



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO
GRANDE
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS,
ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO



DAIANE GONÇALVES DA FONTOURA

**UMA ABORDAGEM ÀS PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS
MARÍTIMOS: ESTUDO MULTICASOS**

RIO GRANDE - RS
2024

DAIANE GONÇALVES DA FONTOURA

**UMA ABORDAGEM ÀS PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS
MARÍTIMOS: ESTUDO MULTICASOS**

A dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Administração do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande, como requisito para obtenção do título de Mestra em Administração.

Orientador: Prof.º Dr.º Samuel Vinícius Bonato

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Samuel Vinícius Bonato (PPGA-FURG)

Prof. Dr. Guilherme Lerch Lunardi (PPGA-FURG)

Prof. Dr. Gilnei Luiz de Moura (PPGA – UFSM)

Profª. Dr.ª Ghissia Hausser (PPGEP-UFRGS)

RIO GRANDE, RS
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

F684a

Fontoura, Daiane Gonçalves da

Uma abordagem às práticas de economia circular em portos marítimos: estudo multicasos / Daiane Gonçalves da Fontoura. – 2024.

102 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Programa de Pós-Graduação em Administração, Rio Grande/ RS, 2023.

Orientador: Dr. Samuel Vinícius Bonato

1. Economia Circular. 2. Portos Marítimos. 3. ODS. 4. EC em Portos. 5. Desenvolvimento Sustentável. I. Bonato, Samuel Vinícius. II. Título.

CDU: 334.722

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), pela formação e o conhecimento construído e também ao meu orientador Prof. Dr. Samuel Vinicius Bonato, que caminha comigo nesta jornada acadêmica desde a graduação, oportunizando atuar em seus projetos de pesquisa, orientando meu trabalho de conclusão de curso e agora minha dissertação de mestrado. Encorajou meu progresso, direcionou e ampliou meu crescimento educacional na área ambiental, sem medir esforços e paciência. Eis que aqui tenho a grande oportunidade de ser orientada de um grande profissional que demonstra sua dedicação ímpar a seus alunos. Meu imenso obrigada!

Aos professores integrantes da banca avaliadora que participaram com grande importância da defesa de qualificação do mestrado e também da defesa da dissertação de mestrado: (i) Gilnei Luiz de Moura; (ii) Prof^a. Dr^a Ghissia Hausser; (iii) especialmente ao Prof. Dr. Guilherme Lerch Lunardi, pelas contribuições em banca, pelo acompanhamento da dissertação e de toda a minha trajetória no Mestrado, sempre solicito a orientar e a motivar para continuar.

Um agradecimento à minha família (meus pais, irmãos, primas, amigos, etc) que desde sempre me apoiaram e incentivaram a conquista desta etapa. Aqui deixo também, um agradecimento especial a minha avó – Me. Nilza Rita Lourenço da Fontoura – educadora extraordinária, um dos pilares de transformação e crescimento da Universidade, minha maior motivadora à vida acadêmica.

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa é investigar as alternativas e os desafios de economia circular (EC) em portos marítimos, evidenciando oferecer aos portos em geral práticas que ampliem seu conhecimento sobre o tema, por meio de uma revisão sistemática de literatura (RSL) e estudo de caso em portos localizados no território brasileiro. A EC é apresentada e descrita como uma nova prática econômica que propõe uma mudança em toda a maneira de consumir e se relacionar com as matérias-primas e seus resíduos. De maneira efetiva, a EC traz oportunidades que corroboram para a sustentabilidade portuária de acordo com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS). Para tanto, a pesquisa apoia-se na abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, a partir de casos múltiplos integrados, com a construção de protocolo para ordenar e sistematizar os resultados. A fonte de evidências também foi baseada em entrevistas semiestruturadas e análise documental. A análise dos dados será realizada através da técnica de pesquisa Análise de Conteúdo defendida por Bardin (2016) e se estrutura em três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material, categorização ou codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. Diante das informações retiradas junto às bases de dados da Scopus e Web of Science, pode-se recolher informações e direcionamentos diante do panorama mundial sobre o tema e a categorização de alternativas diante dos resíduos encontrados no setor portuário: Alternativas para Sedimentos Dragados; Resíduos de Embarcações, Cargas e Bordo; Águas Residuais; Resíduos de Pesca e; Resíduos da Aquicultura. Ademais, foi possível elencar através do estudo de múltiplos casos quais as barreiras existentes para a implementação do modelo circular nos portos selecionados para o estudo: barreiras culturais, financeiras, regulamentadoras e estratégicas, bem como, direcionamentos encontrados na literatura revisada. Desse modo, esta pesquisa visa ampliar as reflexões relevantes para o desenvolvimento e propagação do conhecimento a respeito da temática de forma a, contribuir para a gestão de uma nova visão de negócios portuários que priorize a prevenção, a reciclagem e a valorização de resíduos, em prol da sustentabilidade mundial portuária.

Palavras-chave: Economia Circular. Portos Marítimos. ODS. EC em Portos. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The objective of this research is to investigate the alternatives and challenges of circular economy (CE) in seaports, evidencing offering ports in general practices that expand their knowledge on the topic, through a systematic literature review (SLR) and case study in ports located in Brazilian territory. CE is presented and described as a new economic practice that proposes a change in the entire way of consuming and relating to raw materials and their waste. Effectively, the CE brings opportunities that support port sustainability in accordance with the sustainable development objectives (SDGs). To this end, the research is based on a qualitative, exploratory and descriptive approach, based on multiple integrated cases, with the construction of a protocol to order and systematize the results. The source of evidence was also based on semi-structured interviews and document analysis. Data analysis will be carried out using the Content Analysis research technique advocated by Bardin (2016) and is structured in three phases: 1) pre-analysis; 2) material exploration, categorization or coding; 3) treatment of results, inferences and interpretation. Given the information collected from the Scopus and Web of Science databases, information and guidance can be collected regarding the global panorama on the topic and the categorization of alternatives regarding waste found in the port sector: Alternatives for Dredged Sediments; Vessel, Cargo and Shipboard Waste; Residual waters; Fishing Waste and; Aquaculture Waste. Furthermore, it was possible to list, through the study of multiple cases, which barriers existed for the implementation of the circular model in the ports selected for the study: cultural, financial, regulatory and strategic guidelines, as well as directions found in the reviewed literature. Therefore, this research aims to expand the relevant reflections for the development and propagation of knowledge regarding the topic in order to contribute to the management of a new vision of port business that prioritizes prevention, recycling and recovery of waste, in towards global port sustainability.

Keywords: Circular Economy. Sea Ports. SDGs. CE in Ports. Sustainable Development.

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas.
ANTAQ - Agência Nacional De Transportes Aquaviário.
BCSD - Conselho Empresarial Para Desenvolvimento Sustentável.
CNI - Confederação Nacional Da Indústria.
CEBRI - Centro Brasileiro de Relações Internacionais.
DS - Desenvolvimento Sustentável.
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
EC - Economia Circular.
EL - Economia Linear.
EMF - Ellen MacArthur Fundação.
IDA - Índice de Desenvolvimento Ambiental.
ISO - Sistema De Gestão Ambiental.
NEC - Núcleo de Economia Circular.
MMA - Ministério De Meio Ambiente.
MMO - Gestão De Organização Marítima.
PROEA - Programa de Educação Ambiental do Porto do Rio Grande.
RSL – Revisão Sistemática da Literatura.
OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
ONU - Organização das Nações Unidas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama de Borboleta	19
Figura 2 - Os 17 ODS Aprovados Por 193 Países Membros Da ONU	20
Figura 3 - Estrutura do percurso metodológico	37
Figura 4- Indicadores IDA (Índice de Desenvolvimento Ambiental)	40
Figura 5 - Ranking IDA (Índice de Desenvolvimento Ambiental)	41
Figura 6 - Fluxo de Informações nas Diferentes Fases de uma Revisão Sistemática (RSL)	44
Figura 7- Estrutura de Percurso Metodológico	54
Figura 8- Localização do Complexo Portuário de Rio Grande	57
Figura 9 - Cargas Relevantes do Porto de Rio Grande	58
Figura 10 - Localização do Complexo Portuário do Itaqui	66
Figura 11- Cargas Relevantes do Porto do Itaqui	67
Figura 12 - Localização do Porto de São Francisco do Sul	77
Figura 13 - Cargas Relevantes Porto de São Francisco do Sul	77
Figura 14 - Categorias das Alternativas de EC	93
Figura 15 - Tópicos para Implementação da EC.	100
Figura 16 - Estrutura das Considerações Finais.	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de Aspectos e Impactos Ambientais da Atividade Portuária	27
Quadro 2- Descrição das Alternativas	32
Quadro 3 - Artigos RSL	46
Quadro 4 - Relação dos Entrevistados	48
Quadro 5 - Roteiro da Entrevista	49
Quadro 6 - Operacionalização dos Objetivos do Estudo	50
Quadro 7- Sequência de Técnica da Análise de Conteúdo	52
Quadro 8 - Protocolo de Estudo de Caso	53
Quadro 9 - Síntese dos Objetos de Estudo.	56
Quadro 10- Planos e programas Ambientais	59
Quadro 11- Planos e programas Ambientais	68
Quadro 12- Planos e Programas Ambientais	78
Quadro 13 - Alternativas de EC nos Portos Entrevistados	85
Quadro 15 - Barreiras e Sugestões	91
Quadro 16- Fluxos Circulares em Portos	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO	17
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 ECONOMIA CIRCULAR COMO UMA NOVA ABORDAGEM – (EC)	19
2.1.1 Barreiras e Facilitadores à Adoção Da EC	24
2.2 O CENÁRIO NACIONAL: UMA VISÃO ATUAL SOBRE ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL	26
2.3 O CONTEXTO MUNDIAL: IMPORTÂNCIA DA EC PARA OS PORTOS MARÍTIMOS	28
2.4 CATEGORIAS E ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS MARÍTIMOS	31
3 PERCURSO METODOLÓGICO	40
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA E MÉTODO DE ABORDAGEM	40
3.2 AS UNIDADES DE ANÁLISE E A ESCOLHA DOS OBJETOS DE ESTUDO	42
3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	44
3.4 ANÁLISE DE DADOS	53
4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	56
4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR NOS PORTOS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO	57
4.1.1 Porto de Rio Grande - Portos RS Autoridade Portuária (RS)	
4.1.1.1 <i>Economia Circular no Porto de Rio Grande (RS)</i>	63
4.1.2 Alternativas de Ec - Empresa Maranhense do Porto Do Itaqui (EMAP)	67
4.1.2.1 <i>Economia Circular no Porto Do Itaqui (MA)</i>	72
4.1.3 Alternativas de Ec - Porto de São Francisco do Sul (SCPAR)	78
4.1.3.1 <i>Economia Circular no Porto De São Francisco do Sul</i>	82
4.2 MATRIZ DE ANÁLISE – PANORAMA DAS ALTERNATIVAS	86
4.3 DESCOBERTAS - DESAFIOS DA ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS BRASILEIROS	90
4.3.1 Cultura Organizacional	91
4.3.2 Financiamento e Parceiros	91
4.3.3 Regras, Políticas e Instrumentos Regulatórios	92
4.3.4 Barreira gerencial estratégica	92
4.4 SÍNTESE DAS ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR: PORTOS X LITERATURA	97
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
5.1 RETOMANDO OS PASSOS INICIAIS	105
5.2 EMERGÊNCIAS E DESCOBERTAS	106
5.3 LIMITAÇÕES E AGENDA DE PESQUISA	108
REFERÊNCIAS	110

1 INTRODUÇÃO

Os portos são pontos nodais para todos os tipos de resíduos e fluxos industriais, bem como modos de transporte, os quais podem abrigar aglomerados industriais com proximidade urbana, representando um potencial para desenvolver e avançar rumo a transição da Economia Circular (EC) (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Haezendonck; Van Den Berghe, 2019). Frente a isso, com a crescente ênfase na pesquisa voltada para o desenvolvimento sustentável (DS), a EC tem ganhado destaque como um meio adicional para criar valor, enquanto reduz o impacto ambiental e promove a equidade social (Roberts *et al.*, 2021).

É importante frisar que existem quatro princípios da EC, os quais incluem minimizar o desperdício, usar energias renováveis, estudar o ciclo de *feedback* para otimizar a produção e maximizar o valor de uso dos produtos (Rizos *et al.*, 2015). A EC defende a redução das necessidades de energia, a aplicação de fontes alternativas de energia como solar, eólica e biomassa (Mihelcic *et al.*, 2003), a qual atua na maximização da eficiência dos recursos e na redução e/ou eliminação dos resíduos, mantendo os recursos em uso pelo maior tempo possível (Habib, 2019; Sassanelli *et al.*, 2019).

Aliado a esse contexto, ressalta-se que os portos marítimos, entendidos como complexos industriais e nós intermodais, são interligações com áreas urbanas, as quais manifestam uma abordagem sinérgica que combina atividades econômicas, logísticas e industriais (Haezendonck, *et al.*, 2000; Girard, 2013). Conforme Karimpour, Ballini e Ölser, (2019), são indústrias circulares, que buscam ativamente os fluxos de materiais e energia que não são utilizados pelas indústrias ao seu redor, visando encontrar vias de escoamento para esses recursos em esquemas de simbiose industrial. Dessa forma, são pontos nodais para todos os tipos de resíduos e fluxos industriais, modos de transporte, bem como podem abrigar aglomerados industriais com proximidade urbana, representando um potencial para desenvolver e avançar rumo a transição da EC (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Haezendonck; Van Den Berghe, 2019).

É possível, diante disso, trazer a pauta que o modelo de EC nos portos marítimos é a manifestação de uma abordagem sinérgica que combina atividades econômicas, logísticas e industriais com o patrimônio cultural do porto e da cidade portuária (Girard, 2013). Isto posto, ancorado nas melhores práticas dos principais portos europeus, como Roterdã, Antuérpia, North Sea Port e Zeebrugge, são a promoção da ecologia industrial, o uso de fonte de energia

renovável e o desenvolvimento de portos marítimos como centros para fluxos de reciclagem (Notteboom, 2020).

No Brasil, os estudos da Ellen MacArthur Foundation, realizados em 2017, tiveram como foco os seguintes setores: agricultura e ativos da biodiversidade, edifícios e construção e equipamentos eletroeletrônicos. De acordo com o relatório Ellen MacArthur Foundation, (2017), no cenário brasileiro, as certificações ambientais estão sendo adotadas como uma primeira etapa na transição para a economia circular e para o desenvolvimento de projetos circulares no setor de edifícios e construção.

Isso posto, apesar de seu potencial considerável, a EC enfrenta inúmeras barreiras para sua implementação (Roberts *et al.*, 2021). Assim, a principal barreira à EC são as atitudes culturais, como a falta de interesse e conscientização do consumidor e a falta de conhecimento e colaboração entre empresas e partes interessadas (Hart *et al.*, 2019; Kircherr *et al.*, 2018). Outras barreiras identificadas na literatura são a falta de apoio político, a falta de uma estrutura consistente, limitações tecnológicas e uma falta de viabilidade financeira para modelos de negócios de EC (Pheiffer, 2017; Hart *et al.*, 2019; IMSA, 2013; OCDE, 2013).

Entre tantos desafios que, os portos enfrentam para adotar a EC pode-se citar a redução no uso de matéria prima natura (extraídas da natureza), resultando na diminuição de tráfego de mercadorias nos portos, pois constituem, atualmente, grande parte do fluxo de cargas, resultando no aumento das taxas de reciclagem e eficiência das matérias-primas, afetando diretamente a competitividade dos portos (Bergqvist; Monios, 2018).

Em estudos recentes, Karimpour, Ballini e Ölser, (2019) argumentam que alguns portos europeus nos últimos anos tomaram medidas para aplicar a abordagem da EC, como o exemplo do porto de Copenhague-Malmö, onde foi analisada a viabilidade do circuito fechado, usando um modelo de EC considerando uma análise de custo-benefício. Da mesma forma, Haezendonck e Van den Berghe, (2020) examinaram os padrões de EC nos portos marítimos da Bélgica, mapeando as iniciativas de circularidade, considerando seu foco estratégico e alinhamento.

Apesar de um número limitado de pesquisas, Roberts *et al.*, (2021) examinaram perspectivas de adoção da EC em portos com interesse atual e futuro, barreiras e ponto de vista de habitantes locais, as quais indicaram um aumento de 60% na adoção futura. Percebe-se que a EC recebe uma atenção crescente como um meio adicional de agregar valor, reduzindo o impacto ambiental e aumentando a equidade social (Roberts *et al.*, 2021).

O estudo apresenta um panorama mundial das alternativas encontradas através da

Revisão Sistemática da Literatura (RSL) destacando as contribuições do modelo de circularidade implementados em portos europeus. Em vista disso, alguns exemplos dessa adoção são apresentados como: abordagens de sedimentos dragados sendo reutilizados para expansão da zona portuária e reabastecimento de praias (Carpenter *et al.*, 2018); geração de energia renovável, principalmente eólica, solar e biomassa (De Lagen; Nijdam, 2019) e, reaproveitamento de resíduos orgânicos, gerando compostos fertilizantes sem petroquímicos e biogás (Williams, 2019).

Outras possíveis práticas podem envolver assuntos mais genéricos como o uso de resíduos de produtos agrícolas como biomassa para produção de plástico (De Lagen; Nijdam, 2019); resíduos de pesca para substituir a farinha de peixe (Kusumowardani; Tjahjono, 2020); resíduos de aquicultura em subprodutos valorizados (Fraga-Corral *et al.*, 2022); reutilização de containers (Gonçalves; Ribeiro, 2022) e etc.

Posto isso, em setembro de 2015 a Organização das Nações Unidas (ONU) aprovou a Agenda 2030 que é um plano de ação elaborado para envolver as pessoas do planeta em busca da prosperidade (Organização das Nações Unidas, 2015). Amparado a isso, cabe salientar que a motivação para a realização desta pesquisa está atrelada à percepção da importância das questões ambientais marítimas portuárias no mundo, as quais assumem papel de destaque nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que fazem parte da Agenda 2030. Assim, neste estudo, são abordados os ODS 7 (Energias Renováveis), 12 (Produção e consumo sustentáveis), 13 (Ação climática), 14 (Proteger a vida marinha) e 17 (Parcerias para a implementação dos objetivos), pois possuem maior interação com temática proposta.

Sob o amparo da abordagem do modelo circular, foi possível investigar de modo mais complexo as realidades, percebendo as potencialidades e dificuldades existentes nos portos marítimos encontrados na literatura, através da RSL, e descobertas sobre os portos no Brasil selecionados para o estudo de caso. Evidencia-se que a EC, inibe o caos ambiental mas percorre caminhos desafiadores diante da sua implementação. Visto isso, com base na discussão exposta, o argumento desta dissertação parte do entendimento de que o modelo de EC é uma das principais vertentes para promover a sustentabilidade ambiental (Korhonen *et al.*, 2018; Prieto-Sandoval; JACA; Ormazabal, 2018), promovendo a evolução dessas práticas no setor de transporte marítimo.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA E DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Em virtude da crescente discussão envolvendo a necessidade de desenvolvimento sustentável no mundo e a implementação da EC como ferramenta em diversos setores, é relevante que a sinergia de informações sobre desenvolvimento sustentável, acrescidas de ferramentas de gestão ambiental e modelos de negócios circulares, sejam identificadas, enquanto os efeitos de repercussão devidos a ganhos de eficiência de forma abrangente (Zink; Geyer, 2017). Argumenta-se isso devido a importância de se viabilizar novas estratégias frente aos sistemas organizacionais de produção que valorizem os bens naturais combinando o conceito de longevidade para superar limitações, abordando a circularidade de materiais, valorizando de forma eficiente todo e qualquer recursos (Figge *et al.*, 2018).

De fato, o princípio da EC possibilita que as operações portuárias alcancem eficiência dos recursos, a redução de resíduos e a reutilização de materiais. Esta eficiência de recursos inclui a reciclagem, a utilização de energias renováveis e a redução das emissões de gases com efeito de estufa (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016). Ao adotar práticas circulares, os portos podem promover a inovação através de novas tecnologias, modelos de negócios e parcerias (Loop Ports, 2018).

Frente a isso, ao buscar estudos publicados em diferentes bases de dados (Scopus, Web Of Science) percebe-se que existem lacunas relacionadas à temática. Estudos relatam a necessidade de pesquisa sobre: modelos de negócios desenvolvidos para as iniciativas de EC, qual o potencial simbioses circulares porto-indústria, desenvolvimento de conjuntos de dados detalhados sobre atividades circulares nos portos, divulgação de dados portuários, objetividade, acesso e mapeamento aprofundado das atividades da EC dos portos, etc, (Haezendonck; Van Den Berghe, 2020; De Langen, Sornn-Friese, Hallworth, 2020; Roberts, 2021; Kovačič Lukman, Brglez, Krajnc, 2022). Sendo assim, a pesquisa proposta se ancora nessa constatação como forma de preencher, mesmo que parcialmente, lacunas identificadas na literatura existente. Diante do exposto, surge o seguinte problema de pesquisa: ***Quais são as alternativas encontradas em Portos Marítimos que visam desenvolver e aprimorar a gestão em negócios portuários voltadas a Economia Circular?***

1.2 OBJETIVOS

Esta subseção tem como finalidade apresentar os objetivos geral e específicos que guiam esta dissertação, com base na questão de pesquisa anteriormente destacada.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é investigar a presença de alternativas de EC em portos marítimos brasileiros, com o intuito de propor sugestões que contribuam para a evolução dessas práticas no setor portuário.

1.2.2 Objetivos Específicos

- i) Investigar na literatura práticas de Economia Circular implementadas em Portos Marítimos;
- ii) Identificar práticas de Economia Circular implementadas em Portos brasileiros;
- iii) Identificar possíveis barreiras para implementar a Economia Circular em Portos; e
- iv) Propor sugestões de aprimoramento à gestão em negócios portuários marítimos voltadas à Economia Circular.

1.3 JUSTIFICATIVA

Os portos marítimos têm desempenhado um papel fundamental no comércio internacional, sendo responsáveis de 80% a 90% do fluxo mundial de cargas (García, 2020). Segundo os dados do Estatístico Aquaviário, produzido pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2019), transita pelo setor portuário brasileiro, em toneladas, cerca de 95% da corrente de comércio exterior do país, além de movimentar, em média, R\$ 293 bilhões anualmente, cerca de 14,2% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Sem dúvida, os portos são *hosts* para uma ampla gama de indústrias, tornando-os um farol para a criação e transporte de resíduos em diferentes fluxos (Jugović; Sirotić; Žgaljić; Oblak, 2022). Dentre os pontos que se destacam, a indústria marítima e portuária têm potencial substancial para se beneficiar da aplicação de negócios de EC, não apenas para diminuir as externalidades negativas, mas para impulsionar o crescimento econômico e aumentar a competitividade

(Karimpour; Ballini; Ölser, 2019). Os benefícios dos portos envolvem facilitar o movimento de pessoas, criar desenvolvimento de infraestrutura, apoiar a oferta direta e indireta de empregos, atrair investimentos e reduzir os custos para produtores e consumidores (Roberts *et al.*, 2019). Uma abordagem para enfrentar essa questão é incrementar os benefícios econômicos locais proporcionados pelos portos (Sehnem *et al.*, 2019).

Com a crescente ênfase na pesquisa voltada para o desenvolvimento sustentável, a economia circular (EC) tem ganhado destaque como um meio adicional para criar valor, enquanto reduz o impacto ambiental e promove a equidade social (Roberts *et al.*, 2021). Pesquisas sobre circularidade e desenvolvimento portuário são particularmente relevantes (Langen *et al.*, 2020), em que uma das lacunas trazidas do tema é desenvolver conjuntos de dados detalhados sobre atividades circulares nos portos, para permitir o corte transversal e a análise dos condutores de EC, criando a possibilidade de expandir vertentes sobre o assunto.

Pontua-se a interseção entre a EC e a sustentabilidade, pautada em princípios que defendem a preservação e a melhoria do capital natural, otimização da eficiência dos recursos e promoção da eficácia do sistema, oferecendo como retorno oportunidades significativas para a inovação, meio ambiente e eficiência econômica (EMF, 2019; Geissdoerfer *et al.*, 2017). Nesta lógica, pesquisas são necessárias, especialmente em termos de divulgação de dados portuários, objetividade, acesso e mapeamento aprofundado das atividades de EC (Kovačič Lukman, Brglez, Krajnc, 2022).

Pereira (2021) relata que os princípios e os benefícios do sistema de EC parecem um modelo fundamental para promover o DS na medida em que a sua abordagem é abrangente, procurando dissociar o crescimento e desenvolvimento econômico da destruição de recursos naturais e da degradação do ambiente. Nessa conjuntura, Suárez-Eiroa *et al.* (2019) reforça que a EC é uma ferramenta necessária para promover o desenvolvimento sustentável. A adoção de um sistema de EC implica a integração de todas as atividades que visem a redução, reutilização e reciclagem em toda a cadeia de valor, desde a extração, produção, distribuição e consumo.

A adoção e implementação da EC advém da premente necessidade de dar uma resposta aos desafios globais que decorrem das alterações climáticas, da globalização das cadeias de valor e aumento do consumo e extração de recursos. Frente a isso, é necessário aumentar o nível de confiança nas atividades de EC, tendo em vista uma tomada de decisão mais transparente por parte das autoridades portuárias que pretendem alcançar um maior conhecimento, inserir em suas estratégias operacionais ou implementar novas atividades

circulares de forma mais consciente. No que concerne a este trabalho, justifica-se a necessidade de novos estudos que resultem em diferentes contribuições e perspectivas de desenvolvimento sustentável nos portos marítimos, tornando relevante pesquisar o tema da EC em portos marítimos.

1.4 CONTRIBUIÇÃO DO ESTUDO

A presente pesquisa contribui de forma teórica realizando uma revisão da abordagem teórica referente ao tema, apontando estudos de modo a contextualizar as práticas de EC exercidas em portos marítimos, as quais são divididas sob quatro vieses: (i) a caracterização de novos cenários de alternativas de EC em portos marítimos, evidenciando a importância da sustentabilidade e que corrobore para o desenvolvimento socioeconômico atrelado à qualidade ambiental nas zonas portuárias; (ii) identificou-se novas perspectivas de EC que estão sendo realizadas, construídas e projetadas em ambiente nacional; (iii) foram identificadas barreiras e sugestões, trazendo contribuições referentes a ruptura desses desafios trazidos pelos portos nacionais. Isto posto, investigou-se de modo mais amplo as realidades, percebendo as possibilidades e dificuldades existentes no setor portuário. Constatou-se que o Brasil busca novos modelos de negócios que consideram os diversos acordos internacionais e, ao mesmo tempo, promovem o desenvolvimento e (iv) através da análise desses resultados, foi possível propor categorias e alternativas de EC como sugestões de aprimoramento contribuindo para a gestão em negócios portuários.

Quanto às implicações práticas, visualiza-se quatro pontos na pesquisa: (i) oferece um conjunto de práticas e/ou alternativas de EC para serem aplicadas em termos de avanços nas questões portuárias e seus resíduos, compartilhando informações sobre potenciais oportunidades no setor portuário nacional e internacional, que podem gerar valor às atividades; (ii) aumenta o nível de confiança nas atividades de EC, estimulando a tomada de decisão por parte das autoridades portuárias ao conhecimento ou criação de estratégias de gestão que englobem atividades circulares nos portos marítimos brasileiros. Tendo em mãos informações atuais e praticáveis já implementadas em portos vizinhos acompanhando seu desenvolvimento, é possível seguir o padrão do que já tem sucesso; (iii) as suas práticas e princípios constituem uma abordagem fundamental para prosseguir o DS e os objetivos da Agenda 2030, ODS 7 (Energias Renováveis), 12 (Produção e consumo sustentáveis), 13 (Ação climática), 14 (Proteger a vida marinha) e 17 (Parcerias para a implementação dos

objetivos); e (iv) apresenta informações de interesse social para a população, principalmente para as cidades portuárias, pois servirá como meio de informação acerca da atual situação sustentável dos portos estudados. Ademais, possíveis impactos ambientais ou benefícios advindos das atividades portuárias podem evoluir em todo o contexto das cidades (local e industrial).

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em cinco seções. Na primeira seção é apresentado o contexto do estudo, as motivações em desenvolvê-lo, a problemática e os objetivos (geral e específicos) que emergem acerca das temáticas abordadas, bem como a relevância teórica e prática da pesquisa. Na segunda seção, é desenvolvida a construção teórica que fornece subsídios para o desenvolvimento do estudo, a qual abarca a revisão da literatura trazendo a base conceitual do tema, suas barreiras e facilitadores, e uma retomada em nível nacional e mundial de alternativas de EC empregadas em Portos Marítimos. Na terceira seção é apresentado o percurso metodológico, no qual se explana sobre as escolhas realizadas para desenvolver o estudo, a unidade de análise e os objetos estudados, as técnicas de coleta e análise de dados, o desenho de pesquisa, bem como os princípios éticos e qualidade da pesquisa que regem essa dissertação. Na quarta seção é exposto o contexto das autarquias portuárias entrevistadas, em que se apresenta uma análise individual dos casos com foco nas alternativas de EC e os desafios da implementação do modelo circular e, posteriormente, desenvolve-se o caminho para a transformação e a matriz de análise, com um panorama geral dos casos. Por fim, na quinta seção são evidenciadas as considerações finais da presente dissertação, em que se retoma os passos iniciais a fim de demonstrar o alcance do objetivo proposto, bem como destacam-se as emergências, descobertas, limitações e agenda de pesquisa com sugestões para estudos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesta seção é apresentada a construção teórica do estudo, apontando-se os conceitos e estudos relacionados com a pesquisa para embasá-lo. A seção está dividida, a saber: 2.1 – Economia Circular; 2.2 – Cenário Nacional: Um visão atual sobre a EC no Brasil; 2.3 – Contexto Mundial: EC em Portos Marítimos; e 2.4 – Alternativas de EC em Portos Marítimos.

2.1 ECONOMIA CIRCULAR COMO UMA NOVA ABORDAGEM – (EC)

Atualmente, o sistema socioeconômico adotado a nível mundial ainda é baseado numa economia linear (EL), em que a lógica conceitual se baseia na entrada de material virgem no início da cadeia de valor, fabricação, consumo e posteriormente descarte (Michellini *et al.*, 2017). A abordagem circular apresenta perdas desnecessárias de inúmeros recursos como: cadeia de produção e resíduos em fim de vida, uso excessivo de energia e erosão dos ecossistemas, ou seja, esgotamento de recursos (EMF, 2012). Sendo assim, é iminente a transição para um novo modelo econômico (Ellen Macarthur Foundation, 2014).

A EC tem sua origem na ecologia industrial e remonta à década de 1980, com os conceitos de hierarquia de resíduos, mais conhecidos como 3Rs, 4Rs, etc. (Johansdottir, 2014; Van Den Berghe *et al.*, 2019; Reike; Vermeulen; Witjes, 2018). O conceito de EC vem alcançando maior interesse nos últimos anos, principalmente por governos, consultores e cientistas em vista da sustentabilidade (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018).

Embora Ghisellini, Cialani e Ulgiati, (2016) indiquem que o conceito de EC foi introduzido no trabalho de Pearce e Turner, (1989), baseado em Boulding (1966), a proposta contemporânea de circularidade é uma integração de várias áreas, integrando diversas escolas e linhas de pensamento, tais como: Ecologia Industrial, Engenharia do Ciclo de Vida, Gestão do Ciclo de Vida, Economia de Performance, entre outros.

A EC afasta-se do modelo atual da economia linear (fabricar – usar – dispor), em direção a um modelo no qual os produtos e componentes materiais são valorizados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta (Ribeiro; Kruglianskas, 2015). Seu objetivo é maximizar a eficiência dos recursos utilizados, criando um sistema ou “*closed loop*”, onde não existe resíduo ou impacto ambiental, mantendo a qualidade do produto e seu potencial econômico (Silva, 2016).

A definição predominante e atual em meio a pesquisadores é que a EC é um novo modelo de organização industrial que realiza uma mudança regenerativa (resíduos tornam-se insumos valiosos), combinando equilíbrio econômico e bem-estar ambiental (Van Buren *et al.*, 2016; Van Den Berghe *et al.*, 2020; Macarthur, 2017). Dessa forma, a EC é uma ferramenta que remete a mudanças no uso, na produção, no descarte dos recursos naturais focando na reutilização e reaproveitamento dos resíduos (Murray; Skene; Haynes, 2017) .

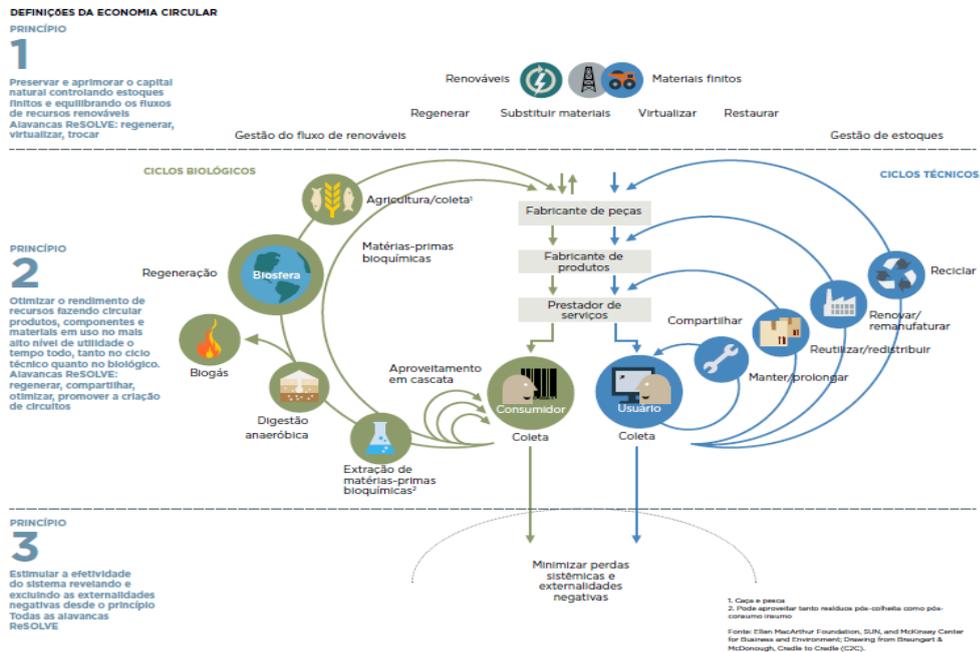
Adicionalmente, Repp, Hekkert e Kirchherr, (2021) alegam que a EC é um conceito que pretende possibilitar a transição para a sustentabilidade. Os “3R” são as três medidas mais proeminentes: a redução, a reutilização e a reciclagem (Kirchherr *et al.*, 2018). Ainda, Geissdoerfer *et al.* (2017, p. 759), bem como Schut *et al.*, (2015, p. 15), afirmam que a definição de EC mais proeminente foi fornecida pela Fundação Ellen MacArthur (2012, p. 7) que diz que a:

EC é um sistema industrial que é restaurador ou regenerativo por intenção e design. Substitui o conceito de 'fim de vida' por restauração, muda para o uso de energia renovável, elimina o uso de produtos químicos tóxicos, que prejudicam a reutilização e visa a eliminação de resíduos por meio do design superior de materiais, produtos, sistemas, e, dentro disso, modelos de negócios.

O modelo circular também está ligado ao Ecodesign, onde a sugestão é que os materiais sejam escolhidos, estudados e analisados já na fase de projeto dos produtos, minimizando o consumo de energia na fabricação e projetando produtos de qualidade, diminuindo assim a geração de resíduos (MMA, 2019). Souza *et al.*, (2017), destacam ainda que, o ecodesign pode ser utilizado como uma ferramenta que auxilia na redução de custos, no reaproveitamento da matéria-prima e na diminuição dos desperdícios.

A primeira grande contribuição da EC, em termos práticos, talvez seja o diagrama borboleta, com os três princípios apresentados pela Fundação Ellen MacArthur (Macarthur, 2013). Conforme a Ellen MacArthur Foundation (2015), a EC é regenerativa e restaurativa por princípio. Este diagrama, portanto, exemplifica como fechar as pontas desse processo produtivo, mostrando outras opções, além da conhecida reciclagem, conforme é possível ver na figura 1, a seguir:

Figura 1- Diagrama de Borboleta



Fonte: Ellen MacArthur Foudation, (2019).

Seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo. O conceito distingue os ciclos técnicos dos biológicos; a EC trabalha dividindo o uso dos materiais em dois tipos de fluxos: o de nutrientes biológicos, cujo destino deve ser a reincorporação nos ciclos bio-geo-químicos e constituição de novo capital natural; e o de nutrientes tecnológicos, que devem ser projetados para circular com o máximo de agregação de valor em ciclos sucessivos, evitando o retorno à biosfera na forma de disposição em aterros (Ellen Macarthur Foudation, 2015). Dessa forma, é possível considerar que resíduos sejam fonte de recursos, que podem ser reciclados e reutilizados (Sehnm *et al.*, 2019). Segundo Kirchher *et al.*, (2017), a EC atua no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, qualidade, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras.

Com propósito, o conceito de EC é de grande interesse tanto para estudiosos quanto para profissionais porque é visto como uma operacionalização para as empresas implementarem o tão discutido conceito de desenvolvimento sustentável (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016; Murray, Skene; Haynes, 2017), sendo percebida como uma abordagem importante para alcançar o desenvolvimento sustentável em todas as três dimensões da

sustentabilidade: social, econômica e ambiental (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016; Kirchherr *et al.*, 2018).

Segundo o Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável (BCSD, 2022), os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram divulgados em 2015 pelas Nações Unidas e subscritos por 193 países, estabeleceu 17 objetivos e 169 metas a serem atingidas até o ano de 2030, as quais denominaram de Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Diante do estudo realizado por Schroeder, Anggraeni e Webwe, (2019), foram identificadas práticas de EC relevantes para a implementação dos ODS. Por meio de uma revisão da literatura, os autores observaram que as relações mais fortes existiram entre as práticas de EC e as metas do ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), ODS 7 (Energias Renováveis e Acessíveis), ODS 8 (Trabalho Digno e Crescimento Econômico), ODS 12 (Consumo Responsável e Produção) e ODS 15 (Vida na Terra) (Schroeder, Anggraeni e Webwe, 2019). A Figura 2, demonstra os 17 ODS que constituem a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU).

Figura 2 - Os 17 ODS Aprovados Por 193 Países Membros Da ONU



Fonte: BCSD, (2022)

Nesse sentido, é importante referir que as metas e indicadores relacionados que evocam relacionamento com o referido estudo estão no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Metas ODS e Objetivos

ODS	Objetivo	Ação Economia Circular
 <p>7 ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA</p>	Visa garantir o acesso universal a fontes de energia viáveis, sustentáveis e modernas estabelecendo metas para aumentar a eficiência e o peso das energias	É necessário definir estratégias e implementar sistemas mais eficientes, limpos e renováveis..
 <p>12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS</p>	Visa garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis, nomeadamente através da gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais em toda a cadeia de valor.	Integra os princípios da EC, visando promover as ações potenciadoras da adoção de sistemas produtivos e de consumo sustentáveis, seja pela inovação tecnológica, seja pela melhoria da eficiência na utilização dos recursos e redução de resíduos.
 <p>13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA</p>	Determina a adoção de medidas destinadas a combater as alterações climáticas e os seus impactos, com particular ênfase e apoio aos países menos desenvolvidos.	Promove a eficiência energética e a redução do desperdício, o que contribui para a diminuição da pegada de carbono e para a mitigação das mudanças climáticas. Ao adotar práticas de EC, as empresas e governos podem reduzir a dependência de recursos naturais finitos, aumentando a resiliência da economia frente aos desafios ambientais e climáticos.
 <p>14 VIDANA ÁGUA</p>	Visa proteger e utilizar, de forma sustentável, os oceanos, rios e recursos marinhos.	Pode impulsionar a "economia azul", que se baseia no uso sustentável dos recursos marinhos e na promoção da inovação para o desenvolvimento econômico sustentável.
 <p>17 PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO</p>	Visa a integração, parceria e o envolvimento dos países, governos, setor privado, indivíduos e sociedade civil.	Pode promover a colaboração e a cooperação entre diferentes setores da sociedade, incentivando parcerias público-privadas e entre empresas, organizações da sociedade civil e governos na transição para uma economia mais sustentável.

Fonte: Desenvolvido pela autora (2023) com base em EMF (2023) e Pereira (2021).

Na visão de Kirchherr *et al.*, 2018, apesar da controvérsia e de ser reconhecido que, do ponto de vista prático, é de difícil implementação da EC, na nossa perspectiva não será possível alcançar os ODS sem mudar o atual paradigma de produção-consumo. Esse fato é reconhecido por vários investigadores e organizações que indicam que a EC, as suas práticas e princípios constituem uma abordagem fundamental para prosseguir o DS e os objetivos da Agenda 2030 (Comissão Europeia, 2020; Ellen Macarthur Foundation, 2017; Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016; Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017; Korhonen *et al.*, 2018; Murray; Skene; Haynes, 2017; Schroeder *et al.*, 2018).

Ainda, nota-se que as duas correntes – Economia Circular e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – estão ganhando reconhecimento mundial com potencial de provocar mudanças substanciais à sociedade (Dantas, 2020). Para os próximos anos,

esperam-se tendências positivas em relação à Economia Circular, aspectos ambientais e a implementação dos ODS (Green Alliance, 2015).

Para as empresas, a EC proporciona a oportunidade de novos produtos e empreendimentos, ou, ainda, novos modelos de negócios (Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018), além de uma imagem mais sustentável, que pode ser favorável ao marketing da empresa (Leitão, 2015; Korhonen *et al.*, 2017). Pearce e Turner, (1989), adicionado as ideias de Stahel, (1982), relatam que um sistema de EC é o único futuro sustentável para a produção. Logo, a adoção de um modelo de negócio inovador, no qual as dimensões econômica, social e ambiental permeiem toda a cadeia de valor do produto se caracteriza como um promissor mecanismo a favor da sustentabilidade (Suavé *et al.*, 2017; Manninen *et al.*, 2018; Merli; Preziosi; Acampora, 2018;). A seguir, destacam-se as principais barreiras e facilitadores à adoção da EC.

2.1.1 Barreiras e Facilitadores à adoção da EC

Roberts *et al.*, (2021) abordam que, apesar de seu potencial considerável, a EC enfrenta inúmeras barreiras para sua implementação. Kircherr *et al.*, (2018), identificaram que a principal barreira à EC são as atitudes culturais, como a falta de interesse e conscientização do consumidor e a falta de conhecimento e colaboração entre empresas e partes interessadas (Hart *et al.*, 2019).

A adoção das iniciativas circulares pelas organizações enfrenta barreiras financeiras diversas (Singh *et al.*, 2020; Russel; Gianoli; Grafakos, 2020; Masi; Day; Godsell, 2017; Galvão *et al.*, 2018). De acordo com Garcés-Ayerbe *et al.*, (2019), as empresas lineares consideram as barreiras de investimento, custo-benefício e financiamento como as mais críticas.

A transição para uma EC deve ser financeiramente atrativa (Dieckmann *et al.*, 2020). No entanto, as mudanças em direção à economia circular requerem tempo e investimento e, em geral, os benefícios sustentáveis e o crescimento econômico somente revelam-se no longo prazo (Govindan; Hasanagic, 2018; Ritzèn; Sandstróm, 2017). Outras barreiras importantes identificadas na literatura são a falta de apoio político, a falta de uma estrutura consistente, limitações tecnológicas e uma falta de viabilidade financeira para modelos de negócios de EC (Pheifer, 2017; Hart *et al.*, 2019; IMSA, 2013; OCDE, 2013).

A mudança dos atuais processos e práticas de gestão para aumentar a circularidade depende do suporte da alta administração (Dieckmann *et al.*, 2020; Agyemang *et al.*, 2019; Houston *et al.*, 2019). O baixo custo de muitas matérias-primas significa que a reutilização desses produtos residuais pode ser menos viável financeiramente (Mont *et al.*, 2017; Hart *et al.*, 2019). Os altos custos de investimento se mostram uma barreira para muitas ideias de EC que exigem novas infraestruturas (Mont *et al.*, 2017). Uma vez que os produtos circulares tendem a ser mais onerosos que seus similares produzidos pelo modelo linear, as vantagens para o consumidor precisam ser claras, de modo a compensar os custos do produto ou serviço (Houston *et al.*, 2018; Bet *et al.*, 2018; Bressanelli; Perona; Sacconi, 2019).

A mudança de uma economia linear para uma economia circular é desafiadora e requer fatores motivacionais (Maqbool *et al.*, 2020). Os facilitadores, portanto, são fatores que possibilitam e encorajam essa transição, propiciando um ambiente favorável aos modelos de negócios circulares (Jesus; Mendonça, 2018; Rizos *et al.*, 2016).

Os facilitadores mais citados na literatura incluem o apoio governamental e o potencial econômico (Raspini, 2021). Para Govindan e Hasanagic, (2018), o fator governamental apresenta o maior impacto positivo na adoção da economia circular nas cadeias de suprimentos. Segundo os autores, a EC pode ser promovida a partir de leis, políticas e incentivos (Govindan, Hasanagic; 2018). Jesus e Mendonça, (2018), corroboram com a perspectiva de que as agências públicas são fundamentais no enquadramento institucional, considerando desde a infraestrutura aos aspectos jurídicos, bem como o apoio à inovação e desenvolvimento (I&D) e estímulo da consciência social.

Por outro lado, Gusmerotti *et al.*, (2019), indicam que os facilitadores econômicos são mais importantes na adoção de iniciativas circulares. Estudos indicam que o apoio governamental, através de regulamentações e incentivos, fornecem o suporte e o ambiente necessário às organizações para a transição de um modelo linear para um circular (Russel, Gianoli; Grafakos, 2020; Maqbool *et al.*, 2020; Hart *et al.*, 2019; Gusmerotti *et al.*, 2019; Moktadir *et al.*, 2018; Rizos *et al.*, 2016).

Os gestores e a alta administração são fortemente induzidos pelo potencial da EC para aumentar os lucros e a participação no mercado (Agyemang *et al.*, 2019). Hart *et al.*, (2019) identificaram facilitadores culturais, regulatórios e financeiros, que podem ajudar a superar os desafios enfrentados pela economia circular. Entre eles, a liderança foi destacada como um facilitador chave para a EC, sendo a liderança do topo vista como crítica (Hart *et al.*, 2019).

A implementação de práticas verdes melhora a imagem corporativa, o que, indiretamente, contribui para um melhor desempenho econômico de uma organização (Gue *et al.*, 2020; Gusmerotti *et al.*, 2019; Rizos *et al.*, 2016). No lado econômico, a redução de custos e o retorno financeiro favorecem a disposição dos stakeholders em adotar iniciativas circulares (Russel; Gianoli; Grafakos, 2020; Gue *et al.*, 2020; Maqbool *et al.*, 2020; Gusmerotti *et al.*, 2019; Jesus *et al.*, 2018; Govindan; Hasanagic, 2018)

Em suma, de acordo com Maqbool *et al.*, (2020), reconhecer e compreender a potencialidade dos facilitadores é benéfico na formulação de estratégias para amenizar o efeito das barreiras. A criação de um caso de negócios forte para EC também pode ser usada para superar as barreiras financeiras (Hart *et al.*, 2019; Rizos *et al.*, 2016). Outro fator chave que emerge da literatura é a importância do compartilhamento de informações e conscientização sobre a EC (Rizos *et al.*, 2016; Moktadir *et al.*, 2020).

2.2 O CENÁRIO NACIONAL: UMA VISÃO ATUAL SOBRE ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL

No contexto brasileiro, o PNRS (Plano Nacional de Resíduos Sólidos), Lei nº 12.305/10, de 2 de agosto de 2010, deu grande impulso à EC no Brasil (Brasil, 2010). É a regulamentação que mais engloba conceitos de circularidade ao estimular a redução da geração de resíduos, a logística reversa e a responsabilidade compartilhada pela gestão dos resíduos (Brasil, 2010). Na pesquisa realizada por Paes *et al.*, (2020), os autores discutiram como a Política Nacional de Resíduos Sólidos estaria alinhada com os princípios da EC, considerando seu potencial para fechar o ciclo na produção de resíduos sólidos.

Para a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2019), a transição para a EC demanda melhorias na infraestrutura nacional e em políticas públicas, sendo necessário adequar o sistema tributário brasileiro para estimular o melhor uso dos recursos naturais. Os principais instrumentos de política pública adotados globalmente, sob a ótica da circularidade, consistem em: instrumentos regulatórios; ações fiscais; medidas de amparo à pesquisa, educação e informação; plataformas colaborativas; auxílios financeiros; investimento em infraestrutura, e subsídios a negócios (CNI, 2019).

Em um estudo recente junto a empresas industriais brasileiras, foi possível observar que a adoção de práticas de EC ainda são incipientes (CNI, 2019). A pesquisa aponta que 76,5% das empresas já adotam práticas relacionadas ao modelo, mas não conseguem

associá-las ao tema (CNI, 2019). No entanto, nos últimos anos, instituições e organizações buscam impulsionar a transição nacional para a EC (CNI, 2019).

No intuito de fortalecer a transição para um modelo circular, a CNI propõe, em sua agenda para 2021, a elaboração de diretrizes para uma Política Nacional de Economia Circular e a coordenação de estudos, objetivando a definição de uma norma ISO sobre EC. De acordo com a pesquisa feita pela confederação em 2019, os principais motivos para a adoção de práticas circulares nas indústrias são a busca pela eficiência operacional (69,2%) e por oportunidades de novos negócios (41,5%). Entre outros motivos estão: (i) solicitação de clientes (20,8%), (ii) atendimento à conformidade legal (18,5%) e (iii) solicitação de acionistas (7,7%) (CNI, 2019).

No Brasil, os estudos da Ellen MacArthur Foundation, realizados em 2017, tiveram como foco os seguintes setores: agricultura e ativos da biodiversidade, edifícios e construção e equipamentos eletroeletrônicos. De acordo com o relatório Ellen Macarthur Foundation (2017), no cenário brasileiro, as certificações ambientais estão sendo adotadas como uma primeira etapa na transição para a economia circular e, também, para o desenvolvimento de projetos circulares no setor de edifícios e construção.

Em relação às iniciativas e ações no âmbito da economia circular, no ano de 2016, um grupo de trabalho do Consulado Geral do Reino dos Países Baixos no Rio de Janeiro e suas parcerias locais promoveram diversos debates sobre a temática. No mesmo ano, foi inaugurado o Núcleo de Economia Circular (NEC). O NEC está localizado no Parque Tecnológico da UFRJ e tem como missão a produção e a difusão de conhecimento sobre a EC (Firjan et al., 2017).

No ano de 2022, foi apresentado o Projeto de Lei n. 1755/2022, pelo Deputado José Nelto (PP/GO), que "Institui o Programa de Incentivo à Economia Circular". O presente projeto tem como intuito proporcionar o Selo Produto Economicamente Circular, com o objetivo de estimular práticas de produção e consumo sustentáveis e desestimular o consumo de bens que não atendam aos princípios da economia circular, da sustentabilidade ambiental e da equidade social.

Diante da pesquisa recente de Assunção, (2019), o processo evolutivo da EC no Brasil está alinhado a ações de gestão ambiental com base no PNRS. Contudo, normas de caráter não impositivo também podem impulsionar a transição a EC, tal como a ISO 14006, de 2011, que define os critérios de produção com uso de matéria-prima e produção de

produtos que gerem menos impactos ao meio ambiente, sob o princípio do ecodesign (ISO, 2011).

Recentemente, foi estruturada a Comissão de Estudo Especial de Economia Circular da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/CEE-323). A iniciativa tem por objetivo atuar na normalização da EC, a partir do desenvolvimento de estruturas, orientações e ferramentas de apoio à implementação de projetos circulares. A publicação da norma está prevista para março de 2023 (ABNT, 2020).

2.3 O CONTEXTO MUNDIAL: IMPORTÂNCIA DA EC PARA OS PORTOS MARÍTIMOS

As atividades portuárias são nós essenciais na cadeia de transporte marítimo, pelo alto volume de cargas movimentadas e de conexão entre consumidores e produtores do mercado internacional (Talley *et al.*, 2014; Douaioui *et al.*, 2018). Sendo esse segmento um *player* de grande importância no mundo, são os principais motores do desenvolvimento econômico na área local e no interior, movimentando mais de 80% do comércio mundial, facilitando: trânsito, infraestrutura, empregos, investimentos, reduzindo custos para produtores e consumidores (Haezendonck; Van Den Berghe, 2020; Unctad, 2017; Munim *et al.*, 2018).

Embora a importância desse *player* para as economias nacionais e o comércio global seja clara, as atividades portuárias são fonte de preocupação (Saz-Salazar; García-Menéndez; Merk, 2015; Musso; Benacchio; Ferrari, 2000). As responsabilidades ambientais nos portos apresentam grandes desafios a respeito da demanda por mudanças nos processos logísticos e redução das emissões de poluição (ar, água e solo) (Beleya *et al.*, 2020; Lozano *et al.*, 2019). Dessa forma, os portos devem garantir sua viabilidade econômica contínua por meio de operações comerciais seguras e bem-sucedidas (Wooldridge; McMullen; Howe, 1999). De acordo com Kitzmann, Asmus e Koehler, (2014), a solução dos problemas ambientais nas áreas portuárias é complexa e demanda esforços de vários setores (público, privado, acadêmico) na busca de alternativas inovadoras que superem as barreiras administrativas e culturais que postergam a implementação de práticas mais adequadas.

Nesta mesma linha de pensamento, Asmus *et al.*, (2015) citam macro atividades relacionadas à instalação, manutenção e operação do porto que interferem nos ecossistemas causando impactos ambientais, como: obras portuárias de infraestrutura e instalações; dragagem de manutenção e aprofundamento; tráfego marítimo e terrestre; carga, descarga e

armazenamento de granéis sólidos, líquidos e carga geral; transporte e gestão de resíduos, etc. O Quadro 2 apresenta alguns exemplos em relação às macro atividades e seus possíveis impactos ambientais portuários.

Quadro 2 - Exemplos de Aspectos e Impactos Ambientais da Atividade Portuária

Aspectos Ambientais	Impactos Ambientais
Emissões Atmosféricas	- Qualidade do ar;
	- Qualidade dos habitats;
	- Prejuízos ao bem-estar social e às relações sociais;
	- Desvalorização das práticas de lazer e turismo;
Descargas Vazamento para a Água	- Qualidade da água e dos habitats;
	- Oferta de alimento para a fauna;
	- Prejuízos à atividade pesqueira;
	- Alteração na capacidade de diluição dos contaminantes;
Lançamentos para os Sedimentos Marinhos	- Qualidade dos habitats, do estoque de mariscos e do berçário para o estoque pesqueiro;
	- Fluxo e estoque de sedimentos;
	- Capacidade de diluição de contaminantes;
	- Qualidade do sedimento;
Geração de resíduos sólidos	- Profundidade do canal e sua navegabilidade;
	- Prejuízos às operações portuárias;
	- Prejuízos à reprodução, fornecimento de alimentos à fauna e à atividade pesqueira;
	- Prejuízos ao bem-estar social e às relações sociais;
Lançamentos para o solo	- Qualidade do solo;
	- Qualidade das águas subterrâneas;
	- Procriação de vetores;
Ruídos e Vibrações (atmosféricas e subaquáticas)	- Prejuízos à reprodução e comunicação da fauna marinha;
	- Prejuízos ao bem-estar social e às relações sociais;
	- Lazer e turismo;
Interação com a comunidade portuária local (meio terrestre/meio marinho)	- Prejuízos à atividade pesqueira;
	- Desvalorização das práticas de lazer e turismo;
	- Qualidade dos habitats;
	- Capacidade de acesso terrestre pela comunidade e acúmulo de reclamações;

Fonte: Adaptado de Asmus *et al.*, (2015).

Girard (2013) enfatiza que o modelo de EC nos portos marítimos é a manifestação de uma abordagem sinérgica que combina atividades econômicas, logísticas e industriais com o patrimônio cultural do porto e da cidade portuária. Esta abordagem é observável na política da

União Europeia (UE), em que os portos marítimos funcionam dentro de um modelo de EC que denominam uma força motriz para o crescimento sustentável (COM, 2014, CLOSING THE LOOP, 2015; COM, 2019).

Os portos têm o potencial de fortalecer a economia circular global e localmente porque são elos importantes na cadeia de suprimentos (SIROTIC et al., 2022). Após a crise econômica de 2008, o desenvolvimento sustentável de longo prazo dos portos e áreas portuárias têm se concentrado nos dois primeiros princípios: (1) sinergia; e (2) sistema sociocultural e econômico, com a adição de um terceiro princípio: o princípio da circularização (GIRARD, 2013; Karimpour; Ballini; Ölcer, 2019).

Em 2015, a Comissão Europeia apresentou o projeto “Fechando o Ciclo: Plano de Ação da União Europeia para a EC”. Os objetivos são, de diferentes formas, muito relacionados à EC, como por exemplo: dissociar o crescimento econômico da deterioração ambiental; ampliar a eficiência no uso de recursos e tecnologias limpas na indústria; desenvolvimento urbano sustentável; redução de desperdício de alimentos; e prevenção de poluição da água.

Desta forma, a adoção da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (DS) da ONU e o ambicioso objetivo da Organização Marítima Internacional de descarbonizar o setor até 2050 levaram pesquisadores a inspecionar as atividades/políticas das empresas de navegação e suas respostas aos requisitos do DS (DI VAIO et al., 2021). Sendo assim, uma solução é a EC, que oferece formas práticas para as empresas contribuírem para o DS (Ghisellini; Cialani; Ulgiati, 2016; Merli; Preziosi; Acampora, 2018; Murray; Skene; Haynes, 2017).

Ghisellini; Cialani; Ulgiati, (2016) retratam que a EC é compatível com o DS, pois poderia reforçar vários ODS (DI VAIO et al., 2022). De maneira geral, a indústria marítima, que inclui aspectos como navegação, portos marítimos e logística marítima, tem uma função crítica na consecução dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) (DEL GIUDICE, 2021; DI VAIO et al., 2021) - particularmente o ODS 7, com foco em energia limpa, e o ODS 13, com foco nas mudanças climáticas (DI VAIO et al., 2021).

Notteboom et al., (2020), com base nas melhores práticas dos principais portos europeus, como Roterdã, Antuérpia, North Sea Port e Zeebrugge, destacam que no modelo de negócios da EC, as principais atividades portuárias são a promoção da ecologia industrial, o uso de fonte de energia renovável e o desenvolvimento de portos marítimos como centros

para fluxos de reciclagem. Exemplos de EC dentro dos portos são encontrados principalmente na Europa e na América do Norte (Geerlings; Kuipers; Zuidwijk, 2017).

Em estudos recentes em portos Belgas, Haezendonck e Van den Berghe (2020) mostraram que o porto de Antuérpia conta com 65 iniciativas circulares, sendo essas relacionadas à recuperação de energia (47), reciclagem (14) e novos fluxos de carga (4) iniciadas pela autoridade portuária e subsidiadas publicamente. Outro exemplo vem do porto de Ghent, o qual conta com 18 atividades circulares, sendo distribuídos pelas diferentes atividades circulares, (6) relacionadas à energia, (7) à reciclagem e (5) à orquestração de novos fluxos de carga.

2.4 CATEGORIAS E ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS MARÍTIMOS

A partir de uma ampla revisão de artigos relacionados ao tema EC em portos, diferentes alternativas/práticas foram identificadas na literatura, sendo as principais abordadas a seguir. Nesta proposta, Crocetti et al., (2022) destacam que, dentro do conceito de EC, as atividades econômicas tornam-se autor regenerativas ao converter materiais tradicionalmente considerados como resíduos em matéria-prima. Isso substitui o modelo convencional por um paradigma mais eficiente (Puyol *et al.*, 2017; Spadaro, Rosenthal, 2020).

Nos portos, a substituição de combustíveis fósseis por energia renovável para uso na navegação e na indústria seria fundamental. Pode-se esperar que os portos considerem o gerenciamento de energia uma medida atraente porque tem alto valor simbólico e é fácil de implementar (Poulsen; Ponte; Sornn-Friese, 2018).

No caso dos sedimentos dragados, uma vez que 90% deles são considerados úteis para determinadas aplicações (areia, silte e argila), muitos autores têm focado na obtenção de subprodutos desses sedimentos tratados para aumentar a viabilidade desses processos (Bhairappanavar; Liu; Coffman, 2018). Dessa forma, pode-se obter valor agregado de um “resíduo” ao mesmo tempo em que se reduz o volume de sedimentos dispostos em aterros (Amar *et al.*, 2021; Mehdizadeh; Guo; Ling, 2021; Yang *et al.*, 2020).

Nesse contexto, muitos avanços têm sido observados no reaproveitamento e revalorização de resíduos e/ou subprodutos para uso na agricultura de diferentes matérias como substitutos da turfa para a produção agrícola (casca de arroz, casca de amêndoa e fibra de coco, entre outros), materiais compostados (esterco) e materiais alternativos (biocarvão) (Hanifzadeh *et al.*, 2017; Klimek-Kopyra *et al.*, 2021; Rosero-Delgado *et al.*, 2021).

Uche-Soria e Rodríguez-Monroy, (2019) realizaram estudos referentes a todos resíduos gerados por navios, incluindo águas residuais (por exemplo, porões), resíduos não carregados produzidos durante a operação do navio, incluindo derivados de barcos de pesca, embarcações de lazer e resíduos de carga, bem como por passageiros e tripulantes. Isso leva a consequências ambientais visíveis de diferentes perspectivas, de acordo com suas três categorias gerais: hidrocarbonetos, orgânicos e lixo flutuante. A seguir, na Figura 3, destacam-se as categorias de EC oriundas da revisão realizada em Portos Marítimos.

Figura 3 - Categorias das Alternativas de EC



Fonte: Elaborado pela Autora

A dragagem de sedimentos representa um desafio para as autoridades portuárias que geralmente estão abertas a uma nova abordagem de gerenciamento de sedimentos que os ajude a lidar com esse problema ambiental (Loudini *et al.*, 2020). Os sedimentos dragados apresentam geralmente uma composição muito heterogênea, com diferentes características e propriedades físicas, químicas e biológicas, consoante as atividades antrópicas específicas do porto (Eggleton; Thomas, 2004)

Melgarejo *et al.*, (2017), em estudo recente, indicam que a grande maioria das quantidades de sedimentos, cerca de 90%, não está contaminada. Nestes casos, os sedimentos dragados podem ser considerados um recurso e não um resíduo, sendo passível de reutilização e revalorização na perspectiva da EC (Carpenter *et al.*, 2018).

A geração de energia pode ser uma alternativa interessante para a utilização dos resíduos marítimos portuários. A pesquisa realizada por Gallo *et al.*, (2020) sugere a reciclagem de resíduos orgânicos a bordo dos navios. O estudo de Gurning e Tangkau, (2022) propõe que os resíduos sólidos domésticos de embarcações portuárias sejam separados em

três tipos, incluindo orgânicos, recicláveis e não recicláveis. Os resíduos com valor reciclável podem ser vendidos no mercado de reciclagem, os resíduos não recicláveis são enviados para o incinerador para eletricidade e os resíduos orgânicos são direcionados para instalações de compostagem para produção de fertilizantes ou biogás.

A proposta para reutilização da água é reciclá-la para produzir fertilizantes e biogás. Isso reduz a eutrofização causada pela liberação de nitrogênio, fósforo e potássio no ambiente aquático (Williams, 2022). Outra alternativa das águas residuais são resíduos líquidos gerados na atividade de processamento de pescado em zona portuária. Esses são encaminhados para a instalação de tratamento de águas residuais; após o tratamento, é descarregada diretamente e pode ser utilizada para regar a vegetação ao redor do terminal (Gurning; Tangkau, 2022).

A água de lavagem de lavadores de circuito aberto descartados no mar pelas embarcações contribui para sua acidificação, além de poluir o meio ambiente com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, metais pesados, nitrogênio. A proposta lança como alternativa lavadores de circuito fechado (Duliére *et al.*, 2020).

Os resíduos líquidos da atividade de processamento de pescado podem ser reaproveitados (Regar vegetações, reutilização na transformação do pescado), após serem tratados. Os resíduos com valor reciclável podem ser vendidos no mercado de reciclagem, os resíduos não recicláveis são enviados para o incinerador para obtenção de energia elétrica e os resíduos orgânicos serão direcionados para instalações de compostagem para produção de fertilizantes ou biogás (Gurning; Tangkau, 2022).

Uma única cadeira feita de material de reuso utiliza, por exemplo, cerca de um quilo de material reciclado das redes de pesca (Jacob, 2019). No Chile, país com forte indústria pesqueira, uma empresa criou um programa de reciclagem de redes, com postos de descarte espalhados por toda a costa. Com os descartes, a empresa fabrica, entre outros itens, skates (Eurochile, 2020).

A aquicultura é fundamental para o fornecimento de proteína animal, mas exige que se torne sustentável. Os resíduos podem ser reutilizados como ingredientes alimentares, cosméticos ou farmacêuticos. Segundo Zilia *et al.*, (2021), transformaram resíduos de ouriço-do-mar em colágeno para produzir dispositivos biomédicos, implantes dérmicos, cosméticos e produtos farmacêuticos.

Para subprodutos derivados da aquicultura, o processo mais eficiente é a recuperação de biomoléculas importantes, como proteínas (colágeno, gelatina), polissacarídeos (quitosana), lipídios (ômega 3) ou pigmentos (astaxantina ou beta-caroteno). As biomoléculas

podem ainda ser aplicadas para consumo humano e animal, indústria alimentícia, cosmética ou farmacêutica (Corral, *et al.*, 2022). Após o desenvolvimento da revisão da literatura, os dados foram descritos e relacionados a cada categoria de resíduos a seguir, apresentados do Quadro 3.

Quadro 3- Descrição das Alternativas

Categorias	Subproduto	Alternativas	Fonte
Resíduos de Embarcações/Cargas	CO ₂	Combustível e fonte de aquecimento para estufas.	<i>Ros, et al., 2014; Haezendonck; Van Den Berghe, (2020)</i>
	Hidrocarbonetos, Orgânicos e Lixo Flutuante	Energia elétrica	<i>Uche-Soria; Rodríguez-Monroy, (2019)</i>
	Sucata	Reaproveitamento para novas edificações, misturas de sucata para atender às necessidades específicas de serralharias específicas, utilizado na indústria metalúrgica e siderúrgica.	<i>Gonçalves, (2016); Ribeiro; Gonçalves, (2019); Mańkowska; Kotowska; Plucinski, (2020); Lagen et al., (2020).</i>
	Calor residual	Captura de calor residual de embarcações, para geração de energia.	<i>Roberts et al., (2021)</i>
	Óleos Residuais e Lamas	Obtenção de fuelóleo (fuel oil é uma fração obtida da destilação do petróleo – Diesel) e gestão inovadora de resíduos de óleos, o sistema evita a deposição em aterros e reduz o consumo de combustível virgem.	<i>Gallo et al., (2020)</i>
Resíduos dragados	Areia, Silte , Argila	Cobertura para aterros; reabastecimento de praias; material de vedação, material de preenchimento.	<i>Doni et al., (2018); Ferrans et al,(2019); Carpenter et al (2018); MMO, (2014); Hakstege, (2007) ; Wang et al.,(2018);</i>
	Sedimento Aglutinante	Tijolos, Blocos e Cimento Material de Construção em geral;	<i>Lafhaj et al., (2008); Said et al.,(2015); Ferrans et al., (2019); Loudini et al., (2020b) , Maletić et al . ,(2019) , Mehdizadeh, Guo, Ling., (2021) , Zhao et al., (2022)</i>
	Metal	Redução do uso da terra; abastecimento de aterros;	<i>Volchko et al., (2017)</i>
	Substrato	Substrato Agrícola utilizado em plantações para crescimento de frutos (Morango, Limão e Roma)	<i>Martínez-Nicolás et al., (2021); Hernández et al., (2022); Legua et al., (2021).</i>
Resíduos de pesca	Cabeça, Pele, Vísceras e Ossos	Farinha de peixe, óleo de peixe, biodiesel, fertilizante e como biomateriais destinado as indústrias calçadista, têxteis e acessórios.	<i>Ferreira (2016), Jesus et al. (2015), Silva et al. (2017), Ferdosh et al., (2015)</i>
	Escamas	Quitina e Quitosana, aplicações como setor alimentício como suplementos alimentares, agentes antimicrobianos, emulsificantes, espessantes e estabilizadores de cor, têxtil, médico e outros.	<i>Koli et al., (2015), Coppola et al.,(2021);Vatria, (2020).</i>
	Petrechos de Pesca –		

	Plástico, Fibras Sintéticas (náilon, polietileno e polipropileno)	Material reciclado sendo transformado em cadeiras, mesas, skates, artesanato (colores, bolsas), utilidades domésticas (esponja de louça, corpo e banheiro), etc.	<i>Jacob, (2019); Ecycle, 2020; Duarte et al., (2018) .</i>
Resíduos da Aquicultura	Pele, Escamas, Barbatanas, Bexiga Natatória, Ossos, Espinha e Músculos	Colágeno, para produzir dispositivos biomédicos, implantes dérmicos, cosméticos e produtos farmacêuticos.	<i>Zilia et al., (2021); Koli et al., (2015), Coppola et al., (2021),</i>
Águas residuais	Água reciclada	Fertilizantes, biogás e fonte para alimentar jardins em torno dos portos.	<i>Willians, (2022)</i>
	Resíduos Líquidos de Pescado	Regar vegetações	<i>Gurning; Tangkau, (2022).</i>
	Fosfato	Separado das águas residuais e usado como fertilizante.	<i>Sirotić et al., (2022)</i>

Fonte: Elaborado pela Autora

No caso do tratamento termoquímico de óleos residuais e lamas para obtenção de fuelóleo (gestão inovadora de resíduos de óleos - é um produto que resulta da destilação do petróleo, dando origem a um combustível em estado líquido), o sistema permite a reutilização de resíduos de óleos evitando a deposição em aterros e reduzindo - mesmo que apenas ligeiramente - o consumo de combustível virgem de acordo com uma perspectiva de EC (Gallo *et al.*, 2020).

Os sedimentos portuários possuem potencial para serem empregados na construção e como substrato para cultivo de plantas em áreas industriais e comerciais ou como camadas de cobertura em aterros sanitários (Ferrans *et al.*, 2019). A exemplo de outros portos europeus, o material da dragagem é usado para criar novas terras para a expansão do porto (Carpenter *et al.*, 2018). É possível utilizar materiais dragados para uma série de finalidades benéficas, como o reabastecimento de praias (MMO, 2014).

Os sedimentos dragados também têm sido utilizados para a fabricação de tijolos e blocos, que apresentam maior valor agregado que os materiais cimentícios (Lafhaj *et al.*, 2008; SAID *et al.*, 2015). Para isso, os sedimentos geralmente precisam ser submetidos a uma combinação de processos e operações, pois a presença de poluentes ou a granulometria inadequada podem diminuir significativamente a qualidade do produto final, reduzindo sua resistência e durabilidade (Ferrans *et al.*, 2019).

A areia aparece como um material valioso na construção civil e também pode ser utilizada como material de enchimento ou filtragem. É a fração mais rentável dos sedimentos e normalmente apresenta a melhor qualidade em termos de contaminação (Doni *et al.*, 2018). O silte tem mercado como material de vedação ou matéria-prima secundária na indústria cerâmica; enquanto a argila, além de ser utilizada na indústria cerâmica, também pode atuar como material de enchimento (Hakstege, 2007; Wang *et al.*, 2018).

Devido às suas composições minerais, os sedimentos podem ser usados como aglutinante na produção de materiais de construção, como tijolos, LWA e cimento, com o objetivo de economizar custos de construção (Loudini *et al.*, 2020b; Maletic *et al.*, 2019; Mehdizadeh, Guo; Ling, 2021; Zhao *et al.*, 2022).

A extração de metais de sedimentos contaminados oferece uma oportunidade para recuperar metais, fornecendo assim uma alternativa à mineração juvenil que pode economizar energia e outros recursos, reduzir as emissões dos processos de mineração e minimizar os impactos na paisagem e no ambiente de mineração, contribuindo potencialmente para uma EC (Norén *et al.*, 2020).

Existem outros processos que estão sendo avaliados atualmente com o objetivo de aproveitar os sedimentos de dragagem como substrato agrícola. Os frutos de romã obtidos com o sedimento como meio de cultura, foram avaliados e considerados adequados para o consumo humano (Martínez-Nicolás *et al.*, 2021). Da mesma forma, os resultados do estudo para o cultivo de limoeiros 'Verna' e morangos confirmam o potencial para o uso de sedimentos portuários misturados com outros substratos (50%), a fim de manter ótima produção e qualidade dos frutos (Hernández *et al.*, 2022; Legua *et al.*, 2021).

Em processo de terminal portuário, as sucatas metálicas são trituradas e misturadas a alguns componentes importados pelo transporte marítimo. A sucata vai para um terminal dedicado e especializado para processamento e transbordo, onde são preparadas misturas de sucata para atender às necessidades específicas de serralherias específicas e utilizado na indústria metalúrgica (Mańkowska, Kotowska; Pluciński, 2020).

Dentre as diversas opções disponíveis de materiais que podem ser reaproveitados nas edificações podem ser citados o entulho de demolição, a sucata ferrosa, as madeiras de demolição ou proveniente de paletes do setor de logística, e os contêineres marítimos (Gonçalves, 2016; Ribeiro; Gonçalves, 2019). Segundo Guedes e Buoro, (2015), o contêiner marítimo tem um grande potencial enquanto matéria prima-estrutural para novos edifícios.

Resíduos plásticos retirados dos mares têm potencial para serem transformados em porta-copos, molduras, material de limpeza, roupas, móveis, equipamento esportivo, entre muitas outras utilidades (World Animal Protection, 2018).

No Chile, país com forte indústria pesqueira, uma empresa criou um programa de reciclagem de redes, com postos de descarte espalhados por toda a costa. Com os descartes, a empresa fabrica, entre outros itens, skates. Para cada unidade produzida são usados três metros quadrados de redes. A reutilização do material plástico reduz em mais de 70% as emissões de gases de efeito estufa, quando comparada à utilização de plástico novo (ECYCLE, 2020).

Um estudo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (2013) afirma que as emissões de navios nos portos representam 18 milhões de toneladas de emissões de CO₂. Os navios também são os principais contribuintes para as emissões nos portos, mesmo quando estão navegando ou atracados (Notteboom *et al.*, 2020).

Captura CO₂ de processos industriais dentro da área portuária como fonte para estufas locais para melhorar o crescimento de plantações (Ros *et al.*, 2014). Outra alternativa citada é a transformação de CO₂ em combustível, bioetanol (Haezendonck; Van Den Bergue, 2020).

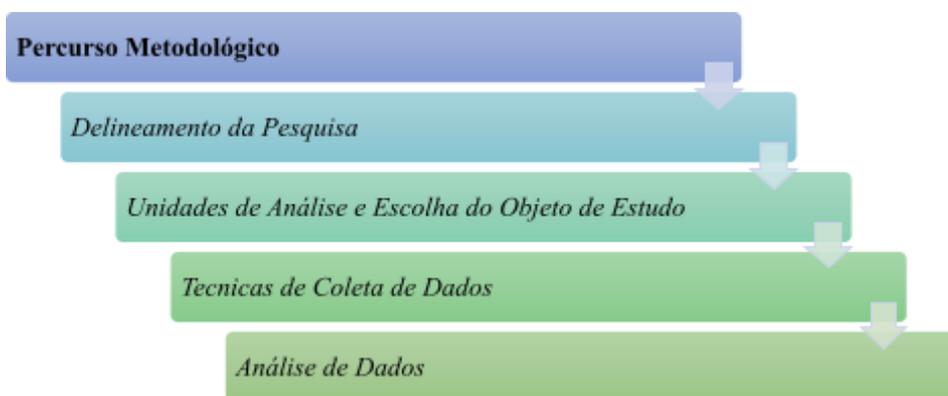
Em estudo, os autores Ferdosh *et al.*, (2014) relatam que, os subprodutos sólidos durante o processamento do pescado geralmente incluem cabeça, pele, vísceras e ossos, que geralmente são transformados em farinha de peixe ou fertilizante. Isso torna importante explorar as estratégias de gestão adequadas para resíduos de peixes, considerando seu potencial como ração para peixes, bem como outros, como biodiesel, quitosana, gelatina, óleo de peixe, joias, sabor, artesanato e fertilizante (Caruso *et al.*, 2015; Vatria, 2020).

Zilia *et al.*, (2021) transformaram resíduos de ouriço-do-mar em colágeno para produzir dispositivos biomédicos, implantes dérmicos, cosméticos e produtos farmacêuticos. Outro exemplo na indústria pesqueira é a conversão de resíduos em subprodutos alimentares em substituição à farinha de peixe (Kusumowardani; Tjahjono, 2020). Além disso, a implementação de uma para garantir que os resíduos sejam reutilizados para produzir biomateriais ou fontes de energia é também um método para maximizar o valor da produção e reduzir a quantidade de resíduos a eliminar (Borrello *et al.*, 2020).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo elencam-se as escolhas metodológicas que norteiam a presente dissertação, as quais estão divididas em 4 momentos (Figura 4). No primeiro momento, é exposto o delineamento da pesquisa e método de abordagem. Posteriormente, são abordadas as unidades de análise e a escolha dos objetos de estudo. Em um terceiro e quarto momentos, destacam-se as técnicas de coleta e análise de dados.

Figura 4 - Estrutura do percurso metodológico



Fonte: Desenvolvido pela autora (2023).

Para a realização da pesquisa se faz necessário estabelecer ações que auxiliem e possibilitem a compreensão dos aspectos da EC em portos marítimos no contexto nacional e internacional.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA E MÉTODO DE ABORDAGEM

Em vista de atingir o objetivo proposto nesta dissertação, o qual vislumbra *propor melhorias de gestão em negócios portuários marítimos com ênfase na EC*, o presente estudo enquadra-se enquanto uma pesquisa, como qualitativa. Entende-se, neste sentido, que o interesse reside em compreender determinado significado existente, isto é, envolve investigar a subjetividade que há ao interpretar profundamente um contexto, explorando as particularidades de um objeto (Merriam; Tsidell, 2016). Pode-se dizer que os métodos qualitativos ocorrem em um cenário natural (Creswell, 2010).

De acordo com Godoy (1995), a abordagem qualitativa carrega algumas características particulares, quais sejam: possuir o ambiente natural enquanto fonte de dados e o pesquisador

como instrumento para tal; ter caráter descritivo, uma vez que o interesse reside em todo o processo de pesquisa; entender os fenômenos por meio dos significados que lhes são atribuídos; e partir da indução, em que se coleta e analisa dados ao longo do tempo, a fim de compreendê-los.

Nesta perspectiva, estudos qualitativos têm como pressuposto basilar que a realidade é uma construção social, e ressaltam a relação desenvolvida na pesquisa entre o pesquisador e seu objeto de estudo (Godoy, 2013). Assim, “procura-se respostas a questões que envolvem os processos a partir dos quais experiências sociais são criadas e vivenciadas, atribuindo-se a elas determinados significados” (Godoy, 2013, p. 37).

Em relação ao delineamento, a dissertação caracteriza-se como um estudo exploratório e descritivo, o qual foi desenvolvido em duas fases. Para Richardson (2017), a pesquisa com orientação exploratória pretende descobrir determinado contexto em busca de ter uma visão geral. Na presente dissertação buscou-se, em uma primeira fase, realizar uma pesquisa ampla sobre EC em portos marítimos traçando o cenário capaz de contribuir para o estudo. Em relação a parte descritiva, conforme Richardson (2017), este tipo de pesquisa tem como pretensão realizar a descrição sistemática de um problema, fenômeno ou situação, a fim de tornar evidente o comportamento deste.

Visto isso, a condução do estudo se orienta através do estudo de caso, no qual se analisa profundamente um ou mais objetos (Godoy, 1995). Tal direcionamento normalmente é utilizado quando se pretende responder questões que buscam o ‘como’ ou o ‘porque’ da ocorrência de determinado fenômeno (Godoy, 1995; Yin, 2015) Assim como neste estudo, pois sua segunda fase pretende responder a problemática: *Quais são as alternativas encontradas em Portos Marítimos que visam desenvolver e aprimorar a gestão em negócios portuários voltadas a Economia Circular?*

Ressalta-se que o estudo de caso é utilizado quando o pesquisador tem a intenção de compreender fenômenos sociais complexos, isto é, debruça-se sobre um ou mais casos e busca desenvolver uma visão holística e real do mesmo (Yin, 2015). Conforme Yin, (2015), é possível distinguir em dois tipos os estudos de caso, sendo estudo de caso único ou estudo de casos múltiplos.

De acordo com o autor supracitado, trata-se de uma investigação empírica que “investiga um fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto puderem não ser claramente evidentes” (Yin, 2015, p. 17). O propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno (Patton, 2002).

É um procedimento metodológico que visa contemplar entendimentos contextuais, sem esquecer a totalidade de sua representação (Llewellyn; Northcott, 2007), centrando-se na compreensão da dinâmica do contexto real (Eisenhardt, 1989) e envolvendo-se num estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (Gil, 2002).

Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (Yin, 2015). Yin indica como etapa fundamental do estudo de caso a construção de protocolos (ou grades conceituais) em que são elencados os conceitos fundamentais e a eles se associam os passos do estudo a ser feito para ao longo do estudo utilizar os protocolos para ordenar e sistematizar os resultados obtidos no estudo.

Nesta dissertação, argumenta-se que se utilizou de estudo de casos múltiplos, uma vez que o interesse reside em analisar profundamente mais de um caso, o que Yin (2015) destaca revelar-se mais pertinente do que desenvolver um estudo de caso único, devido a robustez da pesquisa.

3.2 AS UNIDADES DE ANÁLISE E A ESCOLHA DOS OBJETOS DE ESTUDO

Seguindo os pressupostos de Yin (2015), este estudo caracteriza-se enquanto casos múltiplos integrados dado que se tem três unidades de análise. Como critério para definição das unidades de análise, realizou-se uma busca nos Portos Marítimos a seguirem um caminho mais sustentável, em que se considerou os aspectos que tornavam as instituições diferenciadas sob um olhar de sustentabilidade.

Sendo assim, a seleção dos portos marítimos para a pesquisa foi realizada através do índice ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Marítimos), órgão governamental brasileiro responsável pelos portos, e nos últimos anos vem desenvolvendo uma metodologia de avaliação da gestão ambiental portuária para o Brasil. Foi desenvolvido o IDA (Índice de Desempenho Ambiental), que busca, por meio de uma análise multicritério utilizando o método AHP (Analytic Hierarchy Process ou Processo de Análise Hierárquica), avaliar critérios ambientais nos portos.

De acordo com o indicador da agência, os 31 portos públicos avaliados apresentaram, na média geral, 77,38 pontos no IDA, em 2021 (ANTAQ, 2022). O IDA é composto por 38 indicadores com quatro categorias para avaliação dos portos: econômico-operacional,

sociológico-culturais, físico-químicos e biológicos-ecológicos, cada uma com um peso. Cada uma destas categorias possui indicadores globais e específicos com seus respectivos pesos. Este índice foi criado com o auxílio de especialistas e apoiado em uma pesquisa a bibliografia acadêmica (ANTAQ, 2015). A Figura 5 apresenta a composição dos indicadores globais do IDA. (ANTAQ, 2015).

Figura 5- Indicadores IDA (Índice de Desenvolvimento Ambiental)



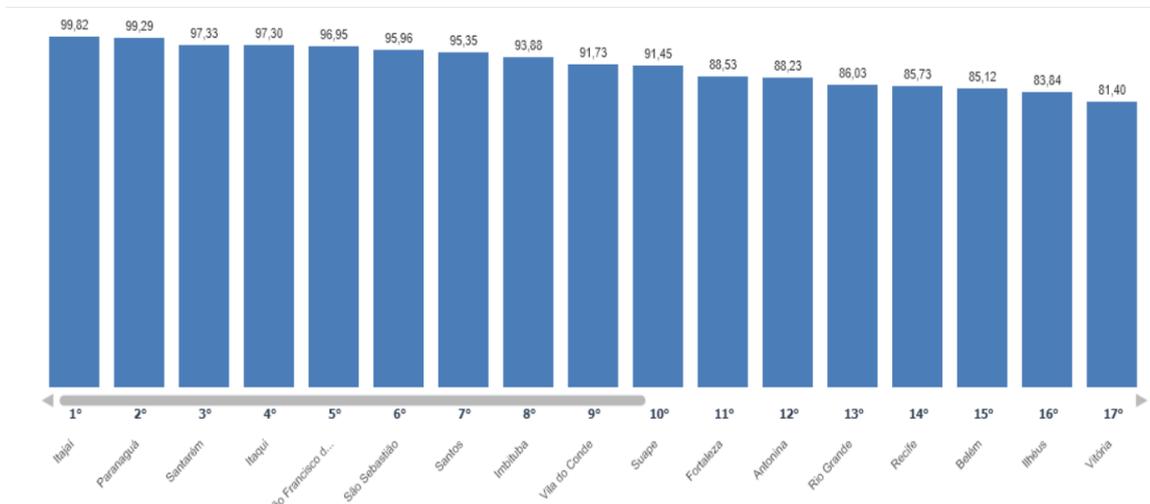
Elaborado pela Autora (2023).

A primeira categoria dos indicadores é a denominada Econômico-operacional e trata das ações da organização, estruturação e capacidade de resposta, voltadas para a gestão ambiental, em harmonia com as suas operações portuárias. Ela possui um conjunto de 7 indicadores globais e 24 indicadores específicos. A segunda categoria existente é a denominada Sócio-cultural, que avalia métodos e ações sociais inseridas na lógica ambiental. A gestão ambiental deve ser entendida e tratada como um processo integrado, em que todos os aspectos de qualidade ambiental estão considerados. Sob esse prisma, as questões de saúde e sanitárias são tão importantes quanto a proteção dos recursos naturais portuários. A terceira categoria engloba indicadores Físico-químicos. São relacionadas às ações de gestão dos possíveis tipos de poluição decorrentes da atividade portuária. A quarta e última categoria engloba indicadores Biológico-ecológicos, que, por sua vez, avaliam as questões mais diretamente relacionadas aos organismos presentes nas áreas portuárias.

Vale ressaltar que a ANTAQ classifica os resultados dos portos brasileiros em níveis, sendo: os portos com notas acima de 75 são classificados como alto nível de desempenho, entre 50 e 75, os portos estão no segundo maior nível. Entre 25 e 49, ficam no terceiro nível,

e abaixo de 25, estão no nível mais crítico (ANTAQ, 2017). A seguir na Figura 5 será apresentado o ranking IDA usado para selecionar os objetos de estudo:

Figura 5 - Ranking IDA (Índice de Desenvolvimento Ambiental)



Fonte: ANTAQ (2023).

Com base no ranking do ano de 2022, onde a pesquisa é realizada com base no ano de 2021, em um primeiro momento, optou-se por utilizar os três portos mais bem colocados no ranking do IDA, sendo os portos selecionados: o Porto de Itajaí (SC), 1º com 99,82 pontos, o Porto de Paranaguá (PR), 2º com 99,29 pontos e o Porto de Santarém (PA), 3º com 97,3 pontos.

No entanto, os Portos escolhidos não responderam ao contato. Sendo assim, o próximo porto do “ranking” foi selecionado. A intenção do estudo foi agrupar o maior número de casos e o Porto com os melhores índices no “ranking”, porém, diante da pesquisa científica, pode-se contar com desafios como: dificuldade em obter consentimento, limitações de tempo ou até falta de interesse do setor em se envolver na pesquisa.

Dessa forma, os Portos respondentes foram o Porto do Itaquí (MA), 4º Lugar com 97,3 pontos, o Porto de São Francisco do Sul (SC), 5º 96,95 pontos e o Porto de Rio grande (RS), 13º com 86,3 pontos.

3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Partindo do pressuposto de que a pesquisa foi realizada com base em um estudo de caso, é preciso delimitar quais e como serão obtidas as fontes de evidência para realizar tal investigação. Conforme Godoy (2015), este tipo de estudo envolve uma variedade de técnicas

de coleta de dados, a fim de gerar uma gama mais completa de informações a serem analisadas. Em meio a isso, se fez uso de entrevistas em profundidade (qualitativas) e análise documental.

Pode-se dizer que as pesquisas exploratórias têm como objetivo principal o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002). Salienta-se que aqui ocorreu a fase exploratória do estudo em 3 etapas que serão descritas a seguir: (a) levantamento bibliográfico, (b) Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e (c) Entrevistas semiestruturadas. As etapas serão descritas a seguir:

(a) Levantamento Bibliográfico - através de Web sites, Plano Mestre (PNLP), Índice IDA (Índice de Desempenho Ambiental), Agendas Ambientais, Plano de Zoneamento, etc.

(b) Revisão Sistemática (RSL) - A partir da lacuna identificada por Lagen *et al.*, (2020) e Kovačič Lukman, Brglez e Krajnc, (2022), foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL). Optou-se pela revisão sistemática devido à confiabilidade advinda do rigor metodológico necessário para desenvolvê-la. Assim, a sua amplitude permite uma análise geral do conteúdo estudado e permite uma estruturação clara das informações encontradas (Tranfield; Denyer; Smart, 2003).

A condução da pesquisa foi inspirada nas diretrizes de Tranfield, Denyer e Smart, 2003 e Moher *et al.*, (2009), constituindo cinco etapas, sendo elas: (i) identificação da lacuna e definição do objetivo de pesquisa; (ii) definição das fontes de dados e suas características; (iii) extração dos dados; (iv) análise preliminar dos dados; e (v) análise final e síntese.

Na primeira etapa, (i) identificação da lacuna e definição do objetivo de pesquisa, foi realizada uma leitura preliminar dos artigos mais citados na base de dados Scopus com a palavra-chave: “*Circular Economy*”, “*EC*”, “*ports*”, “*Ecosystem*”, “*Seaport*” e “*Harbor*”. Essa leitura preliminar se justifica para obter uma visão inicial do assunto. A partir dela, foi identificada a lacuna e a pergunta de pesquisa apresentadas na introdução do artigo.

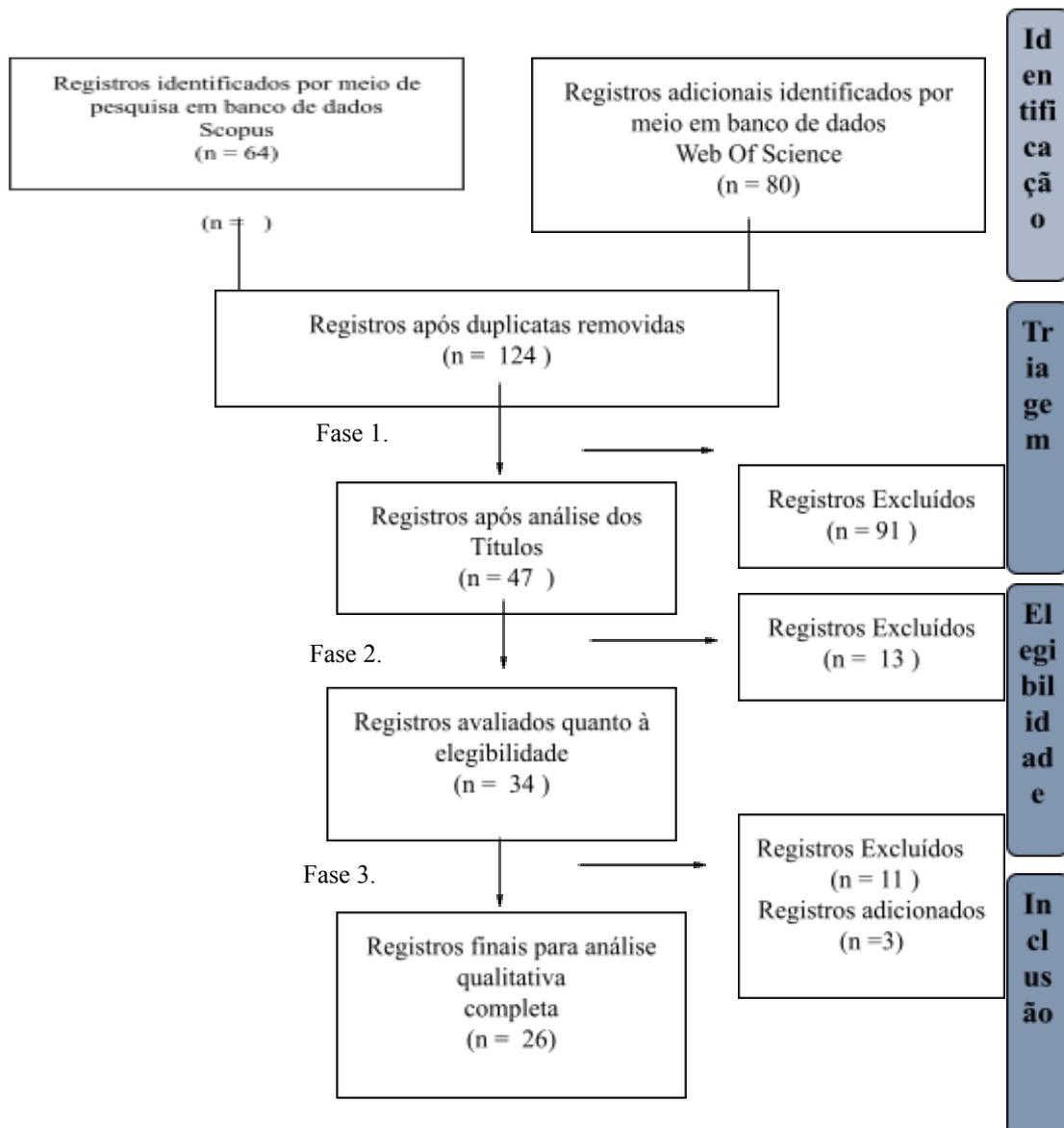
Na segunda etapa, (ii) definição das fontes de dados e suas características, foi utilizada a análise realizada na etapa anterior para identificar as palavras-chaves que permitiriam encontrar a resposta para a pergunta de pesquisa e assim foi definida a seguinte *string* de busca: ("*circular economy*" OR "*port*"). A mesma foi utilizada em duas bases de dados - *Web of Science* e *Scopus*. Foram selecionados apenas artigos científicos e sem restrição de data de publicação. A primeira busca foi realizada em outubro de 2021 para a construção da etapa estrutural do projeto de pesquisa. A segunda busca foi realizada em 2022.

Para a terceira etapa, (iii) extração dos dados, a ferramenta de gerenciamento de referências Zotero foi utilizada para remoção dos artigos duplicados e formação da base

inicial de artigos. Nessa etapa, foram aplicados o primeiro e o segundo passo da sequência de quatro passos do PRISMA de Moher *et al.*, (2009), a saber: (a) identificação; (b) triagem; (c) elegibilidade; e (d) inclusão. Assim, de um total de 144 artigos encontrados nas 2 bases, restaram 124 artigos não duplicados que foram exportados para o Excel e tiveram seus títulos analisados, resultando em 47 artigos elegíveis para a próxima etapa.

Na quarta etapa, (d) análise preliminar dos dados, foram realizados os passos três e quatro do PRISMA e os 47 artigos tiveram seus resumos analisados, permanecendo 34 artigos. Diante da análise dos textos escolhidos, para a realização da revisão sistemática, outros textos foram encontrados que contemplavam a pesquisa; por fim, após a leitura integral de seus conteúdos, um total de 26 artigos foram utilizados, conforme demonstra a Figura 6.

Figura 6 - Fluxo de Informações nas Diferentes Fases de uma Revisão Sistemática (RSL)



Fonte: Adaptado do autor Moher, (2009).
Elaborado pela Autora (2023).

Durante a primeira fase de análise dos títulos, foram utilizados três critérios aplicados para a seleção dos artigos. O primeiro, de caráter obrigatório e eliminatório, exigiu que o tema central necessariamente fosse EC. Os outros dois critérios utilizados foram de caráter facultativo, sendo obrigatória apenas a presença de um deles. Assim, foram selecionados artigos que abordassem direta ou indiretamente elementos e dimensões da EC como: (i) características, capacidades e maneiras de pensar para a EC, e/ou (ii) princípios, requisitos e visões de desafios e de estratégias relacionados à EC, ambas envolvendo questões marítimas.

A segunda fase, a busca durante a leitura dos resumos, foi feita por palavras chaves relacionadas a características, aspectos, habilitadores, que registrassem a EC como ferramenta ou modelo de mudança estratégica portuária etc. Se não observados no texto, esses foram sendo excluídos.

A última fase, análise final e síntese, inicia com a leitura das palavras-chave e dos artigos em sua totalidade. Após a leitura do conteúdo de todos os artigos, estes foram aglutinados de acordo com sua similaridade e aproximação de conteúdo, a fim de formar os elementos obtidos e apresentados na seção do referencial teórico. Os artigos que não contemplaram o tema da pesquisa foram excluídos. Esta fase da pesquisa atende o objetivo (i) identificar na literatura práticas de EC implementadas em Portos Marítimos do mundo. A seguir, no Quadro 4 será apresentado uma lista de autores, ano de publicação e títulos dos artigos.

Quadro 4 - Artigos RSL

Lista de Artigos RSL		Autores e Ano de Publicação
1	An overview of operations and processes for circular management of dredged sediments.	Crocetti, <i>et al.</i> , (2022).
2	The Analysis of the Conceptual Framework of Green Port Implementation in Indonesia Using Circular Economy: The Case Study of Benoa Public and Fishing Terminals.	Gurning, R.O.S., Tangkau, D.I., (2022).
3	A Conceptual Model for Measuring a Circular Economy of Seaports: A Case Study on Antwerp and Koper Ports.	Kovačič Lukman, Brglez, Krajnc, (2022).
4	Assessing the Possibilities of Integrating Ports into the Circular Economy.	Jugović, <i>et al.</i> , (2022).
5	Effect of phytoremediated port sediment as an agricultural medium for pomegranate cultivation: Mobility of contaminants in the plant.	Martínez-Nicolás, <i>et al.</i> , (2021).
6	A virtuous circle? Increasing local benefits from ports by adopting circular economy principles.	Roberts, <i>et al.</i> , (2021).
7	Patterns of circular transition: What is the circular economy maturity of Belgian ports.	Haezendonck, Van Den Berghe, (2020).
8	The role of port development companies in transitioning the port business ecosystem; the case of port of Amsterdam's circular activities.	De Langen, Sornn-Friese, Hallworth, (2020).
9	Integrated assessment of management strategies for metal-contaminated dredged sediments – What are the best approaches for ports, marinas and waterways	Norén, <i>et al.</i> , (2020).
10	Seaports as nodal points of circular supply chains: Opportunities and challenges for secondary portsOpen Access	Mańkowska, Kotowska, Pluciński, (2020).
11	Sustainability in maritime sector: Waste management alternatives evaluated in a circular carbon economy perspective.	Gallo, <i>et al.</i> , (2020).
12	Operationalizing the circular city model for naples' city-port: A hybrid development strategy.	Cerreta, <i>et al.</i> , (2020).
13	The role of seaports in green supply chain management: Initiatives, attitudes, and perspectives in rotterdam, antwerp, north sea port, and zeebrugge.	Notteboom, <i>et al.</i> , (2020).
14	Moving towards the circular economy/city model: Which tools for operationalizing this model.	Girard, Nocca, (2019).
15	Characterization of dredged sediments: A first guide to define potentially valuable compounds - The case of Malmfjärden Bay, Sweden.	Ferrans, <i>et al.</i> , (2019).

16	Circular economy strategies in eight historic port cities: Criteria and indicators towards a circular city assessment framework.	Gravagnuolo, Angrisano, Girard, (2019).
17	Circular economy approach to facilitate the transition of the port cities into self-sustainable energy ports—a case study in Copenhagen-Malmö Port (CMP)	Karimpour, Ballini, Ölcer, (2019).
18	Solutions to marine pollution in Canary Islands' ports: Alternatives and optimization of energy management	Uche-Soria, Rodríguez-Monroy., (2019).
19	The circular regeneration of a seaport	Williams,(2019).
20	Securing a port's future through Circular Economy: Experiences from the Port of Gävle in contributing to sustainabilityOpen Access	Carpenter, <i>et al.</i> , (2018).
21	Sustainable international business model innovations for a globalizing circular economy: a review and synthesis, integrative framework, and opportunities for future research.	Chabowski, <i>et al.</i> , (2023).
22	Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools,Resources, Conservation and Recycling,	Kalmykova, Sadagopan, Rosado, (2018).
23	From Waste to Product: Circular Economy Applications from Sea Urchin. Sustainability.	Zilia, <i>et al.</i> , (2021).
24	Aquaculture as a circular bio-economy model with Galicia as a study case: How to transform waste into revalorized by-products. Trends in Food Science & Technology, 119, 23-35.	Fraga-Corral, <i>et al.</i> , (2022).
25	Integrated assessment of management strategies for metal-contaminated dredged sediments—What are the best approaches for ports, marinas and waterways?	Norén, <i>et al.</i> , (2020).
26	Circular developments of maritime industrial ports in Europe: a semi-systematic review of the current situation.	Barona, Ballini, Canepa,(2023).

Elaborado pela Autora (2024).

(c) Entrevistas Semiestruturadas - De acordo com Gaskell (2002), a entrevista qualitativa é indispensável quando o interesse se trata em compreender indivíduos e/ou grupos sociais (instituições), tanto para se realizar uma descrição detalhada, quanto para construir um referencial para pesquisas futuras através de determinada perspectiva teórica. É uma interação social entre entrevistador e entrevistado, em que se busca desenvolver uma relação mais informal, criando um espaço em que o respondente se sinta confortável para responder aos questionamentos (Gaskell, 2002).

Ademais, Yin (2015) pontua que uma pesquisa qualitativa envolve um relacionamento diferenciado entre o pesquisador e o participante, não há um roteiro de perguntas rígidas, mas uma lista de perguntas mais amplas e abertas que possam conduzir o pesquisado a responder de modo mais completo. O pesquisador deve conduzir as entrevistas considerando o perfil de cada entrevistado e, por vezes, modificar o modo de expor o questionamento. Em meio a isso, “o pesquisador tenta compreender o mundo do participante, o que provavelmente inclui esforços concentrados para dominar os significados das palavras e expressões do participante” (Yin, 2015, p. 156).

Neste estudo, as entrevistas foram desenvolvidas por meio de um roteiro de entrevista semiestruturado, as quais foram gravadas após o consentimento do participante e posteriormente transcritas na íntegra. Os sujeitos de pesquisa foram diretores e gerente de gestão ambiental dos portos.

Quadro 5 - Relação dos Entrevistados

Entrevistado	Duração da Entrevista	Cargo
Porto 1	41min54s	<ul style="list-style-type: none"> Diretor de Meio Ambiente (DMA). Portos RS – Autoridade Portuária. Desde 2017.
Porto 2	49min31s	<ul style="list-style-type: none"> Gerente de Meio Ambiente da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). Desde de 2019.
Porto 3	39min34s	<ul style="list-style-type: none"> Gerente de Meio Ambiente Porto de São Francisco do Sul (PSFS) Desde 2016.

Fonte: Desenvolvido com base nos dados da pesquisa (2023).

Segundo Yin (2015), o pesquisador está constantemente agindo enquanto observador no momento da coleta de evidências, seja analisando ações, eventos ou conversas. A escolha por entrevista exploratória, semiestruturada, deu-se pelo fato de poder adaptar as questões,

tendo em conta o entrevistado e o decorrer da entrevista. Assim, é possível proporcionar uma melhor recolha de informação e trazer mais liberdade para abordar e introduzir novos pontos importantes que surgem.

O objetivo central deste roteiro de entrevista semiestruturada é perceber qual o grau de entendimento e desenvolvimento sobre o tema e investigar se existem atividades de EC nos portos destacados. O roteiro foi estruturado com as questões apresentadas no Quadro 6:

Quadro 6 - Roteiro da Entrevista

Roteiro da Entrevista Semi-Estruturada	
1	Qual o seu conhecimento sobre o tema da pesquisa - EC e EC em portos ?
2	O que é feito com a carga de sedimentos dragados no porto?
3	Na sua opinião, o porto tem conhecimento que os descartes de resíduos de aquicultura e pescado podem gerar revalorização de resíduos e/ou subprodutos?
4	Existe neste porto algum tratamento de águas residuais da atividade portuária que se enquadra como EC?
5	Na sua opinião, de forma ampla, analisando quantidade e disponibilidade, qual o resíduo poderia ser usado como fluxo de matéria secundária para desenvolver ou facilitar o mecanismo de circuito fechado no porto?
6	Em sua opinião, quais seriam as principais oportunidades e barreiras para a implementação de atividades de EC neste porto ou em portos em geral?

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As variáveis serão agrupadas e classificadas possibilitando a análise da relação entre os fatores resultantes, garantindo uma visão geral dos principais achados. Busca-se identificar temas e características de atividades em comum, identificando-se convergências e as divergências sobre as práticas de EC descritas pelos diferentes portos.

A seguir, no Quadro 7, destaca-se a operacionalização dos objetivos, em que buscou-se apresentar como se pretendeu alcançar o objetivo geral do estudo. Assim, a partir de cada objetivo específico foi apontada a técnica para atingi-lo, o roteiro que foi utilizado para realizá-lo e a base teórica explorada para tal formulação.

Quadro 7 - Operacionalização dos Objetivos do Estudo

Objetivos Específicos	Técnica	Roteiro
i) Investigar na literatura práticas de Economia Circular implementadas em Portos Marítimos no mundo;	. Revisão Sistemática da Literatura (RSL).	(i) identificação da lacuna e definição do objetivo de pesquisa; (ii) definição das fontes de dados e suas características; (iii) extração dos dados; (iv) análise preliminar dos dados; e (v) análise final e síntese.
ii) Identificar práticas de Economia Circular implementadas em Portos brasileiros;	. Entrevistas: Gerente e Diretores Portuários. . Documentos: Site Institucional, PDZ, PM, Licenças, Agenda Ambiental	. Qual o seu conhecimento sobre o tema da pesquisa - EC e EC em portos? . O que é feito com a carga de sedimentos dragados no porto? . Na sua opinião, o porto tem conhecimento que os descartes de resíduos de aquicultura e pescado? . Existe neste porto algum tratamento de águas residuais da atividade portuária que se enquadra como EC? . Em sua opinião, quais seriam as principais oportunidades e barreiras para a implementação de atividades de EC neste porto ou em portos em geral? . Qual o resíduo poderia ser usado como fluxo de matéria secundária para desenvolver ou facilitar o mecanismo de circuito fechado no porto? . Identificar aspectos chaves para caracterizar a prática de EC: resíduos; cadeias econômicas sustentáveis; minimização da extração de recursos; maximização da reutilização; aumento da eficiência no desenvolvimento de processos e no uso de produtos.
iii) Identificar possíveis barreiras para implementar a Economia Circular em Portos; e	. Entrevistas: Gerente e Diretores Portuários. . Documentos: Site Institucional, PDZ, PM, Licenças, Agenda Ambiental	- Identificar desafios para implementação da EC apresentadas pelos portos brasileiros, traçando sugestões para superar tais barreiras.
iv) Propor sugestões de aprimoramento à gestão em negócios portuários marítimos voltadas à Economia Circular.	. Revisão Sistemática da Literatura (RSL).	(i) Identificar as oportunidades de resíduos / matéria prima existentes no processo; (ii) Sugerir produtos que podem utilizar tal resíduo como matéria prima; (iii) Apresentar oportunidades com engajamento e otimização de recursos; Tópicos e metas de direcionamento.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Posterior a coleta de dados, em que se obteve dados ‘brutos’, iniciou-se o tratamento destes, em que se fez uso da análise de conteúdo pautada nos pressupostos de Bardin, (2016), com o amparo de uma matriz de análise, baseada no entendimento de Nadin e Cassell, (2004). De acordo com Bardin, (2016), a análise de conteúdo visa a análise e interpretação de dados através de um conjunto de técnicas baseadas em processos sistemáticos para descrever conteúdo qualitativo ou quantitativo, fornecendo compreensão sobre algo investigado para se realizar inferências.

A técnica envolve a pesquisa como um todo, considerando-se que a interpretação é densa e complexa, requerendo o estabelecimento de um plano de trabalho organizado para que se consiga compreender o conteúdo e seus significados intrínsecos, isto é, caminhando do todo para as partes (Bardin, 2016). Para Bardin, (2016), a análise de conteúdo organiza-se por meio de três polos cronológicos, quais sejam: pré-análise, exploração do material, e o tratamento dos dados, a inferência e a interpretação.

Nesse segmento, a análise de conteúdo é entendida como um conjunto de técnicas de “análise das comunicações”, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem as inferências de conhecimentos relativos de condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (BARDIN, 2004, p. 41). É compreendida como um conjunto de instrumentos metodológicos, em constante aperfeiçoamento, que objetiva analisar diferentes aportes de conteúdo, sejam eles verbais ou não-verbais, por meio de uma sistematização de métodos empregados em uma análise de dados.

A técnica de pesquisa Análise de Conteúdo, defendida por Bardin (2016) se estrutura em três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material, categorização ou codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. A validade dos achados da pesquisa é resultante de uma coerência interna e sistemática entre essas fases, cujo rigor na organização da investigação inibe ambiguidades e se constitui como uma premissa fundante. No Quadro 8 apresentam-se as representatividades da sequência da técnica Análise de Conteúdo de forma simplificada, segundo Laurence Bardin, a partir da construção teórica e do roteiro de entrevista.

Quadro 8 - Sequência de Técnica da Análise de Conteúdo

Pré Análise	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura Flutuante • Escolha dos Documentos • Formulação dos Objetivos
Exploração do Material	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de categorias
Tratamento dos Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação dos resultados

Fonte: Bardin (2016).

Para responder ao objetivo desta pesquisa, optou-se pelo método “estudo de múltiplos casos”, com abordagem qualitativa. Segundo Eisenhardt, (1989), o estudo de caso é um método de pesquisa com ênfase no entendimento das dinâmicas em um determinado contexto. Miguel *et al.*, (2010) complementam afirmando que o estudo de caso é um estudo de natureza empírica, que investiga problemas inseridos em um contexto real. Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (Yin, 2015).

A qualidade em estudos qualitativos ainda gera controvérsias devido não ser realizada por meio de testes que comprovam os dados, porém a explanação detalhada dos procedimentos realizados gera maior credibilidade a pesquisa (Flick, 2009), em que se destacam elementos como a confiabilidade e a validade da pesquisa (Flick, 2009; Godoy, 2005). “Embora se reconheça que não existem estudos com uma confiabilidade externa perfeita, os desafios para os pesquisadores que optam pelas metodologias qualitativas são maiores do que aqueles enfrentados pelos que escolhem métodos quantitativos” (Godoy, 2005, p. 83).

A seguir, desenvolveu-se o Quadro 9, com base no exposto, em vista de demonstrar os princípios éticos e qualidades que regem a presente dissertação, desenvolveu-se o protocolo do estudo de casos múltiplos, a fim de gerar maior confiabilidade do estudo.

Quadro 9 - Protocolo de Estudo de Caso

Protocolo de Estudo de Casos Múltiplos	
Objetos da Pesquisa	- Porto de Rio Grande(RS) - Porto do Itaqui(MA) - Porto de São Francisco do Sul (SC)
Plano de Coleta de Dados	- Revisão Bibliográfica; - Entrevistas Semiestruturadas; - Obtenção das fontes secundárias – documentos.
Coleta de Dados	- RSL - Realização das entrevistas semiestruturadas; - Organização das fontes secundárias - documentos
Análise dos Dados	- Transcrição das entrevistas semiestruturadas; - Leitura rigorosa das entrevistas semiestruturadas; - Análise de conteúdo do Material.
Elaboração Final da Pesquisa	- Considerações finais e redação final da Dissertação; - Limitações do estudo e sugestões de novas pesquisas.

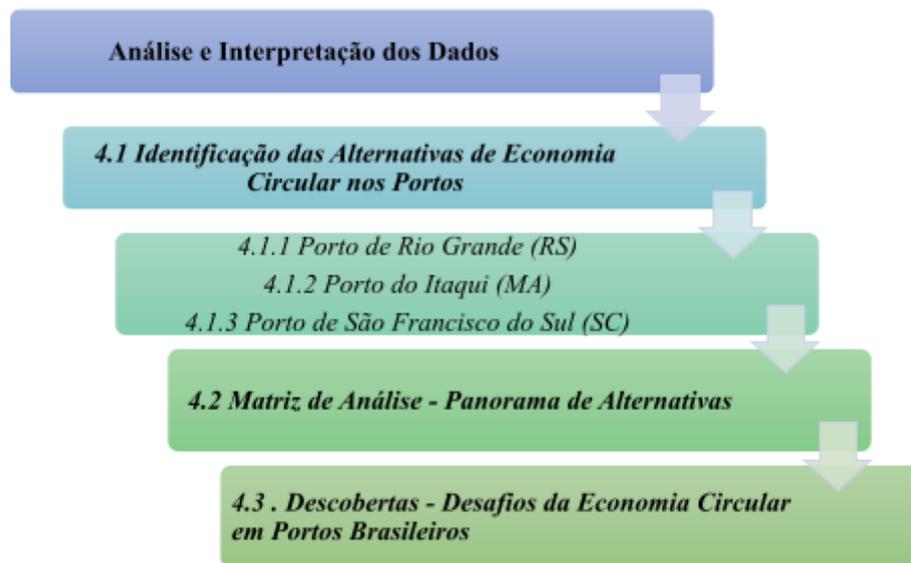
Elaborado pela Autora (2023).

Após isso, as instituições foram contatadas para realizar a coleta de dados por meio de entrevistas e documentos. Realizou-se os procedimentos relativos à análise de dados, em que se fez a transcrição na íntegra dos dados, o desenvolvimento de categorias a posteriori, e a análise de dados a partir das evidências coletadas e o desenvolvimento teórico, a fim de alcançar o objetivo proposto no estudo. Finalmente, se desenvolveu a redação final da dissertação, destacando-se os principais achados, bem como pontuando as limitações e possibilidades de estudos futuros, sendo apresentado novamente a banca examinadora através da cerimônia de defesa da dissertação. Ademais, ressalta-se que a construção teórica foi atualizada constantemente no decorrer de todas as fases da pesquisa.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Esta seção tem como propósito apresentar os resultados obtidos com a realização da presente pesquisa, em consonância com os objetivos propostos na seção introdutória desta dissertação. Diante disto, foi desenvolvida a Figura 7, para melhor visualização de como está organizado o desenvolvimento da seção.

Figura 7- Estrutura de Percurso Metodológico



Fonte: Desenvolvido pela Autora (2023).

4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR NOS PORTOS BRASILEIROS

Nesta subseção são apresentadas as principais alternativas encontradas nos Portos Marítimos brasileiros selecionados para esta pesquisa. Com o propósito de explorar em um primeiro momento cada objeto de estudo individualmente, será abordado no Quadro 10 a seguir, características dos respondentes, a fim de proporcionar um panorama completo do estudo.

Quadro 10 - Síntese dos Objetos de Estudo.

Porto	Breve Histórico	Entrevistado	Duração da Entrevista	Cargo
Rio Grande -Portos do Sul (RS)	<ul style="list-style-type: none"> • Início das operações do porto de Rio Grande, em 1915. • Dotado de uma completa infraestrutura operacional. • 2º Maior Porto para desenvolvimento do comércio internacional brasileiro. 	Porto 1	41min54s	<ul style="list-style-type: none"> • Diretor de Meio Ambiente (DMA). Portos RS – Autoridade Portuária. • Desde 2017.
Porto do Itaqui (MA)	<ul style="list-style-type: none"> • Início das operações do Porto do Itaqui, em 1972. • Eficiência multimodal: Ferrovias e Rodovias. • Movimentação de granéis sólidos e líquidos. • De janeiro a dezembro (2022), foram exportadas 33,610 milhões de toneladas de cargas. 	Porto 2	49min31s	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Meio Ambiente da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). • Desde de 2019.
Porto de São Francisco do Sul (SC)	<ul style="list-style-type: none"> • Início das operações do Porto do Itaqui, em 1955. • Trens transportam 50% da carga de grãos. • Investimento de R\$41 milhões na dragagem do canal de acesso. • Porto bate recorde histórico na importação de fertilizantes e produtos siderúrgicos 	Porto 3	39min34s	<ul style="list-style-type: none"> • Gerente de Meio Ambiente Porto de São Francisco do Sul (PSFS) • Desde 2016.

Elaborado pela Autora (2023).

4.1.1 Porto de Rio Grande - Portos RS Autoridade Portuária (RS)

A Portos RS é uma empresa pública responsável por organizar, gerenciar e fiscalizar todo o sistema hidroportuário do estado do Rio Grande do Sul. Este sistema conta com os portos públicos de Rio Grande, Pelotas e Porto Alegre, além de 17 terminais de uso privado. São mais de 754 km de vias navegáveis com ampla capacidade de receber novos complexos industriais.

O Complexo Portuário de Rio Grande localiza-se no sul do estado do Rio Grande do Sul e as instalações portuárias estão situadas nos municípios de Rio Grande, conforme a figura 8, a seguir:

Figura 8- Localização do Complexo Portuário de Rio Grande



Fonte: Plano Mestre Do Complexo Portuário de Rio Grande, 2020.
Google Earth (2017).

Situado a 32 graus 07 minutos e 20 segundos de latitude Sul e a 52 graus 05 minutos e 36 segundos de longitude Oeste de Greenwich. É o porto de mar mais meridional do Brasil, localizado na margem Oeste do Canal do Norte, que é o escoadouro natural de toda a bacia hidrográfica da Laguna dos Patos. Suas instalações são distribuídas nas seguintes zonas portuárias: ▪ Porto Velho; ▪ Porto Novo; ▪ Superporto; ▪ São José do Norte (PDZ/CAP, 2011).

No ano de 2023, o Complexo Portuário de Rio Grande movimentou 27.108.695 toneladas, quantidade de carga que é 10,39% maior que o contabilizado em 2022, quando foram 24.556.234 toneladas (ANTAQ, 2023). Destaca-se na movimentação do Complexo a relevância das operações de natureza de granéis sólidos e dos contêineres apresentadas na Figura 9, a seguir:

Figura 9 - Cargas Relevantes do Porto de Rio Grande

Granel Sólido/Líquido Vegetal	Granel Sólido Mineral	Granel Líquido, Combustível e Químico
<ul style="list-style-type: none"> •Grão de Soja •Farelo de Soja •Arroz •Cavaco •Trigo •Milho •óleo de Soja 	<ul style="list-style-type: none"> •Fertilzantes •Clinker •Celulose •Toras de madeira 	<ul style="list-style-type: none"> • Derivados de petróleo (exceto GLP, GNL e outros gases) •Produtos químicos •petróleo •GLP, GNL e outros gases

Fonte: Plano Mestre - PM (2020).
Elaborado pela Autora

Os granéis sólidos lideram as movimentações no porto rio-grandino, com 7.746.016 toneladas. Na sequência aparecem as cargas gerais, com 3.667.482 toneladas, e os granéis líquidos, com 1.316.322 toneladas. Entre as mercadorias com aumento estão a soja em grão (79,22%), o fosfato (79,21%), o arroz (8,27%) e o cloreto de potássio (7,38%). No que diz respeito às movimentações de contêineres, foram 112.897 unidades cheias e outras 77.855 vazias, totalizando 190.842 (PORTOS RS, 2023). As exportações e importações são os fluxos mais relevantes nas operações de contêineres no Complexo, cabendo ainda ressaltar os fluxos de navegação interior (ANTAQ, 2018).

Por conta da grande movimentação, o comprometimento com o meio ambiente no Porto do Rio Grande mantém constante monitoramento das variáveis químicas, físicas e biológicas nas áreas de impacto direto e indireto, formando um banco de dados que atesta a qualidade ambiental da região. A gestão ambiental, no âmbito do Porto Organizado do Rio Grande é realizada em parceria com o Conselho de Gestão Ambiental Portuária (CGAPRG) além, dos convênios com a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), permitem que o Porto Organizado do Rio Grande possa desenvolver suas operações numa convivência perfeita entre desenvolvimento do trabalho, relações com a comunidade e consciência ecológica (PORTOS RS, 2023). A seguir, no Quadro 11 apresenta-se um resumo do mapeamento dessas ações.

Quadro 11- Planos e programas Ambientais

Estrutura Organizacional do Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo ambiental com profissionais da área: Bacharel em Direito, Técnico administrativo, Oceanólogos, Biólogos, Gestores ambientais, Educadores ambientais, Profissionais na área operacional, totalizando uma equipe composta de 15 profissionais.
Registro e Armazenamento dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> • É implementado no Porto do Rio Grande o Programa de Gestão Ambiental Integrada (PGAI), em consonância com a LO referente à segunda renovação. • Possui uma agenda ambiental – objetivo: posicionar a sustentabilidade como valor institucional e eixo estratégico da sua gestão.
Certificações	✓ (ISO 14001); (ISO 45001)
Ações Integradas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Programas de monitoramentos como da evolução da linha de costa, dos marismas e pradarias e do sítio de despejo e área adjacente do material dragado do canal de acesso ao Porto do Rio Grande (FURG). ✓ Monitoramento ambiental continuado da parte biológica, tais como: grupo de macroinvertebrados bentônicos, ornitofauna, ictiofauna, mamíferos aquáticos com ênfase nos botos e bioindicadores (FURG).
Licença Ambiental	✓ Licença de Operação – LO nº 03/1997 (3ª Renovação)
Programas de Monitoramento	✓ Monitoramento Da Água De Lastro; Monitoramento Da Qualidade Dos Sedimentos; Monitoramento Da Dragagem; Monitoramento Da Qualidade Do Ar; Monitoramento De Ruídos;
Programas de Gerenciamento	✓ Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Programa de Gerenciamento dos Efluentes Líquidos Programa de Educação Ambiental; Programa de Comunicação Social; Programa de Gerenciamento dos Riscos Ambientais

Fonte: Plano Mestre – PM (2020).
Elaborado pela Autora.

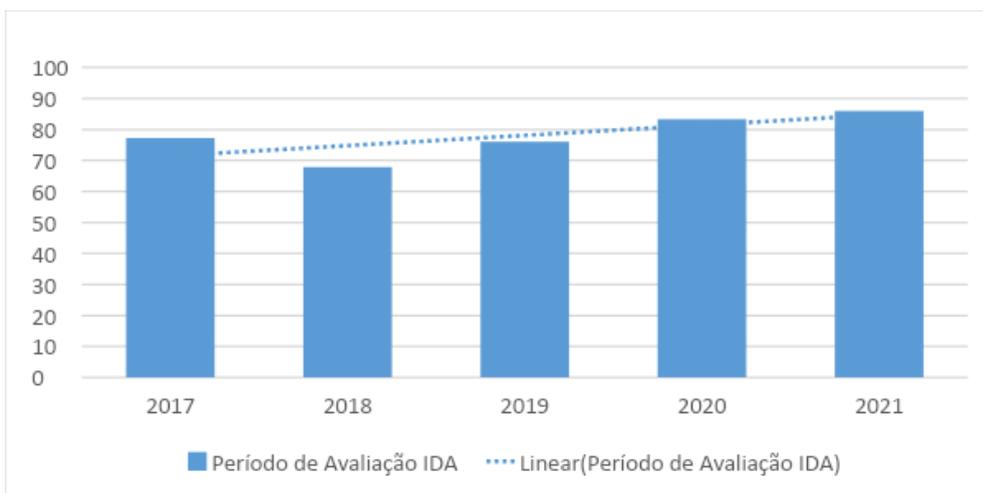
Comprometida com o meio ambiente, a Portos RS, empresa pública responsável pela administração dos portos públicos do Estado do Rio Grande do Sul, tem consolidado a gestão ambiental portuária por meio da Diretoria de Meio Ambiente – DMA. O Porto do Rio Grande tornou-se referência nacional na gestão ambiental portuária pois foi o primeiro porto brasileiro a obter uma Licença de Operação – LO nº 03/1997 (3ª Renovação).

A Licença de Operação do Porto do Rio Grande encontra-se no seu terceiro ciclo de renovações e foi expedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA no ano de 1997, além disso foi o primeiro porto a implantar um Programa de Educação Ambiental (ProEA) permanente e continuado, em 2005.

Em Rio Grande, a gestão ambiental integrada é realizada em parceria com o Conselho de Gestão Ambiental Portuária (CGAPRG), que discute o impacto das atividades portuárias no ambiente, formas de prevenção de acidentes, e de cooperação em toda área do Porto Organizado.

Conforme o Diretor, o Porto Organizado precisa estar atento às conexões inovadoras que possam construir um SGA forte, especialmente ao que se refere a uma equipe de colaboradores, parceiros, terminais privados e outros, para ambos estejam em sintonia com as ações e os valores estabelecidos para promover com ênfase a sustentabilidade ambiental e segurança do trabalho no Porto de Rio grande. A seguir, na Figura 10, pode ser constatada tal evolução:

Figura 10- Evolução do Índice IDA no Porto de Rio Grande.



Fonte: ANTAQ (2023).
Elaborado pela Autora

Em particularidade a outros portos, a Diretoria de Meio Ambiente (DMA) da Portos RS lançou uma edição 2023 de seu Índice de Desempenho Ambiental (IDA) do Porto do Rio Grande, que incluiu dos terminais do Porto Organizado, os quais também responderam aos questionamentos que compõem o IDA. Outra inovação é o Índice de Desempenho de Saúde e Segurança (IDSS), desenvolvido em conjunto com os membros do Conselho de Gestão Ambiental, para avaliar as questões específicas de segurança no trabalho.

Segundo o diretor de meio ambiente da Empresa Pública, Porto 1, a importância desta avaliação e contextualização mostra o cenário de crescente evolução ambiental obtido pelo complexo do Porto do Rio Grande. “As vitórias são frutos de muitas áreas da instituição que permitiram avanços históricos na gestão do sistema hidroportuário” (PORTOS RS, 2023).

4.1.1.1 Economia Circular no Porto de Rio Grande (RS)

A Portos RS integra, na sua visão de futuro, uma perspectiva de qualificação permanente e com caráter inovador, o que significa a adesão a iniciativas colaborativas, pactuadas e que prime pela sustentabilidade em suas práticas e procedimentos cotidianos (AGENDA AMBIENTAL INSTITUCIONAL DA PORTOS RS, 2023-2025). O Porto busca minimizar os impactos de seu desenvolvimento e operações sobre o meio ambiente e as comunidades vizinhas, buscando sempre a melhoria contínua de seu desempenho ambiental e a implementação de medidas de prevenção da poluição.

Percebe-se o propósito do complexo portuário, bem como a virtude do papel que visa afirmar perante a sociedade, trazendo o avanço ético, sustentável e inovador diante das atividades portuárias. Tal como defendem EMF, (2013) e Geissdoerfer et al. (2017), a interseção da EC e a sustentabilidade é inegavelmente profunda, com a crescente ênfase na pesquisa voltada para o desenvolvimento sustentável, o modelo circular tem ganhado destaque como um meio adicional para criar valor, enquanto reduz o impacto ambiental e promove a equidade social.

De acordo com o Porto 1 (Diretor De meio Ambiente – Portos RS), existe algum conhecimento por parte dos Portos RS sobre a EC. A gestão de resíduos está pautada no PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e foi elaborado em cumprimento à Licença de Operação nº 003/97 – 3º Renovação IBAMA, tendo por objetivo estabelecer um conjunto de ações a serem adotadas no gerenciamento dos resíduos gerados nas dependências do Porto Público (Porto Novo e Porto Velho), igualmente, e estabelecer as diretrizes para o

gerenciamento dos resíduos nas demais áreas que compreendem o Porto Organizado do Rio Grande. O diretor relata que a gestão de resíduos oportuniza conhecer alguns aspectos do tema:

Apesar de ser de uma forma mais tímida, existe sim o conhecimento do porto sobre o modelo de EC. Esse conhecimento ele vem da nossa gestão de resíduos. O porto em si apenas administra e supervisiona as ações dos parceiros, e quando falo parceiros me direciono ao *Tups* e toda e qualquer empresa cadastrada no Porto, sejam eles privados ou não, o nosso gerenciamento deve ser totalmente proativo e assertivo diante das licenças e obrigações desses. O nosso programa de gerenciamento de resíduos, na unidade portuária de Rio Grande, tem por objetivo estabelecer várias atividades Tipo... atividades que permitam o correto processo de coleta, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos gerados em suas dependências, bem como atender às necessidades nas operações portuárias e áreas vizinhas. Aqui é o ponto, todas essas atividades são monitoradas de perto por nossa equipe... e sim monitoramos cada etapa do seu início ao fim, através dos relatórios obrigatórios desses usuários, até o resíduo chegar no seu destino final correto. (Trecho extraído da entrevista com Porto 1–Diretor DMA).

“O Operador Portuário que ocupe Área de Instalação Portuária é responsável pelo recolhimento, transporte e destinação final de todo o tipo de resíduo gerado no interior/exterior dos Armazéns e afins, a que der causa, além da elaboração e execução do seu próprio PGRS, de forma a gerenciar todo o resíduo que produz (PGRS PORTOS RS, 2022-2023)”.

Perante o engajamento do porto de Rio Grande ao modelo circular, há uma liderança na instituição que conduz a um entendimento comum de sustentabilidade ligada diretamente ao uso do modelo em totalidade. Na Agenda Ambiental Institucional (2023-2025), constam metas que são voltadas para a EC portuária. A exemplo da meta, promover negócios sustentáveis, buscar desenvolver parcerias e novos negócios com foco na transição energética, na redução das emissões de carbono, na EC e em iniciativas sustentáveis, além de estimular e elaborar estudos para produção de hidrogênio verde no porto de Rio Grande em prol da energia renovável. Outro exemplo é sobre realizar projetos de restauração de ecossistemas, promovendo o reaproveitamento benéfico de sedimentos de dragagens de manutenção (Meta 2023-2026). Conforme o entrevistado, o porto tem foco em implementar planos de dragagem de manutenção, onde os sedimentos possam trazer benefícios ao ecossistema portuário, mas todo esse processo é bastante caro:

Então, com relação aos resíduos, existe bastante esse reabastecimento de praias, como material de preenchimento de praias, também aqui em Rio Grande. Na verdade, não foi um grande volume que foi utilizado. O grande problema é que o processo de reutilizar esse material tem um custo financeiro altíssimo... E não falo apenas da dragagem em si, mas do transporte desse sedimento e também armazenamento. Mesmo que tivéssemos projetos para o uso desse material, muito provavelmente teriam que ser custeados por parceiros que tivessem interesse nesse material. Sim, sem dúvida é um material de múltiplas utilizações. Tivemos um projeto a um tempo atrás de uma olaria, usando o sedimento da dragagem para a construção de material de construção – tijolos especificamente, Mas, todo esse

processo de separação do sedimentos nobre... para ser utilizado requer um processo para separação(...), tudo implica custo financeiro. Acredito que no final não soubemos mais sobre a real aprovação desse processo. Mas existem oportunidades, sim. Hoje temos como objetivo usar esse material para a manutenção dos marismas no estuário da Lagoa dos Patos. (Trecho extraído da entrevista com Porto 1–Diretor DMA).

Segundo o Diretor, o sedimento dragado no Porto de Rio Grande é depositado em área de marinha licenciada, cerca de 12 km fora da Barra do Rio Grande, em local com cerca de 22 metros de profundidade. O material retirado é depositado em uma área de descarte oceânica devidamente licenciada pelo Ibama, órgão que acompanha todo o desenvolvimento do projeto para a garantia da execução das condicionantes ambientais. O planejamento de dragagens anuais só foi possível a partir da transformação de Autarquia para Empresa Pública, oportunidade em que houve a concentração de recursos no caixa portuário. Além disso, a manutenção constante das profundidades permite a redução do volume a ser dragado e dos valores empregados para a execução da obra (Aguiar, 2024).

Dentro do contexto, como iniciativa estratégica, o Porto busca desenvolver e implementar planos de dragagem de manutenção como uso benéfico dos sedimentos em prol dos marismas. Desta forma, esse processo irá auxiliar na manutenção do equilíbrio ecológico fornecendo aos marismas condições para realizarem a tarefa de redução de CO₂ ao ambiente vital da Lagoa dos Patos (AGENDA AMBIENTAL INSTITUCIONAL DOS PORTOS RS, 2023-2025).

A recuperação de valores, como sedimentos como matérias-primas secundárias, pode contribuir para alcançar economias circulares sustentáveis (Ferrans, *et al.*, 2019). As opções de reciclagem podem incluir a utilização em indústrias de construção, criação de habitats, meios de cultivo de plantas ou a criação de diques e cobertura de aterros (Jani *et al.*, 2019). Em todos os usos, os sedimentos podem ser empregados como substituição de matéria-prima natural abordando o esgotamento dos recursos da Terra.

A reciclagem de sedimentos dragados varia caso a caso e depende da composição do sedimento e das propriedades físico-químicas. Definir a composição, bem como caracterizar as propriedades físico-químicas dos sedimentos dragados é, portanto, considerado um passo essencial para identificar a rota futura dos sedimentos (Couvidat *et al.*, 2018).

Assim, há diversas ações em prol de um maior envolvimento e engajamento dos atores, que é fomentado pela gestão portuária do porto de Rio Grande. Segundo o Diretor Henrique, uma questão forte no desenvolvimento de outras ferramentas ativas envolve a busca

de modelos sustentáveis e trabalham de forma ainda sucinta e que podem exemplificar ações de atividades circulares no setor:

Como já comentei o nosso conhecimento com o tema EC vem, das nossas atividades com a gestão de resíduos. Então podemos observar esse processo de Coleta Seletiva, resíduos de Pesca, Aquicultura, Águas Residuais, etc, dentro do nosso PGRS. Estou comentando esses porque estão envolvidos no contexto da tua pesquisa. Isso são apenas exemplos, trabalhamos com compostagem agrícola e minhocários. O porto tem relação ínfima com o setor de aquicultura e processamento de pescados. As águas residuais de porão dos navios é coletada por empresas especializadas e enviado à indústrias de reciclagem, que recuperam o óleo e o reinserem no sistema para uso. Somos atores que evoluem atividades dentro do sistema Portos, o trabalho essencial é fiscalizar para que esses processos sejam realizados de forma correta. Mas a nossa equipe também está sempre envolvida em cenários que buscam oportunidades e inovação para melhorar qualquer processo sustentável, seja para dentro das portas da autoridade, como o plástico zero e papel – aqui tiramos todas os copos plásticos e diminuimos o uso de papel, alguns documentos precisam ser impressos mas, já temos sistemas que comportam grande parte da atividade de modo virtual pelo porto. Trabalhamos com muitas ações comunitárias que envolvem a saúde, Saúde dos Portos é uma delas, e ações que envolvem educação ambiental da nossa comunidade. (Trecho extraído da entrevista com Porto 1 – Diretor DMA).

O Plano de gestão de resíduos portuário elenca como instrumentos de gestão de resíduos sólidos “medidas de redução de geração de resíduos, programas sociais, educativos, culturais e de mobilização social”. O Plano faz uma descrição dos procedimentos atuais de gerenciamento de resíduos sólidos. Essa gestão busca, a partir da implantação dos procedimentos de segregação, acondicionamento, coleta, armazenagem, transporte, tratamento e destinação final, “(a) evitar acidentes, (b) evitar a proliferação de vetores, (c) minimizar o impacto visual e olfativo, (d) reduzir a heterogeneidade dos resíduos e (e) facilitar a realização da etapa de coleta.” (PNRS, 2022).

De forma ampla analisando quantidade e disponibilidade de resíduos que são recebidos no porto de Rio Grande, o Diretor especifica que, “os resíduos oriundos da operação de carga e descarga podem ser reciclados, e em função de seu grande volume e possível valoração, como no caso de compostagem e pesqueira, por exemplo, podem agregar valor à atividade portuária gerando externalidades positivas.

Aqui posso trazer informações que já foram e estão sendo estudadas pela autoridade portuária. O processo de compostagem pode ser o destino da maior parte dos resíduos sólidos orgânicos encontrados. Aqui como alternativa para reciclagem do resíduo orgânico temos alguns projetos que envolvem o minhocário e a compostagem. Eles funcionam em caixas onde a principal manutenção é a inserção do material de varrição (folhas secas, grama ou serragem, resto de soja, milho, etc) gerando adubo. Nós disponibilizamos esse material para agricultores da região e assim contribuimos para uma destinação mais ambiental. Também temos na região muitos resíduos, aqui de embarcações pesqueiras, resíduos orgânicos. Aí temos

muitos programas que geram ações de educação ambiental para sensibilizar esses trabalhadores sobre como funciona a coleta seletiva no cais do Porto Velho. Dessa forma, podemos contribuir para reciclagem destes materiais trazendo benefícios sociais, econômicos e minimizando impactos negativos ao portuário. . (Trecho extraído da entrevista com Porto 1 – Diretor DMA)

As prováveis fontes de resíduos nos ecossistemas costeiros são oriundas do processo de urbanização crescente e sem planejamento da atividade pesqueira, de operações marítimas e portuárias e também das atividades turísticas e de lazer. Os principais contribuintes para a geração de resíduos nesta área são as embarcações pesqueiras (ANTAQ, 2021). Aplicar as propostas da EC à pesca pode ser de grande importância, para que as comunidades tenham condições de se relacionar de maneira mais equilibrada com o ambiente, favorecendo e preservando sua atividade econômica (CASARINI et al., 2018; COELHO, 2018).

A compostagem é uma tecnologia que busca aumentar a eficiência dos processos de reciclagem de resíduos orgânicos e enquadra o processo da EC, que apresenta alternativas para a valorização da fração orgânica dos resíduos sólidos desde a sua concepção, pois não a vê como lixo, mas como fonte de matéria-prima e um recurso precioso, capaz de contribuir para a regeneração e fortalecimento dos solos (ÜNSALAN, 2019; EMBRAPA, 2023). O processo de circularidade da compostagem gera reaproveitamento dos resíduos de forma segura e podem ser utilizados com segurança na agricultura.

Por fim, a implementação de atividades de EC em portos pode gerar inúmeras oportunidades e desafios, em destaque, o Diretor retrata que acredita que um dos grandes impeditivos da consolidação de um modelo circular em Portos pode ser uma questão cultural e financeira. Cultural a respeito da disponibilidade de conhecimento repassada aos atores envolvidos e financeiras por não existir viabilidade econômica inerente aos modelos de negócios circulares e nem aporte governamental. Outra questão que o diretor traz como observação: “A segregação de matéria como resíduo/matéria prima em um porto requer multi-propósitos como, rastreabilidade fora da área portuária, controles na área alfandegada trazendo algumas dificuldades no fluxo”.

4.1.2 Alternativas de EC - Empresa Maranhense do Porto do Itaqui (EMAP)

O Complexo Portuário do Itaqui é composto pelo Porto Organizado do Itaqui, pelo Terminal Marítimo de Ponta da Madeira, pelo TUP Alumar e por dois terminais que estão em fase de projeto: Terminal Portuário de São Luís e Terminal Portuário do Mearim.

O porto localiza-se no estado do Maranhão, com exceção do Terminal Portuário do Mearim, os demais integrantes do Complexo situam-se no município de São Luís. A localização das instalações portuárias do Complexo é apresentada na Figura 11, a seguir:

Figura 11 - Localização do Complexo Portuário do Itaqui



Fonte: Plano Mestre Do Complexo Portuário Do Itaqui, 2018.
Google Earth (2017).

O complexo limita-se com o Distrito Industrial na região do Itaqui, no litoral oeste da Ilha (Baía de São Marcos), a 11 km do centro da cidade. O espaço ocupado pela EMAP (Empresa Maranhense de Administração Portuária) ocupa uma área superficial de 5.100.000 m². O Porto do Itaqui localiza-se entre os paralelos 02°34' S e 02°36' S e os meridianos 44°21' W e 44°24' W, próximo ao limite entre as regiões Nordeste e Norte do País (PORTO DO ITAQUÍ, 2023).

A eficiência multimodal é fator decisivo para a competitividade do Porto do Itaqui. Suas conexões com importantes ferrovias e rodovias fazem do Itaqui um corredor logístico para o centro-oeste do país. As principais cargas movimentadas pelo porto público do Maranhão são o escoamento de grãos – principalmente a exportação de soja e milho – e a recepção de produtos petrolíferos – importação de diesel e gasolina e de fertilizantes.

Em 2022, o Porto do Itaqui movimentou o maior volume de cargas de sua história. De janeiro a dezembro, foram exportadas 33,610 milhões de toneladas de cargas, com destaque para os granéis sólidos, com 23 milhões de toneladas movimentadas, o que representa uma alta 19% em relação ao ano anterior (PORTO DO ITAQUI, 2023). A seguir, a Figura 12 apresenta alguns dos tipos de Granéis que são transportados no porto citado.

Figura 12- Cargas Relevantes do Porto do Itaqui

Granel Sólido Vegetal	Granel Sólido Mineral	Granel Líquido, Combustível e Químico
<ul style="list-style-type: none"> •Soja •Farelo de soja •Milho •Arroz •Trigo 	<ul style="list-style-type: none"> •Fertilizante •Minério de ferro •Manganês •Cocentrado de cobre •Carvão Mineral •Ferro-gusa •Escória/clinker/cimento 	<ul style="list-style-type: none"> •GLP •Soda Cústica •Derivados de petróleo •Alcool/Etanol •Sebo

Fonte: Plano Mestre (2018). Elaborado pela Autora

E dentre os granéis sólidos, a soja e o milho tiveram a maior movimentação anual desde o início das operações do Itaqui. Foram 11,2 milhões de toneladas de soja e 6,6 milhões de toneladas de milho. Outro destaque foi a exportação de celulose produzida pela fábrica da Suzano no Maranhão, que também superou a marca histórica, com 1,705 milhão de toneladas (EMAP, 2023).

Com relação ao setor portuário, a orientação de políticas públicas, planos e programas de gestão ambiental necessita que as instalações portuárias conheçam o estado da arte de suas gestões ambientais. A definição de indicadores de acompanhamento do desempenho permite tanto que se compare a gestão dos portos e terminais entre si como também ajuda os setores de gestão ambiental dessas instalações a monitorarem suas obrigações ambientais individualmente permitindo ações corretivas (ANTAQ, 2018). Uma vez caracterizada como atividade causadora de relativo impacto ambiental, a EMAP tem a responsabilidade de mitigar e compensar os eventuais impactos decorrentes da atividade portuária, em consonância com as normas ambientais vigentes, privilegiando a tríade: aspectos econômicos, sociais e ambientais (EMAP, 2018).

A gestão do porto do Itaqui conta com uma estrutura organizacional do ambiente, registro e armazenamento dos dados, certificações, ações integradas, licenciamento ambiental,

coleta seletiva, além de projetos socioambientais junto às comunidades. A análise da eficácia das ferramentas de gerenciamento se deu por meio da identificação dos principais aspectos e impactos de cada instalação portuária sobre o ambiente, e a existência das ferramentas utilizadas atualmente pelo Complexo Portuário para o planejamento, a implementação, o controle e a melhoria do processo de gestão ambiental (EMAP, 2018; PDZ 2016). O Quadro 12 apresenta um resumo do mapeamento dessas ações, a seguir:

Quadro 12 - Planos e programas Ambientais

Estrutura Organizacional do Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Núcleo ambiental com profissionais da área de engenharia, geografia e oceanografia, além de técnicos na área ambiental, profissionais de direito e administração, totalizando uma equipe composta de 15 profissionais.
Registro e Armazenamento dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Gestão Integrado (SGI), realizando todos os procedimentos de gestão ambiental, como controle e gerenciamento sobre resíduos sólidos e líquidos. • Possui uma agenda ambiental – objetivo: posicionar a sustentabilidade como valor institucional e eixo estratégico da sua gestão.
Certificações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ISO 14001:2015 (ABNT, 2015) e OHSAS 18001:2007 (OHSAS, 2007), ISO 9001 (ABNT, 2008).
Ações Integradas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fiscaliza, com frequência, todos os arrendatários do complexo (licenças, contratos, segurança do trabalho, saúde, meio ambiente e atendimento às condicionantes). Remete as informações à ANTAQ.
Licença Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licença de Operação Nº 1217163/2022 – Validade: 2036.
Programas de Monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoramento da qualidade do ar; Monitoramento de ruídos; Monitoramento de efluentes líquidos; Monitoramento dos recursos hídricos e sedimentos; Monitoramento da biota aquática; Monitoramento da dispersão da pluma de sedimentos; Dragagem e monitoramento da dragagem; Monitoramento da batimetria e da hidrodinâmica da região portuária; Monitoramento de espécies exóticas/invasoras.
Programas de Gerenciamento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gerenciamento de riscos ambientais; Gerenciamento de riscos à saúde e segurança do trabalhador; Gerenciamento de recursos de atendimento a emergências; Gerenciamento de resíduos sólidos; Gerenciamento de efluentes

líquidos; Programa de educação ambiental, ações sociais, comunicação e interface com a população
--

Fonte: Elaborado pela Autora, EMAP (2023).

Em 2015 recebeu a LO nº 01/2015 da SEMA (Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul) para atividades de administração do Porto, tendo implantado os programas de monitoramento ambiental decorrentes das respectivas condicionantes, com melhoria contínua na qualidade e quantidade de aspectos monitorados. Já em 2018, seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA) recebeu a Certificação da norma ISO 14001:2015, por meio de auditoria realizado pela empresa QMS e no ano de 2021 o SGA do Porto do Itaqui passou por novo ciclo de certificação com a empresa ABS Quality Evaluations, sendo novamente atestado a eficiência do mesmo.

Segundo a Agenda Ambiental Institucional (2018), o Porto do Itaqui passou pela auditoria exigida pela Resolução CONAMA 306 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), sendo igualmente constatado que o Sistema de Gestão Ambiental da EMAP atende aos padrões legais. Por fim, em 2021 o Porto do Itaqui foi reconhecido como o 4º melhor porto do Brasil no Índice de Desempenho Ambiental da ANTAQ (ANTAQ, 2022)

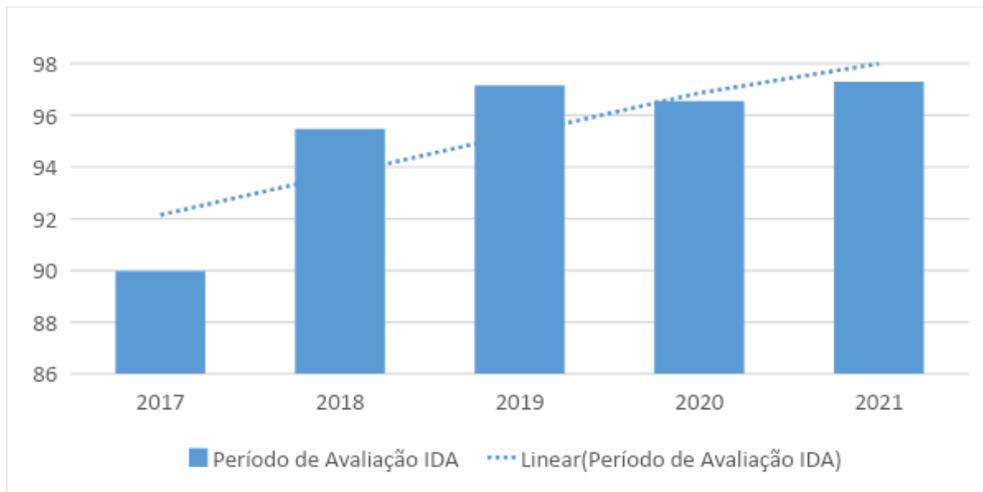
Conforme a Gerente de Meio Ambiente, o Porto do Itaqui é extremamente responsável com suas atividades e contribui com a preservação ambiental e o respeito à comunidade local, através de parâmetros de sustentabilidade, e nessa conjuntura, por meio de práticas sustentáveis, promovendo o desenvolvimento econômico e social da sua área de influência a EMAP, busca a eficiência e competitividade conectada com compromissos ambientais a fim de garantir serviços portuários com excelência. A Gerente destaca, com orgulho, a evolução do porto diante de sua evolução em nível ambiental:

Na verdade, o ranking do IDA é referente ao ano anterior, então, a última avaliação de 2022 foi referente ao ano de 2021. Agora em outubro provavelmente vai sair uma outra nota no ranking e nossa nota subiu um pouquinho, saímos de 97, ou seja, talvez o índice evolua. Acredito que esse ano vamos subir para um segundo lugar. Afinal, diante de toda essa preocupação com o meio ambiente ganhamos uma força com a certificação da ISO 14001. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

Após a entrevista com a Gerente, foram recebidos os resultados do IDA 2023, onde o Porto foi reconhecido como melhor do país no IDA e na categoria “Melhores Práticas ESG e Inovação”. Assumindo a 1º posição no índice onde registrou crescimento no seu indicador,

chegando a 99,70 (2023) pontos, acima da marca anterior de 97,34 (2022) pontos. A seguir, na Figura 13 pode ser constatada tal evolução:

Figura 13 - Evolução do Índice IDA no Porto do Itaqui.



Fonte: ANTAQ (2023). Elaborado pela Autora

Segundo o Gerente EMAP, “a premiação da ANTAQ é um reconhecimento ao nosso comprometimento com a sustentabilidade, que nos torna o maior porto do Arco Norte e o porto do desenvolvimento. (GOV MA, 2023).

4.1.2.1 Economia Circular no Porto Do Itaqui (MA)

É importante destacar que segundo o ANTAQ, as agendas ambientais são fortes instrumentos de adequação das atividades portuárias aos preceitos e regulamentos ambientais. “Têm como fundamento o compromisso dos principais agentes responsáveis pelo combate à poluição portuária com a qualidade do meio ambiente em que estão inseridos, em especial, daqueles que atuam no planejamento da atividade, sua implantação e sua operação” (ANTAQ, 2023).

Assim, para equacionar os riscos de impactos ambientais, as propostas utilizadas no dia a dia das operações da EMAP constam em sua agenda (2022/2023) ações como: identificar e monitorar os impactos ambientais das operações e atividades do Porto e diminuir os resíduos gerados, reduzir o consumo de energia, utilizar energias renováveis, reutilizar e

reduzir o consumo de água. Destacando pontos que correspondem a nossa pesquisa e entrevista. Ao ser questionada sobre o conceito de EC, Luane (gerente) nos relatou que apesar de adotarem muitas ferramentas para traçar uma evolução no compromisso com o ambiente, ainda é muito superficial sua relação com a EC:

Mesmo sendo certificado com a ISO 14001, ainda não trabalhamos literalmente com a EC. O modelo traz alguns desafios, por exemplo, eu vejo como primeiro obstáculo é que a autoridade portuária não trabalha em si nenhum produto ou serviço, ela apenas gerencia, então, de modo geral, a única coisa que a gente gerencia mesmo, que põe a mão na massa, é resíduo. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

A Gerência de Meio Ambiente da EMAP é a responsável por planejar, desenvolver e controlar o sistema de gestão de resíduos sólidos. Uma de suas ações é o Programa de Consumo Consciente, visando realizar ações de educação ambiental para o cumprimento de metas de consumo de recursos naturais na empresa como: Campanhas de educação, substituição de lâmpadas, distribuição de copos duráveis, redução do consumo de papel por impressoras dentre outras ações (EMAP, 2020).

Segundo o Gerente, alguns dos resíduos são segregados e destinados. A exemplo do resíduo de madeira (pallets, restos de madeiras em geral) que é segregado e destinado à cooperativa, sendo transformado em móveis. São realizadas Feiras Agroecológicas que acontecem dentro da zona do Porto e são vendidos, inclusive, para os próprios trabalhadores portuários. Outro exemplo destacado pela entrevistada são os resíduos destinados à compostagem:

O mesmo processo realizamos com a compostagem, então nosso resíduo de roçagem e de varrição, nós destinamos para compostagem, que se torna um ativo orgânico para plantações de determinadas comunidades próximas do porto. Quando são realizadas essas feiras de agro, são essas comunidades que voltam ao Porto e vendem esse material que é orgânico e derivado de uma compostagem do resíduo que nós cedemos e que aí volta para o porto como material para venda dentro dessas feirinhas agroecológicas. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

Em continuidade, também são trazidos dados sobre as empresas arrendatárias de granéis sólidos orgânicos como: milho, trigo e soja, que utilizam o seu percentual de perda na operação como doação para uma comunidade local chamada Quebra Pote (distrito a 25 km do centro de São Luís, Maranhão - comunidade de pescadores e de agricultores) que é utilizado como compostagem. Além desses exemplos trazidos pela gerente, ela descreve que, em nível de resíduos no porto, não tem conhecimentos de outras atividades realizadas por seus arrendatários.

Logo, configura-se, mesmo que modo simples, a quebra da lógica de pensamento linear para uma articulação entre as partes, entendendo que a simbiose e a existência de EC estão presentes dentro dessas atividades em particular, sendo oportunidades de aprendizagem tanto em nível organizacional e coletivo por essas comunidades que têm acesso a esses resíduos.

A simbiose industrial se alinha aos princípios da EC, contribuindo para a regeneração dos recursos renováveis e a minimização da extração de recursos finitos (princípio 1), aproveitamento do valor dos recursos e otimização de processos (princípio 2) e redução das externalidades negativas (princípio 3). Nesse sentido, é reconhecida como uma abordagem efetiva para apoiar a transição de uma EL para um modelo circular por meio da entrada de materiais em circuitos fechados (ABREU & CEGLIA, 2018).

Outro ponto que merece destaque, estando incluso no contexto abordado, é a questão da dragagem, a qual recebeu ênfase na fala dos entrevistados, que relatam que esse ponto seria uma vantagem territorial se tratando da poligonal de Itaqui. A dragagem ocorre apenas 2 vezes ao ano, uma média de 20 m³, justo por um benefício natural trazido por uma ilha que faz um vértice que ajuda na velocidade em nós, com limpeza que seria especificamente uma dragagem natural do canal. Luane contribui em sua fala que o Departamento de Costas da Marinha está em busca de discussões internacionais de Portos que reutilizam o material de dragagem para fazer aterro e que no Brasil eles não tinham nenhum conhecimento de zonas portuárias que realizariam esse reuso. Nesse sentido, a comunicação envolve uma extensa cadeia de atores, que podem ser compartilhadas não ficando imersas a nível particular de cada Porto:

O Porto de São Francisco, que me respondeu dizendo que eles estão reutilizando material de dragagem para em relação ao uso benéfico de sedimentos dragados e está em fase de conquista de licença de instalação junto ao IBAMA para dragagem de aprofundamento do seu canal de acesso externo, com volume previsto em projeto de cerca de 13 milhões m³. Parcela desses sedimentos serão utilizados para orla de praias na orla de Itapoá (município banhado na Baía de Babitonga) que sofre forte erosão de suas praias. Acredito que seja o primeiro caso no Brasil de uso de dragados em canal de acesso e bacia de evolução em áreas portuárias que terão como destino esse uso benéfico. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

A Gerente, quando questionada sobre incentivos governamentais que poderiam ser destinados para atividades de circularidade no porto do Itaqui, esclarece que não existe nenhum tipo de subsídio ou regulamentação. No entanto, existe um projeto para se trabalhar EC com indústrias, tais discussões são realizadas pela FIEMA (Feira de Negócios, Tecnologia

e Conhecimento em Meio Ambiente). São várias indústrias que fazem parte do diálogo e fomentam minimamente algumas normas a nível de Estadual:

Nessas reuniões nós discutimos e propomos melhorias ou o governo propõe e nós pontuamos, junto a Câmara técnica de meio ambiente da FIEMA, questões a nível ambiental como logística reversa, embalagens *tetra pak*, resíduos oleosos, crédito de carbono, etc. Nós trabalhamos nesse sentido, mas não tem um aporte financeiro do Governo do Estado. Contudo, de uma maneira ou outra, nós, o Estado, a EMAP, ela é uma empresa estatal, então meio que indiretamente o que a gente faz acaba sendo recurso estatal aportado nessa política. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 –Gerente).

Segundo, Moktadir *et al.*, (2018), a regulação governamental é apontada como principal fator motivador para implementação da EC por empresas. Entre os fatores motivadores externos, são identificados as regulações governamentais, a competição internacional, a responsabilidade social da empresa e a pressão dos stakeholders (Agyemang *et al.*, 2018), suporte governamental, a legislação e a proximidade geográfica (Mattos *et al.*, 2018), política e economia (regulações, crescimento econômico), saúde humana e animal, proteção do meio ambiente (aquecimento global, diminuição do impacto ambiental) e sociedade (preocupação dos consumidores, redução do impacto do consumo e urbanização) (Govindan; Hasanagic, 2018).

Basicamente, o que se nota é uma política escalonada e estratificada, onde existe um incentivo raso de uma organização como a FIEMA, que colabora trazendo informações que podem trazer benefícios, como Créditos de Reciclagem e Carbono, para as indústrias relacionadas e empresas locais. Luane (Gerente) discute, como exemplo, a pauta de uma legislação local, principalmente para envolver os catadores de lixo. Busca-se fomentar, cadastrar cooperativas e trazer um incentivo fiscal para as indústrias, residentes ou vindas de outros locais, que colaborarem a destinação e reciclagem de resíduos do Porto como papelão, plástico, vidros etc., acabando com a cultura dos atravessadores, que deixam todo o processo de destinação de resíduos muito mais cara.

Segundo Ghisellini, Cialani e Ulgiati, (2016), a falta de infraestrutura e tecnologia para apoiar a EC, com instalações de reciclagem eficientes e infraestrutura para a coleta e transporte de resíduos, bem como a falta de tecnologia para a desmontagem e reciclagem de produtos complexos, dificultam a implementação de modelos circulares nos Portos.

Diante desse contexto, outro aspecto importante que configura-se como desafio principal apontado pela Gerente é o desconhecimento sobre o modelo de EC, justamente porque os Portos estão muito focados com as questões de emergências, fiscalização, requisitos

obrigatórios etc. Sendo que o que ultrapassa a fronteira da ordem comum acaba ficando em segundo lugar, a EC é uma visão estratégica e política e configura, também, uma carência de pessoas qualificadas para desenvolver atividades dentro do núcleo ambiental portuário que consigam implementar novos modelos, configurando uma segunda dificuldade. No porto do Itaquí, a gerente explica que consegue realizar minimamente políticas que envolvam a circularidade e cuidar das questões obrigatórias através do suporte da área de gestão qualificada:

Primeiro, falta de conhecimento; segundo, falta de estrutura. Você não tem condições de fazer uma reutilização de resíduos sem local, infraestrutura e pessoas; e a terceira, é uma visão estratégica mesmo, de negócio. Assim, você incorpora sustentabilidade dentro da lógica do negócio, então você enxerga a totalidade, gerando tais preocupações. Bom, eu estou aqui produzindo resíduo, estou segregando, no entanto, apenas segregar não é suficiente, ele tem que ter o seu valor agregado. Pensando em SG, isso tem que acabar redundando numa estratégia social que vai permitir que cooperativas e que outras pessoas ao redor do porto possam se beneficiar desse aproveitamento, e assim sucessivamente. Contudo, esse modo de pensar é raro, e, principalmente se for porto público, a questão financeira torna-se muito importante. Sim, os portos, eles têm uma carência, inclusive de pessoas, para desenvolver as atividades. Aqui nós temos 20 pessoas na equipe de Gestão Ambiental. Então eu consigo fazer uma política minimamente estruturada, consigo cuidar do que é obrigatório, mas também consigo pensar um pouquinho além, fora da caixinha. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

Em meio a isso, se faz importante a fala da gerente que diz que: “Acredita que se existisse um plano funcional, um modelo, vamos supor, já planejado estrategicamente para qualquer tipo de porto marítimo, claro, sendo adaptado para cada realidade, com alternativas representativas com relação a questão de números e que realmente apresentem resultados de investimento, seria um campo mais fácil de ser implementado”.

Estamos pensando enquanto setor, é preciso que os órgãos que são responsáveis por direcionar a política tenham minimamente esse fomento. Eles precisam enxergar o problema e mesmo que minimamente, indicar um caminho a seguir. O que fazer para aqueles que têm interesse. E os interessados com certeza conseguirão seguir. Então deveria partir daqui da Secretaria de Portos, todos esses órgãos reguladores, até a própria Anvisa, porque que eu digo a Anvisa! Existe todo um controle que é o requisito legal, aquela questão que é obrigatória, mas é direcionada pelo Porto e não vem da ANTAQ, não vem da Secretaria de portos, não, vem da ANVISA. Então, se fosse uma política pública direcionada, estratégias e objetivos, metas, mas que tenha algum indicativo, alguma portaria, algo que traga mudança, como fazer?! Um manual, um estudo, um programa, etc. (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 – Gerente).

Existe uma carência de informações e de direcionamento por parte dos órgãos responsáveis por direcionar políticas de fomento, onde colaborem ou mostrem interesse e conjuguem um caminho a seguir dentro de modelos inovadores como EC. De modo interligado, a própria Secretaria dos Portos, por parte da ANVISA, obriga os portos a uma

série de controles de resíduos. Partindo desse princípio, os órgãos envolvidos no controle portuário poderiam viabilizar, apontar meios que facilitassem ou promovessem o direcionamento da EC no setor.

Sobre o engajamento, ficou evidente que a instituição possui uma liderança que conduz a um olhar voltado à sustentabilidade, de modo que buscam integrar os processos, promovendo novas implementações. Diante de tantos resíduos gerados na área portuária, a exemplo: resíduos de pesca, águas residuais de embarcações etc, existem outros que merecem atenção especial, chamados resíduos de bordo, lixo. Sobre esses resíduos, em geral, o Porto 2 relata:

Essa pegada da pesca, por exemplo, nos Portos Públicos, talvez não se encontre muito. Aqui não tem muito barco pesqueiro. Então, a questão da eliminação oleosa, por exemplo, quando se fala dos controles da ANVISA, esses resíduos são na maioria, obrigatoriamente são levados para incinerar ou para dar um uso definitivo. Então, dependendo se o embarque for de longo curso ou se for cabotagem, são realizados uma série de controles dos resíduos que saem das embarcações. Então hoje, por conta desse rigor, agências acabam dificultando qualquer tipo de regeneração ou utilização desses produtos dificultando qualquer processo! Então esse lixo é muito pouco utilizado agora. Em nosso Porto são retirados grandes quantidades de lixo para reciclagem direto das embarcações. O Porto realiza esse trabalho com as agências. Temos 4 empresas que estão cadastradas para retirada de resíduos de bordo. Essas fazem a reciclagem. Então esse material de sucata metálica, eventualmente óleo utilizado, que não seja de longo curso, ou que a embarcação aceite fazer a segregação, é retirado e levado para reciclar e reaproveitar. Depois dessa recolha, o Porto não tem mais tanta gerência, porque o resíduo fica sob a responsabilidade da empresa ou da agência. O máximo que eles fazem é comprovar para onde está sendo levado e normalmente acabam sendo destinados a aterros sanitários. Obviamente direcionamos o que pode ou não ser encaminhado e para onde e o que pode ser reciclado, mas cabe a empresa destinar (Trecho extraído da entrevista com Porto 2 –Gerente).

A entrevistada ressalta que o destino ambientalmente correto dado aos resíduos como a reciclagem, na maioria das vezes não é feito pelas gerenciadoras, devido aos custos do processo, e, dessa forma, priorizam de forma displicente o referido resíduo nos aterros sanitários. Os resíduo perigosos que são retirados das embarcações no Porto do Itaquí, composto por material residual hospitalar, mistura oleosa de porão, trapos e estopas por óleo e graxa, óleo lubrificante contaminado, são incinerados e as cinzas decorrentes desse processo devem ser encaminhadas para o aterro sanitário.

A disposição de resíduos em aterros sanitários contribui de forma significativa para o acúmulo crescente desses materiais no Brasil e no mundo. Ao receber os resíduos, tanto biodegradáveis como não biodegradáveis, acabam tendo a sua capacidade esgotada em períodos cada vez mais curtos (Ferraro; Catarino, 2011; Nanda e Berruti, 2021). A EC pode

representar a resposta para a melhoria das atividades atuais de gestão de resíduos sólidos em todo o mundo, uma vez que levam em consideração o princípio da valorização e reciclagem dos resíduos para dinamizar as economias em desenvolvimento (Ferronato *et al.*, 2019). Em relação a parcerias, o Porto de Itaquí vem potencializando seu espaço com diferentes parcerias, tanto com empresas quanto instituições, a exemplo da iniciativa Alianza Net Zero Mar, formada por portos espanhóis. A proposta é desenvolver projetos e propor políticas públicas que contribuam para a descarbonização. Segundo a gerente Luane Lemos, “é um sonho que está iniciando. Nossa expectativa é criar um espaço democrático para troca de informações e experiências, ajudando o setor portuário a se preparar para um dos maiores desafios da atualidade: as mudanças climáticas”.

Ainda no âmbito da sustentabilidade, o Itaquí tem colaborado com empresas e organizações civis, como o "Projeto Sementes", visando reduzir a destinação inadequada de resíduos sólidos na área Itaquí-Bacanga. Educação ambiental, oficinas, visitas técnicas e rodas de conversa fazem parte desse projeto, que envolve nove instituições da região. Luane fala deste projeto com muito orgulho. “Então o projeto Sementes é bem interessante, demanda bastante trabalho mas é muito gratificante e envolve muitos atores. A intenção é dissociar a mentalidade autocentrada e ampliar a rede de apoio a sustentabilidade mundial.”

4.1.3 Alternativas de EC - Porto de São Francisco do Sul (SCPar)

Considerado eixo essencial de desenvolvimento da região norte do Estado de Santa Catarina, o Porto de São Francisco do Sul conta com condições naturais da baía da Babitonga, como as privilegiadas condições de atracação, aspectos de profundidade, proteção contra a incidência de ondas, bem como o acesso e espaço para evolução, formaram a conjuntura ideal para o processo de estabelecimento do Porto. Em vista disso, contribuiu com a evolução da estrutura urbana do município, evidenciando uma íntima relação cidade-porto desde sua fundação (AGENDA AMBIENTAL SCPAR, 2023).

Em termos de infra-estrutura instalada, o Porto de São Francisco do Sul tem cais acostável com 780 metros de comprimento e 43 pés de profundidade máxima. Ainda fazendo parte do complexo portuário, o Terminal Babitonga, da iniciativa privada, possui um cais acostável de 225 metros de comprimento com um calado máximo de 11 metros.

O Porto de São Francisco do Sul foi inaugurado em julho de 1955 e é gerenciado pela Administração dos Portos de São Francisco do Sul (APSFS), autarquia estadual criada por

meio do decreto estadual nº 1.404 de 24/11/1955 (PDZ,2021). As coordenadas geográficas do Porto são: Latitude: 26° 14' S » Longitude: 048° 42' W. A localização das instalações portuárias do Complexo é apresentado na Figura 14, a seguir:

Figura 14 - Localização do Porto de São Francisco do Sul



Fonte: Plano Mestre Do Complexo Portuário de Rio Grande, (2021), Google Earth (2017).

O Porto de São Francisco do Sul, em 2023, exportou 4,4 milhões de toneladas, impulsionada principalmente pelos grãos (soja, 3,1 milhões, e milho, 930 mil). Já a importação atingiu 3,1 milhões de toneladas, liderada pelos produtos siderúrgicos, como bobinas, barras e chapas de aço (1,6 milhão), e fertilizantes (1 milhão) (FIESC, 2023). Dentre as cargas que se encontram em movimentação nas instalações portuárias do Complexo, as mais relevantes são trazidas na Figura 15, a seguir:

Figura 15 - Cargas Relevantes Porto de São Francisco do Sul

Granel Sólido Vegetal	Carga Geral	Granel Líquido, Combustível e Químico
<ul style="list-style-type: none"> •Soja •Milho •Celulose 	<ul style="list-style-type: none"> •Madeiras •Produtos Siderúrgicos (como bobinas, barras e chapas de aço) •Adubo 	<ul style="list-style-type: none"> •Uréia •Produtos Químicos •Fertilizantes

Fonte: Plano Mestre - PMZ (2017). Elaborado pela Autora.

Em compromisso com as ações de conservação ambiental, o Porto de São Francisco desenvolve uma série de programas ambientais relacionados à Licença de Operação N° 548/2006 - 2ª Renovação (2ª Retificação), emitida pelo IBAMA, com validade até 29 de maio de 2025, bem como a eficiente gestão e operação portuária, além de ser responsável pelas atividades de dragagem de manutenção dos calados nos canais de navegação, bacias de evolução e cais de atracação (AGENDA AMBIENTAL, 2020).

Tais ações e programas têm como objetivo monitorar e controlar a saúde e a qualidade ambiental da região de influência das atividades portuárias, minimizando as chances de ocorrência de impactos negativos ao meio ambiente. Além disso, uma série de questões ambientais estão atreladas ao dia a dia do Porto, sejam presentes em procedimentos internos, como manipulação de óleo e produtos perigosos, ou pelas iniciativas junto aos nossos colaboradores, a exemplo das ações de educação ambiental com os trabalhadores. A seguir, o Quadro 12 apresenta um resumo do mapeamento dessas ações:

Quadro 12 - Planos e Programas Ambientais

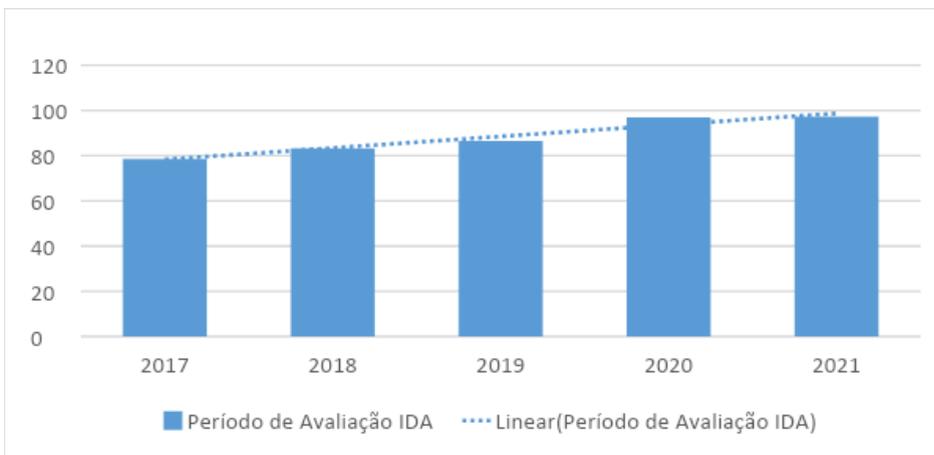
Estrutura Organizacional do Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Núcleo ambiental com profissionais da área: Bióloga Marinha, Bacharel em Direito, Analista Portuária, Técnico em Segurança do Trabalho (3), Oceanógrafo, Químico, Urbanista / Arquiteto e Geógrafo totalizando uma equipe composta de 10 profissionais.
Registro e Armazenamento dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conta com braço de apoio, direto e específico, para atendimento das questões ambientais e de saúde ocupacional, a Gerência de Meio Ambiente - GERMA. • SGI (Sistema de Gestão Integrada) • Sistema GISIS (Global Integrated Shipping Information System)
Certificações	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ISO 9001 (Gestão da Qualidade); ISO 14001 (Gestão Ambiental).
Ações Integradas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plano Integrado de Monitoramento da Baía da Babitonga. ✓ Plano de Auxílio Mútuo. ✓ Plano de Área.
Licença Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Licença de Operação N° 1469/2018 Validade: 2028;
Programas de Monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monitoramento das Águas; Monitoramento dos Sedimentos; Monitoramento da Macrofauna Bentônica de Substratos Consolidados; Monitoramento de Cetáceos; Quelônios, e

	Monitoramento da Drenagem Pluvial; Monitoramento da Pesca Artesanal.
Programas de Gerenciamento	✓ Comunicação Social; Programa de Educação Ambiental; Programa de Gerenciamento de Ruídos; Programa de Gestão Ambiental da Dragagem de Manutenção; Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Fonte: Agenda Ambiental Institucional (2022-2023). Elaborado pela Autora

Segundo o Gerente, as atividades que norteiam as operações portuárias devem estar compatibilizadas com a conservação do meio ambiente. Assim, o Porto de São Francisco do Sul vem acompanhando, implantando e fiscalizando a sua gestão ambiental, na busca continuada de dotar o ambiente portuário de condições objetivas para aprimorar a qualidade dos serviços prestados, sob a ótica do meio ambiente, de saúde e segurança do trabalho. Nesse sentido, o trabalho continuado tem trazido bons resultados sólidos, conforme pode ser observado no crescimento do Índice de Desempenho Ambiental-IDA, avaliado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, apresentado na Figura 16, a seguir:

Figura 16 - Evolução do índice IDA no Porto de São Francisco do Sul.



Fonte: Elaborado pela Autora, ANTAQ (2023).

Como exibido no índice acima, o Porto de São Francisco ocupava, em 2021, o 5º lugar entre os 35 portos públicos do Brasil, no Índice de Desenvolvimento Ambiental (IDA), com uma pontuação de 96,95 (ANTAQ, 2023). Quando o Gerente é questionado sobre o IDA, relata que a conquista é fruto do comprometimento do Porto com o meio ambiente e com o desenvolvimento local: “o crescimento do nosso índice é relevante, porque estamos concorrendo com portos públicos igualmente comprometidos, que buscam no ranking não

somente uma ótima classificação, mas antes, um pleno envolvimento com a atividade portuária, por meio de boas práticas ambientais”.

Além disso, uma série de questões ambientais estão atreladas ao dia a dia do Porto, sejam presentes em procedimentos internos, como manipulação de óleo e produtos perigosos, ou pelas iniciativas junto aos colaboradores, a exemplo das ações de educação ambiental com os trabalhadores que o Porto trabalha.

4.1.3.1 Economia Circular no Porto De São Francisco do Sul

Seguindo essa linha de pensamento, ambiental e de sustentabilidade, a EC vem sendo tema no contexto portuário e continua a ser uma área de pesquisa em desenvolvimento, é percebida e reconhecida como um pré-requisito para o crescimento sustentável de qualquer porto marítimo (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

De acordo com o Gerente, o nível de atividade de EC ainda é incipiente dentro do setor Portuário. No entanto, busca-se, caminhar para esse processo, apesar de não possuírem muitos tipos de resíduos que atendam uma demanda para a EC. Dentro do entendimento da autoridade portuária, dos Portos em geral, muito do que se busca em termos de um modelo circular passa pelos os operadores portuários responsáveis pela operação que, de fato, geram um volume significativo de resíduos:

Nós, da autoridade Portuária, apenas fazemos algum nível de controle desses resíduos de terceiros. Quanto ao que temos aqui enquanto autoridade portuária, estamos buscando de fato, uma interação significativa com o modelo. Entramos nesse processo de criar um controle de resíduos dentro da legislação que nos oferece e procuramos nos adequar a todo esse processo de EC. Contudo, não temos aqui de forma assim, eficaz esse procedimento. (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

Dentro do conceito de EC, as atividades econômicas tornam-se auto regenerativas ao converter materiais tradicionalmente considerados resíduos em matéria-prima. Isto substitui o modelo convencional por um paradigma mais eficiente (Puyol *et al.*, 2017; Spadaro; Rosenthal, 2020). Isto, no caso dos sedimentos dragados, uma vez que 90% deles são considerados úteis para determinadas aplicações (Bhairappanaver; Liu; Coffman, 2018). Dessa forma, pode-se obter um valor agregado a partir de um “resíduo” enquanto se reduz o volume de sedimentos dispostos em aterros (Amar *et al.*, 2021, Mehdizadeh; Guo; Ling, 2021, Yang *et al.*, 2020).

Frente a isso reflete-se as características encontradas na pesquisa sobre o Porto de São Francisco do Sul que para manter a eficiência e a segurança da navegação, dos dois berços de atracação do Porto passaram pelo processo de dragagem. Recentemente, o Ibama concedeu a LAP (Licença Ambiental Prévia) para a dragagem de readequação e aprofundamento do canal externo de acesso ao complexo portuário de São Francisco do Sul. A areia retirada desse canal vai ser usada para ampliar a faixa de areia da Praia de Itapoá e conter a erosão costeira. Segundo o Gerente o projeto de engordamento da Praia de Itapoá está avançando:

Nós estamos em processo de licenciamento da dragagem de aprofundamento do canal externo, isso vai dar perto de 14 milhões de metros cúbicos de material dragado. Ele foi adequado para uso benéfico e tem um município vizinho, chamado Itapoá. Esse local está sofrendo um processo muito sério de erosão em toda a sua linha da Costa. Então, nós estamos licenciando junto ao IBAMA, e devemos ser liberados, agora já no mês de novembro (2023). Esse processo está acontecendo desde 2015. Agora já conquistamos LP, estamos conquistando ALI. Os resultados da dragagem serão usados para esse engordamento de praias, são 7,5 km de Pinha da Costa, praias do município de Itapuá e certificada em média na altura de 30 m. (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

A recuperação de valores, como sedimentos como matérias-primas secundárias, pode contribuir para alcançar economias circulares sustentáveis. Contudo, tem sido dada atenção mínima ao desenvolvimento e implementação de métodos de reciclagem ou recuperação de sedimentos dragados. As opções de reciclagem podem incluir a utilização em indústrias de construção, criação de habitats, meios de cultivo de plantas ou a criação de diques e cobertura de aterros (Jani *et al.*, 2019). Em todos os usos, os sedimentos podem ser empregados como substituição de matéria-prima natural abordando o esgotamento dos recursos da Terra.

O IBAMA chama essa utilização de material dragado como “uso benéfico” não considerando a ação como uma alternativa vinculada ao modelo de circularidade. Por razões ambientais e legais limitam estes métodos de gestão de sedimentos (Laura Ferrans *et al.*, 2019).

Contudo, tal ação, para o Gerente, é resultado de sustentabilidade portuária e avanço como alternativa circular para a erosão ocorrida na costa do município vizinho, colaborando com suas características naturais em prol da atividade e de seu potencial turístico.

O IBAMA está colocando esse processo como o primeiro processo no Brasil, refiro-me a dragagem de área portuária para utilização de uso benéfico de fato para algum tipo de atividade. O município de Itapoá vive economicamente de um Tup – Terminal de Uso Privativo. E a economia dele é muito focada na questão do verão e recebendo turistas. Então, com a perda de linha da Costa, ele também estava perdendo esse foco. A questão é oferecer para o turista a praia em boas condições. E o avanço da linha da Costa fez com que algumas residências mais próximas do seu

litoral ficassem desvalorizadas por conta do avanço do mar, ou até tinha que ser demolido por conta do avanço do mar junto à Costa. Então, estamos oferecendo duplamente para esse município a condição de retomar essa atividade enquanto oferta de marketing de turismo e seu potencial turístico. Esse trabalho é muito importante para esse município vizinho, mas quero crer que isso só está apenas começando. (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

Todo este processo de dragagem tem um custo. Segundo o Gerente, fazer uma dragagem, colocar no “bota fora” licenciado tem um custo. Contudo, este tipo de transbordo para uma linha de costa, ele é mais distante, onde a operação tem que ser ampliada trazendo um custo financeiro mais alto. Tal processo só está sendo realizado por conta da licença de instalação que será concedida pelo IBAMA, que exigiu que esses resíduos fossem destinados a esse município como atividade de preenchimento da costa.

Em adicional, em resposta a outras ações que poderiam traçar algum envolvimento com o modelo circular como as alternativas trazidas pelo tema do estudo da pesquisa: alternativas de resíduos aquicultura, pesca, águas residuais, ou algum outro resíduo do Porto, o Gerente – Ambiental, relatou que o setor vem desempenhando um processo de destinação adequada de um volume não muito significativo de Plástico, Latas:

Temos um receptor de resíduos, que faz reciclagem. Esse receptor na realidade é uma clínica de reabilitação. Os principais subprodutos trabalhados lá são latas e plástico, então alguma coisa que é produzida aqui é encaminhada para esse centro. Na realidade, esse material reciclado mantém essa clínica. Trabalhamos, focados na nossa licença de operação, com ações como: Praia limpa, no programa de educação ambiental. Temos, por exemplo, o programa SOS Oceanos a alguns anos, que tem uma inter-relação muito próxima com uma comunidade de pescadores artesanais. Oferecemos algumas estruturas para receber petrechos de pesca, que terão a destinação adequada. Todo o óleo das embarcações, são canoas de motor a diesel. O Porto oferece alguns tambores, para que toda a troca de óleo seja destinada a esses recipientes. E depois, posteriormente, eles vendem para aquela comunidade mesmo. Vendem para recicladores. E o resultado dessa venda fica para aquela comunidade. (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

Em estudo os autores Geerlings *et al.* (2017) e a OCDE (2013) ilustram três formas principais de os portos acrescentarem valor econômico às cidades: economias/desenvolvimento à beira-mar, *clusters* marítimos e desenvolvimento industrial portuário. Estas três medidas são bem pesquisadas e estabelecidas em muitas cidades portuárias; no entanto, a economia circular também está a receber cada vez mais atenção como uma nova forma potencial de os portos acrescentarem benefícios locais adicionais, reduzindo ao mesmo tempo o seu impacto ambiental. O incentivo a estas abordagens permite que um porto aumente o valor para além do simples movimento de mercadorias e pessoas. Em conformidade a esta linha de pensamento, o gerente pontuou que:

Temos alguns programas em nosso Porto. Juntamente com essas comunidades e oferecemos uma troca em forma de brinde. Por exemplo, remos, capa de chuva, chapéu de Pescador, e brindes para estimular que eles separem tudo que vem de resíduos nas redes. Então é realizada a pesagem desse material. Cada valor determina um brinde. O Porto oferece educação ambiental através de um educador junto as comunidades. Criou-se um vínculo bacana. As redes, por exemplo, que não possuem mais recuperação são coletadas através das big bags. A prefeitura nos ajuda na coleta e destinação final desse material e pode ser vendido e o lucro destinado a comunidade. (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

Visto isso, uma resposta ao olhar diferenciado e abrangente da gestão portuária, pode ser percebido por meio da estrutura diferenciada que criaram, uma vez que ações, programas e educação ambiental a comunidade estão sendo trazidas em prol da sustentabilidade e sinergia com o todo. Segundo os autores Li e Luo (2020), um cluster marítimo funciona como um ecossistema, onde as indústrias e instituições relacionadas com o mar podem trabalhar e desenvolver-se em conjunto de uma forma simbiótica. Isto proporciona benefícios para as empresas envolvidas no cluster e para as economias locais e nacionais.

Apesar do seu potencial considerável, a EC enfrenta inúmeras barreiras à sua implementação (Kirchherr *et al.*, 2018). Algumas barreiras importantes descritas na literatura são a falta de apoio político, a falta de uma estrutura consistente, as limitações tecnológicas e uma percebida falta de viabilidade financeira para modelos de negócios de EC (Hart *et al.*, 2019; IMSA, 2013; OCDE, 2013).

Conforme estudos de Kirchherr *et al.*, (2018), identificaram que a principal barreira à EC são as atitudes culturais, como a falta de interesse e sensibilização do consumidor e a falta de conhecimento e colaboração entre empresas e partes interessadas (Hart *et al.*, 2019). Em vista desse contexto, na visão do Gerente, a cultura é uma das barreiras mais significativas:

Por mais que as pessoas envolvidas com esse processo do meio ambiente façam divulgação, façam sensibilização, não existe uma consciência sólida. Culturalmente, a comunidade de um todo, não consegue assimilar esse nível de importância. Embora a sociedade esteja avançando muito nesse sentido, ainda não é uma questão de prioridade. E não está no cotidiano das pessoas. São ações que têm um custo, eu vejo como investimento! E entre as empresas, veem como custo! Felizmente, o Porto tem esse suporte, onde não colocam limites para esse tipo de investimento. Mas as pessoas não estão educadas para ver a magnitude e o potencial dessas ações. Isto de uma forma é um outro foco, outra visão, um outro olhar. O que é que ocorre? Evidente que tudo, tudo o que tem custo a empresa vê como passivo e não como ativo.

A exemplo, nós temos aqui uma movimentação de 3, 4 milhões toneladas de fertilizantes, que é o material nobre. O descarte desse, ou seja, o subproduto é super nobre. Temos um volume significativo também de movimentação soja, milho que tem uma resultante quanto a resíduo, que cai no chão, ou da varrição, bastante nobre. Já tenho um projeto sendo arquitetado a muitos anos, trazer esse resíduo para ser utilizado para fazer compostagem. Os investimentos necessários nesse processo são muito significativos. Seria necessário buscar uma parceria com a iniciativa privada.

Nós oferecemos resíduos, eles fazem a transformação: investimento em máquinas, equipamentos, galpão, pessoal. A empresa parceira faria a compostagem, recebendo gratuitamente esse resíduo e vendendo ao mercado a um preço mais acessível. Alguns Portos do Brasil já fazem isso, como Santos (SP). (Trecho extraído da entrevista com Porto 3 – Gerente).

Entretanto, identificar a necessidade de refletir positivamente sobre estes resíduos e prezar pela sustentabilidade é algo complexo. Fica evidente, contudo, que o objetivo principal do Porto de São Francisco do Sul é receber, armazenar e encaminhar carga para ou navio, mas existem muitos recursos e atividades sendo trabalhadas que contribuem para circularidade de muitos de seus resíduos. O Gerente afirma que “fazer um investimento nesse processo e explorar tal segmento, “compostagem”, é desafiador”. Já existem empresas privadas interessadas em montar uma estrutura próximo do Porto de São Francisco junto a participação da prefeitura, que poderiam oferecer para os pequenos agricultores, no entorno do município, resíduos a custo bem menor do que se encontra no mercado. “Então, seria realmente benéfica a circularidade destas ações, do ganha/ganha, nós ganhamos porque esse resíduo vai ter uma destinação final adequada e o investidor vai receber esse descarte gratuitamente”.

4.2 MATRIZ DE ANÁLISE – PANORAMA DAS ALTERNATIVAS

A partir da análise individual e da identificação das alternativas de Economia Circular (EC) encontradas nos Portos Marítimos da presente dissertação, sendo os casos dos Porto de Rio Grande (RS), Porto do Itaqui (MA) e Porto de São Francisco do Sul (SC), desenvolveu-se uma matriz de análise para melhor nortear as alternativas identificadas, realizando um compilado de informações, o que é apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - Alternativas de EC nos Portos Entrevistados

<i>Alternativas de Economia Circular Portos Brasileiros (Entrevistados)</i>						
PORTOS MARÍTIMOS	Conhecimento do Tema EC	Categoria	Tipo De Resíduo	Tipo De Atividade	Oportunidades e Metas	
Porto de Rio Grande (RS)	Conhece o modelo e alternativas em Portos Brasileiros. As atividades realizadas, nele, não são contabilizadas como EC	*Resíduo da Dragagem	Sedimentos	Uso benéfico de sedimentos para a reposição ou estabelecimento das Marismas (potentes de armazenar carbono orgânico – capazes de reduzir CO2),	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apoio e desenvolvimento em estudos para produção de hidrogênio verde. 2. Buscar desenvolver parcerias e novos negócios com foco na transição energética, na redução das emissões de carbono, na EC e iniciativas sustentáveis. 3. Promover o reaproveitamento dos sedimentos dragados de forma mais benéfica. 	
		Resíduos de Embarcação e Cargas	Folhas secas, grama ou serragem, resto de soja, milho, etc	Aproveitamento realizado através da varrição. Os resíduos são destinados aos minhocários realizando a Compostagem gerando adubo natural, que pode ser usado na agricultura, em jardins e plantas, substituindo o uso de produtos químicos.		
		Resíduos de Pesca	Resto de pescado, Petrechos, Embarcações, etc	Através da Coleta Seletiva – Reduzir a geração dos resíduos e realizar o máximo reaproveitamento e correta destinação final dos mesmos.		
Porto do Itaqui (MA)	Conhece o modelo, reconhece ações e atividades do Porto como Circular mas, não	*Resíduos de Embarcação e Cargas	Resíduo de madeira, pallets.	O material é destinado a Cooperativas e são transformados em móveis. Essa cooperativa retorna nas feiras agroecológicas para venda desses móveis.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar reciclagem de metais e vidros através de empresas parceiras. 2. Descarbonização - A EMAP conta com um planejamento estratégico para descarbonização. Adoção de metas e estratégias para redução de 	
				Aproveitamento realizado através da varrição e roçagem. Os resíduos são destinados para Compostagem e se torna um		

	são contabilizadas como.	*Resíduos de Embarcação e Cargas	Grãos em Geral	ativos orgânico é doado a plantações de determinadas comunidades próximas do Porto. Os agricultores retornam as feiras Agroecológicas realizadas pelo próprio Porto e vendem seu produto orgânico .	emissões; Smart Ports (Inovação e Tecnologias de controle inteligente; Boas Práticas com programas, agendas e intercâmbios; Novas Fontes e Combustíveis (Substituição de matriz energética).	
Porto de São Francisco do Sul (SC)	Conhece o modelo, reconhece ações e atividades do porto como EC mas, não são contabilizadas como.	*Resíduo da Dragagem (Atividade Principal)	Sedimentos - Areia	Cobertura de praias – a areia da dragagem está sendo utilizado para engordamento de praias. Regiões que sofreram erosão com o avanço da costa. Realizando a revitalização da orla e contribuindo para o potencial turismo da região.	1.Existe um volume significativo de entrega de soja, milho e fertilizantes que tem um e são considerados grãos nobre. São recolhidos através da varrição e podem ser empregados em um projeto de Compostagem através de Parceiras com a Iniciativa Privada.. 2. Implementação de Sinergia do Porto com as Industrias em prol da reciclagem de resíduos. 3. Reciclagem latas e plástico.	
		Resíduos de Pesca	Óleo das embarcações, redes de pesca, petrechos de pesca	Coleta - São oferecidos a comunidade tambores, destinação dos óleos das embarcações. Posteriormente, esse subproduto é vendido as recicladoras com retorno financeiro para comunidade. Big-bags também são oferecidas para a comunidade na coleta de redes e petrechos de pesca que serão coletados pela prefeitura e levados para destinação correta.		

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).*Principais Alternativas dos Portos Marítimos Entrevistados

Percebe-se a complexidade existente quanto ao conhecimento sobre o tema EC pelos Portos do estudo que se reflete sobre o impacto da transição para sustentabilidade em escala de paisagem, a qual sofre pressões externas, ao passo que há uma base sendo construída timidamente através de metas ambientais. Metas de âmbito mundial que não se adequam a qualquer setor ou Porto. É importante reconhecer a necessidade de posicionamento e ações condizentes com a sustentabilidade de modo amplo as zonas portuárias. Conhecer o modelo circular e seus conceitos não bastam para inserir um planejamento estratégico circular.

Neste contexto, trazendo a visão dos representantes portuários e os dados coletados do estudo, o que tem sido feito para adotar alternativas de EC são medidas cabíveis as autoridades, ou seja, vertentes baseadas na construção de uma base sustentável e ambiental já alicerçada pelo cumprimento de suas licenças como: implementação de programas de gestão de resíduos sólidos, com a separação e reciclagem de materiais descartados nos portos; utilização de tecnologias mais eficientes e limpas para reduzir o impacto ambiental das operações portuárias; incentivo ao uso de energias renováveis, como a energia solar e eólica, para reduzir a emissão de gases de efeito estufa; promoção de parcerias com empresas e instituições para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para o setor portuário e; realização de campanhas de conscientização e educação ambiental para os funcionários e usuários dos portos, visando a adoção de práticas mais sustentáveis.

Diante dessa dinâmica, é fundamental que os portos marítimos reconheçam a importância da sustentabilidade e da responsabilidade ambiental em suas operações, buscando maneiras de reduzir o desperdício, reutilizar materiais e minimizar seu impacto no meio ambiente. A transição para um paradigma circular pode não apenas trazer benefícios ambientais, mas também econômicos, como a redução de custos operacionais e o aumento da eficiência. De forma que é essencial que os portos marítimos estejam dispostos a explorar e implementar alternativas de EC em suas atividades, visando não apenas atender às demandas atuais, mas também garantir um futuro sustentável para as gerações futuras.

4.3 DESCOBERTAS - DESAFIOS DA ECONOMIA CIRCULAR EM PORTOS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

Sob o amparo da abordagem da pesquisa sobre alternativas para o modelo de EC em portos marítimos, foi possível investigar de modo mais amplo as realidades, percebendo as possibilidades e dificuldades existentes no setor portuário. Evidencia-se que a sustentabilidade, quando emerge da gestão, demonstra maior potencial para seguir seu processo de evolução, sendo necessário apresentar facilitadores como subsídios para enfrentar inibidores.

Um dos principais instrumentos de coleta de dados foi a entrevista semiestruturada composta por blocos de perguntas como: “Qual o seu conhecimento sobre o tema da pesquisa - EC e EC em portos?” “Em sua opinião, quais seriam as principais oportunidades e barreiras para a implementação de atividades de EC neste porto ou em portos em geral?” Ambas as perguntas se complementam, trazendo a contextualização sobre os desafios percebidos pelos Portos diante da implementação da EC.

No que tange à abordagem do conceito de EC e quando perguntado aos entrevistados o que entendiam do conceito, a perspectiva da reutilização e ciclo fechado foram utilizadas pela maioria. Verificou-se que o conceito de EC está inerente à compreensão de todos. No Quadro 14 serão apresentadas barreiras trazidas pelos entrevistados.

Quadro 14 - Barreiras Descritas

BARREIRAS	Porto de Rio Grande (RS)	Porto do Itaqui (MA)	Porto de São Francisco do Sul (SC)
Cultura Organizacional	✓	✓	✓
Financiamento e Parceiros	✓	✓	✓
Regras, Políticas e Instrumentos Regulatórios	*	✓	✓
Estratégica	*	✓	✓

Fonte: Entrevista realizada com Portos Marítimos (2023).

A seguir, cada uma das barreiras será discutida, à luz das entrevistas realizadas nos Portos e com base na revisão da literatura previamente realizada trazendo pontos inibidores.

4.3.1 Cultura Organizacional

Como apresentado no Quadro 14, todos os entrevistados mencionaram a barreira cultural/organizacional pelo menos uma vez durante a entrevista. Segundo os mesmos, a falta de cultura e o fomento de informações sobre EC são considerados como pontos importantes para a adoção de práticas circulares. Um dos aspectos abordados por essa barreira diz respeito justamente à falta de engajamento e conhecimento por parte das pessoas sobre o que venha ser a EC. As partes também falam sobre a questão da conscientização, como sendo um ponto importante. Contudo, ainda existem desafios que impedem essa conscientização. Retomando o trecho de uma das entrevistas podemos constatar claramente essa questão:

Por mais que as pessoas envolvidas com esse processo do meio ambiente façam divulgação, façam sensibilização não existe uma consciência sólida. Culturalmente, a comunidade de um todo, não consegue assimilar esse nível de importância. Embora a sociedade esteja avançando muito nesse sentido, ainda não é uma questão de prioridade. E não está no cotidiano das pessoas. São ações que têm um custo, eu vejo como investimento! (Trecho da Entrevista Porto 3 – Porto de São Francisco).

4.3.2 Financiamento e Parceiros

Um dos quesitos abordados são o alto custo de investimento e a possibilidade de financiamento limitado. Os Portos entrevistados dizem que os custos seriam uma barreira significativa para os portos em geral. Visto que os portos são autoridades financiadas pelo governo federal, toda e qualquer ação planejada vem desse aporte financeiro. Contudo, a questão dos Parceiros, por assumirem uma posição de “*hubs moderno*” que busca inovação, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e sustentável enquanto centro de negócios, muitos investimentos advindos de parcerias promovem o desenvolvimento das economias locais e do próprio setor através de projetos. A sinergia entre parceiros também compila um arsenal de possibilidades através da circularidade. Podemos observar na fala a seguir:

Esse modo de pensar é raro, principalmente se for porto público, a questão financeira torna-se muito importante. Sim, os portos possuem uma carência inclusive de pessoas para desenvolver as atividades, ligadas às questões ambientais. Em nosso porto nós contamos com uma equipe de 23 pessoas em nosso núcleo ambiental. (Trecho extraído da entrevista Porto 2 – Porto do Itaquí)

O grande problema é que o processo de reutilizar esse material tem um custo financeiro altíssimo. Mesmo que tivéssemos projetos para o uso desse material, muito provavelmente teriam que ser custeados por parceiros que tivessem interesse nesse material. (Trecho extraído da entrevista Porto 1 – Porto do Rio Grande)

Os investimentos que se tem para fazer são muito significativos para você buscar uma compostagem. O ideal é que se faça uma parceria com a iniciativa privada. Nós oferecemos resíduos, eles fazem a transformação. (Trecho extraído da entrevista – Porto 3 – São Francisco do Sul)

4.3.3 Regras, Políticas e Instrumentos Regulatórios

Os Portos entrevistados explicam que o papel do governo e das regulamentações seriam significativos para transpor a barreiras regulatória e políticas sob orientação específica ao novo modelo. Durante a entrevista, os Portos 2 e 3 retomam órgãos licenciadores e a própria autoridade portuária como precursor principal para o favorecimento de leis que facilitem a reposição do porto diante das oportunidades previstas pela EC.

Enquanto setor, você precisa que os órgãos que são responsáveis por direcionar a política tenham minimamente esse fomento! Se faz necessário que esses enxerguem o problema e minimamente indiquem para onde seguir. O que fazer para aqueles que têm o interesse, consigam implementar a EC. E os interessados com certeza conseguirão seguir. Então deveria partir daqui da Secretaria de Portos, todos esses órgãos reguladores, até a própria Anvisa, uma política pública direcionada, estratégias e objetivos, metas, que tenha algum indicativo, alguma portaria, algo direcione como fazer! Um manual, um estudo, um programa, etc. (Trecho extraído da entrevista Porto 2 – Porto do Itaquí)

Eu acredito que os órgãos, principalmente os órgãos que lidam com toda essa questão ambiental, A e B e tantos outros que existem. Eles ainda se mantêm de uma forma um tanto no passado. Em vários aspectos, e penso que isso prejudica também bastante todas essas ações que estão conectadas ao desenvolvimento ambiental. Até porque a iniciativa deveria partir desses órgãos. Eu digo certificações ou então incentivos, legislações, enfim, que fizessem com que o governo se dobrasse a todas essas alternativas. Não apenas visando lucro, mas também trazendo alternativas ambientais que vão colaborar com o mundo. (Trecho extraído da entrevista Porto 3 – São Francisco do Sul)

4.3.4 Barreira Gerencial Estratégica

O Quadro 14, ainda traz a preocupação dos entrevistados sobre as questões estratégicas, como gerir essas mudanças de cenário ao implementar o modelo circular. A busca por um modelo representativo e assertivo que desmistifique as barreiras da implementação da EC nos Portos Marítimos.

Na visão estratégica, quando você incorpora a sustentabilidade dentro da lógica do negócio, muitas preocupações são geradas. Bom, eu empresa estou produzindo resíduo, mas eu estou segregando? Mas só segregar é suficiente. Todo o processo possui um valor agregado e esse valor precisa ser incorporado a qualquer ação dentro do negócio. Isso tem que acabar resultando em uma estratégia social que vai permitir que cooperativas e outras pessoas (comunidades, cidades) ao redor do Porto

possam se beneficiar. Desse aproveitamento, e assim sucessivamente. (Trecho extraído da entrevista Porto 2 –Porto do Itaqui)

Acredito que se existisse um modelo planejado estrategicamente para qualquer tipo de Porto marítimo. Obviamente, cada Porto, vai ter que modificar alguma estratégia, algum planejamento. Enfim, seria um pouco acessível trabalhar com alternativas representativas, números e práticas que mostrem o investimento é esse, e o resultado é esse. Acredito que seriam pontos importantes para desmistificar a falta de contato e de encontro com a EC, porque, realmente, para a sustentabilidade portuária a circularidade é um modelo inovador. (Trecho extraído da entrevista Porto 3 - Porto de São Francisco).

Diante dos discursos dos portos, é possível captar a demasiada dificuldade atrelada aos desafios para inserir em suas estratégias de gestão um modelo inovador como a EC, pois, de maneira genérica, o seu conhecimento e o entusiasmo pela mudança estão submersos e enraizados em leis e regulamentações que se dizem atuais. Segundo a CEBRI (Centro Brasileiro de Relações Internacionais) (2020), para a EC avançar no país, é necessário transformar inovação em modelos de negócios eficientes e que acelerem a formação de novos mercados. Em seu relatório, a instituição relata que um dos gargalos para a implementação da EC é a existência de lacunas de dados para identificação de cadeias de valor, falta de pesquisa, além dos tradicionais impasses como tecnologia e financiamento.

A ausência de articulação, integração e, conseqüentemente, de um olhar sistêmico, impede que as empresas enxerguem o verdadeiro impacto final de suas práticas. Precisa-se criar espaços de conexão para parcerias e projetos comuns. É necessária uma mudança cultural, faltam recursos humanos/capacitação em indústria 4.0, precisando que haja qualificação da mão de obra, assim como de empresários e pesquisadores (CEBRI, 2023).

Resumidamente pode-se constatar diante do estudo realizado e através dos achados (Barreiras e Desafios) que as razões pelas quais as alternativas de EC são pouco adotadas por portos marítimos incluem: a) falta de conscientização e educação: muitos portos marítimos podem não estar familiarizados com os princípios da EC e, portanto, não compreendem os benefícios que ela pode trazer; b) custo inicial: a implementação de práticas de economia circular pode requerer investimentos significativos em novas tecnologias e infraestrutura, o que pode ser um obstáculo para muitos portos marítimos; c) resistência à mudança: algumas organizações podem ser avessas a mudar suas práticas estabelecidas e podem ver a EC como uma ameaça aos seus modelos de negócios tradicionais e; d) falta de incentivos: em alguns casos, não há incentivos suficientes por parte dos governos ou reguladores para encorajar os portos marítimos a adotarem práticas de EC.

O Quadro 15, apresenta algumas categorias citadas na literatura pesquisada, seguido de um compilado de informações de alguns autores. Essas informações visam trazer conhecimento das atuais barreiras e/ou desafios e sugestões que podem trazer aporte para os portos ultrapassarem tais impeditivos de forma a incorporar em seus cenários atividades circulares.

Quadro 15 - Barreiras e Sugestões

	Cultural e Organizacional	Financeiras	Gerenciamento Estratégico	Regulatória
BARREIRAS	1.Cultura de operação linear; 2.Conflito com a cultura existente; 3.Silos de pensamento e medo de risco; 4.Falta de interesse e conscientização do consumidor e das próprias instituições, empresas, etc;	1.Investimentos iniciais dispendiosos em novos modelos de negócios e sistemas fiscais; 2.Alto investimento inicial; 3.Financiamento limitado para modelos de negócio circular;	1. Objetivos distintos entre as partes. 2. Implementar ferramentas de medição que apoiem a transição para uma EC; 3.A transformação empresarial nos portos é dispendiosa.	1.Obstrução de leis e regulamentações; 2.Regulamentações existentes que dificultam práticas de EC; 3.Conjunto de regulamentações ainda inadequadas para novos modelos de negócio ou tecnologias.
SUGESTÕES	<p>A sensibilização para a EC é vital para aumentar o entusiasmo e o apoio, estimular a automobilização e a ação, e mobilizar conhecimentos e recursos locais. Os portos devem pensar estrategicamente ao desenvolver programas, projetos ou iniciativas circulares.</p> <p>As autoridades portuárias devem criar mudanças culturais e de governança para promover a mentalidade circular. Devem definir uma visão circular e incorporá-la no plano ambiental.</p>	<p>Esforços de colaboração, como parcerias público-privadas, esforços conjuntos entre vários ministérios governamentais ou portos da rede melhoram a experiência necessária para criar modelos e políticas circulares eficazes.</p> <p>É importante que haja uma aliança de governos apoiada por partes interessadas dispostas a trabalhar em conjunto, a partilhar conhecimentos e a defender a transição global da EC para uma gestão mais sustentável dos recursos naturais a nível político e em fóruns multilaterais (Migliorini, 2022).</p>	<p>As recompensas pelas boas práticas sustentáveis dos portos e pela redução das emissões de CO2 motivam as empresas de transporte marítimo e outras partes interessadas a adotarem uma forma de fazer negócios mais circular e sustentável.</p> <p>Novas inovações tecnológicas têm uma grande capacidade de permitir ajuda os portos a rastrear recursos e monitorar a utilização e a capacidade de desperdício. Modelos inovadores permitem que os portos aproveitem as mudanças nas demandas e expectativas dos clientes.</p>	<p>Políticas eficazes podem ajudar a acelerar e ampliar as ações circulares na economia. Estas políticas apoiam as empresas na superação de obstáculos, estimulando projetos inovadores e investimentos de longo prazo na circularidade, facilitando a colaboração e as parcerias e produzindo resultados tangíveis. Políticas para padrões e normas robustos na produção, expansão da aquisição circular, benefícios fiscais para produtos circulares, apoio a parques eco-industriais e campanhas de sensibilização são essenciais. (Lei de incentivo fiscal e provisão orçamentária para financiar novos negócios com princípio circular)</p>

Fonte: EMF, (2015b); Kirchherr *et al.*, (2018); Tura *et al.* (2019); Barona, Ballini e Canepa, (2023).

Ainda com base nos dados e resultados apresentados, é possível perceber similaridade das atividades circulares entre os portos marítimos no Brasil. Durante as entrevistas conduzidas ao longo desta pesquisa, uma observação significativa surgiu, destacando a importância crítica da insipiência sobre o tema como fator determinante para a não implementação de modelos circulares nos portos marítimos. Isso se deve há pressão por maior produtividade e eficiência portuária, conduzidas a países em desenvolvimento como o Brasil, mas uma grande carência de recursos públicos que propiciem condições de infraestrutura e tecnologias gerenciais para atingir esse objetivo (Kitzmann; Asmus; Koehler, 2014).

A sensibilização para a EC é vital para aumentar o entusiasmo e o apoio, estimular a automobilização e a ação e mobilizar conhecimentos e recursos locais. Os portos devem pensar estrategicamente ao desenvolver programas, projetos ou iniciativas circulares. De modo que os esforços de colaboração, como parcerias público-privadas, esforços conjuntos entre vários ministérios governamentais ou portos da rede melhoram a experiência necessária para criar modelos e políticas circulares eficazes. Novas inovações tecnológicas têm uma grande capacidade de permitir ajudar aos portos a rastrear recursos e monitorar a utilização e a capacidade de desperdício. Modelos inovadores permitem que os portos aproveitem as mudanças nas demandas e expectativas dos clientes.

É importante que políticas eficazes colaborem para acelerar e ampliar as ações circulares na economia. Estas políticas apoiam as empresas na superação de obstáculos, estimulando projetos inovadores e investimentos de longo prazo na circularidade, facilitando a colaboração e as parcerias e produzindo resultados tangíveis. Políticas para padrões e normas robustos na produção, expansão da aquisição circular, benefícios fiscais para produtos circulares, apoio a parques eco-industriais e campanhas de sensibilização são essenciais - Lei de incentivo fiscal e provisão orçamentária para financiar novos negócios com princípio circular - (Ellen Macarthur Foundation, 2015; Kirchherr *et al.*, 2018; Tura *et al.*, 2019; Barona; Ballini; Canepa, 2023).

Para superar esses desafios é importante aumentar a conscientização sobre os benefícios da EC, oferecer incentivos financeiros e regulatórios para encorajar a adoção dessas práticas e colaborar com outras organizações do setor para compartilhar conhecimento e recursos.

4.4 SÍNTESE DAS ALTERNATIVAS DE ECONOMIA CIRCULAR: PORTOS x LITERATURA

A revisão sistemática de literatura (RSL) realizada na pesquisa, identificou 5 potenciais categorias para aplicação de EC em portos marítimos representados na Figura 17 a seguir:

Figura 17 - Categorias das Alternativas de EC



Elaborado pela Autora (2023).

A partir das informações levantadas na literatura e do estudo realizado com Portos brasileiros realizadas na seção 4.2 e 4.3, o Quadro 17 apresenta a síntese de informações sobre os Portos estudados e as categorias criadas diante da literatura.

Quadro 17 - Síntese Portos e Literatura

Categorias	Literatura Alternativas (26 artigos)	Porto de Rio Grande (RS)	Porto do Itaqui (MA)	Porto São Francisco do Sul (SC)
Resíduos de Dragagem	12	1	*	1
Resíduos de Aquicultura	3	*	*	*

Águas residuais	5	*	*	*
Resíduos de Embarcações	9	1	1	*
Resíduos de Pesca	6	1	*	*

Elaborado pela Autora (2024).

Em síntese aos casos de estudo trazidos no artigo, das 5 categorias - Resíduos de Dragagem (12 artigos); Resíduos de Aquicultura (3 artigos); Águas residuais (5 artigos); Resíduos de Embarcações (9 artigos) e Resíduos de Pesca (6 Artigos) - estipuladas diante da RSL, 4 foram representadas, menos o reaproveitamento de águas residuais. Sendo assim, a premissa de práticas de EC que agregam aproveitamento inteligente dos subprodutos exclusivamente independente do consumo crescente de novos recursos estão sendo desenvolvidas ainda de maneira mais sucinta nesses portos.

Os portos já identificados neste estudo estão a recuperar, reciclar, reutilizar etc, sedimentos, óleo das embarcações, redes de pesca, petrechos de pesca plástico, areia, madeira, grãos de varrição etc. Diante dessa expectativa, existem categorias e alternativas ainda a serem exploradas e desenvolvidas. Os portos identificados neste estudo estão a recuperar, reciclar, reutilizar etc, sedimentos, óleo das embarcações, redes de pesca, petrechos de pesca plástico, areia, madeira, grãos de varrição etc. Diante da síntese, é possível verificar que existem categorias ainda a serem exploradas pelos portos brasileiros do estudo.

Perante o aspecto de alternativas inovadoras, os Portos entrevistados trazem o desenvolvimento de estudos para produção de hidrogênio verde e a busca em desenvolver parcerias e novos negócios com foco na transição energética, na redução das emissões de carbono. A exemplo o Porto do Itaquí, que conta com um planejamento estratégico para descarbonização com quatro pilares: adoção de metas e estratégias para redução de emissões; *smart ports* (inovação e tecnologias de controle inteligente); boas práticas com programas, agendas e intercâmbios, além de novas fontes e combustíveis (substituição da matriz energética) com o apoio do porto de Valência na Espanha (EMAP, 2023).

No sistema energético, a EC pode trazer soluções que maximizem o uso eficiente de recursos naturais para produção de energia e seu uso final. O H2V é fundamental para que se atinjam as metas de descarbonização. Ele tem inúmeras utilizações, sendo realmente

sustentável quando produzido a partir de fontes renováveis (Bonciu, 2020; Nadaleti *et al.* 2020).

A captura e armazenamento de carbono (Carbon Capture Utilization and Storage, CCUS), é uma tecnologia que converte quimicamente o CO₂ em produtos de maior valor agregado, podendo ser realizada a produção de hidrogênio, dando origem ao hidrogênio azul. O hidrogênio azul é uma grande oportunidade para o Brasil se destacar no contexto da transição energética (EPBR, 2023).

Vale ressaltar que foram encontradas muitas alternativas com potencial assertivo que podem tornar os portos mais resilientes, mantendo os fluxos de subprodutos nobres em circulação, regenerando os ecossistemas portuários e contribuindo para alcançar metas estipuladas em prol do cumprimento das ODS. Para facilitar a transição para a EC, os portos podem adotar práticas inovadoras de manutenção e utilização de ativos, através de experiências já adotadas e desenvolvidas por outros portos.

Através da análise destas alternativas, foi criado um quadro que destaca o potencial dos portos como impulsionadores de projetos circulares e sustentáveis, conectando as partes interessadas e proporcionando incentivos. Avançar para uma abordagem mais circular poderia trazer benefícios como a redução de problemas ambientais, a melhoria da segurança do abastecimento de matérias-primas, o aumento da competitividade, o estímulo à inovação e o impulso ao crescimento económico. A seguir, no Quadro 18 serão trazidas algumas iniciativas portuárias dentro de suas categorias e informações complementares.

Quadro 18 - Fluxos Circulares em Portos

Categoria	Iniciativa Portuária	Porto Referência	Descrição do Método	Benefícios Sustentáveis
Resíduos de Dragagem	Convertendo sedimentos marinhos em tijolos para construção.	Porto de Koper (Eslovênia)	A gestão de sedimentos dragados é uma questão de preocupação crescente. Por se caracterizarem por conterem altas proporções de frações de silte e argila, tendem a absorver e acumular poluentes tóxicos como metais pesados e contaminantes orgânicos, o que os faz serem considerados resíduos tóxicos. São necessárias operações físicas e/ou processos químicos, térmicos e biológicos para reduzir o seu conteúdo poluente e o risco para o meio ambiente.	A transição para a economia circular na gestão de sedimentos não implica apenas a obtenção de subprodutos dos sedimentos, mas também a diminuição dos impactos globais do esquema de gestão de sedimentos, por exemplo, utilizando materiais reciclados como aglutinantes em vez de recursos brutos, minimizando os custos de transporte, e reduzir a produção global de resíduos para se aproximar da ambição de poluição zero.
	Usar areia de dragagem para fazer cimento ou outros usos.	Aalborg/ Dunquerque (Marselha)		
	O material dragado (contaminado), utilizado para criar novos terrenos, e encapsular o material poluído.	Porto de Gävle (Suécia)		
Resíduos de Aquicultura	Reaproveitamento de subprodutos de pescado como matéria-prima para produtos nutracêuticos, funcionais, cosméticos e nutrição animal.	Bolonha-Sur-Mer (França)	Para subprodutos derivados da aquicultura, o processo mais eficiente é a recuperação de biomoléculas importantes, como proteínas (colágeno, gelatina), polissacarídeos (quitosana), lipídios (ômega 3) ou pigmentos (astaxantina ou beta-caroteno). As biomoléculas podem ainda ser aplicadas para consumo humano e animal, indústria alimentícia, cosmética ou farmacêutica.	Um modelo de Bioeconomia circular deve ser adaptado para reutilizar resíduos e subprodutos e maximizar o seu rendimento, reduzindo ao mesmo tempo o seu impacto ambiental negativo.
Águas residuais	Recuperar energia das águas residuais dos navios de cabotagem, "ferryboats" e de cruzeiro, através da reciclagem e reutilização de 100% das águas residuais.	Stockholm Royal Seaport (Estocolmo)	As ações de looping reduzem o desperdício de recursos, fechando os ciclos de recursos através da reutilização, reciclagem e recuperação de energia. A água cinzenta e negra produzida pelos navios é reutilizada (água cinzenta) ou reciclada (água negra). As águas residuais são recicladas para produzir fertilizantes e biogás	As ações em loop ajudam a reduzir o consumo de recursos finitos, os resíduos e as emissões associados, melhorando assim o ambiente de vida urbano e protegendo o ecossistema global.

Segundo a Loop Port (2018), são identificadas três áreas principais de intervenção portuária para incentivar a implementação da EC e o desenvolvimento de modelos negócios circulares:

1. **Ativos e equipamentos circulares dos portos** - Através da manutenção e de uma utilização mais inteligente, os portos podem otimizar a capacidade e a vida útil dos equipamentos e infraestruturas portuárias existentes e facilitar a transição para um EC. (guindastes, sistemas de transporte, equipamentos de movimentação de contêineres, equipamentos de atracação, etc.)

2. **Fluxos circulares dentro dos portos** - Os resíduos gerados pelas atividades portuárias são outra área onde os portos podem facilitar a transição para a EC. Estas permitirão uma melhor utilização dos recursos internos do porto, das zonas industriais e da rede de transportes convergentes no porto. A Simbiose Industrial enquadra-se nesta área de intervenção.

3. **Portos e mercados circulares** - Os portos também podem permitir que outras indústrias sejam mais circulares, desenvolvendo novas atividades que liguem a oferta e a procura de recursos e materiais que circulam através do porto. Estes apoiarão o desenvolvimento de uma abordagem circular às cadeias de abastecimento e às redes de transporte. A Simbiose Industrial é aplicada nesta área de intervenção quando os portos gerenciarem parques industriais.

Como ferramenta de informação, o Projeto LOOP-Ports financiado pelo EIT (Instituto Europeu de Inovação e Tecnologia) no âmbito da iniciativa Climate-KIC busca alcançar uma mudança real para uma EC nos portos da Europa. Nessa perspectiva, o projeto visa contribuir para a transição da economia europeia para sistemas de circuito fechado através da criação de uma rede de portos de EC, que proporcionará um ecossistema de inovação em torno da atividade portuária e estimulará iniciativas de circularidade nos portos. A rede concentra-se em materiais de elevada emissão, principalmente metais, plásticos, cimentos e biomateriais (CLIMATE-KIC, 2020a).

A rede de portos da LOOP – Ports visa facilitar o envolvimento dos portos e das partes interessadas nas discussões sobre as suas necessidades, constrangimentos, oportunidades e melhores práticas planejadas ou já implementadas nos portos, aumentando a sua sensibilização e compreensão geral do conceito de EC.

Outro projeto de destaque é o Roteiro de Economia Circular do Chile, desenvolvido por meio de um amplo processo participativo, que visa construir uma EC regenerativa, justa e

participativa no Chile. O roteiro parte de uma série de estudos de caso que exemplifica elementos dos cinco objetivos universais da política para EC na prática, da Fundação Ellen MacArthur. Por exemplo:

Quadro 19 - Roteiro de Objetivos

OBJETIVO 1 – Estimular o design para a economia circular:	OBJETIVO 2 – Gerenciar recursos para preservar o valor:	OBJETIVO 3 – Criar as condições econômicas para a transição:
Estabelecer um sistema de rotulagem para informar os consumidores sobre materiais utilizados, reparabilidade e opções de reciclagem. Isso incentivará designers, produtores e distribuidores a aumentar a qualidade e a durabilidade dos produtos e facilitará os reparos.	Entre outras ações, o Roteiro inclui uma ação para promover sistemas de logística reversa e colaborativa, a fim de circular recipientes e embalagens reutilizáveis.	Criar condições que viabilizem a EC será a cobrança de uma taxa pelo descarte em aterros de certos tipos de resíduos, e as receitas serão direcionadas para a criação de serviços de coleta e descarte. Outra ação é focada nas compras públicas, a fim de aproveitar o poder do Estado para adquirir produtos e serviços de fornecedores com práticas circulares.
OBJETIVO 4 – Investir em inovação, infraestrutura e competências	OBJETIVO 5 – Promover colaboração para a mudança do sistema	
O Roteiro inclui disposições para o desenvolvimento de programas de treinamento em economia circular para trabalhadores do setor público e mecanismos para assegurar uma participação equilibrada de todas as regiões. Esses fatores são essenciais para garantir uma transição eficaz e inclusiva para a economia circular	O Roteiro inclui uma iniciativa para garantir que o Chile troque experiências e aprendizados por meio de fóruns internacionais, com foco na cooperação Sul-Sul e entre as nações da América Latina e do Caribe.	

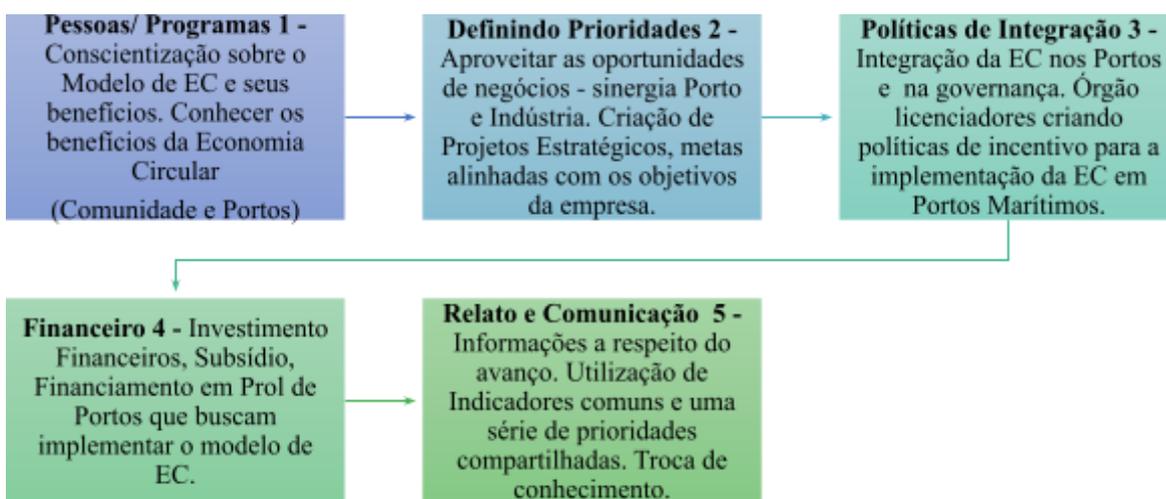
Fonte: Roteiro Chile – Fundação Ellen MacArthur (2021). Elaborado pela Autora (2024).

Por fim, com base nos dados e resultados apresentados, é possível perceber que os portos desempenham um papel crucial na EC. Durante as entrevistas conduzidas ao longo desta pesquisa, observação e construção significativa de materiais, destaca-se a importância crítica da conscientização de informações sobre o potencial de EC. A primeira condição para a mudança é a conscientização dos problemas que a EC pode ajudar a resolver e as áreas em que pode criar novas oportunidades (compreensão conceitual dos conceitos da EC). Bloosman *et al.*, (2020) sugerem, como primeira etapa para a mudança para uma EC nos Portos marítimos, a conscientização e informações sobre o potencial de EC seguida de

conhecimentos técnicos e não técnicos para alavancar efetivamente o modelo e capturar os negócios associados e os benefícios ambientais.

Ancorando-se na análise desenvolvida nos 3 casos, objetos de estudo da presente dissertação e das pesquisas relacionadas, são sugeridos 5 passos que visam agrupar metas importantes para os Portos Marítimos implementarem modelos circulares. A seguir na Figura 20:

Figura 20 - Passos para Implementação da EC.



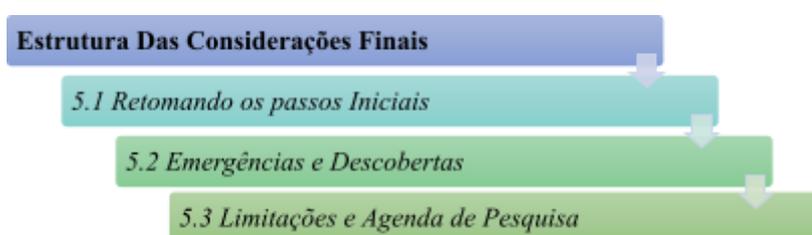
Elaborado pela Autora (2024).

A etapa de criação dos passos foi realizada de forma não estruturada, por um processo de pensamento que, a partir da análise de dados, iniciou a construção de um panorama sobre a implementação de modelos circulares que, de forma concisa, pudessem construir estratégias de implementação de seus negócios circulares. O presente achado pode ser ancorado na necessidade das empresas portuárias se posicionarem de forma a adequar-se à movimentação em direção à sustentabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta seção são apontados os principais achados da presente dissertação para alcançar o objetivo proposto e responder a problemática de pesquisa, bem como as descobertas, limitações e sugestões, os quais estão organizados em três subseções (Figura 19): retomando os passos iniciais, emergências e descobertas, e limitações e agenda de pesquisa.

Figura 19 - Estrutura das Considerações Finais.



Fonte: Desenvolvido pela autora |(2024).

5.1 RETOMANDO OS PASSOS INICIAIS

A Economia Circular é um campo amplo para estudos que oferece inúmeras oportunidades para os Portos Marítimos tornarem-se mais sustentáveis. Na presente dissertação, a orientação seguida foi buscar alternativas de EC que reunisse um aporte de informações em busca de melhores práticas já implementadas em portos do mundo.. Para isto, amparou-se no suporte dos estudos de autores como: Roberts *et al.*, (2021); Haezendonck e Van Den Berghe, (2020); De Langen, Sornn-Friese e Hallworth, (2020); Mańkowska, Kotowska e Plucinski, (2020); Ellen Macarthur Foundation (2015) e outros.

Em vista de atingir o objetivo proposto nesta dissertação, o qual vislumbra propor melhorias de gestão em negócios portuários marítimos com ênfase na EC, o estudo se baseou na técnica de pesquisa Análise de Conteúdo defendida por Bardin (2016) que se estrutura em três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material, categorização ou codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação.

Para realização do trabalho, a etapa de pré-análise compreendeu o levantamento de dados bibliográficos e o entendimento do estado da arte em relação a aspectos da economia circular em portos marítimos, informações do setor portuário marítimo e práticas atualmente implementadas e descritas na literatura como alternativas adequadas para implementação de EC em portos. Também foram realizadas pesquisas com 3 portos participantes do Ranking do Índice de Desenvolvimento Ambiental (IDA), para que fosse possível estabelecer o conhecimento desses portos sobre o assunto disposto. Estas contribuições foram o fundamento principal para compreensão do cenário das práticas de EC no setor portuário. Nesta etapa foram alcançados os objetivos específicos: "identificar na literatura práticas de Economia Circular implementadas em Portos Marítimos no mundo"; e "identificar práticas de Economia Circular implementadas em Portos brasileiros".

Na segunda etapa da análise, foi possível explorar o material através de uma revisão sistemática da literatura (RSL), trazendo contribuições do tema e reunindo artigos para a construção de aporte teórico de contribuição à etapa de categorização de alternativas já implementadas de EC encontradas em portos marítimos do mundo. A condução da pesquisa foi inspirada nas diretrizes de Tranfield, Denyer e Smart, (2003) e Moher *et al.*, (2009), constituindo cinco etapas, sendo elas: (i) identificação da lacuna e definição do objetivo de pesquisa; (ii) definição das fontes de dados e suas características; (iii) extração dos dados; (iv) análise preliminar dos dados; e (v) análise final e síntese.

Na terceira etapa, foram trazidos a nível de tratamento de dados as entrevistas e a construção da base do estudo de caso múltiplos, seguindo a inferência e a interpretação dos dados para compreensão dos objetivos específicos: "Identificar possíveis barreiras para implementar a Economia Circular em Portos"; e "propor sugestões de gestão em negócios portuários marítimos voltadas a Economia Circular".

5.2 EMERGÊNCIAS E DESCOBERTAS

Sob o amparo da abordagem do modelo circular, foi possível investigar de modo mais complexo as realidades, percebendo as potencialidades e dificuldades existentes nos portos investigados. Evidencia-se que a EC inibe o caos ambiental, mas percorre caminhos desafiadores diante da sua implementação.

Em meio a isso, foram descobertas algumas barreiras que dificultam a implementação de atividades circulares nos portos. Um grande desafio a transpor é a falta de conhecimento e

a falta de conscientização dos atores portuários e comunidade sobre os benefícios da EC. Nesse contexto, um desafio que permeia o setor também corresponde a situação financeira, intermediada por interesses políticos, o que reflete um inibidor no processo de implementação da EC.

Esse cenário destaca a urgência de mudanças culturais e organizacionais para fomentar uma conscientização mais ampla e aplicar práticas mais efetivas. Inicialmente, isso engloba uma mudança de paradigma, de pensamento linear para circular e uma revisão das estratégias de gestão de resíduos nos portos, dada a evidente carência de informação sobre o tema. Tais transformações são essenciais para impulsionar a transição dos portos para modelos mais circulares, garantindo, assim, a preservação e o aproveitamento eficiente dos recursos disponíveis.

Nessa evolução, os ODSs representam um *framework* relevante e, até mesmo, um marco no comprometimento da sociedade na direção da sustentabilidade, inclusive para as organizações portuárias que possuem uma ampla possibilidade de escolhas no universo da Sustentabilidade, para as quais os ODS representam fonte de inspiração e base para seu planejamento estratégico e sua institucionalização. Desta forma, é necessário seguir na busca de ferramentas que ajudem a concretizar tais metas como o modelo circular.

Mediante as entrevistas conduzidas com representantes, diretamente da esfera portuária, ficou claro no estudo que os Portos encontram-se tímidos em tomar atitudes que capturem o modelo circular de forma enérgica em suas instituições. As ações relatadas por ambos Portos (Rio Grande, RS, Itaqui, MA e São Francisco do Sul, SC), seguem apenas a cartilha da legislação e descontinuamente perseguem a sustentabilidade adotando medidas que exigem estratégias comuns a cada porto em particular.

Para que o uso dos princípios do modelo de EC seja considerado uma ferramenta de evolução para a sustentabilidade, se faz necessário multiplicar o conhecimento e as práticas já utilizadas por outros portos marítimos. Alguns exemplos podem ser analisados na Figura 15 e na RSL. Alcançar uma estratégia circular nos próximos anos pode ser considerado um percurso difícil e cheio de desafios, porém extremamente necessário, considerando o fator do esgotamento de recursos e a falta deles, que poderá vir a ocorrer nos próximos anos.

À vista disso observa-se que enquanto a comunicação é um elemento chave para facilitar a disseminação das informações entre as entidades portuárias, pessoas, governo e os órgãos responsáveis por realizar a adequação portuária, será necessário uma atualização e criação de legislações que incentivem a inserção de atividades circulares no setor portuário.

Assim, tendo em vista que o argumento desta dissertação seguiu o entendimento de que a EC é um modelo que repensa a gestão e o reaproveitamento de recursos naturais na transição da economia linear para a circular, ou seja, aborda os processos, além do seu ciclo linear Produção => Uso=> Recuperação=> Reciclagem, de modo a transmitir tal lógica em sua gestão, bem como no ensino, pesquisa e extensão, defende-se que a EC reflete ser um modelo de construção que sugere a evolução e avanço da sustentabilidade para os Portos Marítimos, corroborando a proposta que orientou o estudo.

Por fim, é motivador poder analisar de perto o interesse e motivação dos portos estudados em relação a um tema que ainda não se encontra tão disseminado e implementado no mundo dos portos. Esse é o principal começo para que o mais breve possível possa haver um setor portuário onde os resíduos sejam utilizados como recursos em sua grande maioria.

5.3 LIMITAÇÕES E AGENDA DE PESQUISA

É importante citar os desafios deste trabalho, como a falta de conhecimento dos portos em conceber que muitas atividades realizadas por eles são circulares. Dentro da fundamentação teórica realizada, foram encontrados portos que estão mais avançados, pois realizam ações isoladas mais específicas, contudo são bastante limitadas, embora existam vários exemplos práticos em portos europeus. Outro ponto foi a dificuldade de acesso aos sujeitos entrevistados, por manter a característica de estabelecer uma política de liberação por parte da autarquia portuária.

Para pesquisas futuras, sugere-se ampliar a gama portuária de portos investigados mapeando suas ações circulares, para abranger um leque de informações mais construtivo. Sugere-se realizar pesquisas junto aos órgãos reguladores e Secretario Ambiental, para complementar uma visão mais completa do cenário portuário. Ainda sugere-se criar um modelo de construção capaz de exemplificar as primeiras etapas para inserção da EC em portos que não possuem tal conhecimento – Um modelo a seguir, transpondo possíveis barreiras iniciais.

Outras sugestões de pesquisas futuras emergem diante do estudo desta dissertação que traçam sugestões como: identificar os pontos de vista das autoridades municipais em relação a uma EC para identificar mais claramente formas de cooperação entre portos e cidades; desenvolver conjuntos de dados detalhados sobre atividades circulares nos portos para permitir o corte transversal e a análise dos impulsionadores da EC nos portos; se faz necessária uma investigação comparativa, ou mesmo uma análise histórico-comparativa, que

aborde o surgimento de incubação relacionada com os portos e serviços de apoio ao arranque nos portos e o papel adicional das empresas de desenvolvimento portuário na transição para a EC; uma investigação mais detalhada sobre o efeito da propriedade pública, e, especialmente, sobre os mecanismos através dos quais a propriedade pública pode traduzir-se com maior enfoque na atração de atividades circulares para o porto; e pesquisa sobre o potencial para as simbioses circulares; é necessário mais investigação, especialmente em termos de divulgação de dados portuários, objetividade, acesso e mapeamento aprofundado das atividades da economia circular dos portos (Haezendonck; Van Den Bergue, 2020; De Langen; Sornn-Friese; Hallworth, 2020; Roberts *et al.*, 2021; Jugovic *et al.*, 2022; Kovačič Lukman; Brglez; Krajnc, 2022; Barona; Ballini; Canepa, 2023).

O artigo demonstra que a EC pode ser uma forma viável de continuar a garantir o futuro de um porto e de contribuir para a sua sustentabilidade, da comunidade e região onde este habita. Nesta perspectiva, várias ferramentas têm sido desenvolvidas e que permitem auxiliar nessa transição, como por exemplo, a simbiose porto-indústria. Porém, observam-se lacunas quanto a esse assunto, sendo emergente que a lógica do sistema de produção circular seja colocada em prática de forma mais efetiva e intensa. Há uma falta de investigação que investigue todas essas abordagens em conjunto à escala global.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Comissão de Estudo Especial de Economia Circular. **ABNT**, 2022. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/abnt-cee-323-comissao-de-estudo-especial-de-economia-circular>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – **Notícias**, 2019. **ANTAQ**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Acesso em: 23 junho. 2023.
- ABREU, M. C. S. de; CEGLIA, D. On the implementation of a circular economy: The role of institutional capacity-building through industrial symbiosis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 138, p. 99–109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.00>. Acesso em 05 fev. 2023.
- AGUIAR, Rodrigo de. Dragagem de manutenção do canal de acesso ao porto do rio grande é concluída com a retirada de 3,1 milhões de metros cúbicos de sedimentos. **PORTOS/RS**, 2024. Disponível em: https://www.portosrs.com.br/site/imprensa_e_midia/noticia/1854. Acesso em 03 mar. 2024.
- AGYEMANG, Martin *et al.* Drivers and barriers to circular economy implementation: An explorative study in Pakistan’s automobile industry. **Management Decision**, v. 57, n. 4, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/MD-11-2018-1178>. Acesso em 05 fev. 2023.
- AMAR, Mouhamadou *et al.* From dredged sediment to supplementary cementitious material: characterization, treatment, and reuse. **International Journal of Sediment Research**, v. 36, n. 1, p. 92-109, 2021.
- ASMUS, Milton L. *et al.* Gestión basada en ecosistemas para sistemas portuarios: una propuesta metodológica para integrar la gestión de zonas costeras en Brasil. In: **XVI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar**. Santa Marta, p. 340-340, 2015.
- ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes de. A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. **Sistemas & Gestão**, v. 14, n. 2, p. 223-231, 2019.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Marcos: Edições 70, 2016.
- BARONA, J.; BALLINI, F.; CANEPA, M. Desenvolvimentos circulares de portos industriais marítimos na Europa: uma revisão semi-sistemática da situação atual. **J. shipp. trd.** v. 8 , n. 25, 202. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41072-023-00153-w>. Acesso em 05 fev. 202.
- BARONE, A. M.; GRAPPI, S.; ROMANI, S. The road to food waste is paved with good intentions: When consumers' goals inhibit the minimization of household food waste. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, p. 97-105, 2019.

BCSD Portugal. Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável. **BCSD**, 2022. Disponível em: <https://bcdsportugal.org/atividade/masterclass-ods-com-grace/>. Acesso em: 28 fev. 2023.

BERGQVIST, Rickard; MONIOS, Jason. **Green ports: inland and seaside sustainable transportation strategies**. [s. l.]: Elsevier, 2018.

BET, Bram *et al.* **Barriers and best practices for the circular economy**. [s. l.]: SMO Promovendi, 2018.

BHAIRAPPANAVAR, Shruti; LIU, Rui; COFFMAN, Reid. Beneficial uses of dredged material in green infrastructure and living architecture to improve resilience of Lake Erie. **Infrastructures**, v. 3, n. 4, p. 42, 2018.

BORRELLO, M., *et al.* Consumers are willing to participate in circular business models: A practice theory perspective to food provisioning. **Journal of Cleaner Production**, v. 259, p. 121013, 2020.

BOULDING, Kenneth E. The Economics of the Coming Spaceship Earth. **Resources for the Future**, p. 1 - 14, 1966. Disponível em: http://arachnid.biosci.utexas.edu/courses/THOC/Readings/Boulding_SpaceshipEarth.pdf. Acesso em 28 fev. 2023.

BRASIL. Presidência da República. **Lei 12.305/2010** – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 02 dez. 2022.

BRESSANELLI, Gianmarco; PERONA, Marco; SACCANI, Nicola. Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 23, p. 7395-7422, 2019.

CARPENTER, Angela *et al.* Securing a port's future through Circular Economy: Experiences from the Port of Gävle in contributing to sustainability. **Marine pollution bulletin**, v. 128, p. 539-547, 2018.

CARUSO, G. *et al.* Fishery wastes and by-products: A resource to be valorised. **J. Fish. Sci**, v. 9, n. 4, p. 080-083, 2015.

CERRETA, M. *et al.* Operacionalizando o Modelo de Cidade Circular para a Cidade-Porto de Nápoles: Uma Estratégia de Desenvolvimento Híbrido. **Sustentabilidade**, v. 12, p. 2927, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12072927>. Acesso em: 03 dez. 2022.

CHABOWSKI, B.R. *et al.* Sustainable international business model innovations for a globalizing circular economy: a review and synthesis, integrative framework, and opportunities for future research. **J Int Bus Stud**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1057/s41267-023-00652-9>. Acesso em 30 set. 2023.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Economia circular: caminho estratégico**. Brasília : CNI, 2019. 68 p. Disponível

em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/economia-circular>. Acesso em 12 jan. 2023.

COMISSÃO EUROPEIA. **Changing how we produce and consume:** New Circular Economy Action Plan shows the way to a climate-neutral, competitive economy of empowered consumers, 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_420. Acesso em: 15 set. 2023.

COPPOLA, Daniela, *et al.* Fish waste: From problem to valuable resource. **Marine drugs**, v. 19, n. 2, 2021.

COUVIDAT, J *et al.* Characterization of how contaminants arise in a dredged marine sediment and analysis of the effect of natural weathering, *Sci. Total Environment.*, 624, 323–332, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.130>. Acesso em 12 jan. 2023.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Porto Alegre: Editora Penso, 2010.

CROCETTI, P. *et al.* An overview of operations and processes for circular management of dredged sediments. **Waste Management**, v. 146, p. 20-35, 2022.

DANTAS, T. E. T. *et al.* How the combination of Circular Economy and Industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 213–227, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005>. Acesso em 12 jan. 2023.

DE LANGEN, Peter W.; NIJDAM, Michiel N. Charging systems for waste reception facilities in ports and the level playing field: A case from North-West Europe. **Coastal Management**, v. 36, n. 1, p. 109-124, 2009.

DE LANGEN, Peter W.; SORNN-FRIESE, Henrik; HALLWORTH, James. The role of port development companies in transitioning the port business ecosystem; the case of port of Amsterdam's circular activities. **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4397, 2020.

DIECKMANN, Elena *et al.* Analysis of barriers to transitioning from a linear to a circular economy for end of life materials: A case study for waste feathers. **Sustainability**, v. 12, n. 5, p. 1725, 2020.

DONI, Serena *et al.* Combination of sediment washing and bioactivators as a potential strategy for dredged marine sediment recovery. **Ecological Engineering**, v. 125, p. 26-37, 2018.

DUARTE, Natália Seeger. **Redes, Malhas E Mãos: O Processo Artesanal Da Rede De Pesca Do Mar Ao Ateliê.** 2018, 122 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2018.

DULIÈRE V. *et al.* Potential impact of wash water effluents from scrubbers on water acidification in the southern North Sea. Final project report. **Royal Belgian Institute of Natural Sciences.** Operational Directorate Natural Environment, Ecosystem Modelling. 31

p., 2020 Available online:

https://www.researchgate.net/profile/ValerieDuliere/publication/341642158_Potential_impact_of_wash_water_effluents_from_scrubbers_on_water_acidification_in_the_southern_North_Sea/links/5eccd571458515626ccc72dc/Potential-impact-of-wash-water-effluents-from-scrubbers-on-water-acidification-in-the-southern-North-Sea.pdf. Acesso em 28 mar. 2023.

EGGLETON, Jacqueline; THOMAS, Kevin V. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. **Environment international**, v. 30, n. 7, p. 973-980, 2004.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the circular economy. **EMF**, 2012. Disponível em:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthurFoundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>. Acesso em 23 fev. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**: economic and business rationale for an accelerated transition. Cowes: [s.n.], 2014. v. 3.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. **EMF**, 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Elle-MacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf. Acesso em 23 Fev. 2023

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. A Circular Economy in Brazil: An Early Exploratory Approach. **EMF**, 2017. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-Economia-Circular-no-Brazil_UmaExploracao-Inicial.pdf. Acesso em 8 nov. 2021.

EMBRAPA. Compostagem de resíduos orgânicos para uso na agricultura. **EMBRAPA**, [20-?]. Disponível em: www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/129/compostagem-de-residuos-organicos-para-uso-na-agricultura. Acesso em: 25 fev. 2023.

EUROCHILE, Ministry of Environment officially initiates the Strategic Committee of the Circular Economy Roadmap led by Eurochile. **Eurochile**, 2020. Disponível em: <https://eurochile.cl/en/noticias/transferecia-tecnologica/ministerio-del-medio-ambiente-da-inicio-oficial-a-comite-estrategico-de-la-hoja-de-ruta-de-economia-circular-que-lidera-eurochile/>. Acesso em 05 fev. 2023.

FERDOSH, Sahena *et al.* Quality of tuna fish oils extracted from processing the by-products of three species of neritic tuna using supercritical carbon dioxide. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 39, n. 4, p. 432-441, 2015.

FERRANS, Laura *et al.* Characterization of dredged sediments: a first guide to define potentially valuable compounds – the case of Malmfjärden Bay, Sweden. **Advances in Geosciences**, v. 49, p. 137-147, 2019. Disponível em: <https://adgeo.copernicus.org/articles/49/137/2019/>. Acesso em 01 mar. 2023.

FERRANS, Laura *et al.* Dredged sediments as a plant-growing substrate: Estimation of health risk index. **Science of the Total Environment**, v. 846, p. 157463, 2022.

FERRARO, Aulus Giovanni Mouzinho; CATARINO Anderson Américo Alves. O gerenciamento de resíduos de navios de apoio à empresas petrolíferas com base na NT 08/08: atendimento às exigências do projeto de controle da poluição (PCP)/IBAMA. In: **VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**, 2011. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org>. Acesso em 03 mar. 2023.

FERREIRA, G. T. C. **Competitividade da cadeia produtiva do Arapaima gigas, o pirarucu da Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-19052016-114414/pt-br.php>. Acesso em: ago. 2022.

FERRONATO, N. *et al.* Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. **Journal of Environmental Management**, v. 230, p. 366-378, 2019.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRAGA-CORRAL, María *et al.* Aquaculture as a circular bio-economy model with Galicia as a study case: How to transform waste into revalorized by-products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 119, p. 23-35, 2022.

FIGGE, F., *et al.* Longevity and circularity as indicators of eco-efficient resource use in the circular economy. **Ecological economics**, v. 150, p. 297-306, 2018.

FUSCO GIRARD, L. Toward a smart sustainable development of port cities/areas: The role of the “Historic Urban Landscape” approach. **Sustainability**, v. 5, n. 10, p. 4329-4348, 2013.

GALLO, Michela *et al.* Sustainability in maritime sector: Waste management alternatives evaluated in a circular carbon economy perspective. **Resources**, v. 9, n. 4, p. 41, 2020.

GALVÃO, Graziela Darla Araujo *et al.* Circular economy: Overview of barriers. **Procedia Cirp**, v. 73, p. 79-85, 2018.

GARCÉS-AYERBE, Concepción *et al.* Is it possible to change from a linear to a circular economy? An overview of opportunities and barriers for European small and medium-sized enterprise companies. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 5, p. 851, 2019.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. 2002. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

GEERLINGS, Harry; KUIPERS, Bart; ZUIDWIJK, Rob. **Ports and networks**. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2017.

GEISSDOERFER, Martin *et al.* The Circular Economy—A new sustainability paradigm? **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 757-768, 2017.

- GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner production**, v. 114, p. 11-32, 2016.
- GIL, Antonio Carlos *et al.* **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- GODOY, A. S. Refletindo sobre critérios de qualidade da pesquisa qualitativa. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 3, n. 2, p. 81-89, 2005.
- GODOY, A. S. Fundamentos da pesquisa qualitativa. 2013. In: TAKAHASHI, A. R. W. **Pesquisa qualitativa em administração: fundamentos, métodos e usos no Brasil**. São Marcos: Atlas, 2013.
- GONÇALVES, Daniel Bertoli. A gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Sorocaba-SP, REEC, **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Sorocaba SP, v. 11, n. 2, 15-26, 2016.
- GONÇALVES, Daniel Bertoli; RIBEIRO, Edson. O Reuso De Containers Marítimos Na Construção Civil Sob A Perspectiva Da Economia Circular. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, p. 107-119, 2022.
- GOV. MA. Porto do Itaqui é novamente premiado nacionalmente e se consolida como um dos mais importantes do país. **Governo do Maranhão**, 2023. Disponível em: <https://www.ma.gov.br/noticias/porto-do-itaqui-e-novamente-premiado-nacionalmente-e-se-consolida-como-um-dos-mais-importantes-do-pais>. Acesso em 05 dez. 2023.
- GOVINDAN, Kannan; HASANAGIC, Mia. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 1-2, p. 278-311, 2018.
- GRAVAGNUOLO, Antonia; ANGRISANO, Mariarosaria; GIRARD, Luigi Fusco. Circular economy strategies in eight historic port cities: Criteria and indicators towards a circular city assessment framework. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3512, 2019.
- GUE, Ivan Henderson V. *et al.* Sector perception of circular economy driver interrelationships. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, p. 123204, 2020.
- GURNING, R.O.S.; TANGKAU, D.I. The Analysis of the Conceptual Framework of Green Port Implementation. **Sustainability**, v. 14, p. 6083, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su14106083>. Acesso em 06 dez. 2023.
- GUSMEROTTI, Natalia Marzia *et al.* Drivers and approaches to the circular economy in manufacturing firms. **Journal of Cleaner Production**, v. 230, p. 314-327, 2019.
- HABIB, Komal. A product classification approach to optimize circularity of critical resources—the case of NdFeB magnets. **Journal of Cleaner Production**, v. 230, p. 90-97, 2019.

HAEZENDONCK, E. *et al.* The competitive advantage of seaports. **International journal of maritime economics**, v. 2, p. 69-82, 2000.

HAEZENDONCK, Elvira; VAN DEN BERGHE, Karel. Patterns of circular transition: what is the circular economy maturity of Belgian ports? **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 9269, 2020.

HAKSTEGE, A. L. Description of the available technology for treatment and disposal of dredged material. In: Sustainable management of sediment resources. **Elsevier**, 2007. p. 68-118.

HANIFZADEH, Mohammadmatin *et al.* Life cycle assessment of superheated steam drying technology as a novel cow manure management method. **Journal of Environmental Management**, v. 199, p. 83-90, 2017.

HART, Jim *et al.* Barriers and drivers in a circular economy: The case of the built environment. **Procedia Cirp**, v. 80, p. 619-624, 2019.

HERNÁNDEZ, Francisca *et al.* Life Cycle Assessment (LCA) of Substrate Mixes Containing Port Sediments for Sustainable ‘Verna’Lemon Production. **Foods**, v. 11, n. 19, p. 3053, 2022.

HOUSTON, Joanne *et al.* Relatório de opiniões das partes interessadas: facilitadores e barreiras para uma economia circular. **O Consórcio do Projeto R2π**, 2019. Disponível em: <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/4f4995c266e00bee8fdb8fb34fbc5c15.pdf>. Acesso em 12 Fev. 2023.

IMSA. Liberando o poder da economia circular. **IMSA**, 2013. Disponível em: http://mvonederland.nl/system/files/media/unleashing_the_power_of_the_circular_economy-circle_economy.pdf. Acesso em 17 fev. 2021.

ISO. ISO 14006:2011(es): Sistemas de Gestión Ambiental – Directrices para la incorporación del ecodiseño. **ISO**, 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14006:ed-1:v1:es:sec:4.2>. Acesso em 2 mar. 2023.

JANI, Y. *et al.* Phytoremediation as a promising method for the treatment of contaminated sediments. **Iran. J. Environmental Energy**, v. 10, p. 58–64, 2019. Disponível em: http://www.ijee.net/article_85006.html. Acesso em: jan. 2024.

JESUS, Ana; MENDONÇA, Sandro. Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy. **Ecological economics**, v. 145, p. 75-89, 2018.

JESUS, R. S. *et al.* Produção de hidrolisado proteico de pirarucu utilizando-se protease de *Aspergillus flavofurcatis* e pancreatina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 45, n. 1, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529838>. Acesso em 28 fev. 2023.

JOHANNSDOTTIR, L. Transforming the linear insurance business model to a closed-loop insurance model: a case study of Nordic non-life insurers. **Journal of cleaner production**, v. 83, p. 341-355, 2014.

JUGOVIĆ, A. *et al.* Assessing the Possibilities of Integrating Ports into the Circular Economy. **Tehnički vjesnik**, v. 29, n. 2, p. 721-730, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17559/TV-20200327221233>. Acesso em 20 nov. 2023.

KALMYKOVA, Yuliya; SADAGOPAN, Madumita; ROSADO, Leonardo. Circular economy—From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, conservation and recycling**, v. 135, p. 190-201, 2018.

KARIMPOUR, Reza; BALLINI, Fabio; ÖLCER, Aykut I. Circular economy approach to facilitate the transition of the port cities into self-sustainable energy ports - A case study in Copenhagen-Malmö Port (CMP). **WMU Journal of Maritime Affairs**, v. 18, p. 225-247, 2019.

KIRCHHERR, Julian *et al.* Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU). **Ecological economics**, v. 150, p. 264-272, 2018.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.

KITZMANN, Dione Iara Silveira; ASMUS, Milton Lafourcade; KOEHLER, Pedro Henrique Wisniewski. Port Environmental Management Challenges, Possibilities and Innovations in a Globalization Context. **Open Space**, v. 4, n. 2, p. 147-164, 2014.

KLIMEK-KOPYRA, Agnieszka *et al.* Sunflower husk biochar as a key agrotechnical factor enhancing sustainable soybean production. **Agriculture**, v. 11, n. 4, p. 305, 2021.

KOLI, J. M. *et al.* Development of Fish Byproducts By Using Fish and Shellfish. **International Journal of Animal, Veterinary, Fishery and Allied Science**, v. 2, p. 1–20, 2015.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological economics**, v. 143, p. 37-46, 2018.

KOVAČIČ LUKMAN, Rebeka; BRGLEZ, Kristijan; KRAJNC, Damjan. A Conceptual Model for Measuring a Circular Economy of Seaports: A Case Study on Antwerp and Koper Ports. **Sustainability**, v. 14, n. 6, p. 3467, 2022.

KUSUMOWARDANI, Niken; TJAHJONO, Benny. Circular economy adoption in the aquafeed Manufacturing industry. **Procedia CIRP**, v. 90, p. 43-48, 2020.

LAFHAJ, Zoubeir *et al.* Polluted river sediments from the North region of France: Treatment with Novosol® process and valorization in clay bricks. **Construction and Building Materials**, v. 22, n. 5, p. 755-762, 2008.

LEGUA, Pilar *et al.* Application of LCA Methodology to the Production of Strawberry on Substrates with Peat and Sediments from Ports. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6323, 2021.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting** v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.

LI, Mengchi; LUO, Meifeng. Revisão dos estudos existentes sobre clusters marítimos. **Política e Gestão Marítima**, v. 6, p. 795-810, 2021.

- LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies qualitative research in organizations and management. **An International Journal**, v. 2, n. 3, 2007, p. 194-207.
- LOOP PORTS. Circular economy network of ports–loop port. **Loop Ports**, 2018. Disponível em: <https://www.loop-ports>. Acesso em 03 fev. 2023.
- LOUDINI, Ahmed *et al.* Valorisation of dredged marine sediments for use as road material. **Case Studies in Construction Materials**, v. 13, p. e00455, 2020.
- MALETIĆ, Snežana P. *et al.* State of the art and future challenges for polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments: sources, fate, bioavailability and remediation techniques. **Journal of hazardous materials**, v. 365, p. 467-482, 2019.
- MAŃKOWSKA, Marta; KOTOWSKA, Izabela; PLUCIŃSKI, Michał. Seaports as nodal points of circular supply chains: opportunities and challenges for secondary ports. **Sustainability**, v. 12, n. 9, p. 3926, 2020.
- MAQBOOL, Annayath *et al.* Investigation of drivers towards adoption of circular economy: a DEMATEL approach. In: KUMAR, Harish. JAIN, Prashant, K. **Recent Advances in Mechanical Engineering**. Nova Delhi: Springer, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-1071-7_14. Acesso em 03 fev. 2023.
- MARTÍNEZ-NICOLÁS, Juan José *et al.* Potential of dredged bioremediated marine sediment for strawberry cultivation. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020.
- MASI, Donato; DAY, Steven; GODSELL, Janet. Supply chain configurations in the circular economy: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 9, n. 9, p. 1602, 2017.
- MEHDIZADEH, Hamideh; GUO, Ming-Zhi; LING, Tung-Chai. Ultra-fine sediment of Changjiang estuary as binder replacement in self-compacting mortar: Rheological, hydration and hardened properties. **Journal of Building Engineering**, v. 44, p. 103251, 2021.
- MELGAREJO, Pablo *et al.* Effect of a new remediated substrate on fruit quality and bioactive compounds in two strawberry cultivars. **J. Food Nutr. Res.**, v. 5, p. 579-586, 2017.
- MERLI, Roberto. PREZIOSI, Michele; ACAMPORA, Alessia. How do scholars approach the circular economy a systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v.178, p.703-722, 2018.
- MERRIAM, S. B.; TSIDELL, E. J. **Qualitative research: a guide to design and implementation**. Fourth edition. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.
- MICHELINI, Gustavo *et al.* **From linear to circular economy: PSS conducting the transition**. *Procedia Cirp*, v. 64, p. 2-6, 2017.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MIHELICIC, James R. *et al.* Ciência e engenharia da sustentabilidade: o surgimento de uma nova metadisciplina. **Ciência e tecnologia ambiental**, v. 37, n. 23, pág. 5314-5324, 2003.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Ecodesign. **MMA**, 2022. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/7654-ecodesign.html>. Acesso em: 03 fev. 2023..

MMO - Maritime Management Organization. Use of Beneficial Dredged Materials in the Areas of the South Marine Plan Inshore and South Offshore. **MMO**, 2014. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/358069/MMO_1073_Beneficial_Use_Final.pdf. Acesso em 01 mar. 2023.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **Annals of internal medicine**, v. 151, n. 4, p. 264-269, 2009.

MOKTADIR, Abdul *et al.* Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. **Journal of cleaner production**, v. 174, p. 1366-1380, 2018.

MOKTADIR, Abdul *et al.* Critical success factors for a circular economy: Implications for business strategy and the environment. **Business strategy and the environment**, v. 29, n. 8, p. 3611-3635, 2020.

MONT, Oksana *et al.* Business model innovation for a Circular Economy: Drivers and barriers for the Swedish industry—the voice of REES companies. **Business, Environmental Science**, 2017. Disponível em: https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/33914256/MISTRA_REES_Drivers_and_Barriers_Lund.pdf. Acesso em 01. mar. 2023.

MURRAY, Alan; SKENE, Keith; HAYNES, Kathryn. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal of business ethics**, v. 140, p. 369-380, 2017.

MUSSO, Enrico; BENACCHIO, Marco; FERRARI, Claudio. Ports and employment in port cities. **International Journal of Maritime Economics**, v. 2, p. 283-311, 2000.

NANDA, S.; BERRUTI, F. Municipal solid waste management and landfilling technologies: A review. **Environment Chemistry Letter**, v. 19, p. 1433-1456, 2021.

NORÉN, Anna *et al.* Integrated assessment of management strategies for metal-contaminated dredged sediments—What are the best approaches for ports, marinas and waterways? **Science of the Total Environment**, v. 716, p. 135510, 2020.

NOTTEBOOM, Theo *et al.* The role of seaports in green supply chain management: Initiatives, attitudes, and perspectives in Rotterdam, Antwerp, North Sea Port, and Zeebrugge. **Sustainability**, v. 12, n. 4, p. 1688, 2020.

OCDE. The Competitiveness of Global Port Cities: Synthesis Report. **OCDE**, 2013. Available online: <https://www.oecd.org/cfe/regional-policy/Competitiveness-of-Global-Port-Cities-Synthesis-Report.pdf>. Acesso em: 14 jan, 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Nações Unidas Brasil**, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 17 set. 2022.

PAES, Luís *et al.* A Transition Toward a Circular Economy: Insights from Brazilian National Policy on Solid Waste. **Handbook of Solid Waste Management: Sustainability through Circular Economy**, p. 1-31, 2020.

PEARCE D.; Turner, R. Economics of natural resources and the environment. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989.

PEREIRA, Raquel Susana da Costa. O sistema de Economia Circular e a Agenda 2030: análise da evolução em Portugal. **E3-Revista de Economia, Empresas e Empreendedores na CPLP**, v. 7, n. 1, p. 097-124, 2021.

POULSEN, René Taudal; PONTE, Stefano; SORNN-FRIESE, Henrik. Environmental upgrading in global value chains: The potential and limitations of ports in the greening of maritime transport. **Geoforum**, v. 89, p. 83-95, 2018.

PRIETO-SANDOVAL, V.; JACA, C.; ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. **Journal of cleaner production**, v. 179, p. 605-615, 2018.

PUYOL, Daniel *et al.* Recovery of wastewater resources by biological technologies: opportunities, challenges and perspectives. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 2106, 2017.

RASPINI, Jéssica Prats *et al.* **Barreiras e facilitadores à implementação da economia circular**: fortalecimento das cadeias de valor e suprimentos de ímãs de terras raras. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/227099>. Acesso em 01 mar. 2023.

REIKE, Denise; VERMEULEN, Walter J. V.; WITJES, Sjors. The circular economy: new or refurbished as CE 3.0? - exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. **Resources, conservation and recycling**, v. 135, p. 246-264, 2018.

REPP, Lars; HEKKERT, Marko; KIRCHHERR, Julian. Circular economy-induced global employment shifts in apparel value chains: Job reduction in apparel production activities, job growth in reuse and recycling activities. **Resources, conservation and recycling**, v. 171, p. 105621, 2021.

RIBEIRO, E.; GONÇALVES, D. B. **Comércio de sucata ferrosa e possibilidade de reuso no município de Sorocaba - SP**. 82 f. Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2019.

RIBEIRO, E. M.; KRUGLIANSKAS, I. Principles of environmental regulatory quality: a synthesis from literature review. *Journal of Cleaner Production*, V. 96, P.58-76, 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. 4. ed. São Marcos: Atlas, 2017.

RIZOS, Vasileios *et al.* Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. **Sustainability**, v. 8, n. 11, p. 1212, 2016.

- RIZOS, Vasileios *et al.* The circular economy: Barriers and opportunities for SMEs. **CEPS Working Documents**, n. 412, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283121970_The_Circular_Economy_Barriers_and_Opportunities_for_SMEs. Acesso em 27 fev. 2023.
- ROBERTS, Toby *et al.* A virtuous circle? Increasing local benefits from ports by adopting circular economy principles. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7079, 2021.
- ROS, Menno *et al.* Start of a CO2 hub in Rotterdam: Connecting CCS and CCU. **Energy Procedia**, v. 63, p. 2691-2701, 2014.
- ROSERO-DELGADO, Ernesto Alonso *et al.* Biotechnology Applied to Treatments of Agro-Industrial Wastes. **Advances in the Domain of Environmental Biotechnology: Microbiological Developments in Industries, Wastewater Treatment and Agriculture**, p. 277-311, 2021.
- RUSSELL, Max; GIANOLI, Alberto; GRAFAKOS, Stelios. Getting the ball rolling: an exploration of the drivers and barriers towards the implementation of bottom-up circular economy initiatives in Amsterdam and Rotterdam. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 63, n. 11, p. 1903-1926, 2020.
- SASSANELLI, Claudio *et al.* Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 229, p. 440-453, 2019.
- SAZ-SALAZAR, Salvador del; GARCÍA-MENÉNDEZ, Leandro; MERK, Olaf. Port–city relationship and the environment: Literature survey and methodological approach for project appraisal in presence of environmental externalities. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 141, n. 3, p. 04014029, 2015.
- SCHROEDER, Patrick; ANGGRAENI, Kartika; WEBER, Uwe. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77-95, 2019.
- SEHNEM, S. *et al.* **Circular economy: Benefits, impacts and overlapping. Supply Chain Management: An International Journal**, v. 24, p. 784–804, 2019.
- SILVA, Eduardo Polloni. Economia Circular – Você sabe o que é Cradle-To-Cradle®? **Negócios & Carreiras**, 2016.
- SILVA, M. *et al.* Gestão integrada de resíduos sólidos da indústria pesqueira para produção de biomateriais. **VII Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Ponta Grossa/ PR, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323738819_GESTAO_INTEGRADA_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_DA_INDUSTRIA_PESQUEIRA_PARA_PRODUCAO_DE_BIOMATERIAIS_Sumario. Acesso em: 25 fev. 2023.
- SINGH, Rajesh Kumar *et al.* Managing operations for circular economy in the mining sector: An analysis of barriers intensity. **Resources Policy**, v. 69, p. 101752, 2020.
- SIROTIĆ, Miljen *et al.* Assessing the Possibilities of Integrating Ports into the Circular Economy. **Tehnički vjesnik**, v. 29, n. 2, p. 721-730, 2022.

SOUZA, F.B., *et al.* Adoção do ecodesign em empresas inovadoras no Brasil: levantamento e análise dos principais estímulos. **Revista Produção Online**, Florianópolis/SC, v. 17, n. 2, p.

SPADARO, P.; ROSENTHAL, L. Remediation of rivers and ports: "polluter pays", alternative financing and the promise of a "circular economy". **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 4238-4247, 2020.

STAHEL, W. R. The Product Life Factor. In: An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: the Role of the Private Sector. **Houston Area Research Center**, p. 72 - 96, 1982.

SUÁREZ-EIROA, Brais, *et al.* Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. **Journal of cleaner production**, v. 214, p. 952-961, 2019.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology to develop evidence-informed management knowledge through systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

TURA, Nina *et al.* Unlocking circular business: a framework of barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 90-98, mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>. Acesso em: 26 abr. 2019.

UCHE-SORIA, Manuel; RODRÍGUEZ-MONROY, Carlos. Solutions to marine pollution in Canary Islands' ports: alternatives and optimization of energy management. **Resources**, v. 8, n. 2, p. 59, 2019.

VAN BUREN, N. *et al.* Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. **Sustainability**, v. 8, n. 7, p. 647, 2016.

VAN DEN BERGHE, K.; VOS, M. Circular area design or circular area functioning? A discourse-institutional analysis of circular area developments in Amsterdam and Utrecht, The Netherlands. **Sustainability**, v. 11, n. 18, p. 4875, 2019.

VATRIA, B. Penanganan Limbah Hasil Perikanan. Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak. **IDOI**, v. 10, 2020.

VOLCHKO, Yevheniya *et al.* Cost-benefit analysis of copper recovery in remediation projects: A case study from Sweden. **Science of the total environment**, v. 605, p. 300-314, 2017.

WANG, Lei *et al.* Green remediation of contaminated sediment by stabilization/solidification with industrial by-products and CO2 utilization. **Science of the Total Environment**, v. 631, p. 1321-1327, 2018.

WILLIAMS, J. The Circular Regeneration of a Seaport. **Sustainability**, v. 11, p. 3424, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11123424>. Acesso em 05 mar. 2022.

WOOLDRIDGE, Christopher F.; MCMULLEN, Christopher; HOWE, Vicki. Environmental management of ports and harbours - implementation of policy through scientific monitoring. **Marine Policy**, v. 23, n. 4-5, p. 413-425, 1999.

WORLD ANIMAL PROTECTION. From mops to swim shorts: the fair brings solutions to remove plastic and fishing nets from the oceans. **World Animal Protection**, 2018. Disponível em:

<https://www.worldanimalprotection.org.br/not%C3%ADcia/deesfregao-shorts-de-banho-feira-traz-solucoes-para-retirar-plastico-e-redes-de-pescados#:~:text=Lonas%2C%20redes%20e%20garrafas%20PET,junto%20com%20uma%20destina%C3%A7%C3%A3o%20sustain%C3%A1vel>. Acesso em: 03 mar. 2023

YANG, Xiaoyun *et al.* Sustainable conversion of contaminated dredged river sediment into eco-friendly foamed concrete. **Journal of Cleaner Production**, v. 252, p. 119799, 2020.

YIN, Robert K. **Case study: planning and methods**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZHAO, Lina *et al.* Co-utilization of lake sediment and blue-green algae for porous lightweight aggregate (ceramsite) production. **Chemosphere**, v. 287, p. 132145, 2022.

ZILIA, Federico *et al.* From waste to product: circular economy applications from Sea Urchin. **Sustainability**, v. 13, n. 10, p. 5427, 2021.

ZINK T, Geyer R. Circular economy rebound. **J Ind Ecol.**, v. 21, p. 593–602, 2017. Disponível em: <https://doi-org.ez40.periodicos.capes.gov.br/10.1111/jiec.12545>. Acesso em: 05 mar. 2023.