTADO DO ROADMAP.....	65
6. CONCLUSÃO.....	67

1. INTRODUÇÃO

O transporte marítimo representa parcela significativa do fluxo comercial internacional. Tal importância se dá devido ao comércio globalizado, que se beneficia da capacidade de carga transportada a baixos custos pelos navios e pela abrangência territorial do modal. Além disso, segundo Douaioui *et al.* (2018), o porto é o ponto central da cadeia de abastecimentos e de conexão entre consumidores e produtores do mercado internacional. No Brasil, a importância do setor pode ser notada pelo fato do país abranger 20,2% do número de terminais portuários da América Latina e Caribe, segundo dados da Comissão Econômica da América Latina e Caribe (CEPAL, 2020a), além de ter movimentado 10.396.182 TEU's (unidade equivalente a um container de vinte pés, do inglês: *Twenty-foot Equivalent Unit*) em 2019, o que representa 1,25% da movimentação mundial (CEPAL, 2020b).

Até o ano de 2019, o transporte marítimo estava impulsionado e previa uma expansão à taxa média de 3,4% de crescimento do setor para o período de 2019 a 2024 (CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO – UNCTAD, 2019). Em vista disso e aliado ao esperado crescimento econômico de recuperação pós pandêmico de 3,3% em 2021 e 3,5% em 2022 das economias avançadas (WORLD BANK GROUP, 2021), o setor eleva a adesão de tecnologias em busca do aumento da competitividade dos portos (DOUAIUI *et al.*, 2018).

Esse crescimento ocorre tanto em setores administrativos, como na troca de processos manuais por eletrônicos, quanto na engenharia e setores operacionais, materializado na automatização dos processos (WU *et al.*, 2013), assim como pela construção de navios cada vez maiores quanto à capacidade de transporte de carga (ALIX, 2017). Nesse contexto, a Indústria 4.0, termo que, segundo ROJKO (2017), engloba as principais inovações tecnológicas em ferramentas aplicadas à digitalização dos processos de manufatura, é vista como um meio para o aumento da eficiência e competitividade (CHEN *et al.*, 2019).

Segundo Douaioui *et al.* (2018), a logística inteligente é o meio essencial para a aplicação da visão da Indústria 4.0. Por meio de ferramentas tecnológicas, como a Internet das Coisas (IoT- *Internet of Things*), *Big Data*, Computação em Nuvem e Inteligência Artificial, propicia-se um processo ágil e econômico dentro da cadeia logística e, dessa forma, a digitalização é capaz de tornar fluida a comunicação entre setores. Essa fluidez é necessária para que haja a descentralização do controle dos processos produtivos, e assim, ocorra a integração dos componentes do sistema portuário, de modo que todas as partes atinjam uma solução ganha-ganha (DOUAIUI *et al.*, 2018).

Entretanto, para implementar tais tecnologias e acompanhar o avanço da Indústria 4.0, é necessária a transformação da estrutura portuária atual. A infraestrutura dos portos brasileiros, que já nasceu inadequada (ROBINSON, 1985, apud MOURA *et al.*, 2016), ainda é precária, com limitações que fragilizam o setor frente a desafios.

A partir do ano de 2020, a pandemia de COVID-19 causou alterações no cenário econômico mundial, o que impactou na desaceleração do crescimento do transporte marítimo internacional com queda de 4,1% em 2020 (UNCTAD, 2020), além da queda de 5,2% do PIB global em 2020 (WORLD BANK GROUP, 2020). Dessa forma, a adesão às tecnologias, que já era necessária em um quadro de crescimento, tornou-se essencial para sustentar um setor que precisa se reinventar diante da crise enfrentada. Mudanças no cenário internacional, com o impacto da pandemia, alteram a dinâmica do transporte marítimo, o que ocasiona o surgimento de novas tendências no setor (UNCTAD, 2020).

De acordo com Gorges (2021), além da questão da infraestrutura geral, os portos brasileiros enfrentam problemas como tempo elevado de espera para atracação dos navios, elevadas taxas alfandegárias, infraestrutura intermodal precária, congestionamentos rodoviários e elevada burocracia que aumenta o tempo de cada processo. Esse cenário, intensificado pelo momento pandêmico atual, torna os portos não atrativos para investimentos e até mesmo para a realização de serviços já que, segundo Karas (2020), sem soluções inteligentes, os portos podem não sobreviver à competitividade.

A inserção da inteligência dentro do porto é uma meta desejável para o alcance do desenvolvimento citado e contorno dos problemas apresentados, entretanto, não é um objetivo simples de ser posto em prática a curto prazo. A adoção dessas tecnologias ainda enfrenta resistência por parte de diversos setores devido a motivos como a necessidade de investimentos elevados, receio de desemprego por parte da mão de obra, o que afeta também a relação portocidade e preocupação com a cibersegurança (DURÁN *et al.*, 2019).

Ao mesmo tempo que a modernização é desejada, a precariedade do cenário atual nacional instiga o medo do desenvolvimento aos portos brasileiros. Entretanto, a adoção de ferramentas que permitam a *inteligência* no setor portuário, caracterizando os *portos inteligentes* ou *smart ports*, mostra-se como uma oportunidade de aprimorar a tecnologia da informação do setor (WU *et al.*, 2013), portanto, uma tendência internacional aplicada em portos de referência como o de Roterdã, na Holanda e de Hamburgo na Alemanha (DOUAILOUI *et al.*, 2018).

Tendências mundiais como a premência de adoção de políticas ambientais, representam um fator importante na propensão da adoção de práticas inteligentes nos portos

(CHEN *et al.*, 2019), já que a implementação de soluções ecológicas atrelada ao aumento da competitividade está entre as definições de um porto inteligente (KARAS, 2020). Dessa forma, é indispensável que portos brasileiros comecem a se preocupar em se tornar portos inteligentes caso queiram se manter competitivos no âmbito mundial do comércio marítimo (SAKTY, 2016).

Entretanto, o conceito de *smart port* ainda é vago e sem definição específica (KARAS, 2020), sendo que o referencial bibliográfico nacional sobre o assunto é escasso, o que dificulta a adoção de práticas de um termo que, nem mesmo, há consenso sobre sua definição. Essa escassez de clareza pode ser vista como fator significativo para a pouca adoção de práticas inteligentes no país e para o progresso desordenado que o comércio marítimo nacional vivencia, contudo, esse fator não dispensa a necessidade de busca por práticas inteligentes no transporte marítimo. O conceito de *smart port* adotado neste trabalho é tomado de Gorges (2021), que por meio da conceitualização do termo mediante levantamento bibliográfico, determina sete componentes que caracterizam um porto inteligente: Tecnologias, Meio Ambiente e Sustentabilidade, Energia, Segurança e Cibersegurança, Social, Gerenciamento e Estratégia, e Eficiência e Produtividade.

É importante ressaltar que não há um conjunto padrão de tópicos para considerar um porto inteligente. Segundo Karas (2020) e Wu *et al.* (2013), cada porto possui sua realidade e características distintas, o que faz com que seu processo de se tornar um *smart port* necessite de soluções sob medida. Entretanto, é necessário um passo a passo junto a um conjunto de ferramentas - *toolkits* - que funcione como guia para orientar o porto nesse processo de se tornar *smart*, o que impede que algum dos componentes citados deixe de ser trabalhado no processo.

Segundo (WU *et al.*, 2013), a aplicação da inteligência nos portos é uma necessidade urgente em decorrência da busca por eficiência e segurança. Assim, no intuito de contribuir com a pesquisa acadêmica sobre portos inteligentes bem como auxiliar tomadores de decisão em portos e terminais a compreenderem melhor tal conceito e motivarem-se a implementar práticas inteligentes em suas operações, este trabalho tem o intuito de responder o seguinte questionamento: Quais os passos um porto deve tomar a fim de implementar ferramentas inteligentes em suas operações para se tornar um *Smart Port*?

1.1. OBJETIVOS

No intuito de colaborar com a caracterização de portos inteligentes e seus componentes, bem como definir os passos a serem tomados para implementar ferramentas inteligentes em portos e terminais de maneira estratégica e otimizada, definem-se alguns objetivos para este trabalho:

1.1.1. Objetivo Geral

Propor um *roadmap* que contenha o conjunto de ferramentas básicas necessárias para um porto basear seu plano de desenvolvimento visando se tornar um *smart port*.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Enunciar o conceito de *smart port* e apontar seus principais componentes;
- Identificar as principais práticas inteligentes para cada componente de um *smart port*;
- Propor um *roadmap* para um porto ou terminal se tornar *smart port*;
- Testar a aplicação do método desenvolvido em um porto brasileiro para uma prática inteligente.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado segundo a Figura 1, e possui 6 capítulos. O trabalho inicia-se com o capítulo introdutório, o qual aborda o tema, o contextualiza e apresenta os principais objetivos. Em seguida é apresentado o capítulo de fundamentação teórica, o qual caracteriza o termo *smart ports* e apresenta as principais estruturas de um *roadmap*.

O terceiro capítulo apresenta os métodos utilizados para desenvolvimento do trabalho. Em seguida, o quarto capítulo detalha o resultado da construção do *roadmap* proposto. O quinto capítulo trata da realização do projeto piloto, ou seja, da aplicação do *roadmap* elaborado em um porto brasileiro. Por fim, o sexto capítulo encerra o trabalho ao apresentar as considerações finais e sugestões futuras para continuação do estudo.

Figura 1- Estrutura do trabalho



Fonte: Autora (2022)

2. SMART PORTS E SUAS PRINCIPAIS ESTRUTURAS PARA ELABORAR UM ROADMAP

Neste capítulo será apresentado o conceito de *smart ports*, com destaque para os sete principais componentes de um porto inteligente e para o atual grau de *inteligência* dos portos brasileiros. Adicionalmente, são apresentadas a definição bem como as principais características envolvidas na proposição de *roadmaps* no intuito de fundamentar a estrutura de um *roadmap* específico para *smart ports*.

2.1. SMART PORTS

Para compreender o conceito de *smart port*, é necessário ter conhecimento dos fatores que levaram à aplicação da *inteligência* nos portos atuais.

Segundo Botti *et al.* (2017), o porto está em constante evolução, dessa forma, o cenário competitivo do setor está em transição de um modelo baseado em capacidade de movimentação de carga, para um que compete pela eficiência e qualidade logística (SHUO *et al.*, 2016). Segundo Wu *et al.* (2013), dentro desse cenário de busca por eficiência, são necessários processos atrelados a elevado grau de segurança e confiança. De maneira geral, Botti *et al.* (2017) apontam a integração dos processos portuários às tecnologias como forma de atingir tais objetivos, visto que o surgimento e o aprimoramento de novas tecnologias é fator de impulsão do desenvolvimento da sociedade (KORCZAK; KIJEWSKAB, 2019).

Durán *et al.* (2019) caracterizam um porto tradicional como um ambiente em que o desperdício de tempo e os altos custos logísticos, limitam a eficiência das atividades desenvolvidas no setor. Em vista desses problemas, Shuo *et al.* (2016) reforçam a necessidade da informatização para garantir e elevar a qualidade e competitividade do porto atrelando-a aos processos logísticos do setor, considerados centro da cadeia logística e elo das nações envolvidas no comércio marítimo mundial, onde estão integrados produtores, consumidores e meios de transporte (DOUIAOU *et al.*, 2018).

Botti *et al.* (2017) acrescentam que a cadeia citada, que possui o porto como centro, é integrada por uma rede interdependente de atuantes, as respectivas atividades e produtos, com a finalidade de gerar valor. Dessa forma, atuar de maneira integrada é ponto chave para agregar valor ao processo, já que os benefícios à cadeia logística estão diretamente relacionados ao nível de integração dos setores. Entretanto, segundo Wang *et al.* (2021), o cenário tecnológico atual conta com uma rede descentralizada, sendo a maioria dos sistemas incompatíveis, desse modo,

as divisões integrantes atuam de forma quase que independente, fato que não contribui para o desenvolvimento da cadeia logística. Além disso, há ainda fatores como a burocracia, que causam atrasos e ineficiências no processo.

Para Chen *et al.* (2019), o desenvolvimento integral dos setores é o meio de progresso dos portos e, por consequência, da competitividade no mercado. Sendo assim, o primeiro passo para essa integração é a automatização dos processos. Rojko (2017) pontua que essa associação pode ser alcançada mediante a abordagem da Indústria 4.0, visto que essa baseia-se na integração dos processos e nos componentes da cadeia de valor, em questão, por meio da adesão a novas tecnologias, portanto, a digitalização.

Segundo Wang *et al.* (2021), o avanço de estratégias baseadas em manufatura inteligente representa uma tendência dos países desenvolvidos. Tal avanço ocorre por meio de iniciativas como a Indústria 4.0 na Alemanha, e seus similares como *Industrial Internet* nos EUA, *Industry 2050 Strategy* no Reino Unido, *Manufacturing Innovation 3.0* na Coreia do Sul, *Society 5.0* no Japão, *Made in China 2025 Strategy* na China. Tais estratégias, espalham-se para os países em desenvolvimento os quais buscam basear seu avanço nos desenvolvidos.

Entre as soluções tecnológicas presentes na Indústria 4.0, Douiaoui *et al.* (2018) e Chen *et al.* (2019) destacam a Internet das Coisas (IoT), Big Data, computação em nuvem e inteligência artificial. À medida que essas tecnologias avançam, soluções mais inteligentes surgem para facilitar o gerenciamento dos serviços que a utilizam (BOTTI *et al.*, 2017). A construção do porto inteligente vai ao encontro, portanto, a esse avanço tecnológico propiciado pela Indústria 4.0 (SHUO *et al.*, 2016), visto que benefícios como aumento de produtividade, segurança, proteção, sustentabilidade, redução de custos e aumento de lucro são melhorias proporcionadas (FUNDACIÓN VALENCIAPORT, 2020). Dessa forma, à luz de Gorges (2021), para ser considerado um *smart port*, primeiro, deve ser considerado um porto 4.0.

Além das questões de eficiência e integração levantados, Sakty (2016) ressalta a necessidade de um fluxo de informações confiável, visto que as operações portuárias necessitam de rapidez e segurança.

Unindo os conceitos até aqui citados, tem-se que um porto inteligente estreita a distância entre a necessidade de interligação dos setores da cadeia logística portuária com a digitalização dos processos presentes (DOUIAOUI *et al.*, 2018), visto que, diante da complexidade dos portos, transformar seus componentes não o torna completamente inteligente (FUNDACIÓN VALENCIAPORT, 2020). Entre os benefícios dessa união, Chen *et al.* (2019) mencionam a redução do custo de produção e aumento da eficiência no setor, visto que o compartilhamento de informações entre as esferas propicia a colaboração dinâmica, o que

transformam o porto em um ambiente moderno e seguro e, dessa forma, eficiente (WU *et al.*, 2013).

Segundo Sakty (2016), a tendência é que os portos passem a contribuir com o desenvolvimento sustentável através de inovações não apenas nas tecnologias adotadas, mas nos processos empregados, de modo a causar baixo impacto ambiental. A longo prazo, os portos inteligentes tornam-se tendência, e uma contribuição significativa para o crescimento sustentável. O autor ainda compara o *smart port* às cidades sustentáveis inteligentes (SSC-*Smart Sustainable Cities*), às quais utilizam tecnologia para melhoria da eficiência e qualidade de vida, garantindo competitividade e foco em aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A tendência de aliar o desenvolvimento portuário a ações diretamente ligadas à proteção ambiental é ainda ressaltada quando se leva em conta que, dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 8 estão diretamente ligados ao meio ambiente e práticas sustentáveis (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2022). Para cada um desses 8 objetivos, o World Ports Sustainability Program (2021) define ações a serem realizadas pelos portos, como por exemplo minimizar ou otimizar o consumo de água na área portuária para o objetivo 6, que se refere à água limpa e saneamento, o que demonstra a importância de um porto estar atrelado a práticas sustentáveis caso deseje ser relevante em escala mundial.

Em vista da tendência prevista em torno da inteligência, será também uma propensão que os governos definam estratégias futuras para o transporte levando em consideração a integração das cadeias de abastecimento, visto que ser um *smart port* é oferecer operações seguras, ecologicamente corretas e econômicas (SAKTY, 2016). Além disso, a importância do modal pode ser ressaltada pelo fato de atualmente o porto não poder ser caracterizado apenas como um sujeito produtivo relacionado às suas atividades dentro de sua estrutura portuária, mas como um ecossistema formado por um amplo e heterogêneo conjunto de setores e sujeitos que fazem parte da região em que se encontra (CAMPISI *et al.*, 2022).

2.1.1. Componentes de um *smart port*

A pesquisa em torno da conceituação do termo *smart port* e do grau de adoção nos portos é limitada (WU *et al.*, 2013). Embora representem uma tendência atual no comércio marítimo (CHEN *et al.*, 2019), há muita divergência na temática e, portanto, a fim de caracterizar o conceito de portos inteligentes, Gorges (2021) identificou os sete principais componentes de um *smart port*, que segundo a autora são áreas que, quando integradas, formam um porto inteligente, representadas no Quadro 1.

Quadro 1- Componentes de um *smart port*

Componente	Descrição sintetizada
1. Tecnologias	Inovações tecnológicas que facilitam processos virtuais ou físicos (HEILIG <i>et al.</i> , 2017).
1.1. Tecnologias: Ativos virtuais	Tecnologias de transformação digital como <i>big data</i> , computação em nuvem, Internet das Coisas, computação móvel, <i>blockchain</i> , <i>machine learning</i> , Inteligência artificial, <i>digital twin</i> e sistemas de integração (HEILIG <i>et al.</i> , 2017).
1.2. Tecnologias: Ativos físicos	Soluções tecnológicas para controlar máquinas e processos e reduzir a intervenção humana (GARÍN, 2020).
2. Meio ambiente e sustentabilidade	Medidas que objetivam harmonizar o desenvolvimento portuário com a região e o sistema natural (PIANC, 2014).
3. Energia	Inovações tecnológicas que visam economia de energia e redução do impacto ambiental (SARI e PAMADI, 2019).
4. Segurança e cibersegurança	Mecanismos de segurança para lidar com ataques e vulnerabilidades de tecnologias utilizadas nos portos, além da segurança física patrimonial (GORGES, 2021).
5. Social	Medidas para desenvolvimento regional e da economia nacional através do impacto portuário (ZHANG <i>et al.</i> , 2018).
6. Gerenciamento e estratégia	Realização de análise estatística de dados para melhora de operações (ATTIA, 2016) e gerenciamento estratégico dos recursos disponíveis (MONTIBELLER, 2020).
7. Eficiência e produtividade	Atender às necessidades dos usuários portuários com o maior nível de eficiência (OZTURK, 2018).

Fonte: Autora (2022)

Gorges (2021) defende que, para que um porto seja considerado inteligente, é necessária a aplicação de inteligência em um conjunto de componentes portuários integrados. Entretanto, para alcançar esse resultado integrado, é necessário que o êxito seja alcançado em cada componente de maneira individual. Dessa forma a autora sugere que, dividir o porto inteligente em diferentes partes, relativas a diferentes áreas, torna mais eficiente a compreensão das responsabilidades e desafios que o porto precisa abordar.

Além disso, cada porto possui uma realidade distinta em decorrência de fatores como localização, investimentos, tempo de existência, movimentação, entre outros, que afetam diretamente seu desenvolvimento em diferentes temáticas. Sendo assim, um porto pode ser muito desenvolvido em tecnologias ligadas ao meio ambiente, entretanto, não possui olhar

atento ao seu impacto social. Dessa forma, o porto precisará atentar mais para a temática social do que de meio ambiente e sustentabilidade caso queira ser considerado um porto inteligente.

Sendo assim, o porto deve trabalhar todas as componentes para que possa ser considerado um porto inteligente, pois o desenvolvimento de apenas uma ou parte delas pode considerar o porto inteligente na componente em específico, porém não como um todo.

2.1.2. Práticas inteligentes de um *smart port*

Cada uma das 7 componentes de um *smart port* possuem numerosas tecnologias/ações necessárias para de fato considerar o porto inteligente em determinada componente. Na componente meio ambiente e sustentabilidade, por exemplo, o porto pode possuir um programa de reciclagem de materiais, entretanto causar grande poluição das vias hídricas em que se encontra, e dessa forma, mesmo possuindo uma tecnologia relacionada a componente de meio ambiente e sustentabilidade, não é suficiente para garantir que o porto seja considerado *smart* em tal componente.

De modo similar a divisão em componentes, há a necessidade de realizar divisão dentro de cada componente inteligente para tornar estratégico e subdividido o planejamento do porto que objetiva se tornar *smart*, visto que cada área do porto pode possuir diversas tecnologias e ações que contribuem para o seu objetivo de inteligência. Segundo Kumar (2021) práticas que apresentam pontos em comum devem ser agrupadas em diferentes grupos e dimensões para análise e implantação.

Dessa forma, a fim de desenvolver indicadores de desempenho específicos, ou seja, tecnologias relacionadas às componentes de um *smart port*, para garantir que o porto não seja classificado ou desclassificado de maneira errônea como um porto inteligente, de possibilitar que o seu processo de se tornar *smart* possa ser gradual, e a fim de medir o grau de inteligência do porto em cada componente, Gorges (2021) definiu 59 indicadores específicos, denominados práticas inteligentes, divididos entre as 7 componentes. Tais práticas inteligentes são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2- Indicadores de desempenho de portos inteligentes

COMPONENTES	PRÁTICAS INTELIGENTES
TECNOLOGIA - ATIVOS VIRTUAIS	Armazenamento de dados
	Equipe de inteligência de dados

Quadro 2- (continuação)

COMPONENTES	PRÁTICAS INTELIGENTES
	Padronização de dados
	Pré-processamento de dados
	Tratamento/processamento de dados
	Utilização de <i>machine learning</i> para tratamento de dados
	Sistema integrado com a comunidade portuária
	Utilização de <i>digital twin</i> para novos equipamentos
	Utilização de <i>blockchain</i>
TECNOLOGIA - ATIVOS FÍSICOS	Utilização de veículo guiado automaticamente (AVG)
	Utilização de guindaste de empilhamento de contêineres automático
	Utilização de portêiner automatizado
	Sistema de sensor <i>wireless</i> para posicionamento de cargas
	Utilização de <i>gate</i> automatizado
	Sistema de amarração de navios automatizados
	Sistema auxiliar de acoplamento de navios
	Sistema de monitoramento meteorológico com sensores
	Sistema de monitoramento oceanográfico com sensores
MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE	Reciclagem de materiais descartados
	Iniciativas de economia circular
	Certificações ambientais
	Limpeza das vias hídricas
	Infraestrutura interna para reparos em navios
	Infraestrutura interna para descomissionamento de navios
	Compartilhamento de equipamentos com outros portos/terminais
	Projeto de geração de crédito de carbono
ENERGIA	Fornecimento de energia aos navios
	Geração e utilização de energia solar
	Geração e utilização de energia eólica
	Utilização de sensores de iluminação dinâmica
SEGURANÇA E CIBERSEGURANÇA	Sistema de monitoramento por câmeras
	Sistema de segurança por biometria
	Sistema de segurança por sensores/laser
	Sistema OCR (<i>Optical Character Recognition</i>) de identificação de motoristas de caminhões
	Sistema de comunicação em tempo real com embarcações
	Rastreabilidade de cargas
	Sistema RFID (<i>Radio-Frequency Identification</i>) de leitura de contêineres
	Sistema RFID de leitura de placas de caminhões
	Plano de Ajuda Mútua
	Plano de Controle de Emergência
	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
	Análise Preliminar de Riscos
	Sistema de monitoramento de cargas perigosas
Sistema de proteção de dados	

Quadro 2- (continuação)

COMPONENTES	PRÁTICAS INTELIGENTES
SOCIAL	Projetos sociais com a comunidade
	Programa de apoio a pescadores
	Projetos de educação ambiental
	Treinamento para operação de equipamentos
	Treinamento para operação de softwares e metodologias
	Capacitação interna de funcionários
	Plano de realocação de funcionários
	Capacitação externa dos funcionários
	Relacionamento com órgãos públicos
GERENCIAMENTO E ESTRATÉGIA	Sistema de predição de tráfego de caminhões
	Sistema de predição de tráfego de vagões
	Sistema de predição de tempo de operações de navios
	Planejamento de manutenção de equipamentos de pátio
EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE	Indicadores de desempenho e metodologia
	Participação da comunidade nos indicadores de desempenho

Fonte: Adaptado de Gorges (2021)

Por meio da aderência ou não dos portos às práticas inteligentes levantadas, é possível medir o grau de inteligência, ou melhor, nível de adoção destes em cada componente e até mesmo de forma integrada. Desse modo, também fica claro ao porto as práticas que este pode aderir para estar cada vez mais perto de se tornar um porto *smart*. Entretanto, devido ao elevado número de indicadores, é necessário um planejamento estratégico de quais práticas inteligentes aderir, visto que o custo e tempo envolvidos no processo não é baixo.

Sendo assim, os componentes citados por Gorges (2021) e os indicadores de portos inteligentes levantados pela autora, por caracterizarem de maneira detalhada o que é necessário para se tornar portos inteligentes, serão utilizados neste trabalho como ponto de partida para a elaboração de um passo a passo organizado de aplicação estratégica destas.

2.2. ROADMAP

Além das dificuldades citadas para a conceituação do termo *smart port*, outro desafio, este encontrado pelos portos e terminais, é a aplicação de fato da inteligência. Visto que, para se tornar um porto inteligente é necessário atentar-se para, no mínimo, 7 componentes inseridos no ambiente portuário, compostos por diversas ferramentas que possibilitam a inserção da inteligência no setor, há a necessidade de criar uma forma de organizar os atores envolvidos no processo, as ferramentas a serem utilizadas, a ordem de aplicação destas, o custo e o tempo

envolvidos (FUNDACIÓN VALENCIAPORT, 2020). De maneira geral, criar um passo a passo para integrar conhecimento, ideias, empresas, recursos e procedimentos necessários para o alcance de um determinado objetivo (LU; WENG, 2018).

As empresas necessitam de abordagem adequada para tirar proveito das novas tecnologias existentes (SANTOS; MARTINHO, 2019), desse modo, por meio de um passo a passo organizado, os portos podem analisar as ferramentas possíveis de serem aplicadas considerando o orçamento disponível e o grau de inteligência desejado. Segundo Wang *et al.* (2021), o projeto de concepção de um produto precisa passar por diferentes etapas até a sua produção, dessa forma, o processo de aplicação de uma tecnologia ou projeto, por se tratar de um processo que exigirá análise, planejamento e execução, assim como um produto, também deve passar por diferentes etapas.

A fragmentação de etapas e temáticas envolvidas no processo a ser aplicado favorece a facilitação da personalização da implementação, Dias *et al.* (2017) consideraram a fragmentação por temas como ponto de partida para a criação de seu *roadmap*. Isso ocorre pois o sujeito que irá aderir ao processo terá a opção de aplicar de diferentes maneiras as etapas e componentes necessárias, e por consequência, a personalização desta, caso seja necessário. Segundo Wang *et al.* (2021), tal possibilidade é atrativa, visto que é crescente a demanda no mercado atual por serviços e processos personalizados que oferecem flexibilidade e inovação (BARBOSA; SHIKI; SILVA, 2020).

Tendo em vista a fragmentação de etapas necessária ao *roadmap*, Beaulieu e Bentahar (2021) destacam que, além da importância de se definir quais iniciativas serão promovidas no passo a passo, um ponto necessário é a definição da ordem em que essas iniciativas serão implementadas, com a finalidade de se traçar a disposição mais eficiente e objetiva.

Seguindo o passo a passo para a temática de *smart ports*, em um primeiro momento, pode-se optar por aplicar um nível básico de inteligência em todos os componentes, e dessa forma o porto estará no início do processo de se tornar um *smart port*. Pode-se também optar por além da implementação básica em todos os componentes, selecionar um deles para a aplicação em nível intermediário ou avançado, e assim o porto estará gradualmente se tornando inteligente de maneira otimizada.

Dessa forma, para que o processo citado ocorra de maneira organizada, os portos devem ter acesso a um *roadmap* que contenha as ferramentas necessárias para a aplicação da inteligência. Por *roadmaps*, entende-se ferramentas empregadas para facilitar o alcance de um objetivo através de passos estratégicos visuais que guiam o processo de implementação das ferramentas necessárias ao alcance do propósito, concepção de um produto ou implementação

de um serviço (KERR; PHAAL, 2022). Neste estudo, objetiva-se um *roadmap* para tornar os portos e terminais *smart ports*.

A fim de exemplificar este procedimento de implementação de práticas de melhoria em um dado processo de inserção da Indústria 4.0 em empresas, Schumacher, Nemeth e Sihn (2019) afirmam que embora os tomadores de decisão estejam dispostos a investir na transformação digital, sem um conhecimento prévio sobre o grau de digitalização da empresa, e uma maneira estratégica de implementá-la, não há como o processo ocorrer. Ainda segundo os autores, a conceituação do termo, inicia-se como uma barreira substancial de sua aplicação, visto que é um conceito ainda abstrato e complexo. A premissa torna-se verdadeira quando analisada também em um contexto portuário, visto que é necessário o porto conhecer o seu grau de inteligência para então partir para o processo de implementação desta de maneira estratégica.

O conhecimento básico do assunto a ser desenvolvido no *roadmap* é de extrema importância, visto que não há como levantar objetivos e realizar análises sem caracterizar o ambiente em que essa pesquisa se encontra. Edelman e Mergel (2021), em sua pesquisa, analisam o universo da coprodução digital por meio de revisão bibliográfica. Ao realizar a revisão, os autores desenvolvem as metodologias a serem utilizadas em sequência para construir seu *roadmap*.

A adoção de uma visão e procedimento holístico para a aplicação de qualquer transformação é um ponto inicial importante, visto que a fragmentação dos setores é um problema recorrente para o desenvolvimento de uma prática. É, portanto, necessária uma análise global do setor a ser estudado e dos processos pertencentes. Schumacher, Nemeth e Sihn (2019) propuseram um procedimento holístico para a inserção da indústria 4.0 dentro das empresas, assim como Kumar (2021) o utiliza para iniciar a análise de práticas de transporte de carga ambientalmente responsáveis.

A primeira necessidade que surge no processo de implementação de determinada melhoria, é a caracterização do estado em que se encontra o agente que irá aderir à prática trabalhada. Para Santos e Martinho (2019) é necessário que haja diagnóstico da situação atual visto que o desenvolvimento do processo será diferente em cada agente. Em seu trabalho, o autor realiza uma análise de maturidade para medir o estágio de desenvolvimento da sua área de interesse no estudo. Islam *et al.* (2020) define que a avaliação do estado atual é também importante para validar a capacidade do agente em receber ou não melhorias e novas tecnologias em determinadas áreas.

Schumacher, Nemeth e Sihn (2019) ressaltam que a falta do processo de contato entre a temática abordada e os agentes interessados gera expectativas e avaliações do grau de

maturidade contraditórios. Para analisar a maturidade, os autores supracitados transformaram fatores de sucesso da indústria 4.0 em 65 itens de maturidade divididos em 8 diferentes grupos chamados de dimensões de maturidade.

Seguindo a mesma lógica, Facchini *et al.* (2019) declaram utilizar modelo de maturidade para avaliar o estado atual do projeto com o intuito de descrever um caminho evolutivo de melhoria de processos ainda imaturos para maduros, o que ressalta grande importância de se avaliar o estado atual de determinada prática ou ação. Tal avaliação de estado também pode ocorrer por meio de questionário, de forma a proporcionar dados mais genéricos e fáceis de serem analisados em *dashboards* e *brainstormings* conforme descrito por M *et al.* (2019).

Edelmann e Mergel (2021), por outro lado, evidenciam uma alternativa mais pessoal para levantamento de um determinado tipo de estado dentro de temáticas específicas, sendo ela entrevistas com pessoas relacionadas à área como forma de desenvolver narrativas da temática citada para obtenção de informações mais específicas. Tal processo é de grande utilidade para a construção de um *roadmap*, pois o levantamento por meio de questionários ou coleta de dados apenas pode fornecer resultados demasiadamente diretos, que não permitem análises flexíveis sobre a temática a ser tratada. Além de se comparar com tecnologias avançadas já utilizadas atualmente, Melkonyan *et al.* (2019) consideram importante avaliar tecnologias que surgirão no futuro.

Sem conhecimento do estado que se deseja alcançar em um dado processo, a construção de uma linha estratégica de segmento é dificultada. Dessa forma, além de certificar-se do estado atual do agente em questão, é necessária a definição do estado desejado. Sakty (2016), em seu *roadmap* desenvolve um conjunto de visões para um *smart port* em 2050, de modo a presumir o processo e as ferramentas a serem utilizadas para que a visão elaborada seja alcançada. Além disso, sem ter conhecimento das tendências exigidas pelo mercado da temática que se irá trabalhar, o processo pode resultar em uma conclusão diferente da necessária ao objetivo que, a priori, se desejava alcançar (AKYAZI *et al.*, 2020).

Para orientar o processo de alcance do estado desejado em dado processo, faz-se necessária a seleção de um conjunto de ferramentas a serem utilizadas estrategicamente, *toolkits*. No caso do estudo de Schumacher, Nemeth e Sihm (2019), este conjunto de ferramentas foi denominado “*Industry 4.0 toolbox*”, também utilizado no trabalho de Prinsloo, Vosloo e Mathews (2019). Sakty (2016), por sua vez, cita um conjunto de indicadores de diferentes tópicos envolvidos na conceituação de um *smart port*, metodologia útil para a definição das ferramentas necessárias para atingir os indicadores levantados. Cornejo *et al.* (2020) ressalta

que é de extrema importância determinar quais ferramentas serão utilizadas no processo para atingimento dos objetivos, para compreender de maneira holística quais agregam ou não valor.

Ao definir os passos que serão inseridos no *roadmap*, é importante ponderar os campos de ação prioritários do projeto (SCHUMACHER; NEMETH; SIHN, 2019), o que define um conjunto prioritário de ferramentas para implementação do processo em níveis básico, intermediário e avançado, de maneira generalizada. Mesmo diante da conclusão do roteiro, é necessário pelo menos o mínimo acompanhamento de especialistas no decorrer do processo, de modo a ponderar possíveis imprevistos ao longo do desenvolvimento e alinhar diferentes visões (SCHUMACHER; NEMETH; SIHN, 2019).

Durante o decorrer do passo a passo é evidente que diferentes pessoas estarão envolvidas direta ou indiretamente no processo. O mapeamento de todas as pessoas presentes em qualquer etapa do projeto é necessário para que demandas não sejam direcionadas a áreas ou pessoas erradas, assim como não fiquem sem cuidado. Em seu trabalho, Mehdiabadi *et al.* (2020) demonstram atenção à seleção das partes interessadas no processo de introdução e adesão da indústria 4.0.

Por fim, além da descrição do passo a passo, a validação do *roadmap* também é um processo importante para certificar a sua validade, sendo assim, Schumacher, Nemeth e Sihm (2019) validaram e aprimoraram seu modelo através de um aplicativo por um período de dois anos. Além disso, o acompanhamento constante do projeto e seu andamento com prazos definidos é necessário, especialmente para evitar que problemas durante a implementação atrasem o andamento por falta de avaliação (SCHWAMBERGER; WAHL-ALEXANDER, 2020). Odierna *et al.* (2018), por exemplo, defendem a necessidade de listas de verificação para garantir o andamento, execução e acompanhamento de seu *roadmap*.

Sendo assim, os autores citados fornecem abordagens de construção de um *roadmap* que, embora façam referência a *roadmaps* de diferentes temáticas, quando unidas constituem referencial bibliográfico consistente sobre o tema e possibilitam a construção de um passo a passo completo e detalhado, que ocorrerá na Seção 3.2 deste trabalho.

3. MÉTODO PARA CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO PILOTO DO ROADMAP

Este trabalho consistiu-se na utilização de 3 etapas destacadas na Figura 2, a iniciar pelo processo de revisão bibliográfica, seguida pela construção do *roadmap* proposto, e finalizado com a execução de um projeto piloto para testar a viabilidade do passo a passo construído.

Figura 2- Etapas da metodologia



Fonte: Autora (2021)

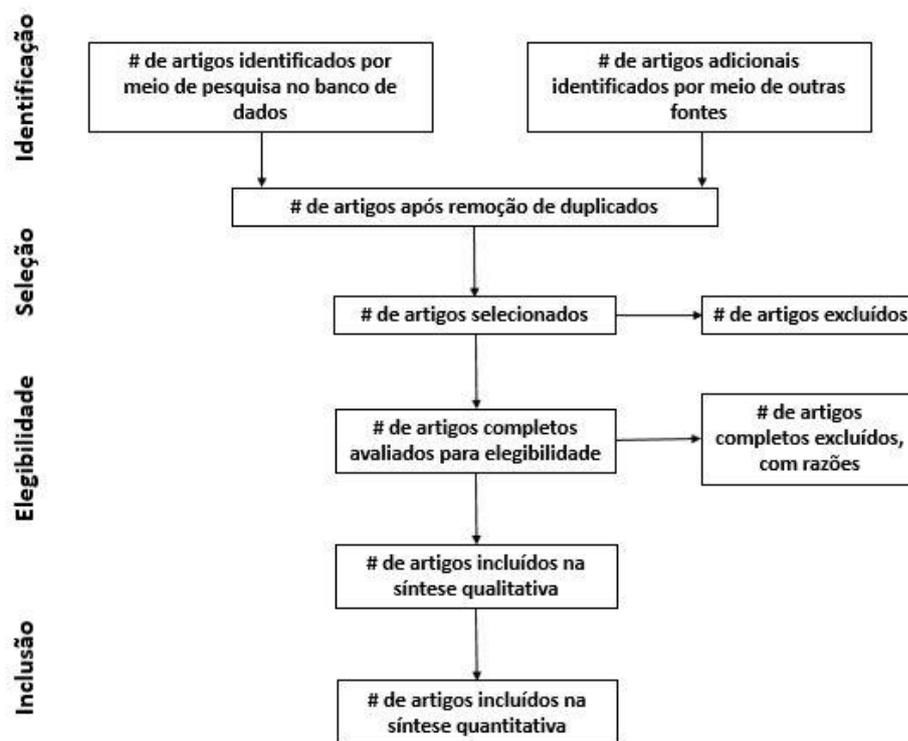
3.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização da revisão bibliográfica do presente trabalho, dividiu-se a etapa de pesquisa em duas partes, visto que, como o trabalho trata da construção de um *roadmap*, buscou-se enfatizar a pesquisa em torno da temática em questão. Dessa forma, por meio da utilização da plataforma de dados *Periódicos da Capes*, realizou-se o a primeira etapa da pesquisa, o levantamento bibliográfico da seção 2.1 com o objetivo de definir o termo portos inteligentes. Para isso, utilizou-se a seguinte lógica de pesquisa: (“*smart port*” OR “*smart ports*” OR “*port digitalization*” OR “*port 4.0*”).

Para a segunda etapa de pesquisa, utilizou-se um método de revisão sistemática. Uma revisão sistemática consiste no uso de métodos ordenados para coletar pesquisas relevantes a serem utilizadas para a revisão de uma questão pré-determinada (MOHER *et al.*, 2010). Dessa forma, para o item 2.2, com o objetivo de definir a estrutura de um *roadmap*, realizou-se uma revisão sistemática de literatura por meio da aplicação do método para Itens de Relatório Preferidos para Revisões Sistemáticas e Metanálises (PRISMA), proposto por Moher *et al.* (2010).

Segundo Moher *et al.* (2010), o método PRISMA consiste em uma lista de verificação de 27 itens e um diagrama de fluxo de quatro fases, exemplificado na Figura 3, o qual tem por finalidade auxiliar os autores na melhora do relato de revisões sistemáticas. Sendo assim, adaptou-se o uso do método para facilitar a revisão de literatura sobre a temática de *roadmaps*, visto que há diversas estruturas existentes na literatura para temáticas variadas.

Figura 3 - Fluxograma sobre as diferentes fases de uma revisão sistemática



Fonte: Adaptado de MOHER *et al.* (2010)

Em vista da ampla abrangência da temática, buscou-se, *a priori*, delimitar a área de estudo abordada, tendo como objetivo áreas relacionadas a portos ou digitalização. O passo inicial, para a fase de “Identificação”, foi a busca nas bases de dados selecionadas. Para o presente trabalho optou-se por *Scopus* e *Web of Science* por serem bases de importância internacional. Dentro das bases escolhidas utilizou-se, de maneira estratégica, as seguintes palavras chaves: (“roadmap”) AND (“seaport” OR “seaports” OR “smart port” OR “smart ports” OR “logistic” OR “logistics” OR “digitalization” OR “industry 4.0”).

Além da *string* de busca delimitada, aplicou-se também filtros em relação ao idioma, tipo de documento e fonte para estreitar ainda mais a pesquisa inicial, dessa forma, optou-se

apenas por artigos em inglês de anais de conferência ou periódicos. A busca ocorreu no dia 19/07/2021. Como resultado da primeira filtragem, obteve-se 202 artigos da base de dados *Scopus* e 575 artigos da base *Web of Science*.

Por meio do uso de um pacote projetado para realizar análises abrangentes de mapeamento científico, o *bibliometrix* (ARIA; CUCCURULLO, 2017), no *software R Studio*, uniu-se os arquivos das duas bases de dados utilizadas e em seguida realizou-se a remoção de arquivos duplicados. Após o procedimento citado, restaram 665 artigos para a fase de “Triagem”.

Na fase de “Triagem” e “Elegibilidade”, o processo de inclusão e exclusão de artigos seguiu critérios adaptados de Liao *et al.* (2017) e da Silva *et al.* (2020), definidos no Quadro 3. Dessa forma, na etapa de triagem, checkou-se nas bases de dados utilizadas se os 665 artigos agrupados na etapa anterior possuem o texto completo disponível e em inglês, caso contrário, o artigo foi excluído. Foram descartados então 162 artigos.

Para a fase de “Elegibilidade”, analisou-se os resumos dos 503 artigos selecionados com a finalidade de descartar os que atendem aos critérios de “Não relacionado” e “Relacionado livremente” do Quadro 3. Dessa forma, o processo sintetizado pode ser percebido na Figura 4.

Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão de documentos

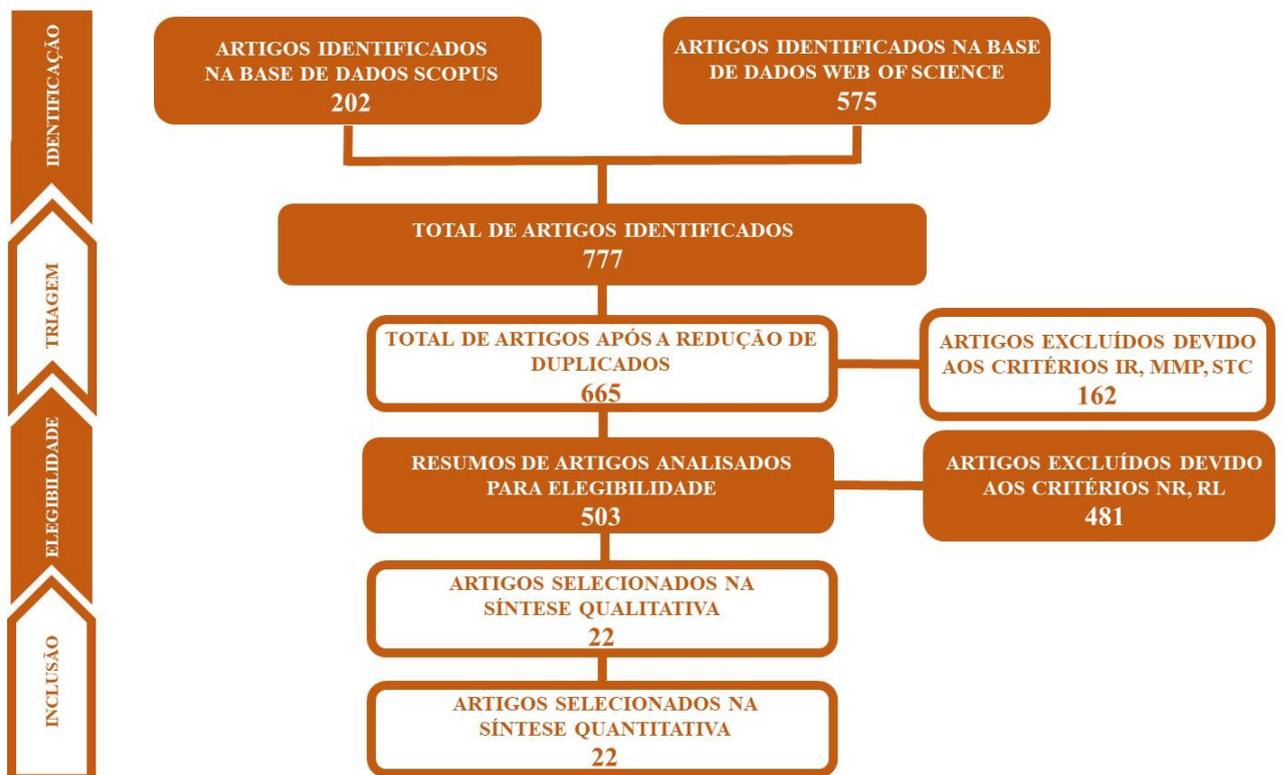
	Critério	Explicação
Inclusão	Intimamente relacionado (IR)	A pesquisa possui estrutura de <i>roadmap</i> dedicado a aplicação de tecnologia; Período: anterior ao dia 19/07/2021; Tipo de documento: Artigo; Tipo de fonte: Anais de conferência ou periódicos; Idioma: Inglês
Exclusão	Motivo do mecanismo de pesquisa (MMP)	Artigo possui apenas o título, o resumo e as palavras-chave em inglês, mas não o texto completo.
	Sem texto completo (STC)	Artigo sem texto completo disponível
	Não relacionado (NR)	NR1: Não é um artigo acadêmico; NR2: Não possui estrutura de <i>roadmap</i> .

Quadro 3 – (continuação)

	Critério	Explicação
	Relacionado Livremente (RL)	O artigo não se concentra na discussão de <i>roadmap</i> em que: LR1: <i>Roadmap</i> é usado apenas como exemplo de fato; LR2: <i>Roadmap</i> é usado apenas como parte de sua direção de pesquisa futura; LR3: <i>Roadmap</i> é usado apenas como expressão citada; LR4: <i>Roadmap</i> é usado apenas como palavra-chave ou referência; LR5: Pesquisas que não abordam o contexto de <i>roadmap</i> .

Fonte: adaptado de LIAO *et al.* (2017) e DA SILVA *et al.* (2020)

Figura 4 – Etapas da revisão bibliográfica seguindo o método PRISMA



Fonte: Adaptado de DA SILVA *et al.* (2020)

3.2. CONSTRUÇÃO DO ROADMAP

Após a realização do levantamento bibliográfico sobre a temática de *roadmaps* por meio do método PRISMA, utilizaram-se as metodologias de construção de *roadmap* citadas nos 22 artigos selecionados para compor a estrutura do passo a passo organizado proposto neste trabalho.

Para a delimitação dos métodos absorvidos para a construção do estudo atual, realizou-se uma pesquisa qualitativa nos artigos selecionados. Dessa forma, as abordagens selecionadas foram expostas na seção 2.2. Tais abordagens foram analisadas e comparadas à realidade da temática portuária para avaliar a viabilidade de uso destas. Após isso, as abordagens selecionadas foram adaptadas na proposição de um *roadmap* contendo 9 passos, organizados por meio de disposição cronológica de cada atividade a ser realizada levando em consideração a criação de uma linha cronológica estratégica e eficiente. O *roadmap* proposto e seus 9 passos são apresentados e detalhados na seção 4.1.

3.3. PROJETO PILOTO

Com o objetivo de testar a viabilidade do *roadmap* proposto, optou-se por realizar um projeto piloto em um porto ou terminal brasileiro. Dessa forma, iniciou-se o estudo com a seleção do porto a ser realizado o trabalho. Para a realização da seleção, optou-se por uma seleção numerosa inicial de portos, seguido pela exclusão em etapas de acordo com critérios pré-definidos.

Após a seleção, colocou-se em prática a realização de maneira sintética dos 9 passos propostos pelo *roadmap* elaborado e proposto neste trabalho. Cada etapa foi realizada seguindo as instruções propostas do *roadmap*, ou seja, por meio de reuniões, pesquisas e levantamento de dados.

Ao fim dos 9 passos, foi realizada a compilação das informações do *roadmap* e todos os detalhes de sua realização conforme proposto pelo trabalho. Sendo assim, o porto selecionado poderá colocá-lo, em prática com o objetivo de se tornar mais *smart*, na componente escolhida para o projeto.

4. DESENVOLVIMENTO DO ROADMAP PROPOSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRÁTICAS INTELIGENTES EM PORTOS E TERMINAIS

Para a elaboração da estrutura de um *roadmap* voltado à implementação de práticas inteligentes em portos e terminais, levou-se em consideração os fatores prioritários levantados na seção 2.2 e as metodologias mais utilizadas pelos autores selecionados. Desse modo, elaborou-se uma estrutura similar, sem deixar de levar em consideração também as necessidades advindas da temática de *smart ports*.

Sendo assim, considerou-se necessário estipular uma estrutura organizada dos elementos a serem considerados na proposta de um *roadmap* voltado à implementação de práticas inteligentes em portos e terminais, iniciando-se pelo elemento “Componente”, identificado na Figura 5 pelo número (1). Após isso, inclui-se o elemento “Prática Inteligente” (2), onde são elencadas aquelas que serão utilizadas no processo. Em seguida, no passo (3), considerou-se o elemento “Estado Desejado” e por consequência uma análise do “Estado Atual” (4). Levantou-se como necessário também considerar o *kit* de ferramentas “*Toolkits*” a serem utilizadas no processo (5), e seus respectivos “Grau”, “Prazo” e “Custo” de implementação, apresentados ordenadamente pelos números (6), (7) e (8). Por fim, na proposta desta estrutura organizada deve constar a seleção dos “Atores Envolvidos” no processo, representado pelo número (9).

A seguir serão detalhados todos os elementos incluídos na Figura 5, bem como as metodologias sugeridas para o entendimento de cada elemento. O estudo e compreensão desta proposta de *roadmap* auxiliará cada porto/terminal efetuar o preenchimento das lacunas de acordo com suas particularidades e necessidades.

Figura 5- Estrutura do *roadmap*

Fonte: Autora (2022).

4.1. COMPONENTES

Segundo Kumar (2021), as práticas referentes ao processo a ser trabalhado, devem ser agrupadas nas dimensões as quais pertencem. Desse modo, a estrutura do *roadmap* proposto será dividida em dimensões referentes às diferentes áreas que compõem um porto inteligente.

Neste estudo, as componentes a serem consideradas na proposição de um *roadmap* são 7: tecnologias (ativos virtuais e ativos físicos), meio ambiente e sustentabilidade, energia, segurança e cibersegurança, social, gerenciamento e estratégia e eficiência e produtividade, expostas na Figura 6.

Figura 6 - Componentes de um porto inteligente



Fonte: Gorges (2021)

4.2. PRÁTICAS INTELIGENTES

Para que o porto possa ser considerado *smart*, é necessário que todas as suas 7 componentes inteligentes se modernizem e busquem tecnologias e recursos adequados para melhorar a eficiência em cada uma das áreas. Tais tecnologias e recursos a serem trabalhados em cada componente serão chamados de práticas inteligentes, conforme proposto por Gorges (2021), e serão utilizadas como meio para a medição do grau de inteligência de cada porto ou terminal. Sendo assim, as práticas inteligentes serão consideradas como um conjunto de indicadores de desempenho, os quais são definidos como medidas para comparação de algo que foi realizado em relação a um objetivo ou estratégia (FRANCISCHINI *et al.*, 2017).

Para selecionar os indicadores de cada componente de um porto inteligente, deve-se realizar um amplo levantamento e avaliação das práticas inteligentes adotadas pelos portos considerados atualmente como *smart ports* em cada uma das sete áreas.

Este trabalho utilizará como base as práticas inteligentes de Gorges (2021), apresentados no Quadro 2. Entretanto, é necessária atualização constante das práticas inteligentes, visto que novas tecnologias surgem com alta velocidade, além de tendências mundiais ligadas à economia, sociedade e outros aspectos, fato que pode gerar a realização de um *roadmap* desatualizado e incondizente com a realidade que está inserido caso os indicadores não sejam atualizados com frequência.

4.3. ESTADO DESEJADO

Para determinar o estado desejado que o porto pretende ao aderir ao *roadmap*, inicialmente deve-se levar em conta portos considerados *smart* como referência, como por exemplo o Porto de Roterdã, na Holanda, e o Porto de Hamburgo, na Alemanha, os quais possuem as mais modernas tecnologias e integração de setores no cenário marítimo. A utilização de mais de um porto de referência é recomendada, visto que diferentes tecnologias podem ser utilizadas em determinados portos e em outros não, desse modo, a utilização de mais de um proporciona uma opção maior de tecnologias a serem implementadas.

Para análise dos portos selecionados, têm-se como alternativa a busca nos sites dos portos, os quais fornecem em suas notícias ou abas de infraestrutura as tecnologias adotadas ou até mesmo as em desenvolvimento. Pode-se ainda recorrer a artigos que abordem as tecnologias utilizadas nos portos de referência, ou ainda sim, uma alternativa mais confiável é o contato direto com o porto, podendo ser por meio da resposta de um questionário sobre as práticas inteligentes adotadas ou ainda através de visita direta no local escolhido.

Entretanto, independente do modo de investigação adotado, é necessário, como destacado em *roadmaps* utilizados como base, que os agentes responsáveis pelo desenvolvimento deste processo tenham uma base de conhecimento sobre a temática abordada, neste caso, *smart ports*. Tal conhecimento se faz necessário neste ponto da pesquisa e pode ser adquirido por meio de capacitação dos agentes, os inserindo em *workshops* e *webinars* sobre a temática além da leitura de artigos relacionados, para formar o mínimo de conhecimento sobre o assunto.

Deve-se realizar um levantamento de tecnologias e práticas adotadas para cada uma das componentes citadas nos portos escolhidos como referência, e, desse modo, tê-las como parâmetro para a seção subsequente, a qual aborda o estado atual do porto a ser trabalhado.

4.4. ESTADO ATUAL

Como analisado no levantamento bibliográfico sobre *smart ports*, é de extrema importância conhecer o estado de adoção de inteligência em que o porto se encontra, para que esse seja o ponto de partida para o alcance do estado desejado e para compreender quais são as componentes mais carentes de práticas inteligentes. Desse modo, na etapa atual, o porto deve investigar o grau de adoção que possui das práticas inteligentes selecionadas na etapa anterior, e assim, iniciar o trabalho de implementação ou melhoria destas.

Entre os métodos citados para tal finalidade no levantamento bibliográfico sobre *roadmaps*, a análise de grau de maturidade foi a metodologia mais presente nos artigos analisados e, desse modo, recomenda-se a sua utilização com uma das alternativas para a determinação do atual grau de inteligência do porto ou terminal, visto que a definição de modelo de maturidade pode ser entendida como uma estrutura conceitual que, por meio de suas partes, define o estágio de desenvolvimento de determinada área de estudo (SANTOS e MARTINHO, 2019). Entretanto, o objetivo do *roadmap* é ser flexível de acordo com as necessidades dos portos e terminais, dessa forma, a etapa de determinação do estado atual pode ser realizada da maneira mais conveniente e possível para o porto, desde que retorne resultados confiáveis à quem realizará o estudo.

4.5. TOOLKIT

Para proporcionar a implementação das práticas inteligentes desejadas pelo porto ou terminal e mapeadas pelas etapas anteriores do *roadmap*, deve-se determinar o conjunto de ferramentas, aqui denominado *toolkit*, necessário a essa ação. Dentro do conjunto de ferramentas estará inserida a estrutura necessária, de maneira inicialmente generalizada, à aplicação da prática selecionada para ser aprimorada ou implementada.

De modo exemplificativo, para a inserção da prática inteligente de adesão à utilização de energia solar dentro da componente de Energia, uma das *toolkits* necessárias é a utilização de painéis solares. O mesmo ocorrerá para todas as práticas *smart* inseridas nas 7 componentes inteligentes para que o conjunto de ferramentas seja o mais fiel possível à realidade.

A determinação destas ferramentas ocorrerá através da consulta a especialistas em cada área relacionada à prática trabalhada ou a portos, terminais e outras vertentes de empresas que possuem práticas inteligentes relacionadas à selecionada.

4.6. NÍVEL DE IMPLEMENTAÇÃO

No uso do *roadmap* as práticas inteligentes serão classificadas entre os níveis básico, intermediário e avançado de inteligência, podendo ainda ocorrer essa subdivisão dentro de uma mesma prática, visto que a implementação de tecnologias e medidas de aumento de inteligência nesta pode ser implementada em etapas. Ou seja, de maneira exemplificativa, um porto pode implementar a energia solar inicialmente apenas para uso em instalações internas, o que representa uma adesão básica e, futuramente, ao aderir ao uso em suas instalações externas,

podendo configurar um nível de implementação intermediário ou avançado, de acordo com a porcentagem de adesão de utilização de energia solar.

As subdivisões devem estar relacionadas ao grau de inteligência que a adoção da prática em questão irá conferir ao porto, ou seja, o conjunto de práticas de nível básico de inteligência irão conferir o mínimo de estrutura necessária para o reconhecimento como um porto que está iniciando o seu processo de se tornar *smart*. Tais práticas serão selecionadas levando em consideração aquelas que todo *smart port* possui e classifica como indispensável, além de estarem presentes também em portos que já estão implementando inteligência, mas ainda não são considerados inteligentes.

O conjunto de práticas de nível intermediário irá conferir consistência no processo de adoção de inteligência ao porto e reconhecimento externo. Ou seja, ao implementar as práticas de nível intermediário, o porto passa a ser referência inicial para portos que buscam iniciar o processo de adoção de inteligência, e estão caminhando para o título de *smart port*. Tais práticas serão selecionadas levando em consideração aquelas que portos inteligentes de referência classificam como não urgentes em um primeiro momento, porém, ao decorrer de suas atividades, tais práticas se mostrarão necessárias.

Já o conjunto de práticas de nível avançado irá conferir o reconhecimento como de fato *smart port* naquela determinada prática. Dessa forma, ao implementar as práticas de nível avançado, o porto/terminal passa a ser referência naquela componente implementada para portos de todos os níveis de adoção de inteligência. Tais práticas serão selecionadas levando em consideração aquelas que portos inteligentes de referência adotaram por último ou que ainda estão no processo de adoção, além de práticas que ainda não foram adotadas por nenhum porto, mas estão sendo estudadas e irão contribuir para a modernização dos portos.

Por fim, a análise do grau de inteligência das componentes pode ocorrer de maneira indireta, analisando ,através dos sites dos portos e de artigos, as componentes já implementadas, ou de maneira direta, através de questionários, entrevistas ou visitas aos portos de referência. Práticas que ainda não foram aderidas por nenhum porto, porém seguem no radar de tecnologias que podem vir a ser tendência, podem ser consultadas em sites de empresas que já as utilizam em seu dia a dia.

4.7. PRAZO DE IMPLEMENTAÇÃO

Os prazos de implementação de cada prática serão classificados entre curto, médio e longo, podendo ainda ocorrer essa subdivisão dentro da mesma prática, assim como ocorre para

o nível de inteligência no item 4.1.6., de modo que, caso esta possa ser implementada em partes, ocorra em diferentes períodos ou simultaneamente.

Tais prazos devem ser determinados a partir da análise do tempo que cada porto de referência levou para a total implementação de cada prática a ser considerada, ou ainda analisando os prazos que empresas que oferecem a prática inteligente selecionada levam para a implementação destas. Recomenda-se a análise do tempo de implementação das práticas inteligentes em mais de um porto de referência, para considerar diferenças externas que podem causar alterações nos tempos, como estrutura prévia do porto e localização deste, por exemplo. Após o levantamento dos tempos de implementação, pode-se ter como base o período necessário para ser classificado como curto, médio e longo, e assim, determinar a qual subdivisão cada prática pertence.

A classificação dos prazos pode ser estabelecida de maneira diferente de um porto para outro, ou seja, o prazo que um porto considera como curto, em outros pode ser considerado como médio ou longo, afinal o objetivo do *roadmap* é ser flexível de acordo com as necessidades do porto ou terminal que o irá realizar, e, portanto, deve levar em conta as diferentes demandas e realidades que cada um deles possui.

4.8. CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO

O custo de implementação de cada prática inteligente deve ser classificado entre os níveis baixo (\$), médio (\$\$) e alto (\$\$\$), podendo essa subdivisão ocorrer dentro de uma mesma prática, de modo que, caso esta seja implementada em etapas, possa ocorrer por diferentes custos.

Os custos de implementação devem ser determinados a partir de pesquisa de mercado com os fornecedores, fabricantes e mão de obra envolvidos em cada prática inteligente, além disso, pode-se considerar ainda a contribuição de portos em conceder informações sobre os custos despendidos por estes na implementação de suas práticas inteligentes. Desse modo, após o levantamento dos custos, pode-se ter como base o valor necessário para ser classificado como baixo, médio ou alto, e assim, classificar as práticas entre as 3 subdivisões.

Assim como ocorre para o prazo de implementação no item 4.1.7., a classificação do custo de implantação pode variar de acordo com as necessidades e realidade do porto que irá realizar o *roadmap*.

4.9. ATORES ENVOLVIDOS

Do início ao fim da implementação da prática selecionada é necessário um conjunto de pessoas envolvidas no processo. Conta-se inicialmente com o envolvimento de especialistas para o planejamento e acompanhamento do processo, de parceiros de universidades para fortalecer a pesquisa científica de qualidade, de funcionários para a execução, de empresas para a materialização da estrutura de algumas práticas e de investidores para proporcionar que o processo ocorra, além de outros contribuintes que podem surgir ao longo da realização do *roadmap* no porto ou terminal.

Desse modo, para cada prática inteligente, devem ser selecionados os *stakeholders* envolvidos, de modo a facilitar o planejamento e, garantir que toda a estrutura de pessoas necessárias para a aplicação de inteligência esteja presente.

4.10. ESTRUTURA DO ROADMAP

Sendo assim, por meio das orientações fornecidas nos itens 4.1.1. ao 4.1.9. o porto ou terminal irá preencher o *roadmap* exemplificado na Figura 7, de modo a completar as lacunas ainda faltantes para cada uma das 7 componentes de um porto inteligente e de acordo com sua realidade e necessidades.

Figura 7- Estrutura para realização do roadmap (exemplo de componente: Energia)

COMPONENTE	PRÁTICA INTELIGENTE	ESTADO DESEJADO	ESTADO ATUAL	TOOLKIT	NÍVEL	PRAZO	CUSTO	ATORES ENVOLVIDOS
ENERGIA	UTILIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR				BÁSICO	CURTO	\$	
					INTERMEDIÁRIO	MÉDIO	(\$)	
					AVANÇADO	LONGO	(\$\$)	

Fonte: Autora (2022).

Conforme a estrutura apresentada na Figura 7 é possível notar que o *roadmap* construído é intuitivo e de fácil preenchimento. Sendo assim, após completar todas as etapas propostas pela estrutura, o porto ou terminal terá visualização concentrada de todos os passos que precisa percorrer para aumentar o seu nível de inteligência. A concentração das informações em uma

tabela de fácil visualização também proporciona, como benefício, um olhar estratégico por parte do porto, visto que este terá todas as informações de valores, ferramentas, prazos e pessoas envolvidas em um local, e dessa forma poderá selecionar com rapidez as práticas inteligentes que irá realizar primeiro, de acordo com suas prioridades.

5. PROJETO PILOTO

Com a finalidade de testar a presente proposta de *roadmap*, decidiu-se realizar um projeto piloto em um porto ou terminal brasileiro. Dessa forma, ao acompanhar as 9 etapas do *roadmap*, pode-se testar a viabilidade do processo, visto que tal proposta necessita ter implementação prática viável para que os representantes de portos e terminais venham a aderir ao passo a passo. O projeto piloto contou com 10 etapas, iniciadas com a escolha do porto a se realizar o estudo de caso, sucedida pela implementação dos 9 passos definidos na estrutura do *roadmap* para uma prática inteligente.

5.1. ESCOLHA DO PORTO

Para a escolha do local a ser executado o estudo de caso, realizaram-se reuniões com portos brasileiros para apresentação da proposta do *roadmap*. Entre os portos em que a proposta foi apresentada estão, em ordem de realização, o Porto de Navegantes, Porto de Fortaleza, Porto de Suape, Porto de Imbituba e por fim, Porto Itapoá. Todos os representantes dos portos citados mostraram-se muito interessados no estudo, e colocaram-se à disposição para a realização do estudo de caso.

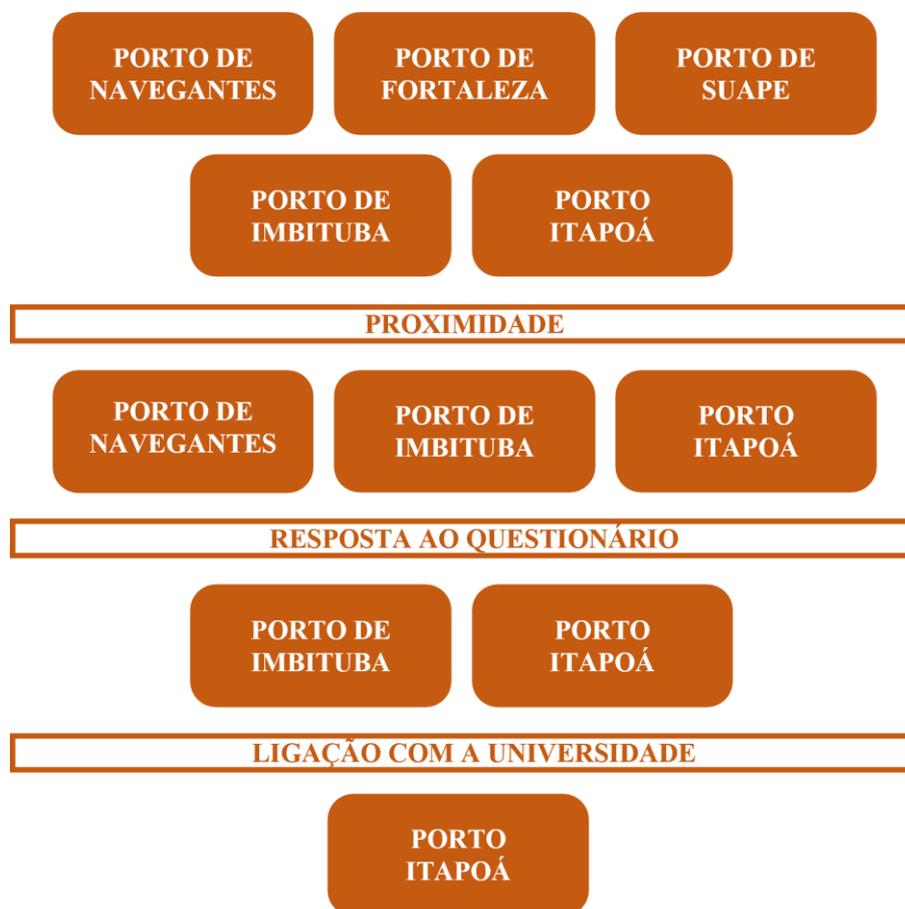
Dessa forma, para definir o local da realização do estudo de caso, alguns pontos foram levados em consideração. O primeiro deles foi a proximidade do porto com a região da Universidade, para que a logística de realização do estudo, caso fosse necessário deslocamento físico ao local, fosse mais eficiente. Dessa forma, a primeira triagem retornou como possibilidade os portos de Navegantes, Imbituba e Itapoá.

O segundo ponto levado em consideração foi a participação no questionário realizado no estudo de Gorges (2021). Neste estudo, realizou-se um questionário com portos e terminais acerca da temática de *smart ports*. O questionário fez um levantamento da presença das 59 práticas inteligentes sugeridas pela autora nos portos e terminais respondentes. Desse modo, a participação do porto no questionário permite uma análise prévia do estado atual deste em cada uma das 7 componentes de um *smart port* presentes no *roadmap*. Sendo assim, a segunda triagem retornou como possibilidade os portos de Imbituba e Itapoá.

Para realizar a escolha final, levou-se em consideração a presença de uma ex- aluna da Universidade no quadro de funcionários do porto, portanto, na condução do projeto dentro deste, fato que facilita a comunicação entre porto e Universidade, e então, o andamento do estudo. Desse modo, a triagem final resultou no Porto Itapoá como porto escolhido para a

condução do estudo de caso. O processo de escolha pode ser compreendido por meio da Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma de escolha do porto



Fonte: Autora (2022).

5.1.1. Porto Itapoá

Localizado no litoral de Santa Catarina, na cidade de Itapoá, o Porto Itapoá, de administração privada, iniciou suas operações em junho de 2011. É atualmente capaz de movimentar 1,2 milhão de TEUs por ano, e passa por uma expansão que possibilitará a movimentação de 2 milhões de TEUs anualmente (PORTO ITAPOÁ, 2022).

O porto conta com 2 berços de atracação com comprimento de 800 metros e largura de 43 metros, dimensão que permite atracação de navios de até 336 metros e calado de 12,80 metros. Tal dimensão permite atender aos maiores navios de contêineres que operam na costa brasileira.

Projetado para ser sustentável e integrado ao meio ambiente, o Porto segue tendências internacionais, com o objetivo de interferir o mínimo no meio ambiente. Dessa forma, o Porto possui projetos ligados à pesca artesanal, qualidade do ar e controle de tráfego, além de investir na recuperação da fauna e da flora ocupada e monitorar constantemente a vida marinha nas proximidades das instalações.

O impacto do Porto na região vai além do âmbito ambiental, pois alavanca o desenvolvimento econômico e social da região que se encontra, o que traz maior qualidade de vida para a população local.

Por ser um porto recente, está em busca de inovação contínua, sendo eleito pela segunda vez consecutiva como uma das 50 empresas mais inovadoras do Sul do Brasil, além de ser considerado um dos terminais mais ágeis e eficientes da América Latina (PORTO ITAPOÁ, 2022).

Entre as inovações e tecnologias presentes no Porto, tem-se pátio com tecnologias automatizadas e alinhado com o planejamento do navio, alocação dinâmica de caminhões para otimizar o fluxo e evitar congestionamentos de tráfego, além de painéis automatizados e indicadores-chave de desempenho (KPI's- Key Performance Indicators) que fornecem controle de produtividade em tempo real.

5.2. APLICAÇÃO DO ROADMAP

A estrutura do *roadmap* proposto, contendo 9 passos de implementação foi planejada para a aplicação integral no porto, ou seja, para a análise de todas as 7 componentes inteligentes de um *smart port*. Entretanto, por se tratar de um estudo de caso de trabalho de conclusão de curso, o qual possui limitação de tempo, pessoas envolvidas e investimento, definiu-se a realização da análise para apenas uma prática inteligente, e por consequência, para apenas uma componente.

Dessa forma, por não se tratar da realização integral do *roadmap*, e sim de apenas parte específica, houve a necessidade de adaptação da ordem de realização dos passos. Entretanto, mesmo em vista da mudança de etapas para o estudo de caso, recomenda-se que o *roadmap* seja realizado na ordem proposta para melhor aproveitamento do estudo realizado.

Na Figura 9, pode-se notar que a alteração ocorreu nas etapas 2, 3 e 4. Optou-se por adiantar a análise do estado atual da componente a ser trabalhada pois, como o estudo de caso irá abordar apenas uma prática inteligente, com a análise das práticas inteligentes com maior deficiência de aderência, pode-se ser mais estratégico na escolha de qual prática abordar.

Figura 9- Etapas adaptadas do *roadmap* para o projeto piloto



Fonte: Autora (2022).

5.2.1. Passo 1 - Componente

Para realizar a escolha da componente inteligente a ser estudada no porto participante do projeto piloto, optou-se por aplicar um segundo questionário de aderência às práticas inteligentes de um *smart port*, com a finalidade de efetuar uma comparação entre as respostas atuais e as concedidas ao questionário realizado no estudo de Gorges (2021). Tal ação ocorreu por se tratar de um questionário realizado em 2020, e desse modo, a aderência a algumas práticas poderia vir a apresentar alteração.

Para então realizar a atualização das respostas, optou-se por, ao invés de um questionário escrito como realizado anteriormente, uma reunião virtual via plataforma *Teams*. Optou-se por esse método de respostas para trazer mais confiança nos resultados, já que por meio de resposta ao questionário, podem ocorrer equívocos ou dúvidas que impactam diretamente na análise a ser realizada.

Na reunião em questão, contou-se com a participação do gestor e assistentes da área de inovação do Porto Itapoá, com a finalidade de realizar a primeira reunião com a área com maior conhecimento geral das tecnologias, ações e estratégias do porto.

Para a realização da reunião, preparou-se uma apresentação em *Power Point* com as respostas obtidas no questionário de 2020 (GORGES, 2021), divididas entre as 7 componentes de um *smart port*. Dessa forma, os representantes do porto, além de analisarem o estado anterior e indicar o estado atual de cada prática inteligente, puderam discutir sobre cada prática, fato que possibilitou uma discussão produtiva de cada componente e aprofundamento da forma como cada uma é aplicada no Porto, o que trouxe maior confiabilidade nos resultados quando comparado ao formato de resposta de questionário.

Após a reunião com o Porto, constatou-se que não houve mudanças na aderência às práticas inteligentes, e dessa forma, compilaram-se os resultados obtidos. No Quadro 4, utilizou-se o símbolo ● para as práticas inteligentes que o Porto possui, ● para as que o Porto não possui e ● para as que o Porto está implementando ou possui de maneira parcial. Em seguida, na Figura 10, considerou-se para o cálculo da porcentagem, 1 para práticas aderidas, 0,5 para as que o porto está implementando ou possui de maneira parcial e 0 para práticas inteligentes não aderidas.

Quadro 4- Resultados do questionário

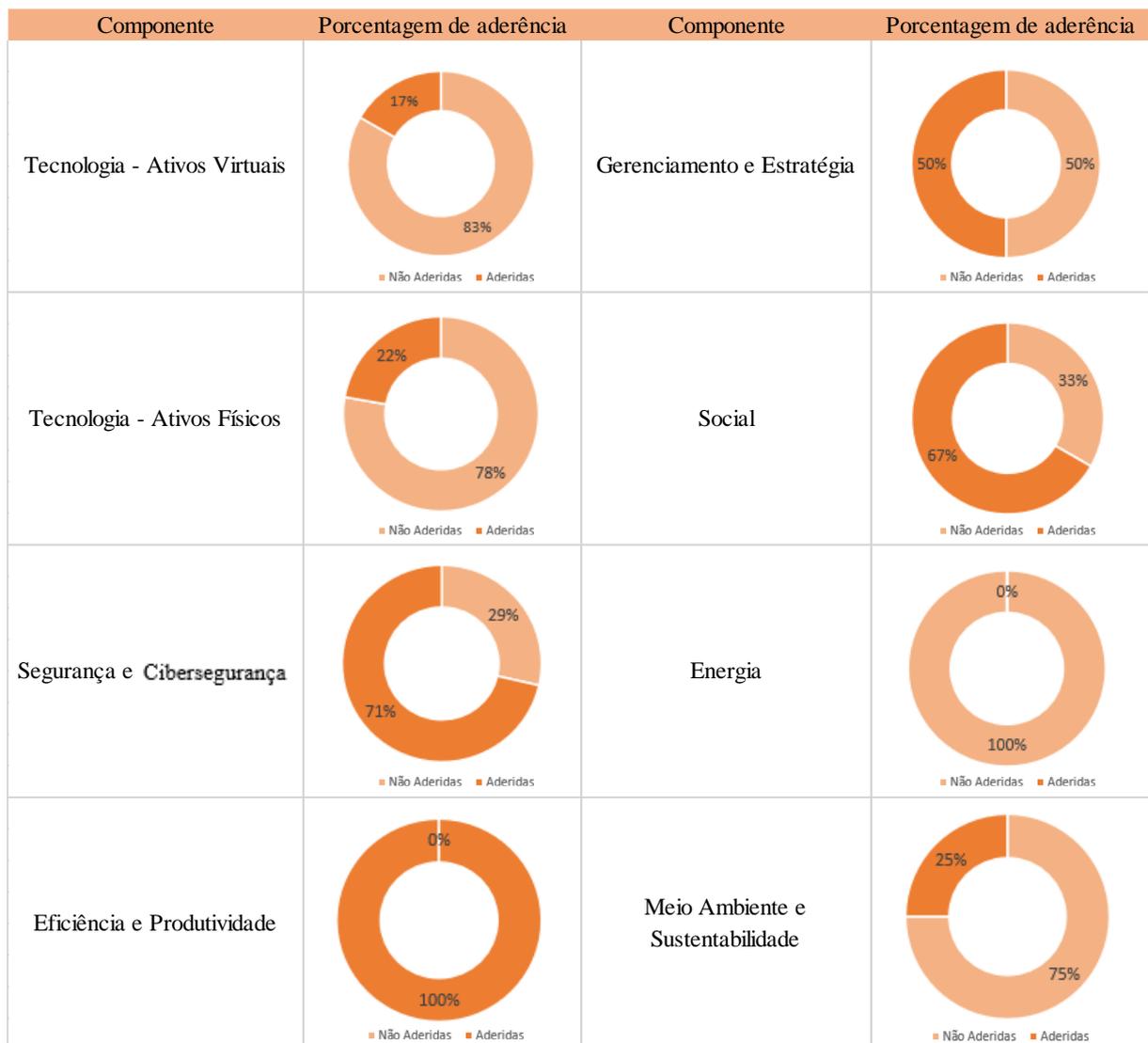
Componente	Prática Inteligente	
Tecnologia - Ativos Virtuais	Armazenamento de dados	●
	Equipe de inteligência de dados	●
	Padronização de dados	●
	Pré-processamento de dados	●
	Tratamento/processamento de dados	●
	Utilização de <i>machine learning</i> para tratamento de dados	●
	Sistema integrado com a comunidade portuária	●
	Utilização de <i>digital twin</i> para novos equipamentos	●
Tecnologia - Ativos Físicos	Utilização de <i>blockchain</i>	●
	Utilização de veículo guiado automaticamente (AVG)	●
	Utilização de guindaste de empilhamento de contêineres automático	●
	Utilização de portêiner automático	●
	Sistema de sensor wireless para posicionamento de cargas	●
	Utilização de <i>gate</i> automatizado	●
	Sistema de amarração de navios automatizados	●
	Sistema auxiliar de acoplamento de navios	●
Sistema de monitoramento meteorológico com sensores	●	

Quadro 4- (Continuação)

Componente	Prática Inteligente	
	Sistema de monitoramento oceanográfico com sensores	●
Segurança e Cibersegurança	Sistema de monitoramento por câmeras	●
	Sistema de segurança por biometria	●
	Sistema de segurança por sensores/laser	●
	Sistema OCR de identificação de motoristas de caminhões	●
	Sistema de comunicação em tempo real com embarcações	●
	Rastreamento de cargas	●
	Sistema RFID de leitura de contêineres	●
	Sistema RFID de leitura de placas de caminhões	●
	Plano de ajuda mútua	●
	Plano de controle de emergência	●
	Plano de prevenção de riscos ambientais	●
	Análise preliminar de riscos	●
	Sistema de monitoramento de cargas perigosas	●
	Sistema de proteção de dados	●
Eficiência e Produtividade	Indicadores de desempenho e metodologia	●
	Participação da comunidade nos indicadores de desempenho	●
Gerenciamento e Estratégia	Sistema de previsão de tráfego de caminhões	●
	Sistema de previsão de tráfego de vagões	●
	Sistema de previsão de tempo de operações de navios	●
	Planejamento de manutenção de equipamentos de pátio	●
Social	Programa de apoio a pescadores	●
	Projetos sociais com a comunidade	●
	Projetos de educação ambiental	●
	Treinamento para operação de equipamentos	●
	Treinamento para operação de softwares e metodologias	●
	Capacitação interna de funcionários	●
	Plano de realocação de funcionários	●
	Capacitação externa dos funcionários	●
Relacionamento com órgãos públicos	●	
Energia	Fornecimento de energia aos navios	●
	Geração e utilização de energia solar	●
	Geração e utilização de energia eólica	●
	Utilização de sensor de iluminação dinâmica	●
Meio Ambiente e Sustentabilidade	Reciclagem de materiais descartados	●
	Iniciativas de economia circular	●
	Certificações ambientais	●
	Limpeza das vias hídricas	●
	Infraestrutura interna para reparos em navios	●
	Infraestrutura interna para descomissionamento de navios	●
	Compartilhamento de equipamentos com outros portos/terminais	●
	Projeto de geração de crédito de carbono	●

Fonte: Autora (2022).

Figura 10- Porcentagem de aderência às práticas inteligentes



Fonte: Autora (2022).

Analisando a escala de aderência às práticas inteligentes apresentada na Figura 11, têm-se a componente de energia como a com menor aderência às práticas inteligentes, visto que está apresentando 0% de práticas inteligentes aderidas. Entretanto, devido à alta demanda de recursos necessária para implementar práticas inteligentes nesta componente, optou-se, em discussão, com o Porto Itapoá pela segunda com a menor porcentagem de inteligência, sendo ela a de tecnologia- ativos virtuais. Além disso, outro motivo citado pelo Porto para a adesão da componente foi a alta necessidade nesse momento de melhoria nas tecnologias virtuais.

Figura 11- Escala de aderência do Porto Itapoá às práticas inteligentes por componente



Fonte: Autora (2022).

Outro ponto levantado pelo Porto foi a necessidade incluir as práticas inteligentes da componente de cibersegurança às de ativos virtuais, visto que estas, dentro do Porto, são tratados no mesmo setor, ou seja, no setor de tecnologia da informação. Dessa forma, em vista da necessidade do porto, optou-se por unir as práticas inteligentes relacionadas à cibersegurança, às práticas da componente de tecnologias- ativos virtuais.

Entre as práticas inteligentes selecionadas no trabalho de Gorges (2021) voltadas à cibersegurança, até o momento a componente de segurança e cibersegurança contava apenas com a prática inteligente de sistema de proteção de dados. Dessa forma, houve a necessidade de realizar uma busca por novas tecnologias ligadas à componente para torná-la mais completa diante dos avanços das tecnologias.

5.2.1.1. Atualização da componente de cibersegurança

A cibersegurança pode ser entendida como a habilidade ou capacidade de proteger ou defender os sistemas de comunicação e suas informações de modificações ou utilização não autorizada (BRUSTOLIN e BRANDÃO, 2017). A preocupação com a temática não é um problema atual, visto que desde os anos 80 há transmissão de vírus de computador para

computador (ALMEIDA, 2021) e com o avanço da tecnologia, os vírus e ameaças cibernéticas também avançaram.

Segundo Douiaoui *et al.* (2018) e Yau *et al.* (2020), deve ser significativamente considerada pelos portos inteligentes visto que, com o avanço da modernização, a qual caminha para a adesão cada vez maior de digitalização nas atividades portuárias, invasões cibernéticas tornam-se perigos proporcionalmente mais impactantes, visto que todo o sistema digitalizado passa, em especial aqueles que contam com tecnologias como a Internet das Coisas, a ser alvo deste tipo de ataque (LIAO *et al.*, 2020).

Segundo Durán *et al.* (2019), a falta de sistemas que proporcionem confiança na cibersegurança impede que muitos portos vislumbrem tecnologias de integração de sistemas com a comunidade portuária, como o *Port Community System*, por exemplo. Isso decorre do fato de que, portos conservadores sentem receio em ter seus dados vazados ou comprometidos após a adesão a esse tipo de tecnologia sem segurança em seu sistema de proteção.

Mesmo diante de muitas tecnologias e pessoas especializadas em lidar com situações de ciberataques, Almeida (2021) ressalta a importância da prevenção do problema, visto que, dessa forma, os vírus e *hackers* ficam impedidos de chegar em qualquer informação do sistema que pretendem invadir. Além disso, o autor afirma que os custos envolvidos na solução da ciberinvasão são muito maiores do que os envolvidos na prevenção.

Li *et al.* (2019) afirmam que quando os funcionários de uma empresa estão treinados e cientes das medidas de segurança da companhia, e quando atuam em um ambiente organizado nessa temática, as respostas às ameaças são muito mais eficientes e seguem o comportamento esperado pela empresa. Tal comportamento é muito benéfico para a companhia, visto que, quando usuários não cumprem as normas de segurança cibernética, as ameaças atacam com muito mais facilidade, pois só precisam atravessar uma barreira, a humana.

Ainda segundo os autores supracitados, apenas a exposição das políticas de segurança cibernética da empresa não funciona de maneira eficaz, por mais que os funcionários recebam as normas por escrito, pois estes costumam a subestimá-las, visto que não possuem instrução adequada e não compreendem o prejuízo que podem causar à companhia.

Dessa forma, prevenir o ataque cibernético é visto como a melhor alternativa para uma empresa, e para que isso ocorra de maneira adequada, é necessária a capacitação dos funcionários da empresa para que eles estejam preparados para enfrentar e discernir atitudes suspeitas de atitudes rotineiras. Além disso, é ainda necessário conscientizar os funcionários da gravidade de atos de irresponsabilidade cibernética. Sendo assim, a melhor forma de estruturar

essa solução é por meio de treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários, o qual tornou-se um indicador da componente de segurança e cibersegurança.

5.2.2. Passo 2 - Estado atual

Antes de definir a prática inteligente a ser trabalhada, optou-se por adiantar a etapa de levantamento do estado atual com a finalidade de escolher com maior estratégia a prática inteligente a ser trabalhada da componente “Tecnologia – Ativos Virtuais”, visto que o projeto piloto abordará apenas uma.

Sendo assim, mais uma vez optou-se por realizar o levantamento do estado atual por meio de uma reunião virtual na plataforma *Teams*, dessa vez contando com, além do time de inovação do Porto, que ficou responsável pelo projeto dentro da empresa, mas também com o time da área de tecnologia da informação, responsável pela componente abordada.

Para que o levantamento fosse mais detalhado, optou-se por não perguntar apenas se o porto possuía ou não as práticas inteligentes da componente, mas por realizar mais de uma pergunta para cada prática, assim como detalhado no Quadro 5, com a finalidade de aprofundar as discussões sobre cada uma delas. Dessa forma, houve a necessidade de realização de duas reuniões de uma hora para que todas as informações fossem repassadas. As respostas foram então compiladas no Quadro 6 para análise.

Quadro 5- Perguntas referentes a cada prática inteligente da componente “Tecnologia – Ativos Virtuais”

Prática inteligente	Perguntas
Armazenamento de dados	Quais tecnologias o porto utiliza para armazenamento de dados? (Nuvem, papel, dispositivos físicos...)
	Considerando a existência de diversos tipos de dados (Imagens de câmeras, informações de operações, RH...) Para cada uma delas são utilizados diferentes tipos de armazenamento? Citar exemplos.
	Em quais áreas do porto essa tecnologia é aplicada?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto?
	Há pretensão de expansão da tecnologia atualmente utilizada?
Equipe de inteligência de dados	Há equipe de inteligência de dados?
	Há pretensão de aplicação de tecnologias ou <i>softwares</i> para inteligência de dados?
	Quais áreas/ setores ou demandas do porto seriam diretamente trabalhadas pela equipe?

Quadro 5- (continuação)

Prática inteligente	Perguntas
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Padronização de dados	Há padronização de dados?
	Quais setores/áreas/demandas seriam trabalhados com a aplicação dessa prática inteligente? Com qual objetivo?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Pré-processamento de dados	Há pré-processamento de dados?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Tratamento/ Processamento de dados	Há tratamento de dados?
	Como são utilizados os dados hoje?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Utilização de <i>machine learning</i> para tratamento de dados	É utilizado <i>machine learning</i> para tratamento de dados?
	<i>Machine learning</i> é estudado ou trabalhado por algum setor para futura aplicação?
	Quais problemas/gargalos poderiam ser melhorados com a aplicação de <i>machine learning</i> ?
Sistema integrado com a comunidade portuária	Há utilização do sistema <i>Port Community System</i> ?
	Há utilização do PortCDM (<i>Port Collaborative Decision Making</i>)?
	Há algum tipo de sistema unificado que proporcione contato direto com outros portos, terminais ou comunidade portuária?
	Há pretensão ou início de trabalho de algum tipo de sistema como esse?
Utilização de <i>digital twin</i> para novos equipamentos	Há utilização de <i>digital twin</i> ou de protótipos virtuais sincronizados?
	Como é trabalhado o planejamento de implantação de um novo equipamento?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Utilização de <i>blockchain</i>	O porto utiliza <i>blockchain</i> em algum processo?
	Qual a prioridade dessa prática para o porto? Há pretensão de aplicação?
Sistema de proteção de dados	Há sistema de proteção de dados?
	Quais setores da empresa são diretamente trabalhados por essa prática inteligente?
	O porto utiliza ou pretende utilizar tecnologias como “ <i>Cloud SIEM</i> ” e “ <i>softwares de SOAR</i> ”?
	Quais tecnologias são atualmente utilizadas pelo porto para proteção? (<i>firewall, softwares de monitoramento, sistemas de controle de acesso...</i>)
	Qual a prioridade dessa prática para o porto?
	Já houve episódios de invasão de dados?

Quadro 5- (continuação)

Prática inteligente	Perguntas
	Há pretensão de melhora da proteção atual? É estudada alguma tecnologia para auxiliar nesse processo?
Treinamento e medidas preventivas contra <i>ciberataques</i> com funcionários	Há treinamento dos funcionários para evitar ciberataques? De que tipo?
	Há um plano de ação para os funcionários em caso de ciberataque? Explique.
	Os funcionários utilizam equipamentos próprios para acesso a plataformas do porto?
	Os funcionários utilizam biometria para acesso a plataformas do porto?
	O porto utiliza ou pretende utilizar a tecnologia UEBA?
	Há pretensão de melhora da proteção atual? É estudada alguma tecnologia para auxiliar nesse processo?

Fonte: Autora (2022).

Quadro 6- Respostas referentes a cada prática inteligente

Prática inteligente	Respostas
Armazenamento de dados	Banco SQL Server SAP (utilização do banco HANA e Sybase) 2 Data Centers Aplicações mínimas em nuvem
Equipe de inteligência de dados	Não há equipe específica de inteligência de dados Há pessoas de diferentes áreas que atuam no suporte e análise de BI's para suas respectivas áreas
Padronização de dados	Não há padronização total de dados Ainda há fontes de dados em planilhas há transformação de dados da visão de uma área para outra
Pré-processamento de dados	Há transformação de dados por meio do <i>Data Warehouse</i> Há pré-processamento para liberação dos contêineres
Tratamento/Processamento de dados	Dados são coletados e tratados no BI para análise e tomada de decisão estratégica Tableau
Utilização de <i>machine learning</i> para tratamento de dados	Ainda não é utilizado
Sistema integrado com a comunidade portuária	Não utilizam <i>Port Community System</i> Não utilizam <i>Port CDM</i> Possuem portal com a receita Envio de dados para a ANTAQ Participação na PROCOMEX (Aliança Pró- Modernização Logística de Comércio Exterior) Tradelens - Maersk

Quadro 6- (continuação)

Prática inteligente	Respostas
Utilização de <i>digital twin</i> para novos equipamentos	Não utilizam <i>Digital Twin</i> Utilizam Ambiente de desenvolvimento Impressora 3D
Utilização de <i>blockchain</i>	Não utilizam diretamente Participação na plataforma da Maersk com a IBM
Sistema de proteção de dados	Possuem WAF (<i>Web Application Firewall</i>) Antivírus
Treinamento e medidas preventivas contra <i>ciberataques</i> com funcionários	Envio de <i>phishings</i> como treinamento Utilização de duplo fator de autenticação (MFA)

Fonte: Autora (2022).

Entre as oportunidades notadas durante a reunião, têm-se a utilização de mais arquivos em nuvem, visto que foi informado que o porto faz uso de tal tecnologia para aplicações mínimas atualmente, e tal tecnologia é uma das fontes de armazenamento mais utilizadas pela tecnologia *big data*, tecnologia de grande importância para armazenamento numeroso de dados. (GARÍN, 2020), além de fornecer computação otimizada e eficiente, o que permite acesso de forma segura de qualquer lugar (BOJANOVA *et al.*, 2013). O Porto afirma que, a principal dificuldade para a utilização do armazenamento em nuvem é a precariedade dos fornecedores de *links* locais confiáveis.

Sobre a prática inteligente de equipe de inteligência de dados, o Porto informa que não possui uma equipe específica para tratar do tema, mas que em cada área há pessoas responsáveis pelo suporte e análise dos BI's (*Business Intelligence*) de suas respectivas áreas, fato que levanta a possibilidade de trabalhar na prática em questão para buscar maior equiparação com um *smart port*.

Ao se tratar da padronização de dados, o Porto ressalta que não há padronização total, visto que possui determinados dados armazenados em planilhas, fato que dificulta a importação e análise destes, mas ressalta a pretensão da eliminação de fontes de dados manuais. Como diferentes áreas podem possuir dados em fontes diferentes, há a transformação de dados do tipo de fonte utilizado em uma área para o tipo de uma outra área para que as informações possam ser utilizadas.

Sobre o pré-processamento de dados, há a transformação de dados por meio do *Data Warehouse*, que é um sistema de armazenamento com função de alimentar e dar suporte a

relatórios (SAP, 2022). Dentro das operações do porto, há pré-processamento para a liberação documental da carga para importação ou exportação. Já para o tratamento/ processamento de dados, há coleta e tratamento no BI para realização de análises e então tomada de decisões estratégicas. Utiliza-se também uma ferramenta chamada Tableau com o mesmo objetivo. Também em relação ao tratamento de dados, o porto cita que não utiliza *machine learning* para a finalidade citada, mas que tal ferramenta está no seu radar de análises.

Em relação à sistemas integrados com a comunidade portuária, o porto alega que não utiliza *Port Community System* e *Port CDM*, mas que, com a finalidade de integração com a comunidade externa, utiliza o portal com a Receita Federal, faz envio de dados para a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), além da participação na Aliança Pró-Modernização Logística de Comércio Exterior (Procomex) e por fim o uso da plataforma *Tradelens* da Maersk, e IBM, que consiste em um meio de troca seguro de informações entre a cadeia de suprimentos global do setor (IBM, 2022).

Para o desenvolvimento de novos projetos e equipamentos o porto cita que não faz uso da tecnologia de *digital twin*, mas que utiliza impressão 3D e ambiente de desenvolvimento para tais tarefas.

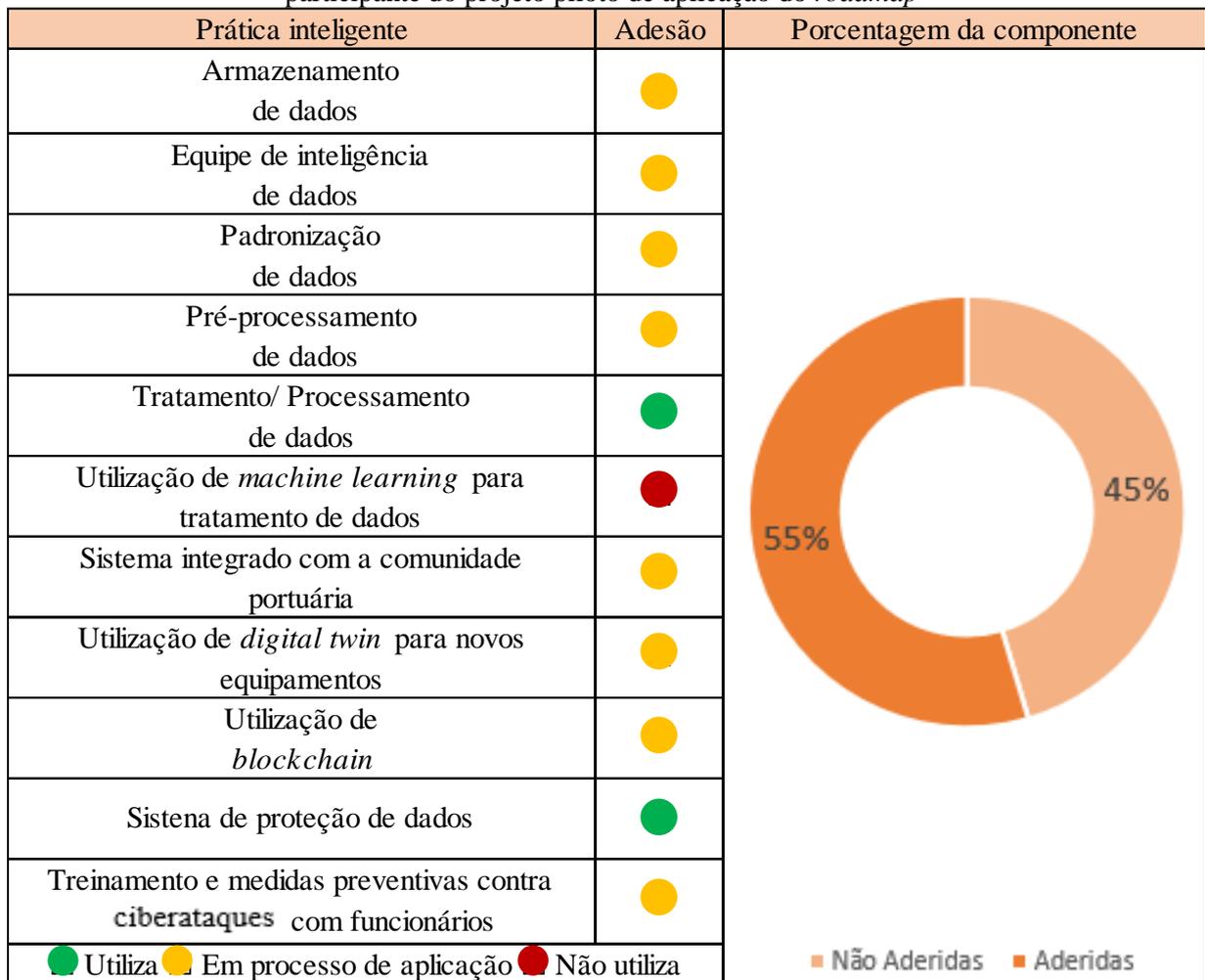
Sobre a utilização da tecnologia *blockchain*, o porto diz não utilizar diretamente, pois não houve uma sinergia entre a aplicabilidade direta da tecnologia e a realidade atual do porto, entretanto, há a participação na plataforma da Maersk e IBM, *Tradelens*, a qual faz uso da tecnologia *blockchain* para sustentar a troca eficiente de informações (IBM, 2022).

Para a proteção dos dados, o porto faz uso de um *Web Application Firewall* (WAF), além de antivírus e *firewall*. Em paralelo a empresa mapeia outras tecnologias para trazer maior segurança para as informações contidas. Dentro da mesma temática de proteção, a empresa faz uso de *phishings* para simular invasão virtual e assim alertar os funcionários sobre as possíveis ameaças.

Dessa forma, a Figura 12 apresenta um resumo de cada prática inteligente da componente escolhida, ou seja, tecnologia- ativos virtuais, além de seguir a mesma lógica de legendas para as práticas que já são aderidas, as que estão em processo de adesão ou com adesão parcial e as que não foram aderidas até o momento.

Para a elaboração do gráfico apresentado na Figura 12, utilizou-se também a lógica de pesos anterior, sendo 1 para práticas inteligentes já aderidas, 0,5 para as que possuem adesão parcial ou que estão em processo e 0 para as que não foram aderidas até o momento.

Figura 12- Análise do estado atual da componente de ativos virtuais + cibersegurança no porto participante do projeto piloto de aplicação do *roadmap*



Fonte: Adaptado de Gorges (2021).

Sendo assim, a componente de ativos virtuais teve um salto de 17% para 55% de adesão quando realizado o levantamento por meio de reunião com o porto, e não apenas por respostas ao questionário de Gorges (2021). Tal fato ressalta a importância de se realizar essa etapa do estudo por meio de reunião presencial ou não, o que evita que dúvidas por parte de quem realiza o preenchimento do questionário não afetem diretamente os resultados. Além disso, a resposta ao questionário possibilita apenas avaliação se há ou não a prática inteligente no local, entretanto a aderência de mais uma classificação como a “aplicação parcial” é relevante e proporciona um aumento significativo da porcentagem de aderência em alguns casos, assim como o atual.

5.2.3. Passo 3 - Prática inteligente

Em vista das limitações já citadas de prazo e investimentos do atual estudo de caso, no projeto piloto de aplicação do *roadmap* proposto optou-se pela realização do estudo em apenas uma prática inteligente, que será citada mais adiante, o que reforça a necessidade de se conduzir as etapas do *roadmap* na ordem citada. Entretanto, recomenda-se fortemente que, para que haja um salto razoável de nível de aplicação de práticas inteligentes realize-se o roteiro em mais de uma prática inteligente e em mais de uma componente.

Sendo assim, para conduzir a escolha da prática inteligente no projeto piloto, optou-se por entender junto ao porto quais práticas inteligentes relacionadas à componente de tecnologia-ativos virtuais atualmente mais necessitavam de melhoria com a finalidade de, em vista da análise ser apenas para uma prática inteligente, buscar assertividade e eficiência na escolha. Sendo assim, o porto retornou a necessidade de optar por uma prática relacionada à cibersegurança. Dessa forma, entre as práticas inteligentes a serem consideradas para execução do projeto piloto, têm-se o sistema de proteção de dados e treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários.

Após isso, para a tomada de decisão final, optou-se por descartar as práticas já aderidas pelo porto, o que resultou no descarte de sistema de proteção de dados. Sendo assim, a prática selecionada para o projeto piloto foi a de treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários como pode-se notar no fluxograma da Figura 13.

Figura 13- Fluxograma de escolha da prática inteligente da componente de tecnologia- ativos virtuais



Fonte: Autora (2022).

5.2.4. Passo 4 - Estado desejado

Por se tratar de uma temática relativamente pouco abordada pelos portos e terminais atualmente, visto que não há facilmente disponíveis materiais nos sites dos portos de referência, utilizou-se como maior parte das referências para a prática inteligente selecionada, empresas ligadas a treinamentos de cibersegurança, visto que estas são as organizações que oferecem a tecnologia mais avançada no setor em decorrência da sua alta demanda e busca por lucro. Recomenda-se que, para aprofundar ainda mais o estado desejado para essa prática inteligente, seja realizado contato com portos de referência para entender como ocorre a tratativa desta temática.

Sendo assim, de acordo com a IMO (2017), que fornece diretrizes sobre gerenciamento de risco cibernético marítimo, é necessária a instauração da cultura de consciência de risco cibernético dentro da companhia em questão.

A High Security Center (2022), empresa especializada em segurança cibernética recomenda que a empresa passe a monitorar o comportamento dos funcionários dentro da rede para entender onde se encontram as suas vulnerabilidades e de que forma possíveis ameaças

podem ultrapassar a barreira da segurança humana. A empresa destaca que o *phishing*, ou seja, técnicas utilizadas para enganar os funcionários e obter informações confidenciais em que o *hacker* se passa por outra pessoa ou entidade, é responsável por maior parte dos ataques.

Como forma de entender a vulnerabilidade dos funcionários com relação a esse tipo de fraude, e ao mesmo tempo proporcionar conscientização da prática e treinamento dos funcionários, há a prática de envio de *phishings* por parte da organização. Sendo assim, a empresa simula uma ação *hacker* por meio de *phishing*, dessa forma, quando o funcionário é pego pela armadilha, nada acontece, entretanto, a vulnerabilidade é utilizada como base de dados para posterior análise e foco nos funcionários mais vulneráveis.

Além disso a High Security Center (2022) ressalta a necessidade de engajar os funcionários aos treinamentos, visto que estes, quando bem orientados, são a melhor primeira linha de defesa contra ataques. A empresa de treinamentos de segurança Peralis Security (2022) aponta a gamificação como uma das melhores metodologias para motivar, engajar e capacitar os funcionários para a temática de cibersegurança.

Segundo Brustolin e Brandão (2017), a gamificação tem como objetivo a motivação de pessoas e a criação de situações engajadoras por meio de elementos de jogos. A utilização destes desenvolve no usuário capacidades como persistência, além de destrezas cognitivas e motoras, que são exigidas para a obtenção de sucesso no jogo (CARVALHO; ARAÚJO; FONSECA, 2015) além de tornar a gestão de projetos dinâmica (RIBEIRO; MONTENEGRO; SOUSA NETO, 2019).

A utilização dos elementos de jogos tem avançado para o campo profissional devido à sua importância na cultura atual (BRUSTOLIN; BRANDÃO, 2017). Desse modo, os jogos contribuem para que as pessoas desenvolvam habilidades importantes de modo descontraído. Nesse caso, a gamificação se difere do jogo pelo fato de que está irá propor a solução de um problema real.

Sendo assim, neste estudo considera-se como estado desejado um porto que realize simulações de *phishing* para entender as vulnerabilidades, visto que este poderá visualizar por meio de dados as áreas em que os funcionários estão mais suscetíveis a ciberataques, e conscientizar os funcionários e treinamentos de cibersegurança em formato de gamificação para preparar e engajar os funcionários a lidar da maneira correta com ataques cibernéticos.

5.2.5. Passo 5 - Toolkit

O passo inicial para a aplicação da gamificação nos treinamentos é o contato com empresas especializadas no ramo desejado, visto que essas dedicam tempo integral para a construção de plataformas e materiais que permitam o melhor proveito dos funcionários durante o período de treinamento.

A Peralis Security (2022), que entre os seus serviços oferece a plataforma de treinamento de cibersegurança gameficada determina a necessidade de apenas computador com acesso à internet para realização do teste por parte dos funcionários. O mesmo conjunto básico de ferramentas é reforçado pelas empresas Clarity Solutions (2022) e Ludospro (2022), também especialistas em gamificação para empresas.

Também é necessário que o porto reserve um período dentro do horário de trabalho de seus funcionários para realização dos treinamentos, visto que tal tarefa resultará em conversão positiva para o desempenho de trabalho do funcionário dentro do porto e será considerada atividade obrigatória, sendo assim, segundo o Senado Federal (2017), tal atividade será considerada como obrigatória dentro do horário de trabalho ou fora do horário de trabalho com remuneração.

Como o Porto Itapoá já possui a ferramenta do envio de *phishings* aos funcionários, tal prática será mapeada com menor aprofundamento nos próximos passos, mas é de grande importância que o porto mantenha os envios, visto que este está inserido no mapeamento de estado desejado, e além de conferir treinamento aos funcionários, também permite o mapeamento das fragilidades e formação de base de dados para estudo de pontos relacionados à cibersegurança do porto.

5.2.6. Passo 6 - Nível

Em decorrência de sua complexidade baixa de aplicação, visto que empresas como a Microsoft (2022) oferece simulação de ataque de *phishing* dentro de seu plano básico de segurança, o envio de *phishings* pode ser considerado como uma etapa da prática inteligente de treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários como sendo de nível básico de inteligência ao Porto Itapoá.

Devido à necessidade de tempo de treinamento, visto que as empresas citadas para gamificação oferecem plataformas gamificadas com jogos, competição interna, pontos, classificações de desempenho e materiais de curso (PERALIS SECURITY, 2022); mudança de *mindset* dos funcionários, visto que os gestores necessitarão, junto à realização do curso, engajar a realização; e em decorrência de ainda ser uma prática pouco divulgada nos sites dos

portos, e portanto compreende-se como pouco aderida; a etapa de gamificação de treinamento pode ser considerada como uma etapa de nível intermediário de inteligência.

Como pouco sobre a temática foi encontrado em sites de portos de referência, optou-se por não considerar as práticas inteligentes delimitadas como práticas de nível avançado, visto que por se tratar de cibersegurança, as medidas adotadas por estes portos podem ser informações não divulgadas em sites.

5.2.7. Passo 7 - Prazo

Para a realização do envio de *phishings* o porto necessita apenas definir a empresa de *software* que irá utilizar para a realização dos envios, sendo essa discussão realizada internamente com o time responsável pela área dentro do porto; após isso, realizar a adesão e pagamento do plano escolhido e então o disparo de *phishings* pode ser imediato e constante.

Para a realização do treinamento, o porto deve seguir o mesmo início de processo anterior, ou seja, estudo e seleção da empresa responsável pela aplicação da gamificação na companhia, após isso a adesão e pagamento do plano selecionado, e então a divulgação e seleção de horários para a realização dos treinamentos com os funcionários.

O tempo que o porto levará para realizar os estudos, avaliação e adesão, pode variar de porto para porto, entretanto, além dessas etapas não demorarem tempos elevados quando comparados a práticas inteligentes que envolvam construção ou alteração de estrutura física, após elas, a aplicação é imediata. Sendo assim, a prática inteligente de treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários pode ser considerada de tempo curto de aplicação no porto.

5.2.8. Passo 8 - Custo

Para a contratação de *softwares* para o envio de *phishing* e de plataformas de gamificação, o porto deve solicitar orçamento às empresas fornecedoras do serviço solicitado. O custo poderá variar de acordo com o número de funcionários que a empresa possui e nível de aplicação dos treinamentos, entretanto, independente da variabilidade financeiras citada, o investimento não será elevado, visto que não necessita de construção de estrutura, adesão de *softwares* de alto custo, de funcionários terceirizados e nem de um prazo longo de aplicação. Dessa forma, a prática inteligente de treinamentos e medidas preventivas contra ciberataques com funcionários pode ser considerada como uma prática de baixo custo.

5.2.9. Passo 9 - Atores envolvidos

A cada etapa de execução do *roadmap*, pessoas responsáveis pelas diferentes atividades estarão envolvidas no processo. Sendo assim é importante que esteja detalhado todos os atores envolvidos para que a execução ocorra sem interrupções. Essa é uma etapa também flexível de porto para porto, visto que a estrutura interna do porto e suas respectivas áreas são variáveis, e por consequência as pessoas e setores responsáveis também.

Inicialmente, o primeiro grupo de pessoas envolvidas é o grupo de representantes da Universidade parceira que realizou o estudo com o porto, Em seguida, o grupo envolvido do início ao fim da execução do *roadmap* é o grupo de representantes do porto que mantém contato do início ao fim do projeto, neste caso, os representantes da área de inovação do Porto Itapoá.

Após a seleção da componente *smart* que será trabalhada, é necessária a participação do grupo de pessoas responsável pela área selecionada, neste caso, os representantes da área de tecnologia da informação do Porto Itapoá. Em seguida, no roteiro atual, é necessário o envolvimento do time comercial das empresas selecionadas para análise das plataformas para avaliação do melhor produto. Tendo em vista o orçamento, é necessária avaliação pelo time financeiro do Porto Itapoá para validação da adesão do produto.

Por fim, após a seleção e aderência ao treinamento a ser implementado, o time de treinamento da empresa contratada é incumbido de capacitar o time de gestão do Porto Itapoá para a aplicação do treinamento, e então, o último grupo que participa do acompanhamento do *roadmap* é o quadro de funcionários do Porto Itapoá, o qual deve realizar os treinamentos e se capacitar para a temática de cibersegurança.

5.3. RESULTADO DO ROADMAP

Dessa forma, a implementação das informações elaboradas ao longo dos 9 passos do *roadmap* (Figura 7) resultaram na Figura 14, onde se encontram a componente selecionada, prática inteligente, estado desejado, estado atual, as *toolkits* necessárias, o nível de inteligência da prática inteligente selecionada, o custo e prazo de implementação e todos as pessoas envolvidas do início ao fim do processo.

Por meio da estrutura apresentada, o porto poderá agora ter uma visualização completa dos requisitos necessários para aumentar o seu nível de inteligência na componente de

tecnologia- ativos virtuais, e dessa forma, dentro de sua disponibilidade de recursos decidir o momento adequado de iniciar a aderência à prática inteligente.

Figura 14- Resultado do *roadmap* aplicado no Porto Itapoá

COMPONENTE	PRÁTICA INTELIGENTE	ESTADO DESEJADO	ESTADO ATUAL	TOOLKIT	NÍVEL	PRAZO	CUSTO	ATORES ENVOLVIDOS
TECNOLOGIA- ATIVOS VIRTUAIS + CIBERSEGURANÇA	TREINAMENTO E MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA CIBERATAQUES COM FUNCIONÁRIOS	TODAS AS ÁREAS DO PORTO CONTANDO COM TREINAMENTOS CONTRA CIBERATAQUES PARA FUNCIONÁRIOS EM FORMATO DE GAMIFICAÇÃO	FUNCIONÁRIOS CONTAM APENAS COM ENVIO DE PHISHINGS PARA MEDIR O GRAU DE FRAGILIDADE DOS FUNCIONÁRIOS CONTRA CIBERATAQUES	DESKTOP, NOTEBOOK OU TABLET PARA O FUNCIONÁRIO	INTERMEDIÁRIO	CURTO	\$	MEMBROS DA UNIVERSIDADE PARCEIRA
		ENVIO DE PHISHINGS AOS FUNCIONÁRIOS		ACESSO À INTERNET				BÁSICO
				HORÁRIO DENTRO DAS HORAS DE TRABALHO DISPONÍVEL PARA TREINAMENTO				
								TIME COMERCIAL DAS EMPRESAS SELECIONADAS
								TIME FINANCEIRO DO PORTO ITAPOÁ
								TIME DE TREINAMENTO DA EMPRESA CONTRATADA
								TIME DE GESTÃO DO PORTO ITAPOÁ
								FUNCIONÁRIOS DO PORTO ITAPOÁ

Fonte: Autora (2022).

6. CONCLUSÃO

Na execução deste trabalho, diante da grande importância do transporte marítimo na economia e comércio mundial, fica clara a necessidade de que os portos evoluam constantemente e acompanhem as modernizações proporcionadas pelo surgimento de novas tecnologias para se manterem competitivos. Desse modo, para alcançar o objetivo geral, o presente trabalho propôs um passo a passo organizado para que essa evolução possa ser guiada de maneira estratégica levando o porto a se tornar um *smart port*.

Desse modo, iniciou-se o trabalho pelo levantamento bibliográfico acerca do tema de *smart ports*, onde percebeu-se que as discussões sobre o tema têm se tornado muito frequentes, e esta é uma tendência que os portos têm buscado como objetivo. Entretanto notou-se que o acervo bibliográfico nacional sobre o assunto ainda é muito escasso, e dessa forma, portos e terminais brasileiros sentem dificuldade em traçar metas eficientes para alcance do objetivo de se tornar inteligente.

Após isso, realizou-se levantamento bibliográfico sobre o tema de *roadmaps* com o objetivo de buscar a melhor estrutura para o passo a passo proposto pelo trabalho, no qual esperava-se definir as etapas integrantes de um *roadmap* para tornar portos e terminais em *smart ports*. Como era esperado, a maior parte da literatura encontrada é voltada para temáticas diferentes da de portos, entretanto não representou um problema, e com a análise de diferentes estruturas, pode-se definir um *roadmap* de 9 passos para tornar portos e terminais em *smart ports*.

Posteriormente, realizou-se a aplicação do *roadmap* desenvolvido, em um porto brasileiro para validar a sua viabilidade na prática, visto que a teoria foi validada com bons resultados obtidos, inclusive resultando em apresentações de artigos em congressos internacionais, sendo um deles classificado entre os 10 melhores artigos do XIII CIDESPOT (Congresso Internacional de Desempenho Portuário) e convidado a ser publicado como artigo da Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios - REEN e outro, apresentado na 2022 MIT SCALE Latin America & the Caribbean Conference. Adicionalmente, apresentou-se a proposta em diferentes portos brasileiros, os quais receberam muito positivamente o estudo e demonstraram grande interesse na utilização do *roadmap* proposto, fato que possibilitou compreender que a estrutura construída estava alinhada com as necessidades dos portos brasileiros.

Ao longo das conversas com os portos, ficou clara a vontade por parte deles de se tornar *smart ports*, entretanto também ficou evidente a necessidade por parte deles de conteúdos mais claros acerca do tema, pois a definição de portos inteligentes é vista em muitos casos como a definição de portos 4.0.

Sendo assim, visto que muitos portos demonstraram interesse, houve a necessidade de realizar uma triagem para escolher o porto a realizar o projeto piloto, e como resultado, escolheu-se o Porto Itapoá, o qual, além de ser próximo à UFSC, ter participado do estudo de Gorges (2021), possui outras parcerias com a Universidade, e demonstrou muito interesse e disponibilidade para auxiliar em tudo que fosse necessário para a realização do estudo.

Para a realização do projeto piloto, houve a necessidade de alterar a ordem dos passos do *roadmap* em decorrência do estudo ser realizado para apenas uma prática inteligente de uma componente. Entretanto, como a proposta é que o *roadmap* seja aplicado integralmente no porto, é necessário que este seja realizado na ordem proposta inicialmente.

Após a realização do projeto piloto, conclui-se que a estrutura do *roadmap* é adequada e que atende ao seu propósito de fornecer passos objetivos e estratégicos para um porto se tornar *smart*. Entretanto, devido à grande velocidade com que as tecnologias surgem e se aprimoram, além do mesmo fato para as tendências mundiais de mercado, é necessário que as componentes e práticas inteligentes estejam sempre em constante atualização. Além disso, é necessário que a aplicação do passo a passo seja sempre orientada por alguém que estude o assunto de portos inteligentes, como estudantes da área.

A análise do nível de inteligência do Porto Itapoá resultou na componente de Energia como a de menor nível, entretanto por decisão do porto, optou-se por trabalhar a segunda menor componente que foi a componente de Tecnologia – Ativos virtuais, em junção com a componente de Cibersegurança. Constatou-se que a prática inteligente de Treinamentos e Medidas Preventivas Contra Ciberataques com Funcionários como a prática inteligente com maior necessidade de ser trabalhada.

Entre as ferramentas selecionadas para a componente, destaca-se o envio de *phishings* aos funcionários como uma ferramenta de nível básico e treinamentos de cibersegurança gamificados como ferramenta de nível intermediário. Como o Porto já conta com o envio de *phishings*, a adesão aos treinamentos gamificados concederá ao porto nível intermediário de inteligência na prática inteligente de Treinamentos e Medidas Preventivas Contra Ciberataques com Funcionários.

Aconselha-se que, para medir a viabilidade da adesão aos treinamentos gamificados, seja realizada uma análise do número de funcionários que responderam aos *phishings* antes do

treinamento e após o treinamento. Dessa forma, pode-se compreender que se houver uma diminuição no número, os treinamentos foram eficientes e conscientizaram os funcionários sobre os possíveis ciberataques.

Por fim, é aconselhado que seja desenvolvida uma ferramenta para acompanhamento do andamento dos passos do *roadmap*, visto que, quando este for aplicado de maneira integral em um porto ou terminal, muitas práticas inteligentes estarão sendo trabalhadas ao mesmo tempo, e haverá a necessidade de se estar acompanhando de maneira organizada tais práticas. Também é aconselhado que este estudo seja reproduzido em mais portos e terminais com diferentes realidades, para que de fato seja validada a sua viabilidade.

Recomenda-se também como estudos futuros o aumento de pesquisas voltadas à conceituação do termo *smart ports*, para que os portos e terminais brasileiros possam ter mais materiais para basear seus conhecimentos sobre o tema. Além disso, recomenda-se o desenvolvimento de um modelo de maturidade para acompanhamento do *roadmap* no porto ou terminal a ser elaborado.

REFERÊNCIAS

- ALIX, Yann. **What is a smart port?** 2017. Disponível em: <http://parisinnovationreview.com/articles-en/what-is-a-smart-port>. Acesso em: 30 abr. 2021.
- ALMEIDA, João Emílio de. Cibersegurança: da prevenção do risco à gestão de incidentes. **Risti - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, [S.L.], n. 43, p. 1-4, 1 set. 2021. AISTI. <http://dx.doi.org/10.17013/risti.43.1-4>.
- ARIA, Massimo; CUCCURULLO, Corrado. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-971, nov. 2017. Elsevier.
- AKYAZI, Tugce *et al.* A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 492, 14 abr. 2020. MDPI.
- ATTIA, Tarek Mohammed. Importance of communication and information technology and its applications in the development and integration of performance in seaports. **Renewable Energy and Sustainable Development**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 137-146, 30 jun. 2016. Arab Academy for Science, Technology, and Maritime Transport (AASTMT).
- BARBOSA, Gustavo Franco; SHIKI, Sidney Bruce; SILVA, Iris Bento da. R&D roadmap for process robotization driven to the digital transformation of the industry 4.0. **Concurrent Engineering**, [S.L.], v. 28, n. 4, p. 290-304, 24 set. 2020. SAGE Publications.
- BEAULIEU, Martin; BENTAHAR, Omar. Digitalization of the healthcare supply chain: a roadmap to generate benefits and effectively support healthcare delivery. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 167, p. 120717, jun. 2021. Elsevier.
- BOTTI, Antonio *et al.* The re-conceptualization of the port supply chain as a smart port service system: the case of the port of Salerno. **Systems**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 35, 23 abr. 2017. MDPI.
- BRUSTOLIN, Fernando José; BRANDÃO, José Eduardo Malta de Sá. Análise de Gamificação no Simulador de Operações Cibernéticas (SIMOC). **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, [S.L.], n. 23, p. 103-118, 1 set. 2017. Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.
- CAMPISI, Tiziana *et al.* Locally integrated partnership as a tool to implement a smart port management strategy: the case of the port of Ravenna (Italy). **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 224, p. 106179, jun. 2022. Elsevier.
- CARVALHO, Ana Amélia; ARAÚJO, Inês; FONSECA, André. Das Preferências de Jogo à Criação do Mobile Game Connecting: um estudo no ensino superior. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, [S.L.], n. 16, p. 30-45, dez. 2015. Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.
- CHEN, Jihong *et al.* Simplified neutrosophic exponential similarity measures for evaluation of smart port development. **Symmetry**, v. 11, n. 4, p. 485, 3 abr. 2019. MDPI.

CLARITY SOLUTIONS. **Educação Corporativa**. Disponível em: <https://www.clarity.com.br/educacao-corporativa/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

COMISSÃO ECONÔMICA DA AMÉRICA LATINA E CARIBE. **América Latina y el Caribe: la industria de terminales portuarias y los indicadores de actividad del año 2019. 2020. Boletim 380**. Disponível em: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46008/S2000560_es.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

COMISSÃO ECONÔMICA DA AMÉRICA LATINA E CARIBE. **La calma antes de la tormenta: comportamiento del movimiento de contenedores en los puertos de América Latina y el Caribe en 2019 y de los principales puertos durante los primeros meses de 2020. 2021**. Disponível em: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46417/2020_informe_portuario_2019_v.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO. **Informe sobre el transporte marítimo 2019. 2019**. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2019_es.pdf. Acesso em: 24 abr. 2021.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE COMÉRCIO E DESENVOLVIMENTO. **Review of maritime transport 2020. 2020**. Disponível em: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020_en.pdf. Acesso em: 23 abr. 2021.

CORNEJO, Vanessa Rodríguez *et al.* Lean Thinking to Foster the Transition from Traditional Logistics to the Physical Internet. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 15, p. 6053, 28 jul. 2020. MDPI.

DA SILVA, Maurício Randolpho Flores, *et al.* Logística Portuária: Revisão Sistemática de Literatura utilizando o método PRISMA. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2020, Bauru. [Anais] Bauru: UNESP, 2020. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=15.

DIAS, Acires *et al.* RAILWAY INDUSTRY ROADMAP IN THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL. **Transport Problems**, [S.L.], v. 10, n. , p. 29-36, 2017. Silesian University of Technology. <http://dx.doi.org/10.21307/tp-2015-059>.

DOUAILOU, Kaoutar *et al.* Smart port: design and perspectives. In: **Proceedings of 2018 4TH International Conference on Logistics Operations Management (GOL)**. 4, p. 1-6, Le Havre: IEEE, 2018.

DURÁN, Claudia A.; CÓRDOVA, Felisa M.; PALOMINOS, Fredi. A conceptual model for a cyber-social-technological-cognitive smart medium-size port. **Procedia Computer Science**, [S.L.], v. 162, p. 94-101, 2019. Elsevier.

EDELMANN, Noella; MERGEL, Ines. Co-production of digital public services in austrian public administrations. **Administrative Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 22, 27 fev. 2021. MDPI.

FACCHINI, Francesco *et al.* A maturity model for logistics 4.0: an empirical analysis and a roadmap for future research. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 86, 20 dez. 2019. MDPI.

FUNDACIÓN VALENCIAPORT. **Smart ports manual: strategy and roadmap.** 2020. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/smart-ports-manual-strategy-and-roadmap>.
 FUNDACIÓN VALENCIAPORT. **Smart ports manual: strategy and roadmap.** 2020. Disponível em: <https://publications.iadb.org/en/smart-ports-manual-strategy-and-roadmap>. Acesso em 29 mai. 2021.

FRANCISCHINI, Andresa Silva Neto; FRANCISCHINI, Paulino Graciano. **Indicadores de desempenho: dos objetivos à ação:** métodos para elabora KPIs e obter resultados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017.

GARÍN, Miguel. **0:00 / 1:49:32 Webinar Puertos Inteligentes y Nuevas tecnologías.** 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DHmeGRAXZks>. Acesso em: 30 maio 2021.

GORGES, Suzane Carolyne. **Smart Ports: Caracterização e investigação da implementação de práticas inteligentes em portos e terminais brasileiros.** 2021. 167 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2021.

GORGES, Suzane C.; SILVA, Vanina M.D. Modernização portuária: o estado da arte sobre portos inteligentes. *In: Congresso Internacional de Desempenho Portuário, 7., 2020, [S.L.], Anais [...]*, p. 696-713.

HEILIG, Leonard; LALLA-RUIZ, Eduardo; VOB, Stefan. Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework. **Netnomics: Economic Research and Electronic Networking**, [S.L.], v. 18, n. 2-3, p. 227-254, dez. 2017. Springer Science and Business Media.

HIGH SECURITY CENTER. **Conheça os 6 passos para criar um programa de Conscientização em Cibersegurança.** 2022. Disponível em: <https://www.hscbrasil.com.br/programa-de-conscientizacao-em-ciberseguranca/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

IBM. **IBM**, 2022. Portos da América Latina integram plataforma Blockchain da IBM e Maersk para impulsionar participação no comércio global. Disponível em: <https://www.ibm.com/blogs/ibm-comunica/portos-da-america-latina-integram-plataforma-blockchain-da-ibm-e-maersk-para-impulsionar-participacao-no-comercio-global/#:~:text=A%20plataforma%20TradeLens%20foi%20desenvolvida,do%20setor%20de%20transporte%20global>. Acesso em: 12 de Abr. 2022.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. **SE1 7SR: GUIDELINES ON MARITIME CYBER RISK MANAGEMENT.** Londres: Imo, 2017. 6 p.

ISLAM, Nazrul *et al.* Here there be dragons, a pre-roadmap construct for IoT service infrastructure. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 155, p. 119073, jun. 2020. Elsevier.

KARAS, Adrianna. Smart port as a key to the future development of modern ports. **Transnav, The International Journal On Marine Navigation And Safety Of Sea Transportation**, v. 14, n. 1, p. 27-31, mar. 2020.

KERR, Clive; PHAAL, Robert. Roadmapping and Roadmaps: definition and underpinning concepts. **Ieee Transactions On Engineering Management**, [S.L.], v. 69, n. 1, p. 6-16, fev. 2022. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

KORCZAK, Jerzy; KIJEWSKA, Kinga. Smart Logistics in the development of Smart Cities. **Transportation Research Procedia**, v. 39, p. 201-211, 2018.

KUMAR, Aalok. Transition management theory-based policy framework for analyzing environmentally responsible freight transport practices. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 294, p. 126209-126209, abr. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126209>. Acesso em 10 ago. 2021.

LI, Ling *et al.* Investigating the impact of cybersecurity policy awareness on employees' cybersecurity behavior. **International Journal Of Information Management**, [S.L.], v. 45, p. 13-24, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.10.017>.

LIAO, Yongxin *et al.* Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017.

LU, Hsi-Peng; WENG, Chien-I. Smart manufacturing technology, market maturity analysis and technology roadmap in the computer and electronic product manufacturing industry. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 133, p. 85-94, ago. 2018. Elsevier.

LUDOSPRO. **A plataforma ideal para seu processo de aprendizagem corporativa**. Disponível em: https://materiais.ludospro.com.br/integracao-de-funcionarios?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=integracao-de-funcionarios&utm_id=integracao-de-funcionarios&gclid=CjwKCAjwoMSWBhAdEiwAVJ2ndtZ7V0RwwsAB-h0AEFvrzPxuSoy-PUmCTQRFXBpldh5AkUmBYHNF1hoCoUwQAvD_BwE. Acesso em: 10 jul. 2022.

M, Praveen Kumar *et al.* Decoding the Roadmap for Capacity Building of Pharmacology Academicians in Catering to Drug Information Center Services in a Developing Country. **Journal Of Pharmacy Technology**, [S.L.], v. 35, n. 4, p. 146-154, 11 abr. 2019. SAGE Publications.

MEHDIABADI, Amir *et al.* Are We Ready for the Challenge of Banks 4.0? Designing a Roadmap for Banking Systems in Industry 4.0. **International Journal of Financial Studies**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 32, 27 maio 2020. MDPI.

MELKONYAN, Ani *et al.* Scenario and strategy planning for transformative supply chains within a sustainable economy. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 231, p. 144-160, set. 2019. Elsevier.

MICROSOFT. **Simular um ataque de phishing com treinamento de simulação de ataque Defender para Office 365**. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/security/office-365-security/attack-simulation-training?view=o365-worldwide>. Acesso em: 10 jul. 2022.

MONTIBELLER, Gilberto. 0:00 / 1:33:16 **Inovações na análise de cenários e gestão de risco**. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=K72MJPOI9HI>. Acesso em: 03 Jan. 2021.

MOURA, Delmo Alves; PATRÍCIO, Marcelo; BOTTER, Rui Carlos. Análise da automação de terminais portuários de contêineres. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 12, n. 4, p. 83-102, 1 dez. 2016.

ODIERNA, Donna H. *et al.* Symptom Assessment Solutions for In-Home Supportive Services and Diverse Older Adults: a roadmap for change. **Journal Of Palliative Medicine**, [S.L.], v. 21, n. 10, p. 1486-1493, out. 2018. Mary Ann Liebert Inc.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 06 jul. 2022.

OZTURK, Metin; JABER, Mona; IMRAN, Muhammad A. Energy-Aware Smart Connectivity for IoT Networks: enabling smart ports. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [S.L.], v. 2018, p. 1-11, 28 jun. 2018. Hindawi Limited.

PERALIS SECURITY. **PALESTRA GAMIFICADA PARA CONSCIENTIZAÇÃO EM SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO**. Disponível em: <https://www.perallis.com/treinamentos>. Acesso em: 10 jul. 2022

PIANC. **'Sustainable Ports' A Guide for Port Authorities**. 2014. Disponível em: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/EnviCom-WG-150-FINALVERSION.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2020.

PORTO ITAPOÁ. **Porto Itapoá**. 2021. Disponível em: <https://www.portoitapoa.com/porto-itapoa/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

PRINSLOO, Jaco; VOSLOO, Jan Christiaan; MATHEWS, Edward Henry. Towards industry 4.0: a roadmap for the south african heavy industry sector. **South African Journal Of Industrial Engineering**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 174-186, nov. 2019. Stellenbosch University.

RIBEIRO, Waldelino Duarte; MONTENEGRO, Luana Fernandes dos Santos; SOUSA NETO, Manoel Veras de. Gestão inovadora e dinâmica de projetos: uma abordagem sobre gamificação: innovative and dynamic project management: a gamification approach. **Revista de Gestão e Projetos – Gep**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 107-119, ago. 2019.

ROJKO, Andreja. Industry 4.0 Concept: background and overview. **International Journal of Interactive Mobile Technologies (Ijim)**, v. 11, n. 5, p. 77-90, 24 jul. 2017.

SAKTY, Khaled Gaber El. Smart Seaports Logistics Roadmap. **Renewable Energy And Sustainable Development**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 91-95, 30 dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21622/resd.2016.02.2.091>. Acesso em: 4 Abr. 2021.

SANTOS, Reginaldo Carreiro; MARTINHO, José Luís. An Industry 4.0 maturity model proposal. **Journal Of Manufacturing Technology Management**, [S.L.], v. 31, n. 5, p. 1023-1043, 9 dez. 2019. Emerald.

SAP. SAP, 2022. O que é um data warehouse? Disponível em: <https://www.sap.com/brazil/insights/what-is-a-data-warehouse.html>. Acesso em: 12 de abr. 2022.

SARI, A. Y.; PAMADI, M. The smart port concept of Batu Ampar port in Batam. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 343, 2019, p. 1-10, 1 out. 2019. IOP Publishing.

SCHUMACHER, Andreas; NEMETH, Tanja; SIHN, Wilfried. Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. *In: CIRP Conference On Intelligent Computation In Manufacturing Engineering*, 12., 2018, Gulf Of Naples. **Proceedings [...]**. [S.L.]: Elsevier, 2019. 6 p.

SCHWAMBERGER, Benjamin; WAHL-ALEXANDER, Zachary. A Roadmap to Establishing a Community Engagement Partnership between a University PETE Program and a Homeschool Community. **Journal Of Physical Education, Recreation & Dance**, [S.L.], v. 91, n. 8, p. 39-45, 12 out. 2020. Informa UK Limited.

SENADO FEDERAL. Constituição (2017). **Consolidação das Leis do Trabalho - Clt: e normas correlatas**. Brasília: Secretaria de Editoração e Publicações, dez. 2017.

SHUO, Chen *et al.* The analysis of the necessity of constructing the Huizhou. *In: International Conference On Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS)*, 19., 2016, Rio de Janeiro. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2016. p. 159-162.

WANG, Lei *et al.* Artificial intelligence in product lifecycle management. **The International Journal Of Advanced Manufacturing Technology**, [S.L.], v. 114, n. 3-4, p. 771-796, 22 mar. 2021. Springer Science and Business Media LLC.

WORLD BANK GROUP. **Global economic prospects june 2020**: heightened tensions, subdued investment. Washington: World Bank Group, 2020.

WORLD BANK GROUP. **Global economic prospects january 2021**: heightened tensions, subdued investment. Washington: World Bank Group, 2021.

WORLD PORTS SUSTAINABILITY PROGRAM. **World Ports Sustainability Report 2020**. 2021. Disponível em: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/WORLD-PORTS-SUSTAINABILITY-REPORT-2020-FIN.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

WU, Yunjian *et al.* Study on inteligente port under the construction of smart city. *In: IEEE International Conference On Service Operations And Logistics, And Informatics*, 2013, Dongguan. **Proceedings [...]**. IEEE, 2013. p. 1-5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6611405>. Acesso em: 28 abr. 2021.

YAU, K. A. *et al.* Towards smart port infrastructures: enhancing port activities using information and communications technology. **IEEE Access**, vol. 8, pp. 83387-83404, 2020, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2990961.

ZHANG, Lu; ZHAO, Junjie; SHOU, Youping; WANG, Ning; QIAO, Jianzhe; TIAN, Mingjing. The construction strategy and measures for ecological analysis of China's ports. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 133, p. 012027, abr. 2018. IOP Publishing.

WORLD PORTS SUSTAINABILITY PROGRAM. **World Ports Sustainability Report 2020**. 2021. Disponível em: <https://sustainableworldports.org/wp-content/uploads/WORLD-PORTS-SUSTAINABILITY-REPORT-2020-FIN.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.