



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

LUISA JANAINA LOPES BARROSO PINTO

POLUIÇÃO COSTEIRA E MARINHA: AVALIAÇÃO, DIAGNÓSTICO E
PROPOSTAS PARA ENFRENTAMENTO E GOVERNANÇA

FORTALEZA

2023

LUISA JANAINA LOPES BARROSO PINTO

POLUIÇÃO COSTEIRA E MARINHA: AVALIAÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS
PARA ENFRENTAMENTO E GOVERNANÇA

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Planejamento, gestão e políticas socioambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- P728p Pinto, Luisa Janaina Lopes Barroso.
 Poluição costeira e marinha: avaliação, diagnóstico e propostas para enfrentamento e governança / Luisa Janaina Lopes Barroso Pinto. – 2023.
 105 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2023.
 Orientação: Profª. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.
1. Poluição costeira e marinha. 2. Vulnerabilidade. 3. Economia do mar. 4. Geotecnologia. 5. Problemas perversos. I. Título.

CDD 333.7

LUISA JANAINA LOPES BARROSO PINTO

POLUIÇÃO COSTEIRA E MARINHA: AVALIAÇÃO, DIAGNÓSTICO E PROPOSTAS
PARA ENFRENTAMENTO E GOVERNANÇA

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Planejamento, gestão e políticas socioambientais.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima
(Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dr. Samuel Façanha Câmara
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Profa. Dr. Francisco Davy Braz Rabelo
Universidade Estadual do Amazonas (UEA)

Profa. Dr. Felipe Gerhard Paula Sousa
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Profa. Dra. Ana Paula Pinho Pacheco Gramata
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

“O que eu faço é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela, o oceano será menor (CALCUTÁ, s/d, s/p)”.

RESUMO

O lixo é uma séria ameaça ao oceano, reconhecendo-se claramente que a capacidade de assimilar resíduos e torná-los ineficazes é limitada. Concebe-se que uma parte preponderante dos resíduos encontrados no ambiente marinho é composta por itens plásticos, o que está relacionado à sua ampla utilização pela sociedade contemporânea, sua durabilidade, sua fluutuabilidade no oceano, mas principalmente pelo descarte e manejo inadequados dos resíduos sólidos urbanos. Nesse cenário, a tese tem por objetivo geral avaliar a problemática perversa da poluição costeira e marinha, bem como suas múltiplas implicações. Para este propósito foi desenhado um trajeto para o entendimento da perspectiva socioeconômica e ambiental, através da construção e aplicação de ferramentas metodológicas, e ainda a análise sistemática do principal e perverso resíduo, o plástico, por meio de uma estrutura analítica da rede orquestradora. Nessa lógica a tese encontra-se dividida em três seções no formato de artigos: O primeiro artigo intitulado “Poluição marinha e vulnerabilidade socioeconômica em cidades litorâneas brasileiras”, parte do pressuposto que cidades costeiras são comumente relacionadas a ambientes vulneráveis e de sensíveis a mudanças, assim tem como objetivo avaliar vulnerabilidade socioeconômica dos municípios do litoral brasileiro por consequência de agentes costeiros poluidores. Para tal realizou-se um estudo exploratório-quantitativo dos segmentos da economia do mar expressos em suas distintas categorias, utilizando-se informações secundárias de bases de dados governamentais, observou-se que os efeitos dos elementos poluidores na região de costa brasileira atuam por determinantes sociais e ambientais locais que induzem efeitos nos fatores econômicos. No segundo artigo “Diagnóstico e monitoramento de detritos sólidos depositados em faixa litorânea”, considerou-se como objetivo avaliar qualitativamente detritos sólidos depositados ao longo de uma faixa litorânea em uma abordagem baseada em Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs). O percurso metodológico foi instaurado através da tecnologia de drones para sobrevoar os mesmos transectos em uma área de zona costeira no extremo nordeste do município de Fortaleza, Ceará, Brasil. Foi evidenciado que mapeamento dos resíduos por meio de ARPs foi influenciado pela relação entre a altitude de voo e o tamanho dos resíduos. Os dois métodos de classificação não supervisionada, quando em voos de 10 e 20 m de altitude, mostraram-se eficazes no mapeamento de resíduos sólidos incorretamente depositados nas faixas de areia. Por fim, o artigo três “Um oceano de plástico: a orquestração de um problema perverso” inferiu que uma rede bem orquestrada é fator determinante para a governança de problemáticas emergentes, assim o artigo buscou responder os seguintes questionamentos: A ação dos detritos plásticos

nos oceanos se enquadra como um problema perverso na percepção dos consumidores de recursos marinhos e costeiros? Na existência do enfrentamento em rede, a rede possui níveis sólidos de orquestração para gestão do problema perverso? Seu objetivo foi desenvolver de uma estrutura analítica utilizando as características definidas por Dhanaraj e Parkhe (2006), como plataforma para a verificação na orquestração em rede. Os achados evidenciaram que A ação dos detritos plásticos nos oceanos se enquadra como um problema perverso na percepção dos consumidores de recursos marinhos e costeiros e a rede não possui níveis sólidos de orquestração para gestão do problema perverso, e que o núcleo de atuação institucional é melhor articulado e desponta com lideranças orquestradoras.

Palavras-chave: Poluição costeira e marinha; vulnerabilidade; economia do mar; geotecnologia; problemas perversos.

ABSTRACT

Garbage is a serious threat to the ocean, and it is clearly recognized that the capacity to assimilate waste and make it harmless is limited. It is conceived that a preponderant part of the residues found in the marine environment is composed of plastic items, which is related to their wide use by contemporary society, their durability, their buoyancy in the ocean, but mainly due to the improper disposal and handling of solid urban waste. In this scenario, the general objective of the thesis is to evaluate the perverse problem of coastal and marine pollution, as well as its multiple implications. For this purpose, a path was designed to understand the socioeconomic and environmental perspective, through the construction and application of methodological tools, as well as the systematic analysis of the main and perverse waste, plastic, through an analytical structure of the orchestrating network. In this logic, the thesis is divided into three sections in the format of articles: The first article entitled “Marine pollution and socioeconomic vulnerability in Brazilian coastal cities”, assumes that coastal cities are commonly related to vulnerable environments and sensitive to changes, thus, it aims to assess the socioeconomic vulnerability of municipalities on the Brazilian coast as a result of polluting coastal agents. To this end, an exploratory-quantitative study was carried out of the segments of the economy of the sea expressed in their different categories, using secondary information from governmental databases, it was observed that the effects of polluting elements in the Brazilian coast region act by determinants local social and environmental factors that induce effects on economic factors. In the second article “Diagnosis and monitoring of solid debris deposited on a coastal strip”, the objective was to qualitatively evaluate solid debris deposited along a coastal strip in an approach based on Remotely Piloted Aircraft (RPAs). The methodological route was established through drone technology to fly over the same transects in an area of the coastal zone in the extreme northeast of the municipality of Fortaleza, Ceará, Brazil. It was shown that residue mapping using ARPs was influenced by the relationship between flight altitude and residue size. The two unsupervised classification methods, when flying at 10 and 20 m altitude, proved to be effective in mapping solid waste incorrectly deposited in sand strips. Finally, article three “An ocean of plastic: the orchestration of a perverse problem” inferred that a well-orchestrated network is a determining factor for the governance of emerging problems, so the article sought to answer the following questions: The action of plastic waste in oceans fit as a perverse problem in the perception of consumers of marine and coastal resources? In the existence of network confrontation, does the network have solid levels of orchestration to manage the perverse problem? Its objective was to develop an

analytical structure using the characteristics defined by Dhanaraj and Parkhe (2006), as a platform for verification in network orchestration. The findings showed that the action of plastic debris in the oceans fits as a perverse problem in the perception of consumers of marine and coastal resources and the network does not have solid levels of orchestration to manage the perverse problem, and that the core of institutional action is better articulated and emerges with orchestrating leaders.

Keywords: Coastal and marine pollution; vulnerability; economy of the sea; geotechnology; wicked problems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Cidades Brasileiras defrontantes com o mar	19
Figura 2 -	Vulnerabilidade Valor de produção municípios litorâneos brasileiros ...	25
Figura 3 -	Vulnerabilidade Vinculo ativo municípios litorâneos brasileiros	27
Figura 4 -	Mapa de localização da área de estudo	38
Figura 5 -	Mosaicos confeccionados em seis altitudes distintas	40
Figura 6 -	Distorções na construção de mosaicos aos A) 10 metros e B) 60 metros	41
Figura 7 -	Inconsistências na classificação dos mosaicos, por Isodata e K-means ..	42
Figura 8 -	Região selecionada para correspondência nas seis altitudes adotadas	43
Figura 9 -	Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para grandes detritos	43
Figura 10 -	Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para detritos médios	45
Figura 11 -	Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para pequenos detritos	47
Figura 12 -	Quantificação dos percentuais mapeados aos 10, 20, 30, 40, 50 e 60 m pelo método Isodata e K-means e o desvio entre cada método	49
Figura 13 -	Estimativa da área de praia ocupada por cada classe, por método de classificação	50
Figura 14 -	Matriz da relação do enfrentamento dos detritos plásticos despejados nas águas e costa oceânica	66
Figura 15 -	Modelo de resposta ao problema perverso	68
Figura 16 -	Identificação e compatibilidade das falas nas categorias problema perverso	72
Figura 17 -	Diagrama de classificação do grau de orquestração	73
Figura 18 -	Grau médio categórico de orquestração da rede de gestão e enfrentamento	80
Quadro 1 -	Atividades econômicas relacionadas a Economia do Mar classificadas no CNAE	20
Quadro 2 -	Tipologia de lixo no mar	55
Quadro 3 -	Display dos níveis de orquestração do agrupamento institucional	74
Quadro 4 -	Display dos níveis de orquestração do agrupamento econômico	76
Quadro 5 -	Display dos níveis de orquestração do agrupamento Ambiental/Social .	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	11
2	POLUIÇÃO MARINHA E VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA EM CIDADES LITORÂNEAS BRASILEIRAS	13
2.1	Introdução	13
2.2	Referencial Teórico	15
2.2.1	<i>Vulnerabilidade Socioeconômica</i>	<i>15</i>
2.2.2	<i>Vulnerabilidade socioeconômica litorânea</i>	<i>17</i>
2.3	Metodologia	19
2.3.1	<i>Área de estudo</i>	<i>19</i>
2.3.2	<i>Análise de dados</i>	<i>20</i>
2.4	Análise e discussão dos resultados	24
2.4.1	<i>Vulnerabilidade valor de produção litorânea</i>	<i>24</i>
2.4.2	<i>Vulnerabilidade vínculo ativo litorâneo</i>	<i>27</i>
2.5	Considerações finais	28
3	DETRITOS SÓLIDOS DEPOSITADOS EM FAIXA LITORÂNEA: DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO	30
3.1	Introdução	30
3.2	Referencial Teórico	32
3.2.1	<i>Detritos plásticos: Um problema global e onipresente</i>	<i>32</i>
3.2.2	<i>Sensoriamento Remoto: um coadjutor ambiental emergente</i>	<i>34</i>
3.3	Material e Métodos	37
3.3.1	<i>Área de estudo</i>	<i>37</i>
3.3.2	<i>Processamento Digital de Imagem</i>	<i>38</i>
3.3.3	<i>Classificação</i>	<i>38</i>
3.3.4	<i>Quantificação</i>	<i>39</i>
3.4	Resultados e Discussão	39
3.4.1	<i>Ortomosaicos</i>	<i>39</i>
3.4.2	<i>Fotos individualizadas</i>	<i>42</i>
3.4.3	<i>Quantificação</i>	<i>48</i>
3.5	Considerações Finais	51

4	UM OCEANO DE PLÁSTICO: A ORQUESTRAÇÃO DE UM PROBLEMA PERVERSO	53
4.1	Introdução	53
4.2	Referencial Teórico	55
4.2.1	Apresentando a atuação dos detritos plásticos nos oceanos	55
4.2.2	Caracterizando a perversidade do problema dos detritos plásticos depositados nos oceanos	59
4.2.3	Problemas Perversos e Detritos plásticos oceânicos: a orquestração em rede como tipologia analítica	64
4.3	Metodologia	69
4.3.1	<i>Instrumentalização das categorias de análise</i>	71
4.3.2	<i>Análise das Relações entre núcleos de atuação e categorias da rede</i>	73
4.4	Análise e Discussão dos Resultados	74
4.4.1	<i>Núcleo de Atuação Institucional</i>	74
4.4.2	<i>Núcleo de Atuação Econômica</i>	76
4.4.3	<i>Núcleo de Atuação Social/Ambiental</i>	78
4.5	Considerações finais	83
5	CONCLUSÃO GERAL	86
	REFERÊNCIAS	89

1 INTRODUÇÃO GERAL

A poluição marinha e costeira causada por resíduos sólidos é um crescente problema de escala global que gera impactos intergeracionais (CHELSHIER *et al.*, 2009; TURRA, 2014). O desafio de lidar com esta problemática, que não é apenas ambiental, mas também econômica, estética e de saúde pública (CHELSHIER *et al.*, 2009), torna-se complexo na medida em que exige o envolvimento de diferentes segmentos da sociedade.

Apesar dos esforços mundiais e a multiplicidade de agentes trabalhando em pesquisas e operações nesse sentido, o lixo é uma séria ameaça ao oceano, reconhecendo claramente que a capacidade de assimilar resíduos e torná-los ineficazes é limitada. Salientando ainda que uma parte preponderante dos resíduos encontrados no ambiente marinho e costeiro, que por definição atua como bioma é *loci* de transição entre os ecossistemas marinhos e continentais (HALPERN *et al.*, 2008; TURRA *et al.*, 2020).

Outrossim, sobreleva-se os esforços em promover avaliações dos demais tipos de resíduos, classificados de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que podem vir a se tornar lixo marinho. Por definição, considera-se lixo marinho qualquer tipo de resíduo sólido produzido pelo homem, gerado em terra ou no mar que, intencionalmente, ou não, tenha sido introduzido no ambiente marinho, incluindo o transporte destes materiais por meio de rios, drenagens, sistemas de esgoto ou vento, excluindo-se os materiais orgânicos (como restos de alimento e vegetais) (CHELSHIER *et al.*, 2009; MMA, 2019).

Nesse cenário, a tese tem por objetivo analisar a problemática da poluição costeira e marinha, bem como suas múltiplas implicações. Para este propósito foi desenhado um trajeto para o entendimento da perspectiva socioeconômica e ambiental, através da construção e aplicação de ferramentas metodológicas, amparados em uma tríade investigativa, contemplando o aspecto avaliativo, de diagnóstico, e estrutural analítico onde os produtos foram ferramentas para governança. Entende-se governança por “a totalidade das interações entre os atores sociais com o objetivo de coordenar, orientar e regular o acesso humano, uso e impactos sobre o meio ambiente, por meio de decisões coletivamente vinculativas” (CHALLIES; NEWIG, 2019; NEWIG *et al.*, 2020).

Nessa lógica a tese encontra-se dividida em seções no moduladas em três artigos. O primeiro artigo, parte do pressuposto que cidades costeiras são comumente susceptíveis a eventos antropogênicos. E que populações vulneráveis, por seu turno, e são movidas em diferentes escalas. Concebe-se ainda que vulnerabilidade se relaciona à suscetibilidade material de determinados grupos a riscos ou perdas potenciais, e é influenciada por uma sucessão de

processos sociais e econômicos destas localidades. Assim, o artigo tem como objetivo analisar vulnerabilidade socioeconômica dos municípios do litoral brasileiro por consequência de agentes costeiros poluidores, articulando-se com na segunda seção na perspectiva da necessidade da geração de mecanismos metodológicos inovadores para detecção dos resíduos e investigação direcionada.

Nesse ajuste o segundo artigo mostra a aplicação instrumental para diagnóstico da poluição de resíduos sólidos em ecossistemas costeiros, utilizando ferramentas de sensoriamento remoto no município de Fortaleza. Considerando-se que o diagnóstico de fluxo destes materiais tem se tornado mais concreto por intermédio das geotecnologias que abrangem as tecnologias do ramo espacial, A pesquisa agiu na aquisição e processamento de imagens suborbitais. Assim, a segunda seção da tese tem como objetivo avaliar qualitativamente detritos sólidos depositados ao longo de uma faixa litorânea em uma abordagem baseada em Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), com a análise apontando de forma incisiva o principal resíduo, e por assim dizer como trata o artigo seguinte o mais “perverso”.

E por último o terceiro artigo traz a discussão associada que a sustentabilidade nos oceanos e a manutenção de um meio ambiente equilibrado é condição *sine qua non* para atingir os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) formulado pelas Nações Unidas sob sua agenda 2030, de forma específica a conservação e uso sustentável dos oceanos, mares e os recursos marinhos (ODS 14). Neste enredo, se tem a poluição costeira e oceânica causada por plásticos e suas derivações um desafio.

Sob esse prisma, a rede bem orquestrada é fator determinante para resolução de embates na gestão de problemáticas emergentes, assim este capítulo buscou responder Aos seguintes questionamentos: a ação dos detritos plásticos costeiros e oceânico se enquadra como um problema perverso na percepção dos consumidores de recursos marinhos e costeiros? Na existência do enfrentamento em rede, a rede possui níveis sólidos de orquestração para gestão do problema perverso? Para tanto, objetivou-se desenvolver de uma estrutura analítica, utilizando-se das características definidas por Dhanaraj e Parkhe (2006), como plataforma para verificação na orquestração em rede.

2 POLUIÇÃO MARINHA E VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICA EM CIDADES LITORÂNEAS BRASILEIRAS

2.1 Introdução

Com cerca de 3 bilhões de pessoas vivendo a 200 km da costa (BARUA *et al.*, 2021), e com estimativas que esse número provavelmente dobrará até 2025 (HASAN *et al.*, 2018), os impactos socioeconômicos da letargia ao compromisso em gerir sistematicamente detritos em ambientes costeiros, podem contribuir para entraves institucionais e resultados adversos à saúde (EL ZRELLI *et al.*, 2019, ROBIN *et al.*, 2021), perdas econômicas (CAMARA *et al.*, 2021; MAIONE, 2021; TSAI *et al.*, 2021), reflexos nas práticas sociais e culturais (ORTIZ-ALVAREZ *et al.*, 2022) e danos factuais ao bem-estar individual e comunitário (PEREIRA; FERNANDINO, 2019).

A natureza contingente e constitutiva deste cenário permite classificá-la como um “problema perverso”, sendo um problema de planejamento e política social, a articulação direta e é impossível de resolver de forma simples ou final, e a capacidade de apresentar infinitas soluções possíveis, assim como a irreversibilidade dessas soluções, exigem que a abordagem seja com um raciocínio holístico e colaborativo em busca de soluções de longo prazo e focadas no futuro (RITTEL; WEBBER, 1973) e, portanto possível ser comparado com outros problemas (e.g.: mudança climática, riscos naturais, pandemia mundial).

Assim, tais conceitos emergem no intento de desvelar o comportamento de dinâmicas sociais das populações vulneráveis a fenômenos de aspecto complexo, pois devido à sua natureza sistêmica, detritos sólidos mal gerenciados devem ser considerado um problema perverso, e sua governança bem-sucedida poderia, portanto, servir como um recurso para gerir outros problemas perversos, como a, haja vista que a gestão de fenômenos ambientais complexos que se apresenta junto da ideia subjacente da capacidade das comunidades costeiras de lidar com os estresses sociais, culturais e econômicos que podem resultar de mudanças ambientais (ADGER, 2000).

Acrescenta-se a isso que situações urgentes e complexas como a poluição crescente em realidades litorâneas que em situações específicas demandam o enfrentamento em esferas distintas, pois a contribuição para o acréscimo do lixo marinho, as populações de municípios da costa expõem as pessoas à ameaça que as alcança de forma desigual, variando conforme a região em que o indivíduo se encontra (CÂMARA *et al.*, 2020).

Ainda nesse panorama, concebe-se o conceito de vulnerabilidade, que no sentido social e econômico se relaciona à suscetibilidade material ou moral de determinados grupos sociais ou da sociedade a riscos ou perdas potenciais causadas por eventos extremados (HAND *et al.*, 2018). Neste aspecto, apenas alguns estudos (CÂMARA *et al.*, 2020; CÂMARA *et al.*, 2021; CÂMARA *et al.*, 2022 ; SILVA *et al.*, 2022) focaram nos aspectos da vulnerabilidade socioeconômica das comunidades humanas de zonas costeiras , em relação ao valor da produção e vínculos de emprego nos setores econômicos.

Não obstante a fatores despontantes como uma pandemia mundial, que o aumento contínuo e motivado por necessidades sanitárias, as ferramentas utilizadas, principalmente de artifícios plásticos, o deságue destes materiais continuam a atingir ambientes aquáticos através de várias fontes. A maioria das quais envolve descarte inadequado de resíduos e permite que os resíduos sejam distribuídos para outros compartimentos dentro desses ambientes, das zonas de faixa de areia, a água superficial e a coluna de água e aos sedimentos (WELDEN; COWIE, 2017).

Desse modo, a caracterização dos poluidores nocivos tornou-se mais intensa devido à sua má gestão em meio ao aumento do uso e geração de resíduos durante a pandemia COVID-19. Os mesmos materiais que envolvem rotinas da sociedade trazem também limitações e problemas principalmente ambientais, dada sua longa degradação em ambientes diversos, incluindo os oceanos e costas, ou seja, principal vantagem do material torna-se na maioria das situações seu principal revés, um problema sensivelmente perverso com apelo ambiental, de ramificações econômicas e com efeitos sociais (PARASHAR; HAIT, 2021).

Kantamaneni *et al.* (2019) sob tal ótica destacam a necessidade de avaliar sistematicamente a vulnerabilidade dessas regiões, por meio da construção de indicadores que possam a mostrar a alta suscetibilidade de determinados locais, visto que essas ferramentas, aliadas a dados estatísticos, podem impulsionar a gestão costeira e considerar o futuro opções de desenvolvimento para essas áreas.

Desta forma, a construção de arquétipos que possibilitem a promoção de diagnósticos se faz necessário para o direcionamento de ações efetivas no intento de dirimir seus impactos crescentes pelo cenário desafiador formado pelos eventos antropogênicos. Ante o exposto, este artigo tem como objetivo analisar a vulnerabilidade socioeconômica dos municípios do litoral brasileiro por consequência de agentes costeiros poluidores. Para tal, realizou-se um estudo exploratório-quantitativo dos segmentos da economia do mar expressos em suas distintas categorias, utilizando-se informações secundárias de bases de dados governamentais.

2.2 Referencial Teórico

Os ambientes costeiros são comumente relacionados a ecossistemas vulneráveis e de sensíveis a mudanças. Sistemas e populações vulneráveis também são fontes de mudança ambiental em diferentes escalas, aumentando a incerteza nas avaliações (LIVERMAN, 2001).

Sob tal perspectiva a definição funcional de vulnerabilidade usada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) pode ser adaptada para os propósitos deste estudo, onde refere-se ao grau às quais as pessoas ou comunidades são suscetíveis as adversidades de característica perversa. Assim, é promovido uma análise sobre a vulnerabilidade de cidades litorâneas em valor de produção e de vínculos ativos expostos as mudanças nos ecossistemas relacionadas aos resíduos sólidos mal gerenciados em zonas costeiras.

2.2.1 Vulnerabilidade Socioeconômica

O debate sobre as definições de vulnerabilidade e a prática de avaliação de vulnerabilidade emergiu conforme destacam Eakin e Luers (2006) sob três abordagens: os estudos que se baseiam fortemente em abordagens de risco/perigo ou biofísicas, os que consideram a aplicação de estruturas político-ecológicas e/ou político-econômicas, e por fim as pesquisas inspiradas no conceito de resiliência em ecologia.

A tradição de estudos sobre vulnerabilidade possui um amalgamo de ferramentas e em múltiplas disciplinas, resultando em uma variedade de perspectivas (EAKIN; LUERS, 2006). Destaca-se ainda outras duas vertentes de pesquisa, que nesse entendimento, fundamentam a abordagem antropocêntrica e a geocêntrica (ADGER, 2006; FÜSSEL, 2007; NATH *et al.*, 2021). A antropocêntrica promove a compreensão de como a sociedade afeta a vulnerabilidade, aprofundando fatores socioeconômicos, demográficos, políticos, institucionais, culturais e tecnológicos. A geocêntrica, por outro lado, estuda como vários fatores geomorfológicos, ecológicos e ambientais (incluindo riscos naturais) afetam a vulnerabilidade (NATH *et al.*, 2021).

A antropocêntrica, por seu turno, analisa a vulnerabilidade de uma família sem levar em conta sua exposição à variabilidade ambiental, ignorando assim, o efeito de fatores biofísicos, como a capacidade das famílias de recorrer ao capital natural para lidar com crises antropocêntricas. Em contraste, a abordagem geocêntrica busca entender a vulnerabilidade de uma família sem levar em conta a sociedade humana, incluindo a capacidade das famílias de

recorrer a recursos socioeconômicos ou políticos para lidar com crises geocêntricas e seus componentes (NATH *et al.*, 2021).

Nesse intuito trabalhos que adotam a perspectiva da vulnerabilidade social, tendem a refletir a influência predominantemente da economia ecológica e da economia política. Para alguns pesquisadores, a análise recorrente da vulnerabilidade social está relacionada com temas como insegurança alimentar, pobreza, fome, acesso aos serviços básicos e saúde, entre outros (OLIVEIRA *et al.*, 2021; DUTRA, 2021).

Nesse sentido, a pesquisa em ecologia política explora a vulnerabilidade em relação a amplos processos de mudança institucional e ambiental. Ademais é compartilhado a ênfase das perspectivas de economia política sobre a importância da escala, política e processos econômicos e sociais em explicações de interações e resultados humanos-ambientais. Por outro lado, as análises político-econômicas da vulnerabilidade tendem a minimizar o poder explicativo dos processos físicos, os ecologistas políticos defendem uma consideração mais equilibrada das dinâmicas biofísicas e sociais, com atenção explícita à representação dessas dinâmicas na política e na tomada de decisões (LIVERMAN, 2001).

Neste ponto, essas linhagens levaram a diferenças no propósito da avaliação de vulnerabilidade; os conceitos centrais à análise de vulnerabilidade, o principal assunto de preocupação; e as escalas espaciais, temporais e de decisão de análise de vulnerabilidade. As perspectivas da economia política enfatizam os fatores sociopolíticos, culturais e econômicos que, juntos, explicam a exposição diferencial a perigos, impactos diferenciais e, mais importante, capacidades diferenciais para se recuperar de impactos passados e/ou para lidar e se adaptar a ameaças futuras (DÁVALOS, 2021).

Nesta lógica, a vulnerabilidade no sentido social e econômico se relaciona à suscetibilidade material ou moral de determinados grupos sociais ou da sociedade a riscos ou perdas potenciais causadas por eventos (HAND; EICHMAN; TRIEPKE; JAWORSKI, 2018). Para tal, os componentes da vulnerabilidade socioeconômica – exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação – dado uma mudança nos serviços ambientais, ecossistêmicos ou naturais, que são os serviços que a natureza fornece, estando associados à qualidade de vida e bem-estar da sociedade (HAND *et al.*, 2018).

Estudos dessa natureza ainda são incipientes no país, com lacunas de discussões e entendimentos quanto a importância do processo de governança e da análise e alocação das atividades humanas no mar, fundamental no equilíbrio geopolítico, e por consequência entendimentos dos problemas socioeconômicos entre Estados costeiros (GANDRA; BONETTI; SCHERER, 2018; MARRONI, 2017). Não obstante ergue-se a necessidade da

atividade de avaliação e gerenciamento destes ambientes, fundamentalmente, a construção de um modelo cooperativo entre os diversos níveis e setores do governo, e deste com a sociedade.

2.2.2 Vulnerabilidade Socioeconômica litorânea

A exposição corresponde ao grau com que um indivíduo se encontra suscetível a ocorrência de um sinistro (HUNG; LIU; CHIEN, 2016). Desse modo, pode ser compreendida como a condição que torna os países, estados, municípios e grupos vulneráveis aos eventos perversos, em virtude da sua magnitude, frequência e os estímulos para que estes se tornem mais vulneráveis aos riscos (COSTA, 2020), no caso aos agentes costeiros poluidores.

Nesse cenário é versado que duas em cada cinco áreas metropolitanas com uma população total de mais de 100.000 habitantes em todo o mundo estão localizadas na costa, principalmente em resposta ao crescimento do comércio global centrado em torno dos portos internacionais (SHERBININ *et al.*, 2007; TIBBETTS, 2002), e ainda que população total exposta a inundações costeiras pode aumentar 3 vezes até a década de 2070 devido aos efeitos combinados da elevação do nível do mar, subsidência da terra, crescimento populacional e urbanização (BUKVIC *et al.*, 2020).

Nesse contexto, Samuels (2009) compreende que a vulnerabilidade é uma subfunção do risco. O termo engloba as características de um sistema que descreve seu potencial de ser prejudicado. Pode ser expresso em termos de todas as funções relações entre o dano esperado e as características do sistema (suscetibilidade, valor dos elementos em risco). Com efeito, salienta-se que este estudo utiliza como base à definição fornecida por Rizzo *et al.*, (2018), que considera a vulnerabilidade costeira diz respeito às atividades/usos humanos, razão pela qual também o aspecto socioeconômico deve ser envolvido nos estudos de vulnerabilidade em zonas litorâneas.

Notabiliza-se que o Brasil com seus 10,9 mil km de litoral, representando uma superfície aproximada de 251,3 mil km², correspondente a cerca de 2,9% do território brasileiro. A atualização identifica ainda as coordenadas das concentrações urbanas (sedes municipais) e a área territorial de cada um dos municípios, de modo que mais de 80% da população brasileira vive hoje a menos de 200 quilômetros da costa do país são produzidos 90% do produto interno bruto (PIB), além dos brasileiros principais destinos turísticos nacionais (IBGE, 2021), é um campo desafiador de análise.

Salienta-se que a zona costeira se constitui em uma parcela privilegiada do território brasileiro quanto aos recursos naturais, econômicos e humanos, configurando-se como

patrimônio nacional. Além da relação com a saúde, o bem-estar e, em alguns casos, a própria sobrevivência das populações costeiras depende desses sistemas, incluindo as áreas úmidas e regiões estuarinas, assim como as correspondentes bacias de recepção e drenagem e as águas interiores próximas à costa, bem como o próprio sistema marinho (BRASIL, 2022). Somado a isso é sabido que os ecossistemas costeiros resultam da interação de ambientes marinhos e terrestres caracterizados por recortes litorâneos, pela diversidade biológica e fragilidade ambiental, sofrendo influência tanto de processos naturais quanto antrópicos (STROHAECKER, 2012).

Apesar da insigne importância as cidades litorâneas têm confrontado os gestores e decisores da zona costeira geralmente com os recursos limitados e a questão de onde investir. Para racionalizar esta decisão, é necessária uma análise de vulnerabilidade ao longo da costa, indicando a vulnerabilidade relativa das diferentes áreas. Aliado a eventos crescentes das mudanças climáticas devem ser considerados como efetivos fenômenos de característica perversa, por apresentarem características singulares, que para minimizar seus efeitos debilitantes, seria necessário a adoção de um plano estratégico contingencial que atue sob uma ótica distinta dos sistemas racionais, visto que é notório não existir uma única solução que atue para dirimir a questão, e, adotada uma, esta possivelmente reorientaria a compreensão do problema (HEAD; ALFORD, 2015; RITTEL; WEBBER, 1973).

Nesta perspectiva, também a vulnerabilidade costeira e marinha deve ser caracterizada como um problema holístico, dada à dificuldade em definir atores, incertezas e perspectivas além de valores conflitantes (GROENEVELD, 2020), pois a política que promove a abordagem de problemas ambientais perversos com uma gama de instrumentos, incluindo legislação, estratégias, programas e estruturas e, em alguns casos, implementando diretivas (HEAD, 2017; DUCKETT *et al.*, 2016).

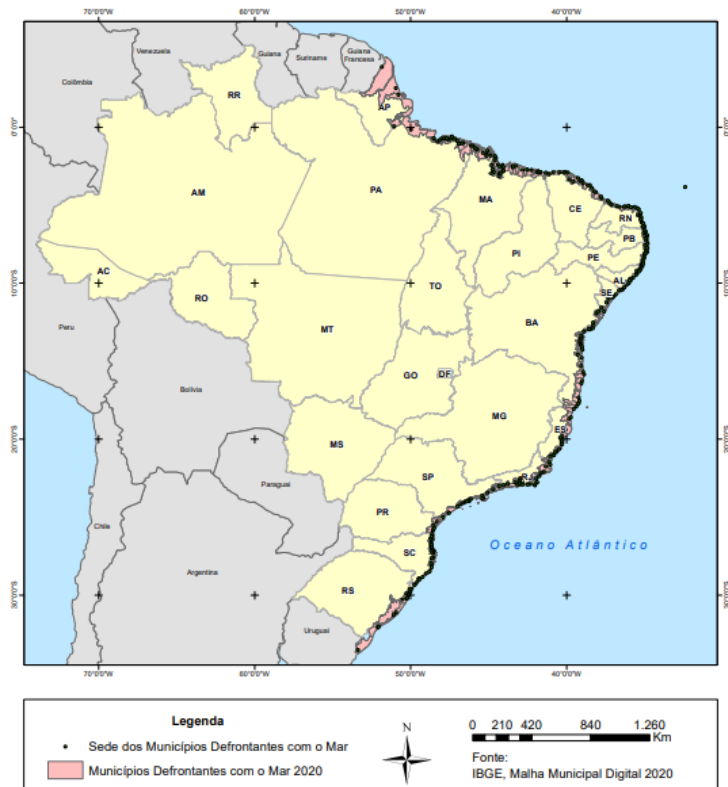
Por se tratar de um ecossistema complexo e com uma sistemática adaptativa peculiar, as zonas litorâneas necessitaram de uma dinâmica de categorização efetiva dada principalmente as demandas institucionais, categorias como definição dos setores relacionados a economia do mar. Assim, como visto em Carvalho (2018), este estudo também adota o conceito amplo de economia do mar, sendo entendido aqui como aquelas atividades que sofrem e exercem influência direta dos oceanos, mares e do ambiente costeiro, ainda que não extraiam do mar sua matéria-prima.

2.3 Metodologia

2.3.1 Área de estudo

O litoral brasileiro possui 17 Estados e 279 Municípios defrontantes com o mar, conforme a atual categorização da malha municipal IBGE (2020). A relação dos municípios se distribui da seguinte forma: 17 municípios do Pará, 04 do Amapá, 33 do Maranhão, 04 do Piauí, 20 do Ceará, 23 do Rio Grande do Norte, 10 da Paraíba, 14 de Pernambuco, 15 de Alagoas, 07 de Sergipe, 30 na Bahia, 14 no Espírito Santo, 25 no Rio de Janeiro, 15 em São Paulo, 05 no Paraná, 27 em Santa Catarina, 16 do Rio Grande do Sul e a Lagoa dos Patos, que envolvem uma superfície aproximada de 251.315,27 km², correspondente a cerca de 2,9 % do território brasileiro. O país possui, ainda, uma das zonas econômicas exclusivas mais amplas do globo, com mais de 3,6 milhões de quilômetros quadrados (km²). O espaço marítimo brasileiro poderá ser estendido para cerca de 4,5 milhões de km² caso o pleito do país junto à Comissão de Limites das Nações Unidas seja plenamente aceito, o que faria com que as águas sob jurisdição nacional superassem a metade da área territorial do país (ANDRADE *et al.*, 2021).

Figura 1 - Cidades Brasileiras defrontantes com o mar



Fonte: IBGE (2020).

Para este estudo, foram recrutados 59 municípios por atenderem o requisito populacional da Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e alterações posteriores que explicita que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes.

2.3.2 Análise de dados

Esta pesquisa de abordagem quantitativa tem natureza exploratória, uma vez que se dedicou a desenvolver indicadores de cunho socioeconômico para se avaliar a vulnerabilidade à perversidade de problemas relacionados a poluição costeira e marinha em municípios litorâneos brasileiros. Para tanto, fez-se uso de dados secundários compilados de organizações elencadas a seguir: 1) Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2020) – este banco de dados contém a classificação das atividades econômicas agrupadas em níveis conforme o Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0; 2) *Sustainable Development Report* (2020), cujo banco de dados apresenta os indicadores dos ODS, em forma de painel eletrônico, disponibilizando as informações de 770 cidades brasileiras quanto ao nível de cumprimento desses objetivos; 3) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a qual disponibiliza um panorama sociodemográfico dos municípios litorâneos; 4) Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (ABETRE, 2020), que informa a destinação dos resíduos sólidos coletados nos municípios; e 5) IBAMA (2020), que apresenta a relação de geradores de resíduos por Município/UF e por atividade cadastrada, além da descrição do resíduo gerado, sua quantidade, ano de geração e classificação de periculosidade.

Quanto à RAIS (2020), os dados das atividades econômicas foram extraídos por classes de setores (nível com maior detalhamento das atividades econômicas), divididos em um universo de 673 unidades econômicas, incluindo setor primário, secundário e terciário (CÂMARA *et al.*, 2022). Dentro desse universo, utilizou-se de 40 classes de atividades econômicas (Quadro 1) consideradas como relacionadas à Economia do Mar, conforme proposto por Carvalho (2018).

Quadro 1 - Atividades econômicas relacionadas a Economia do Mar classificadas no CNAE

Divisão	Classe
Pesca e aquicultura	Pesca em água salgada
	Aquicultura em água salgada e salobra
Extração de petróleo e gás natural	Extração de petróleo e gás natural
Extração de minerais não-metálicos	Extração e refino de sal marinho e sal-gema
	Extração de gemas (pedras preciosas e semipreciosas)
Atividades de apoio à extração de minerais	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural
	Atividades de apoio à extração de minerais exceto petróleo e gás natural
Fabricação de produtos alimentícios	Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado
Fabricação de máquinas e equipamentos	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Construção de embarcações e estruturas flutuantes
	Construção de embarcações para esporte e lazer
Fabricação de produtos diversos	Fabricação de artefatos para pesca e esporte
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Manutenção e reparação de embarcações
Construção de edifícios	Incorporação de empreendimentos imobiliários
Obras de infraestrutura	Obras portuárias marinhas e fluviais
Comércio por atacado, exceto veículos automotores e motocicletas	Comércio atacadista de carnes produtos da carne e pescado
Comércio varejista	Comércio varejista de carnes e pescados - açougues e peixarias
Transporte terrestre	Trens turísticos teleféricos e similares
Transporte aquaviários	Transporte marinho de cabotagem
	Transporte marinho de longo curso
	Navegação de apoio
	Transporte por navegação de travessia
	Transportes aquaviários não especificados anteriormente
Armazenamento e atividades auxiliares dos transportes	Atividades de agenciamento marinho
	Gestão de portos e terminais
	Atividades auxiliares dos transportes aquaviários não especificadas anteriormente
Alojamento	Hotéis e similares
	Outros tipos de alojamento não especificados anteriormente
Alimentação	Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas
	Serviços ambulantes de alimentação
Atividades imobiliárias	Atividades imobiliárias de imóveis próprios
	Intermediação na compra venda e aluguel de imóveis
Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos intangíveis não-financeiros	Aluguel de equipamentos recreativos e esportivos
Agências de viagens, operadores turísticos e serviços de reservas	Agências de viagens
	Operadores turísticos
	Serviços de reservas e outros serviços de turismo não especificados anteriormente
Administração pública, defesa e seguridade social	Defesa
Atividades esportivas e de recreação e lazer	Atividades de recreação e lazer não especificadas anteriormente
	Gestão de instalações de esportes
	Clubes sociais, esportivos e similares

Fonte: Elaboração autoral com base na estrutura detalhada da CNAE 2.0 (RAIS, 2020).

A análise dos dados foi mensurada por dois parâmetros: número de empregos gerados e valor de produção da respectiva atividade econômica. Uma série de estudos (e.g. CÂMARA *et al.*, 2020; 2021; 2022) têm validado esses parâmetros de análise, os quais examinaram a vulnerabilidade socioeconômica dos setores econômicos do estado do Ceará à pandemia COVID-19, assim como outras problemáticas de natureza perversa como derramamento de óleo e crescentes aumento dos níveis de queimadas em regiões tropicais. No primeiro parâmetro, levou-se em consideração o número de vínculos ativos por atividade econômica no respectivo município litorâneo, ao passo que, no segundo, se mensurou o valor de participação dos setores no Produto Interno Bruto (PIB) estadual, com base nos salários médios produzidos pelos setores e seguindo a seguinte equação de Câmara *et al.*, (2020):

$$P_{PIB} = \sum \frac{RS_i}{\frac{PG_j \cdot PIB}{Pop}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

P_{PIB} = valor de participação das atividades econômicas no PIB estadual (reais);

RS_i = Valor de remuneração da atividade econômica i do j -enésimo estado (reais);

PG_j = Total de pagamento de salários no PIB j -enésimo estado (reais);

PIB = Produto Interno Bruto do respectivo estado (reais).

Pop = População do município (habitantes)

Nesse sentido, uma vez mensurado a potencial participação das atividades de Economia do Mar no PIB do estado, acrescentou-se ao indicador os fatores de influência para potenciais perdas socioeconômicas nas áreas de análise.

$$V = \sum_{i=1}^n P. ((POP_A + POP_E + POP_C + D + R + POP_{CS} + ET + P + PA + VR)/n) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

V = Vulnerabilidade socioeconômica do respectivo município ou atividade econômica pelo parâmetro valor de produção ou número de empregos gerados;

P = Número total de empregos gerados (vínculos ativos) ou estimativa do valor de participação das atividades econômicas no PIB do estado (reais);

POP_A = População atendida com serviço de água (variando de 0 menor vulnerabilidade a 1 maior vulnerabilidade);

POP_E = População atendida com esgotamento sanitário (variando de 0 menor vulnerabilidade a 1 maior vulnerabilidade);

POP_C = População atendida com coleta domiciliar (variando de 0 menor vulnerabilidade a 1 maior vulnerabilidade);

D = Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (100 mil habitantes);

R = Resíduos domiciliar per capita (Ton / Hab / Ano);

POP_{CS} = População atendida com coleta seletiva (variando de 0 menor vulnerabilidade a 1 maior vulnerabilidade);

ET = Esgoto tratado antes de chegar ao mar, rios e córregos (variando de 0 menor vulnerabilidade a 1 maior vulnerabilidade);

P = População total do município (habitantes);

PA = Presença de Aterro Sanitário (presença = 0 e ausência = 1);

VR = Volume total de resíduos gerados no município (kg / Lt / unidade);

n = Número de variáveis.

Para fins de comparação dos fatores de influência, cada variável foi ordenada em valores de 0 a 1, sendo 0 o menor nível de suscetibilidade do município ao respectivo fator e 1 para maior nível de suscetibilidade. Uma vez que essa ordenação dos dados é sensível aos limites de normalização e valores atípicos dos extremos da distribuição (*Sustainable Development Report*, 2020), foram removidos os *outliers*, com base na amplitude interquartil, isto é, a distância entre o primeiro e terceiro quartil (Equação 1) (VINUTHA; POORNIMA; SAGAR, 2018):

$$Lim = X \pm 1,5 * IQR \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Lim = limite superior ou limite inferior da variável;

X = média aritmética do intervalo;

IQR = diferença entre o primeiro e terceiro quartil.

Por fim, estabelecidos os limites superior e inferior, adotou-se a seguinte equação proposta pela *Sustainable Development Report* (2020), para estabelecer os valores de 0 a 1:

$$X' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

X' = Índice da variável (variando de 0 a 1);

x = valor bruto (unidade de medida descrita na equação 2);

min = limite inferior;

max = limite superior.

2.4 Análise e discussão dos resultados

Nesse cenário, a pesquisa utilizou-se de informação em distintas bases governamentais onde as respostas advindas das 59 cidades representativas das regiões brasileiras litorâneas foram subsídio na construção de um indicador regionalizado, para vulnerabilidade (vide tabela 01), dada a extensão e peculiaridade da realidade socioeconômica brasileira.

Tabela 1 – Vulnerabilidade socioeconômica dos setores da economia do mar

Estado	Vulnerabilidade valor de produção litorânea (R\$)	Vulnerabilidade vínculos ativos litorâneos (Milhares)
Alagoas	1732,73	8991
Amapá	53,59	1388
Bahia	16506,12	19713
Ceará	9159,02	22092
Espírito Santo	9179,17	15116
Maranhão	837,16	6685
Pará	28,33	488
Paraíba	3580,79	7403
Pernambuco	10655,60	19642
Piauí	77,03	912
Paraná	6258,52	3703
Rio de Janeiro	652579,38	144543
Rio Grande do Norte	34337,44	12802
Rio Grande do sul	3662,87	4194
Santa Catarina	10939,43	17203
Sergipe	2214,04	3168
São Paulo	20340,52	16739
Total	782.141,73	307.468

Fonte: Dados da pesquisa.

2.4.1 Vulnerabilidade valor de produção litorânea

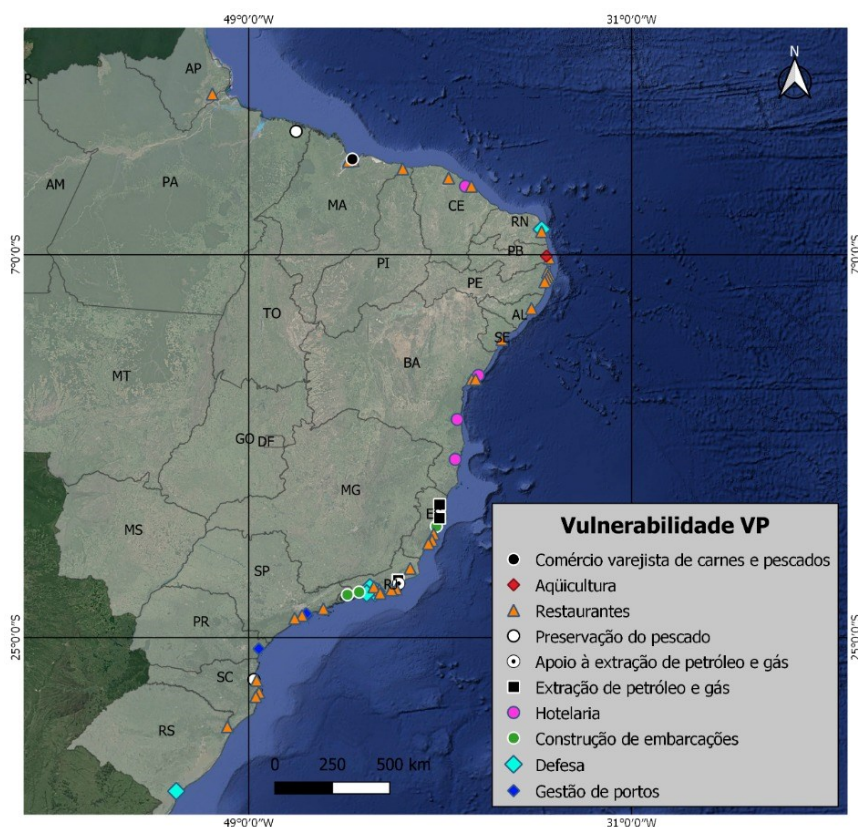
Entre os estados litorâneos considerados nesta análise ocorre uma tendência em um determinado setor abrigar a maior vulnerabilidade valor de produção litorânea (VVPL), quando

expostos a agentes costeiros e marinhos poluidores. Excetuando o estado do Pará (Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado/Hotéis e similares), Rio Grande do Sul (Defesa/Gestão de portos e terminais) e São Paulo (Gestão de portos e terminais /Atividades de apoio à extração de minerais exceto petróleo e gás natural), os demais 14 estados defrontantes com o mar avaliados tiveram no setor de Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas, figurando em primeiro ou segundo lugar neste índice (Figura 02).

Entre as regiões, relevante salientar que a nordeste em 08 estados do 09 da região o setor esteve ocupando o primeiro lugar para (VVPL), e o estado do Rio Grande do Norte, onde o setor mais vulnerável foi a Defesa, o de restaurantes ficou em segundo lugar, ratificando assim a importância e dependência da atividade para a economia da região.

O estado do Rio de Janeiro apresentou a maior VVPL nacional, destaque para o município de Macaé, que ficou em primeiro lugar em vulnerabilidade valor de produção de todos os municípios litorâneos brasileiros analisados com o setor Extração de Petróleo e Gás, ressalta-se que mesmo com a influência do setor do petróleo e defesa o município do Rio de Janeiro tem o segmento de Restaurante (Maior participação no PIB Estadual) , ocupando o primeiro lugar nacional no setor em relação a VVPL seguido de Salvador, Natal , Fortaleza e Recife.

Figura 2 - Vulnerabilidade Valor de produção municípios litorâneos brasileiros



Fonte: Dados da Pesquisa.

É importante ressaltar que para uma governança integrada e eficiente da zona costeira marinha faz-se necessária para avanços principalmente em políticas públicas para salvaguardar, principalmente os setores mais vulneráveis, no caso a realidade brasileira os pequenos e micros dos empresários do setor de Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas, segmento este que demonstrou sua fragilidade em momento de restrições que contexto do surto pandêmico, que tratou diretamente da exposição das pessoas à ameaça (CÂMARA *et al.*, 2020).

Porém, ao longo dos anos as tentativas de aprofundar a avaliação e gestão inter setorial das regiões costeiras brasileira vem sendo extintas, como o Grupo de Integração de Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO) que foi criado em 1996, no âmbito da CIRM (Comissão Interministerial dos Recursos do Mar). Como exemplo de ingerência e negligência à gestão articulada é sabido que o Grupo foi instituído com o propósito de promover de forma integrada, descentralizada e participativa, das atividades na zona costeira, de modo a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção de seu patrimônio natural, histórico, étnico, econômico e cultural, porém foi extinto em 2020.

Acrescenta-se ainda, que o grupo foi precursor em estudos que resultaram em importantes produtos como o “PLANO DE AÇÃO FEDERAL DA ZONA COSTEIRA”, um instrumento do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, que buscou o planejamento e a implementação de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira (BRASIL, 2018). Por meio desse instrumento o GI-GERCO oportunizou discutir responsabilidades compartilhadas de atuação e agir conjuntamente para reduzir a fragmentação e a setorialização da gestão costeira. Com revisões periódicas, que garantiram ajustes, diversificação e modernização das ações para o litoral. No entanto, sua última versão encerrou-se em 2019.

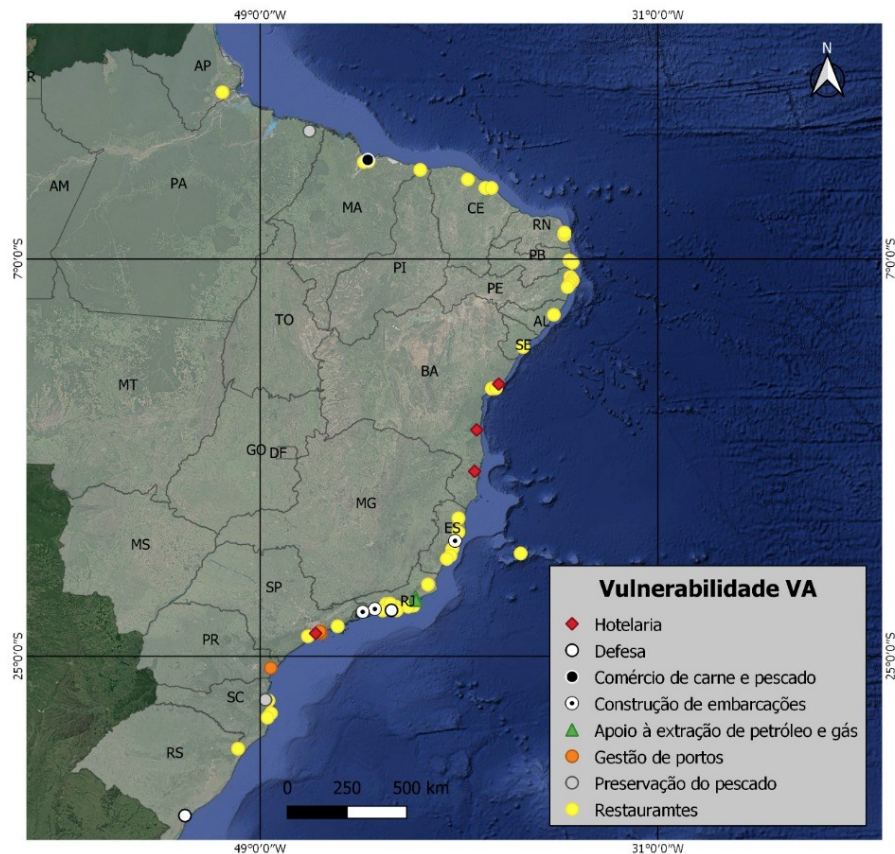
Desta forma, infere-se esse tipo de investigação como relevante estratégia para uma plataforma sólida das regiões críticas e setores com uma maior tendência a esse tipo de vulnerabilidade, principalmente quando as evidências denotam o impacto contundente em específicos setores da economia do mar. Com efeito, a avaliação de ações em planejamento de políticas, pautadas em esferas distintas da sociedade, seja articulada através de uma governança intersetorial.

2.4.2 Vulnerabilidade vínculo ativo litorâneo

Em esfera mundial, os dois últimos dois anos foi percebido como divisor de ciclos, antes um momento em que os padrões eram claros em relação a vínculos empregatícios, e agora, o momento em que cenários e padrões da prática laboral foi ressignificada. Assim, compreender e avaliar os impactos da vulnerabilidade socioeconômica causada por fatores distintos (por ex. sanitário, climático e ambiental) faz-se relevante.

Nesta lógica, o estudo mapeou os vínculos gerados na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2020), e identificou que nas 59 cidades litorâneas aptas para esta análise foram gerados 644.936 mil empregos associados a segmentos da economia do mar (Figura 03) sendo os setores de Restaurantes (o mais abundante e pulverizado), Defesa e Petróleo e Gás representaram juntos (58%) desse montante. Como parâmetro é sabido que em 2021, a criação de empregos formais de quatro grupamentos de atividade econômica do país segundo dados do cadastro geral de empregados e desempregados (CAGED) foi de: setor comércio (643.754), indústria (475.141), construção (244.755) e agropecuária (140.927).

Figura 3 - Vulnerabilidade Vínculo ativo municípios litorâneos brasileiros



Fonte: Dados da Pesquisa.

Seguindo o comportamento da Vulnerabilidade Valor de Produção, alguns setores e regiões seguiram a mesma disposição. Como é o caso do setor de Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas, que possui a maior vulnerabilidade em vínculos ativos litorâneos (VVAL), que em âmbito nacional representou (38%) da VVAL, mais vez a cidade do Rio de Janeiro ficou na frente sendo o município mais vulnerável em vínculos ativos, com o setor de Restaurantes, seguindo da Defesa no mesmo município na dianteira do parâmetro nacional. O município de Fortaleza segue na lista das cidades mais vulneráveis em vínculos no cenário nacional, e com o mesmo setor, o de Restaurantes. Interrompendo a sequência o município de Macaé com atividades ligadas a extração de petróleo e gás na sequência, como cidades litorâneas com elevados índices de VVAL.

Pondera-se por fim nesse cenário vulnerabilidade de vínculos ativo litorâneo percentual, pois dentre as 59 cidades costeiras em condições de análise 36 delas (61%), tem comprometida sua (VVAL) em acima de 50%. A região norte em sua totalidade possui esse panorama, na região nordeste das 24 cidades investigadas 14 (58%) apresentaram tal aspecto.

Assim, com a proeminência dos achados, que ao revelar os setores frágeis e as regiões com a maior propensão a esse comportamento de potencial perda de vínculos, arranjo em estratégias para o enfrentamento da realidade perversa quanto a exposição de agentes costeiros e marinhos poluidores se torna atingível ante os meios de avaliação propostos nesta análise para dirimir tal contexto.

2.5 Considerações finais

Neste artigo, cujo objetivo era analisar a vulnerabilidade socioeconômica dos municípios do litoral brasileiro por consequência de agentes costeiros poluidores. E, por conseguinte a instabilidade socioeconômica destas cidades, em específico o impacto no setor da economia do mar. Os achados evidenciaram os efeitos dos elementos poluidores na região de costa brasileira e atuam por determinantes sociais e ambientais locais que induzem efeitos preponderantes nas variáveis econômicas.

Ao analisar os efeitos, da exposição à agentes poluidores costeiros e marinhos (Vulnerabilidade Valor de Produção e Vínculos Ativos) as 59 cidades brasileiras analisadas foram afetadas em sua estrutura social, principalmente as que coexistem com problemas recorrentes de ordem sanitária, tais como, destinação ambientalmente correta dos resíduos, acesso ao atendimento de esgoto, bem como a produção *per capita* de detritos poluidores, que colocaram a região norte e nordeste em um patamar elevado nos parâmetros descritos.

Notabilizando-se que as regiões norte e nordeste, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre saneamento (SNIS), são qualificadas como as regiões brasileiras com menores de índices relacionados a saneamento básico, com apenas (13%) e (30,3%) respectivamente dos moradores possuindo acesso ao atendimento de esgoto (SNIS, 2020). Somado a isso, das cidades em condição de análise, Bragança no Pará e Parnaíba no Piauí, não possuem aterro sanitário para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Quanto a VVPL, proposta neste estudo demonstrou o massivo potencial de perda do setor de Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação e bebidas, que mesmo não possuindo o maior valor no índice, que foi conferido ao setor de extração de petróleo e gás, foi o mais recorrente, ocupando as duas primeiras posições em (82%) dos estados avaliados no estudo. O mesmo segmento econômico despontou com um maior protagonismo na análise VVAL, que mesmo gerando quase 254 mil vínculos ativos nacionalmente possui um potencial de perda de 46%, cabendo ressaltar que das dez cidades mais vulneráveis para este índice sete estão no Nordeste, e tem o setor de Restaurantes como mais vulnerável, assumindo o maior valor (Cidade do Rio de Janeiro) e a maior frequência entre as cidades analisadas, conferindo a importância do segmento.

A mensuração dos índices de vulnerabilidade valor de produção e de vínculos ativos nesse contexto, deve auxiliar a tomada de decisões estratégicas para os distintos setores da economia, bem como promover intervenções regionalizadas. Nesse interim, os achados da pesquisa definiram socioeconomicamente o setor mais vulnerável a agentes costeiros poluidores, bem como as regiões de maior susceptibilidade aos referidos eventos perversos, que com efeito poderá ser utilizada como instrumento de avaliação para a definição de diretrizes para implementação de políticas e ações de governança intersetorial.

3 DETRITOS SÓLIDOS DEPOSITADOS EM FAIXA LITORÂNEA: DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO

3.1 Introdução

Os avanços das atividades humanas nas regiões costeiras e marinhas, incluindo a construção de indústrias, portos e aglomerados urbanos, têm introduzido inúmeros contaminantes em ambientes litorâneos ao longo de muitas décadas (VALLE; LAGE 2019). Entre esses contaminantes, os resíduos em margens de praias geram uma preocupação significativa devido à morte de milhões de organismos marinhos por ingestão ou emaranhamento (GALL; THOMPSON, 2015), além dos consequentes efeitos negativos nas atividades que sofrem e exercem influência direta dos oceanos, mares e do ambiente costeiro, ainda que não extraiam do mar sua matéria-prima (CARVALHO, 2018). Cerca de 2,5 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são gerados anualmente em todo o planeta (BOUCHER *et al.*, 2020), dos quais 275 milhões são compostos principalmente por plásticos, com aproximadamente 8 milhões de toneladas chegando aos oceanos (WILLIAMS; RANGEL-BUITRAGO, 2019).

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a sua origem, como provenientes de estabelecimentos comerciais ou prestadores de serviços; oriundos de residências e limpeza urbana; serviços públicos de saneamento básico; transportes; construção civil; indústria; serviços de saúde; atividades agrossilvopastoris; mineração. Já os resíduos sólidos urbanos são “os resíduos domésticos gerados em áreas urbanas, incluindo os materiais decorrentes de atividades de varrição, limpeza de logradouros, vias públicas e outros serviços de limpeza” (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2019).

Apesar de a década de 1990 ser decisiva para considerar os detritos marinhos como um problema global ambiental, como observado por Coe e Rogers (1997), foi somente a partir dos anos 2000 que os trabalhos com detritos marinhos ganharam consistência, mas só recentemente o assunto vem recebendo mais atenção com a implementação da Agenda 2030 das Nações Unidas, abordando o lixo marinho em seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (Vida Subaquática).

Dentre os resíduos sólidos, os detritos plásticos se apresentam como o de um comportamento perverso, pois sua dinâmica transfronteiriça aos ecossistemas naturais e à saúde humana, condiciona-se a um aumento duplo no número de resíduos desta composição

(incluindo macro, micro e nano) até 2030 (CARNEIRO *et al.*, 2021). De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010), os resíduos sólidos podem ser definidos como:

[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS, 2010).

Assim, é versado que a proximidade de áreas altamente urbanizadas ou com atividades antrópicas e intensas geralmente está associada a ambientes com maior nível de poluição por esses detritos (CHANG *et al.*, 2020), por exemplo, áreas expostas a atividades antropogênicas como os ambientes derivados da ação da pesca, são muitas vezes associadas a *hot spots* de artes de pesca abandonadas, perdidas ou de outra forma descartadas (FAO, 2009). Além disso, diferentes ambientes com distintos níveis de pressão terão macro e microplásticos em diferentes concentrações e com diferentes características (CHANG *et al.*, 2020).

Nesta conjuntura em que o nível de poluição por detritos sólidos em zonas de costa se eleva continuamente, os contemporâneos meios de detecção e mitigação são insuficientes para detectar concentrações reais, revela-se a necessidade de desenvolvimento de práticos processos de diagnóstico no fluxo destes materiais por intermédio, por exemplo, nas imagens de alta resolução, através inclusive do sensoriamento remoto. Pressupõe-se um entendimento profundo do destino via de transporte, juntamente com fontes e pontos de acesso da cadeia de valor dos resíduos. Uma vez que esses detritos atingem as águas costeiras, e suas vias de dispersão e transporte são governadas pela dinâmica do oceano e da atmosfera (ATWOOD *et al.*, 2019; GARABA; DIERSEN, 2018; ZHANG, 2017).

Com aparelhos satisfatórios de diagnóstico, é possível entender as causas, destino e sumidouro residual nas matrizes terrestre e aquática dos ambientes litorâneos. O diagnóstico de fluxo destes materiais tem se tornado mais concreto por intermédio das geotecnologias que abrangem as tecnologias do ramo espacial, como sistemas de posicionamento global, sensoriamento remoto, geoprocessamento, cartografia digital, sistemas de informações geográficas, processamento digital de imagens através de ferramentas em distintos níveis de aquisição (MAS *et al.*, 2020). Além de Sensores suborbitais (aeronaves) ou locais (Veículos Aéreos Não-Tripulados) que podem fornecer informações com um maior nível de detalhamento acerca da superfície analisada (JENSEN, 2011).

Assim, diante dessas considerações estabeleceu-se a seguinte questão de pesquisa: A combinação de ferramentas de sensoriamento remoto seria uma estratégia efetiva para diagnóstico de detritos sólidos em regiões de costa? De imediato considerou-se o como objetivo avaliar qualitativamente detritos sólidos depositados ao longo de uma faixa litorânea em uma abordagem baseada em Aeronave Remotamente Pilotada (ARP). O percurso metodológico foi instaurado através da tecnologia de drones para sobrevoar os mesmos transectos. A área de estudo pertence a uma zona costeira no extremo nordeste do município de Fortaleza, Ceará, Brasil.

3.2 Referencial Teórico

3.2.1 Detritos plásticos: Um problema global e onipresente.

O crescimento populacional leva ao aumento das atividades humanas, causando maior consumo e, conseqüentemente, aumento da produção de resíduos (ALIMBA; FAGGIO, 2019). O descarte inadequado pela população, fruto de política governamental ineficaz, é responsável por um dos maiores problemas ambientais da atualidade: o lixo marinho (OLIVEIRA; TURRA, 2018). Anteriormente associado à degradação da paisagem cênica ambiental, esse tipo de poluição tem sido responsável pela morte de milhares de organismos marinhos, como tartarugas, mamíferos e aves, que podem ingerir e ficar enredados por esses resíduos (LIMONTA *et al.*, 2019); bem como para o transporte de espécies invasoras para áreas distantes onde não ocorrem (RECH *et al.*, 2018).

Detritos antropogênicos são encontrados em todos os tipos de ecossistemas, mesmo nas áreas mais remotas. Devido à sua resistência, durabilidade e lenta taxa de degradação, os plásticos e seus derivados são persistentes e podem atingir ambientes distantes de sua origem e tornarem-se ubíquos nos ambientes aquáticos (CAVALCANTI *et al.*, 2021). Estudos mostram que detritos de origem plástica por exemplo, podem ter uma fonte terrestre (escoamento de águas pluviais, efluentes de estação de tratamento de águas residuais) ou uma fonte marítima (por exemplo, atividades de pesca ou transporte marítimo) (MCEACHERN *et al.*, 2019).

Alguns estudos (CÂMARA *et al.*, 2020 ; CÂMARA *et al.*, 2021; CÂMARA *et al.*, 2022 ; SILVA *et al.*, 2022) focaram nos aspectos socioeconômicos das comunidades humanas a poluição oriunda destes agentes, demonstrando sensibilidade em relação ao valor da produção e vínculos de emprego nos setores econômicos relacionados a Economia do mar. Beaumont *et al.* (2019), em uma perspectiva financeira, quantificaram os custos com a poluição oceânica,

mostrando que estes são significativos, com impactos negativos na provisão de quase todos os serviços do ecossistema marinho; consequências negativas sobre o bem-estar humano, especialmente pesca, patrimônio, recreação e custos econômicos estimados em US \$ 3.300 a US \$ 33.000 por tonelada de detritos por ano. Os autores alertam que o custo econômico total provavelmente será muito maior.

No entanto, o acréscimo de material de uso único pelo uso excessivo e consumo (incluindo equipamentos de proteção individual, como máscaras e luvas) devido à insurgência de epidemias. Em um cenário em que a pandemia COVID-19 provoca um aumento repentino na demanda por equipamentos de proteção individual (EPI) essenciais, ocorreu um incremento na fabricação e distribuição de plástico em todo o mundo (PRATA *et al.*, 2020).

Para lidar com a infecção viral na atual pandemia, a Organização Mundial de Saúde (OMS) projetou uma demanda mensal de 89 milhões de máscaras faciais, 76 milhões de luvas, 30 milhões de aventais e 1.6 milhão de óculos, juntamente com 2,9 milhões de desinfetantes para as mãos como parte de medidas de segurança para profissionais de saúde da linha de frente (OMS, 2020). Foi relatado ainda o consumo mensal de máscaras faciais e luvas médicas em cerca de 129 bilhões e 65 bilhões, respectivamente, para 7,8 bilhões de populações em todo o mundo (KALINA; TILLEY, 2021).

Apesar de toda a legislação existente, o volume de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que segue para locais de destino inadequado e é crescente. Isto remonta a escassez do debate com a temática e a carência de recursos para soluções que, além de dar cumprimento às determinações legais, trazem inúmeros benefícios para a população, tais como proteção da saúde pública: melhoria na qualidade da água, do solo e do ar, redução na disseminação de vetores e doenças; redução imediata dos impactos ambientais e das emissões de gases de efeito estufa (metano e o carbono), além do desenvolvimento econômico e social ao promover novos mercados e a criação de postos de trabalho (COSTA, 2021).

Neste cenário, estima-se que por exemplo, até 80% do plástico no oceano se origina de fontes terrestres e o restante de fontes marinhas, como pesca e navegação (ANDRADY, 2011). Somente em 2010, realizou-se uma estimativa que constatou que entre 4,8 e 12,7 milhões de toneladas métricas apenas deste tipo de detrito, entraram no oceano de países costeiros (JAMBECK *et al.*, 2015). Esses materiais persistentes podem ser transportados por longas distâncias nas correntes oceânicas e resistem à biodegradação, quebrando-se em pedaços "microplásticos" cada vez menores, o que permitiu que eles se acumulassem ao longo do tempo para causar a contaminação onipresente e quase permanente do ambiente marinho (GEYER *et al.*, 2017).

Relevante ainda expor o fato de que os oceanos globais são o maior sumidouro natural de CO₂ e desempenham um papel importante na redução do nível de CO₂ atmosférico e no aquecimento global. Uma vez que a capacidade dos oceanos de CO₂, se o sequestro for perturbado, o padrão global do ciclo do carbono mudará drasticamente, ameaçando as condições básicas da sobrevivência humana, a presença generalizada destes detritos nos oceanos tem um impacto negativo no crescimento do fitoplâncton, causando a mudança da comunidade fitoplanctônica, destruindo a estabilidade do ecossistema marinho (SHEN *et al.*, 2019).

Embora grandes concentrações de detritos plásticos estejam sendo observadas em habitats litorâneos com maior frequência, uma análise precisa da extensão espacial e variedade dos detritos ainda é um fator limitante. É neste contexto que, como consequência, as ferramentas de monitoramento não estão se mostrando exitosas para avaliar as distribuições globais (VAN SEBILLE *et al.*, 2015).

Com este apelo é consenso que uma discussão interdisciplinar sobre resíduos antrópicos no ambiente natural, é necessária para documentar o aumento acelerado nos usos globais ao longo do último meio século (LI *et al.*, 2020). Há necessidade de abordagens integrativas de monitoramento direto e indireto (MAXIMENKO *et al.*, 2016). Assim, estudos distintos delinearam vários desafios metodológicos e analíticos para avaliar os sedimentos, principalmente de origem antrópica, abundância e tipos de detritos (MANZOOR *et al.*, 2020).

3.2.2 Sensoriamento Remoto: um coadjutor ambiental emergente

As geotecnologias, em seus distintos recursos, destacam-se como ferramentas metodológicas que fornecem as coberturas espacial e temporal necessárias para estimar a abundância global de detritos próximos à superfície dos oceanos. Imagens de sensoriamento remoto (SR), por exemplo, constituiriam uma ferramenta útil para explorar quantitativamente as distribuições de detritos plásticos nas faixas litorânea (MAXIMENKO *et al.*, 2019).

Pesquisas relacionadas ao SR para detecção de detritos sólidos contribuem para o monitoramento global destes resíduos, até daqueles que ainda se encontram em seus estágios iniciais de degradação, haja vista que o barateamento dos sensores ópticos tem permitido a investigação em campos de pesquisa ainda inexplorados por estes meios. A procura por informações específicas em relação de caracterização de plásticos marinhos e a busca por um melhor entendimento do comportamento espectral tão diversos levou ao encontro dos trabalhos apresentados por Garaba e Dierssen (2020) e Goddijn-Murphy e Dufaur *et al.* (2018).

Enquanto detritos são relatados em altas concentrações em muitos lugares ao redor do globo, é sensível a escassez no conjunto de dados de referência para a compreensão do comportamento espectral de resíduos antrópicos em um ambiente real, seja para calibração de algoritmos, ou mesmo, para validação de resultados anteriormente obtidos (TOPOUZELIS *et al.*, 2020). As imagens de sensores remotos possuem estrutura matricial, onde seu elemento principal é denominado *pixel* (*picture element*). A este conceito podem ser atribuídos quatro diferentes parâmetros: *i*) resolução espacial; *ii*) resolução espectral; *iii*) resolução radiométrica; e *iv*) resolução temporal.

A resolução espacial de uma imagem refere-se ao tamanho que este pixel representa na superfície real “imageada”, assim como os sensores têm resolução espacial fixa, dependendo da altitude de coleta, o pixel representará uma área extensa ou reduzida. Quanto menor for o tamanho deste pixel, mais detalhada é a imagem digital e maior a resolução espacial da coleta. No caso do sensor OLI – embarcado no satélite *Landsat* – que tem um pixel de 30m x 30m (padronizado por sua altitude de órbita), produz informações numéricas para representar individualmente uma área de 900m². Portanto, a mistura de informações dos alvos nesta área limita qualquer discriminação de objetos, por este satélite.

Já a resolução espectral refere-se ao número de faixas do espectro eletromagnético que os sensores conseguem discretizar. De uma maneira simplificada, quando a energia solar atinge a superfície terrestre, porções desta são absorvidas, transmitidas ou refletidas (KRAUS *et al.*, 2021). Esta energia refletida se propaga através de ondas, onde a luz pode ser fragmentada em intervalos, sendo que cada faixa (banda) registrada corresponde a uma parte destes intervalos. Alguns alvos são facilmente identificados pela combinação de intensidades dos pixels em cada banda e formando, graficamente, uma curva espectral particular. Por exemplo, a faixa espectral (banda) correspondente ao azul, normalmente, apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão na água, sendo utilizada para estudos acerca de sua qualidade, mapeamento de correntes em corpos hídricos e interferências por atividades antrópicas.

Enquanto nosso sensor orgânico (olho humano) limita-se à capacidade de enxergar no espectro do visível combinando tonalidades de azul, verde e vermelho (RGB), sensores mais sofisticados alcançam o infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e termal. Assim entende-se que mais importante que o meio de transporte (proximal, local, aéreo ou orbital), a qualidade espectral dos sensores é que torna mais factível uma caracterização de alvos, haja vista que a diversidade espectral pode ser um fator limitante.

Quanto à resolução radiométrica, Jensen (2011), defende que cada *pixel* é representado por números digitais (ND) que indicam o seu nível de cinza, variando de um preto extremo ao branco extremo. A quantidade de subdivisões para representar esta intensidade dos dados varia conforme a capacidade radiométrica do sensor. Um sensor que pode representar suas informações por um número maior de bits, apresenta uma quantidade maior de tons entre o máximo e o mínimo possível, o que torna a discriminação dos alvos mais clara. Sistemas com sensores de 8 *bits*, possuem resolução radiométrica de 2^8 , o que corresponde a 256 tons possíveis (informações de 0 a 255). Paralelamente, sensores de 11 *bits* são capazes de descrever um *pixel* com 2048 níveis de cinza diferentes. Isto aumenta o poder de contraste e de discriminação de alvos no solo, inclusive nas áreas de sombra, satélites geralmente possuem sensores com resolução radiométrica de 11 bits (2.048 níveis de cinza), 12 bits (4.096 níveis de cinza) e 14 bits (16.384 níveis de cinza).

Tabela 2 - Resolução radiométrica principais satélites em operação

Satélite	Resolução
<i>LANDSAT</i>	8 bits
<i>SPOT</i>	6 bits na banda pancromática e 8 bits nas demais bandas;
<i>IRS</i>	8 bits;
<i>CBERS</i>	8 bits com exceção do CBERS 04A que algumas bandas possuem resolução radiométrica de 10 bits;
<i>KOMPSAT</i>	10 bits;
<i>SENTINEL</i>	10 bits;
<i>IKONOS</i>	11 bits;
<i>QUICKBIRD</i>	11 bits;
<i>EROS</i>	11 bits;
<i>GEOEYE</i>	11 bits tanto na banda pancromática como na multiespectral
<i>RAPIDEYE</i>	12 bits.

Fonte: United States Geological Survey (2022).

A resolução temporal corresponde ao tempo mínimo que o satélite leva para recobrir a mesma área fornecendo uma nova informação. Uma órbita do satélite *Landsat8*, por exemplo, é realizada em aproximadamente 100 minutos, permitindo ao satélite dar 14 voltas da Terra por dia, mas retornando a um mesmo ponto-órbita somente após 16 dias. Em casos em que se fazem necessárias decisões urgentes, como a das questões ambientais, recomenda-se o emprego de outros níveis de aquisição como drones, balões ou aviões, por permitirem a coleta de informações diárias ou semanais.

Essencialmente, a classificação de imagens digitais baseia-se no conjunto de informações espectrais de cada pixel para discriminá-los e, portanto, este tipo de dado precisa ser representado com boa definição para que a combinação entre os valores de cada banda seja empregada na caracterização dos alvos (NOVO, 2009).

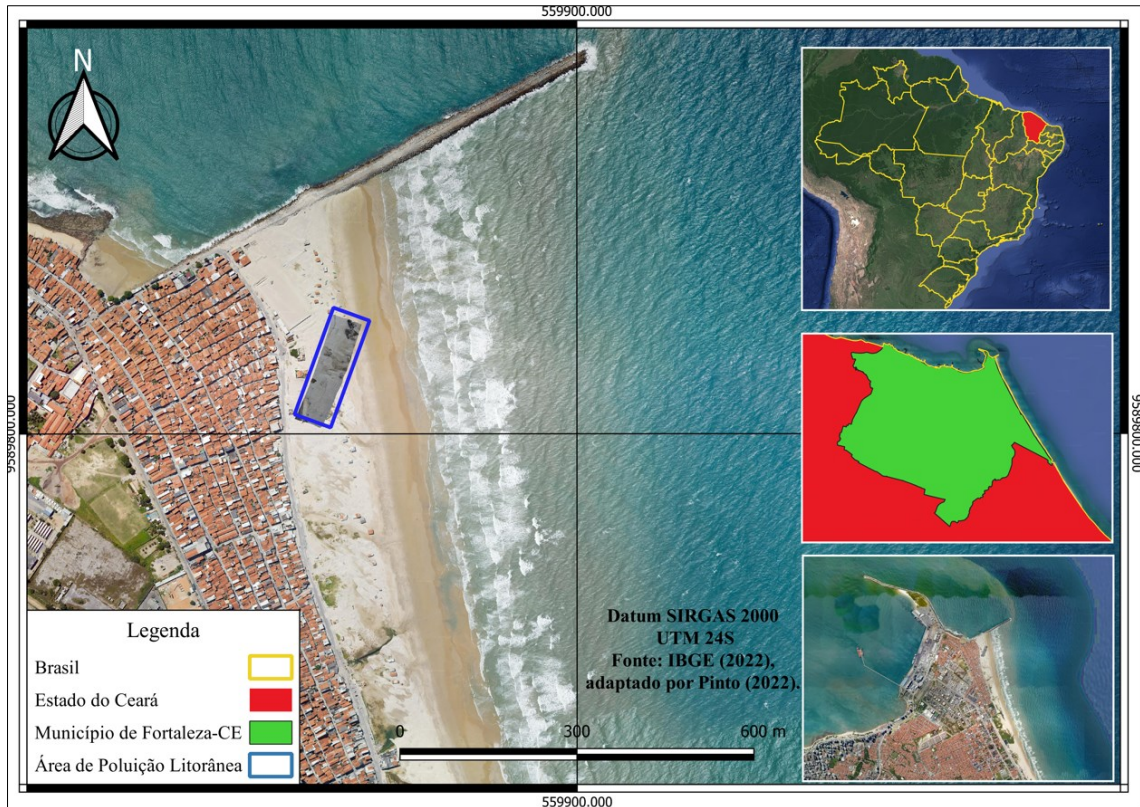
3.3 Material e Métodos

3.3.1 Área de estudo

A área de estudo escolhida pertence a uma zona costeira no extremo nordeste do município de Fortaleza, Ceará, Brasil. Este local foi escolhido pela notória presença de elementos residuais de atividades antrópicas, incoerentes com o meio natural ao seu redor (Figura 04). A região do ‘Cais do Porto’ é uma das principais praias afetadas pela poluição urbana. Embora não seja a única causadora, a comunidade Serviluz faz parte de um ciclo antrópico vicioso, onde a comunidade participa das causas e efeitos da incorreta destinação de múltiplos resíduos.

Com o intuito de propor a melhor configuração de análise para resíduos sólidos em ambientes litorâneos, janeiro de 2022, foram implementados seis voos sob diferentes altitudes (10, 20, 30, 40, 50 e 60 metros). O veículo aéreo utilizado foi DJI Mini 2[®] com sensor RGB de 12 MP e realizou a sequência de missões entre 10:00 e 12:00 horas para permitir a máxima incidência solar ortogonalmente sobre o solo. As imagens foram obtidas sob uma faixa contínua de areia para que, sob uma perspectiva aérea, fosse possível realizar a discriminação de objetos antinaturais, sob diferentes colorações, tamanhos e formatos em um *background* predominantemente uniforme, como é a areia da praia.

Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Dados da pesquisa.

3.3.2 Processamento Digital de Imagem

As imagens foram processadas no software Agisoft Metashape[®], licenciado pela Universidade Federal do Ceará. Em todas as seis altitudes avaliadas, as fotos seguiram um fluxo de trabalho padrão, permitindo o alinhamento das imagens, a construção das nuvens de pontos (esparsa e densa), a triangulação para formação das malhas tridimensionais, texturização e ortomosaico.

3.3.3 Classificação

A classificação dos detritos distribuídos irregularmente consistiu em duas etapas. A princípio, verificou-se a viabilidade de classificar o mosaico construído a partir da nuvem densa de pontos, na qual um ortomosaico geral foi produzido. O segundo processo de classificação consistiu na interpretação das imagens digitais originais, em classes de objetos pertencendo aos principais elementos observados na cena (12 milhões de *pixels*). Ao longo da área de praia

analisada foi selecionada um montante de resíduos sólidos em particular, no centro da faixa, na qual sua inspeção se deu nos diferentes níveis de coleta.

Valendo-se do software ENVI v.4.5, licenciado pela Universidade Federal do Ceará, os algoritmos de classificação não supervisionada empregados foram ISODATA e K-MEANS. Com o intuito de permitir que os dois métodos de classificação pudessem captar variações observadas nos resíduos sólidos visualizados na praia, admitiu-se uma quantidade mínima de dez classes possíveis para cada método, para posteriormente ser analisado por especialista em processamento digital de imagens.

3.3.4 Quantificação

A contabilização dos pixels pertencentes a cada classe foi útil para se verificar o percentual de área ocupada pelos resíduos sólidos na faixa de areia. Já o agrupamento de pixels pertencentes à mesma classe foi entendido como pertencente ao mesmo objeto; por exemplo, espera-se que sacolas plásticas, depósitos de alimentos, caixas e garrafas devam apresentar a mesma classe de pixels agrupados, no formato e tonalidade semelhantes. Os mapas do modelo classificatório foram validados presencialmente nas margens de corpos hídricos, na capital do estado do Ceará, em específico, no Cais do Porto e na foz do Rio Ceará. A constante comparação entre a imagem RGB (coloração real) e as classificadas permitiram a identificação dos objetos, já contabilizados no dia dos voos.

3.4 Resultados e Discussão

Ao investigar a proporção de itens residuais como uma solução para um mapeamento rápido de regiões litorâneas esta abordagem produziu resultados pertinentes. A priori, é válido ressaltar que o exemplar de DJI Mini 2, empregado neste estudo, teve características essenciais que permitiram sua estabilidade frente às fortes rajadas de ventos multidirecionais sobre seu eixo.

3.4.1 Ortomosaicos

A partir da sequência de missões sobre os mesmos transectos, foi possível a construção de um mosaico para cada altitude investigada. Verificou-se que o nível de aquisição destas imagens foi decisivo para a qualidade de representação da zona costeira (Tabela 3). As

dimensões dos objetos puderam ser melhor delineadas visualmente nas altitudes de 10 m e 20 m, no entanto, a fase automática de triangulação, que possibilita a interpolação de valores RGB entre os *tie-points*, foi um fator limitante para esta análise computacional, pela natureza da superfície.

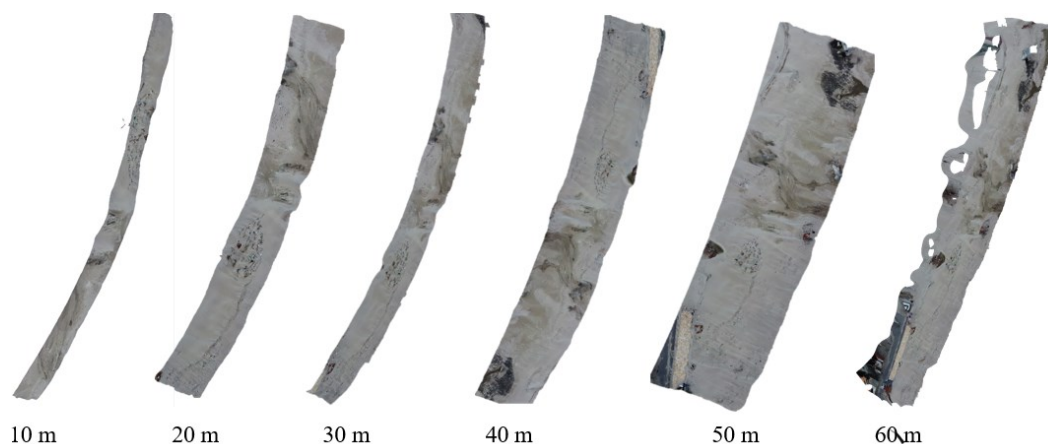
Tabela 3 - Resoluções espaciais dos mosaicos construídos por nível de altitude

Altura de voo (h)	Resolução espacial (Δx)
10 metros	3.72110 mm
20 metros	7.52588 mm
30 metros	1.07356 cm
40 metros	1.42358 cm
50 metros	1.75933 cm
60 metros	2.14181 cm

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi perceptível que na medida em que o nível de coleta de imagens se elevava, o mosaico construído apresentou distorções em sua representação. Isto foi resultado do erro de interpretação entre pixels vizinhos que, ao precisarem ser interpolados, produziram modificações na forma e textura dos pixels intermediários. As principais falhas foram observadas no mosaico construído sob a maior altitude (60 metros) (Figura 5), com vazios extensos ao longo das margens mais secas da praia. Este resultado levanta uma questão importante, uma vez que a irregularidade da superfície (areia seca) compromete seriamente a confecção dos ortomosaicos, sendo recomendado um limite máximo de 50 metros de altitude em trabalhos desta natureza de modelagem.

Figura 5 - Mosaicos confeccionados em seis altitudes distintas



Fonte: Dados da pesquisa.

Como consequência direta da frágil contribuição ao se construir um único arquivo com todas as fotos, as classificações ISODATA e K-MEANS não foram satisfatórias em suas discriminações, quando implementadas sobre os seis mosaicos. As distorções na representação foram observadas no detalhe da composição em RGB (Figura 6). A notória inconsistência com a cobertura real da faixa de areia observada no dia dos voos pode ser atribuída aos efeitos de luz e sombra aleatórios provocados pelas ondulações de areia seca, visto que todas as inconsistências são representadas por um efeito de ‘arraste’ entre as tonalidades, em direções variadas.

Assim, nos resultados de todos os níveis de altitude avaliados, permaneceram erros de compatibilidade entre os resíduos sólidos distribuídos na faixa de areia. Desta maneira infere-se que a construção de mosaicos é desnecessária e pode até inviabilizar um estudo minucioso, como no nível de detalhamento que esta pesquisa se propôs inspecionar.

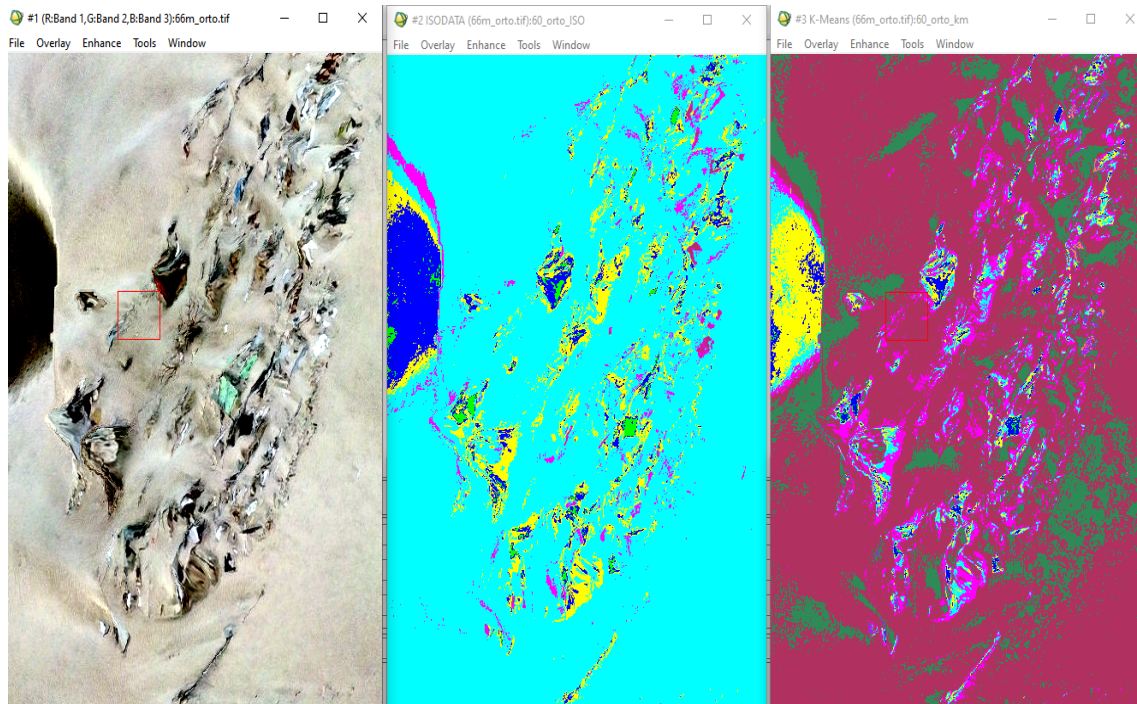
Figura 6 - Distorções na construção de mosaicos aos A) 10 metros e B) 60 metros



Fonte: Dados da pesquisa.

A composição RGB, bem como as classificações ISODATA e K-MEANS realizadas sobre os mosaicos foram apresentadas na Figura 7. A maior parte dos pixels distorcidos foram agrupados em uma mesma classe nos métodos ISODATA e K-MEANS (azul e rosa, respectivamente). Tal representação tornou a fotointerpretação mais complexa, uma vez que admitiu que os resíduos tinham menores dimensões que os observados em solo, comprometendo assim a acurácia do mapeamento.

Figura 7 - Inconsistências na classificação dos mosaicos, por Isodata e K-means

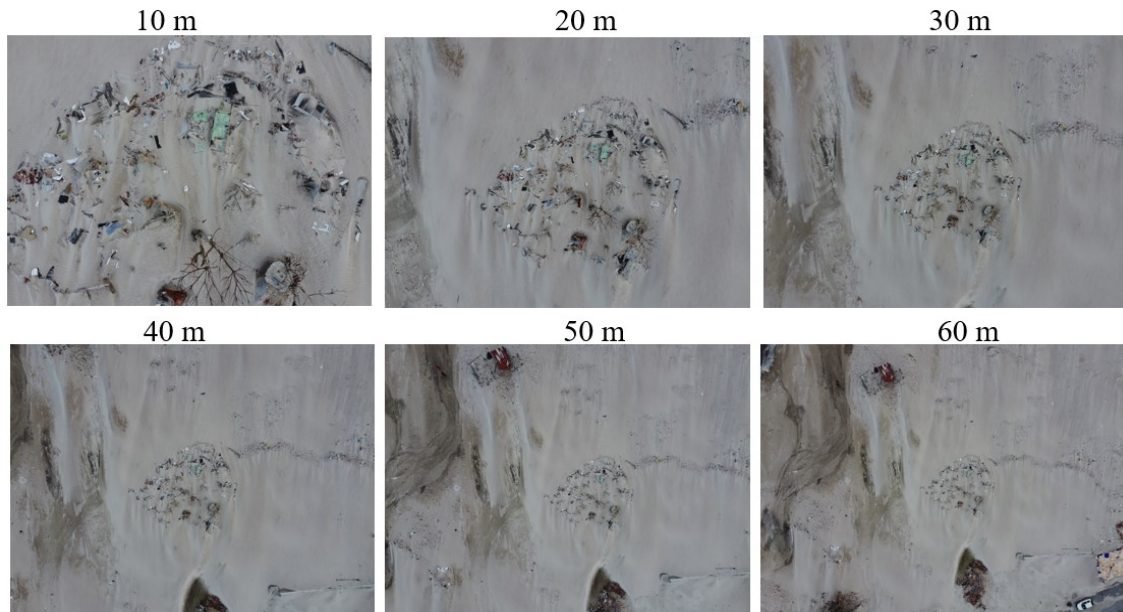


Fonte: Dados da pesquisa.

3.4.2 Fotos individualizadas

Na segunda estratégia de classificação, as imagens originais foram o alvo da pesquisa e o processo de caracterização foi mais bem-sucedido. Após as classificações automáticas, dez classes de objetos foram apresentadas, contudo, foi possível detectar que a maioria destas classes representam variações de uma mesma classe de objetos. Logo, com auxílio dos analistas em processamento de imagens digitais, foram examinadas minuciosamente cada porção de praia imageada, cujos pixels puderam ser agrupados em classes do mesmo objeto ou região de interesse (Figura 8).

Figura 8 - Região selecionada para correspondência nas seis altitudes adotadas



Fonte: Dados da pesquisa.

Os rótulos obtidos ao final do processo de classificação, convergiram para representar quatro classes predominantes na paisagem, foram elas: i) ‘*Detritos*’ que recebeu cor preta; ii) ‘*Areia Encharcada*’ (marrom) apresentada na cor branca; iii) ‘*Areia Úmida*’ (cinza) indicada pela cor violeta claro; e iv) ‘*Areia Seca*’ (branca) simbolizada na cor violeta escuro. Amostras de regiões classificadas automaticamente foram apresentadas nas Figuras 9, 10 e 11 e para diferentes dimensões de resíduos sólidos, sendo os métodos *Isodata* e *k-médias*, comparados às porções de praia em coloração real (RGB).

Figura 9 - Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para grandes detritos





Fonte: Dados da pesquisa.

Como foi possível observar, a forma com que os elementos são representados nas classificações foi um dos principais fatores úteis na identificação dos tipos de materiais. Já quanto ao comportamento espectral, os resíduos sólidos como recipientes e sacolas plásticas, restolho de vegetação e caixas de madeira foram predominantemente rotulados pela coloração preta, dando a entender que representam um mesmo alvo: distinto de areia. Esta condição foi observada nos dois algoritmos de classificação, conduzindo ao raciocínio de que a tarefa está intimamente associada com o alto contraste em relação aos tipos de areia. Os *pixels* pertencentes à ‘Areia úmida’, por sua vez, compuseram a principal classe observada, apontando valores de umidade intermediária entre ‘Areia Seca’ e ‘Areia Encharcada’, sendo representada na coloração rosa.

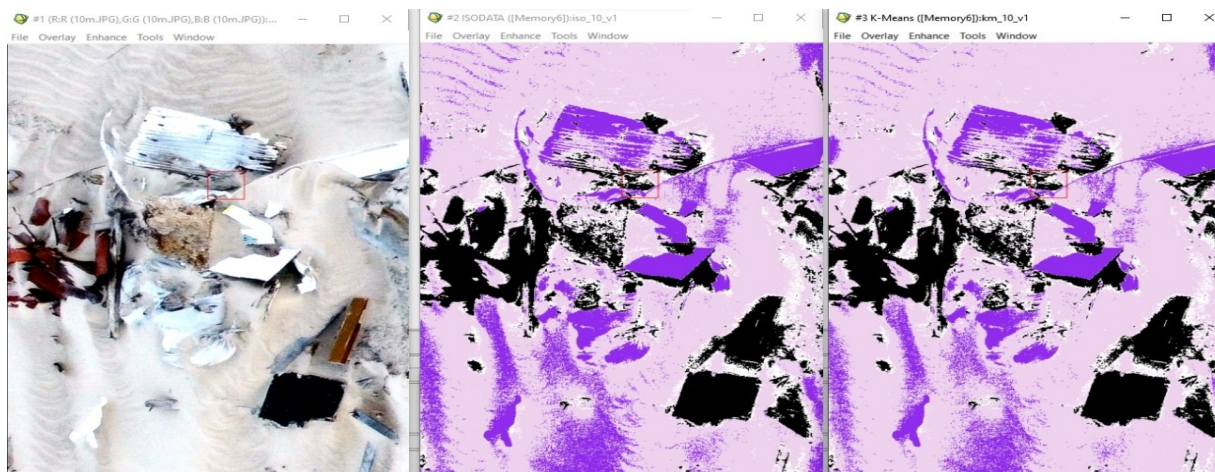
Na proporção em que o *background* variou na composição RGB, a escala de cores classificadas indicou três níveis de umidade desde o mais seco ao mais úmido pelas áreas correspondentes ao rosa, azul claro, amarelo, verde e azul escuro. Alguns dos pixels sobre sacolas plásticas foram rotulados como pertencentes a uma destas classes supracitadas. A esta confusão durante a atribuição de rótulos, associa-se o brilho e o enrugamento do material que desencadeou efeitos de luz e sombra ao ser imageado.

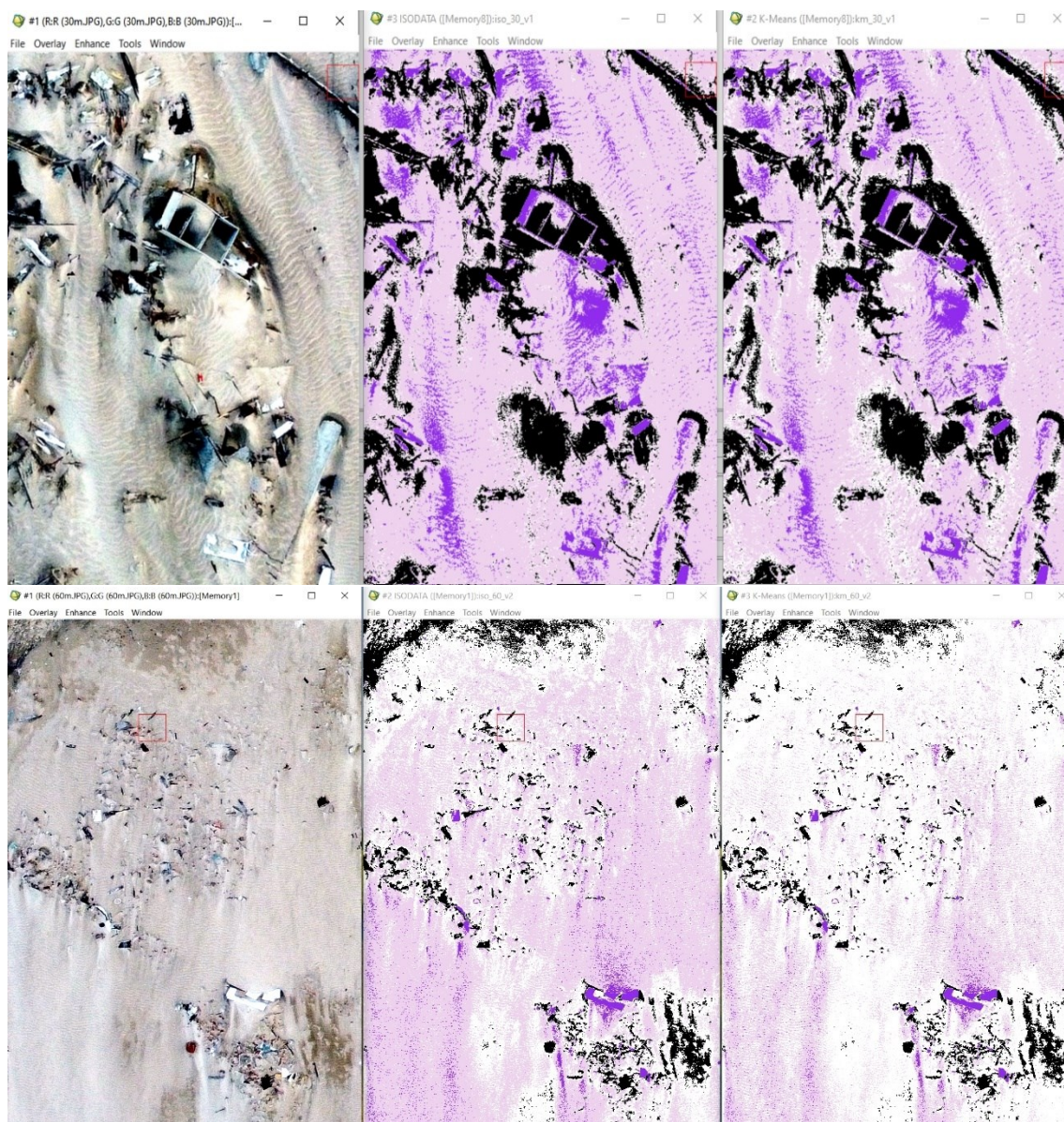
Dentre os resultados encontrados, foi possível hierarquizar os diferentes objetos que podem ser sensíveis ao mapeamento sob diferentes altitudes de voo. Como esperado, as melhores e eficientes classificações de detritos ocorreram na menor altitude (10 metros), onde o delineamento de sacolas plásticas, latas, garrafas e caixas de madeira foi mais assertivo, correspondendo à realidade observada em campo.

Como observado na Figura 10, há que se destacar que objetos brancos como recipientes plásticos registraram comportamento espectral bastante similar à ‘Areia Seca (branca)’. Isto ocasionou um erro de classificação em objetos de forma geométrica bem definida como pertencente à classe ‘Areia Seca’. Neste âmbito, a imagem capturada a 10 metros de altitude está repleta de materiais plásticos de coloração branca que foram classificados erroneamente.

Para entender melhor como o nível de coleta pode influenciar a precisão da identificação, novas áreas das imagens de ARP foram apresentadas a uma distância de 10, 30 e 60 m da superfície do solo nas dificuldades de discriminação automática a partir dos ortomosaicos gerados (Figura 10).

Figura 10 - Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para detritos médios



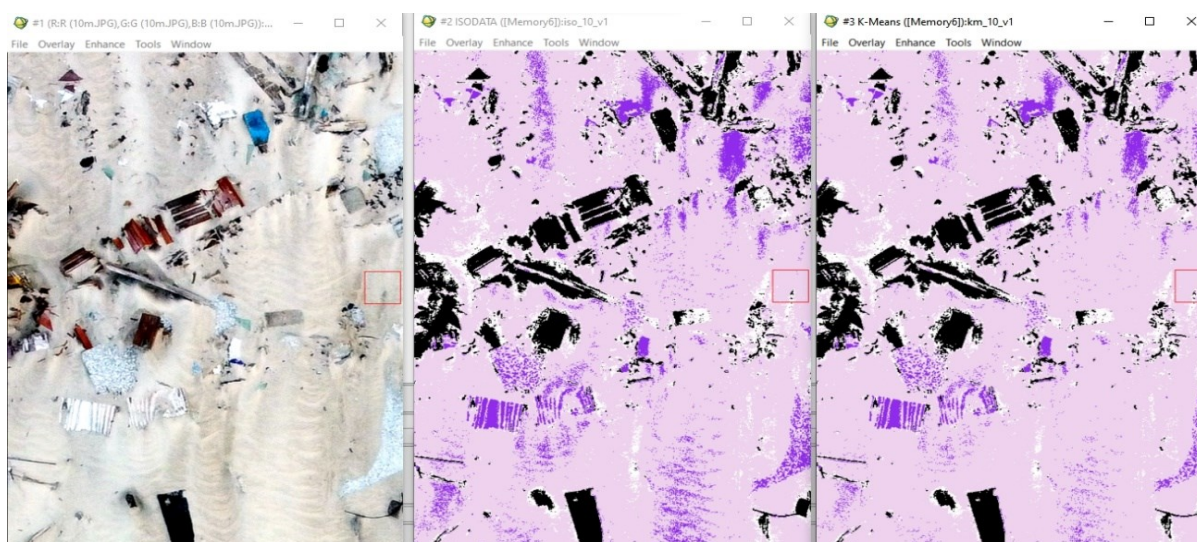


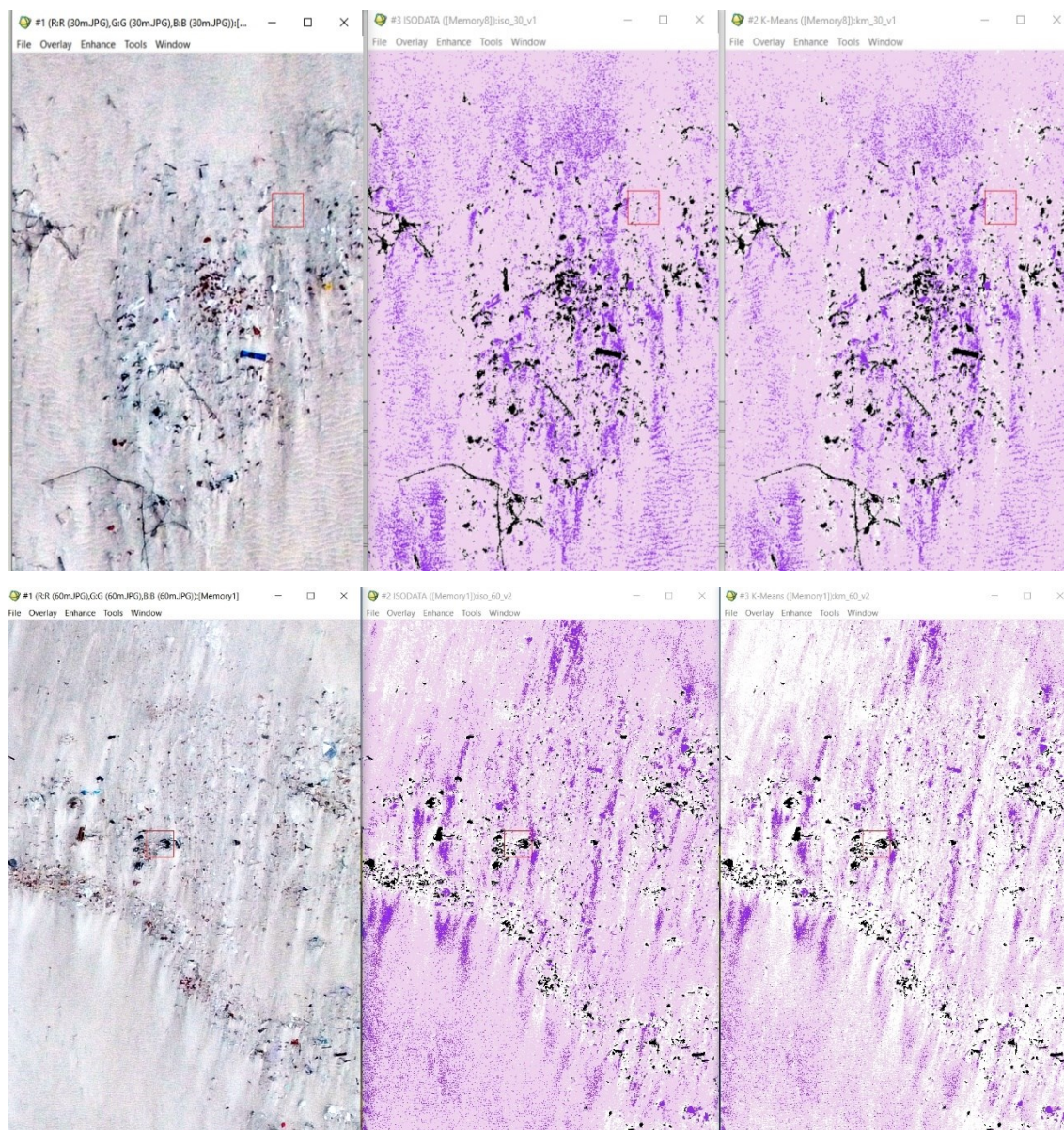
Fonte: Dados da pesquisa.

Lo *et al.* (2020), demonstraram que itens maiores como garrafas plásticas, mostram-se mais fáceis de identificar tanto no ortomosaico, quanto nas imagens simples. Isso ocorre porque cobrem um grande número de pixels e se desviam consideravelmente da topografia do terreno, gerando sombras ao seu redor. Acrescente-se a isto, pedaços brancos de plástico (por exemplo, poliestireno) podem ser distinguidos usando a informação espectral de seu *background*. Dessa forma, reconhecê-los se torna uma tarefa mais fácil para um analista devido aos seus formatos mais arredondados ou retilíneos. Na literatura internacional, é perceptível a preferência dos autores em mapearem este tipo de resíduos sólidos devido à maior facilidade em extraí-los da textura de fundo e reconhecê-los corretamente.

Por outro lado, reconhecer itens muito pequenos tem sido referenciado como uma tarefa bastante complexa, haja vista que a resolução espacial no solo deve ser a máxima possível para delimitações mais precisas. Isto, no entanto, requer voar em altitudes mais baixas, limitando a extensão das missões de voo. É sabido que a duração das cargas das baterias e o superaquecimento do ARP quando acionados por longos períodos são fatores críticos para implementar missões rápidas ou demoradas. Cabe destacar que embora o micro e nanoplástico não contribuam significativamente para o volume total de lixo, no que se refere a peso, estes ainda representam um componente relevante do problema da poluição costeira e marinha.

Figura 11 - Correspondências entre 10, 30 e 60 m da: a) RGB, b) Isodata e c) K-means para pequenos detritos



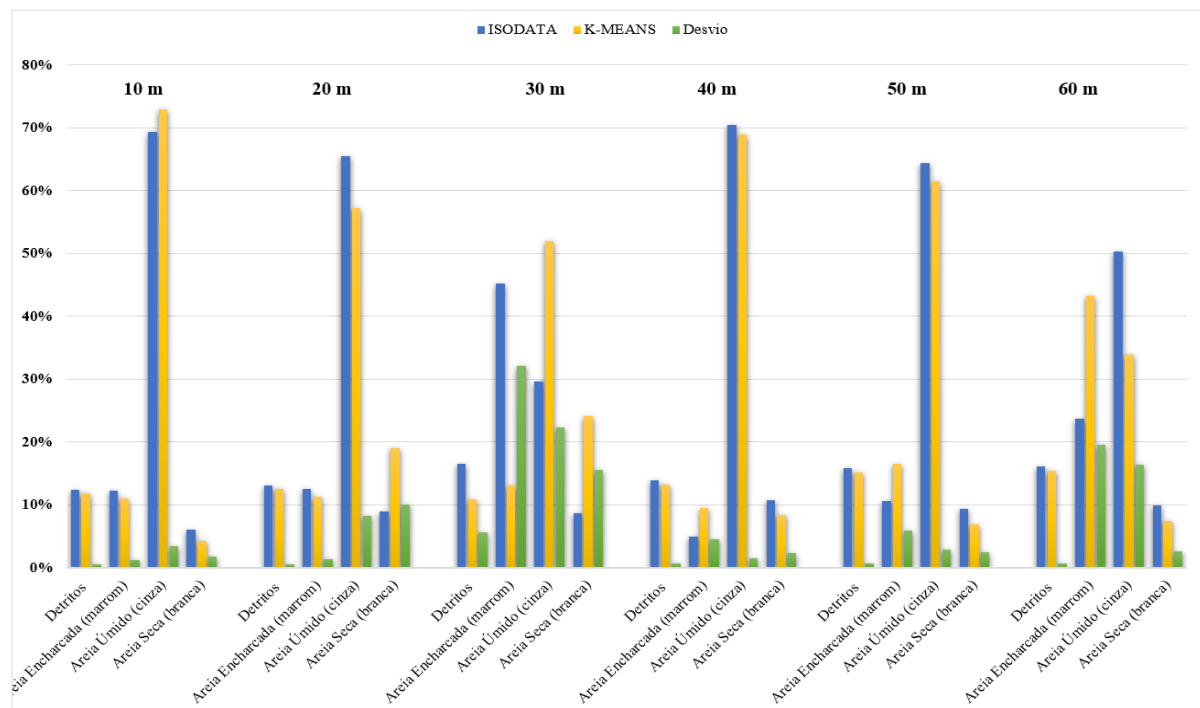


Fonte: Dados da pesquisa.

3.4.3 Quantificação

A quantificação de pixels pertencentes a cada classe de resíduos foi realizada automaticamente, de modo a assegurar a confiabilidade do processo. Como os dados foram agrupados em quatro classes, cada uma pôde ser tabulada em número de pixels, bem como em percentual da cena com 12 milhões de pixels. Os percentuais de cada imagem foram contabilizados e apresentados comparativamente na Figura 12.

Figura 12 - Quantificação dos percentuais mapeados aos 10, 20, 30, 40, 50 e 60 m pelo método Isodata e K-means e o desvio entre cada método



Fonte: Dados da pesquisa.

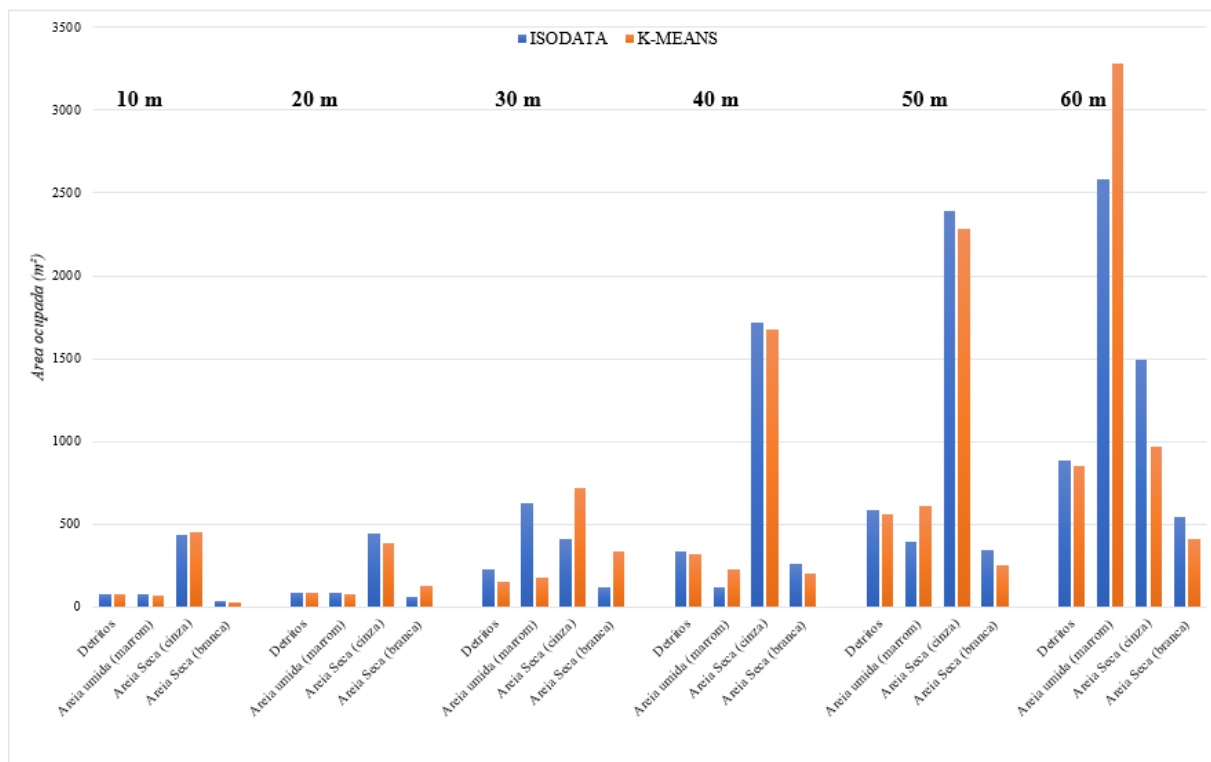
Observou-se que a classe ‘Detritos’ foi a mais fácil de se mapear por estes dois métodos de classificação não-supervisionada, apresentando as menores taxas de desvio entre os métodos, em todas as altitudes avaliadas. Contudo, houve uma tendência frequente de classificar mais pixels nesta classe pelo método ISODATA, que pelo método K-MEANS.

Como foi possível perceber, a exceção se deu aos 30 metros de altitude, onde as maiores discordâncias entre classes ocorreram mais intensamente, atingindo performance inferior até mesmo de 60 metros de altitude. Tal comportamento foi atribuído à interferência de nuvens durante a coleta da imagem, que reduziu sensivelmente a luminosidade e comprometeu o contraste entre pixels vizinhos na comparação computacional.

De maneira coerente, a classe predominante em todas as altitudes foi ‘Areia Úmida’ (cinza). Entretanto, de acordo com a Figura 13, é notório que as distorções prejudicaram gradativamente a classificação das imagens, desclassificando pixels desta classe e atribuindo aos outros rótulos. Com efeito, as estimativas de áreas ocupadas por detritos (e todas as demais classes) foram progressivamente superestimadas, com valores aproximados de 76.92 m², 88.99 m², 229.03 m², 337.45 m², 585.44 m² e 888.03 m² para a cobertura por detritos, segundo ISODATA nas seis altitudes. Já para K-MEANS as estimativas foram de 73.91 m², 85.48 m², 151.04 m², 322.00 m², 560.97 m² e 848.73 m². Neste sentido, este estudo concebe que para se

realizar um mapeamento consistente e preciso dos resíduos numa faixa litorânea deve-se prezar por imagens simples obtidas em altitudes de até 20 metros de altitude.

Figura 13 - Estimativa da área de praia ocupada por cada classe, por método de classificação



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao longo da faixa de areia foi possível detectar variações na distribuição de resíduos, os de maiores dimensões estão mais afastados do mar enquanto os de menores tamanhos predominavam na área de rebentação. Possivelmente, este padrão está associado aos detritos carregados pelo mar e trazidos de volta à praia, após intenso e persistente intemperismo. Outro ponto importante a ser considerado é que a própria degradação provocada pelo mar nestes objetos, desencadeia variações na coloração da areia próxima a eles – principalmente no sentido perpendicular às ondas – como consequência direta do arraste a que o objeto é submetido diuturnamente.

Atribuir um nível de confiança à classificação dos itens também pode ser um aspecto importante no monitoramento destes resíduos, uma vez que classificações menos confiáveis – isto é, com alto grau de confusão entre classes – podem mascarar a realidade do ambiente, subestimando ou superestimando o volume de detritos presente no solo. Mesmo os elementos de maiores dimensões são passíveis de má-interpretação quando são observados de altitudes superiores a 30 metros, principalmente, porque na medida em que o pixel tem maior

dimensão os elementos internos a esta área são desprezados pela maior predominância de areia ao seu redor. Assim, erros mais expressivos são registrados na proporção em que o detrito é mais fragmentado.

O posicionamento destas imagens, na praia ou em trechos litorâneos mais amplos, também constitui dado importante, principalmente quando combinado a levantamentos terrestres (itens coletados), pois tais informações são úteis para melhor compreender seu transporte, distribuição e acumulação sob processos costeiros.

Um mapeamento baseado em ARP pode subsidiar amparo para catalogar e entender melhor os detritos que podem existir em locais de difícil acesso. Desse modo, a distribuição espacial dos detritos mapeados usando a abordagem ARP pode ser usada para calcular a densidade do lixo da praia ou para classificar as praias com base na limpeza e aptidão para banho. Por fim, acredita-se que uma lista de detritos classificados por ARPs, como proposta por Andriolo *et al.* (2021), pode ser refinada com sensores sofisticados e, paulatinamente, assumir um padrão de monitoramento baseado em ARPs nos próximos anos, inclusive para ajudar usuários com pouca experiência em gestão de resíduos.

3.5 Considerações Finais

Os resultados deste estudo mostraram a diferença entre métodos automáticos e convencionais para prever o estoque de detritos em regiões litorâneas e podem fornecer informações essenciais para o desenvolvimento de metodologias e políticas eficazes na gestão de detritos litorâneos, visto que, o diagnóstico da classe ‘Detritos’ foi a mais fácil de se mapear por estes dois métodos de classificação não-supervisionada, apresentando as menores taxas de desvio entre os métodos, em todas as altitudes avaliadas.

O mapeamento dos resíduos por meio de ARPs foi fortemente influenciado pela relação entre a altitude de voo e o tamanho dos resíduos. Os dois métodos de classificação não supervisionada, quando em voos de 10 e 20 m de altitude, mostraram-se eficazes no mapeamento de resíduos sólidos incorretamente depositados nas faixas de areia. Apesar da similaridade entre as classificações foi possível recomendar que altitudes de voo superiores a 30 metros sejam incapazes de delinear mais adequadamente os elementos residuais nas praias.

Neste aspecto, considerando a urgente necessidade do diagnóstico de poluição nas praias por detritos não-naturais, as estratégias latentes no propósito de avaliação e controle desses poluentes manifestam-se, com o auxílio do sensoriamento remoto, por imagens aéreas locais. Pesquisas futuras devem explorar o uso de sensores hiperspectrais em vez de

multiespectrais para explorar maneiras que alguns detritos, em especial os com características de maior perversidade, como os resíduos plásticos, pois respondem a comprimentos de onda específicos. Além disto, estratégias envolvendo inteligência artificial sobre imagens RGB como o uso de algoritmos de detecção de objetos, aprendizado de máquina ou aprendizado profundo podem contribuir para a identificação de resíduos com maiores níveis de assertividade.

Por fim, através das coletas empíricas coletadas foi consolidado a efetividade do ARP como ferramenta de diagnóstico de detritos sólidos na região costeira analisada, com um maior nível de detalhamento da imagem, se comparado com aquisição orbital (satélite), sendo uma estratégia de baixo custo aquisição de dados através de imagens, com alta resolução espacial e de independência temporal para avaliação qualitativa de detritos sólidos. Aliado a importância do diagnóstico dos detritos principalmente da ordem antropogênica, o uso de ARPs foi satisfatório como instrumento para subsídio de tomada de decisão para problemas de contexto perverso, como resíduos sólidos costeiros mal gerenciados.

4 UM OCEANO DE PLÁSTICO: A ORQUESTRAÇÃO DE UM PROBLEMA PERVERSO

4.1 Introdução

Os detritos plásticos dispersos como material antrópico se fazem presentes em todos os ambientes oceânicos investigados (HALSBAND; HERZKE, 2019; TEKMAN *et al.*, 2020), incluindo gelo marinho polar e neve (OBBARD *et al.*, 2014 ; PEEKEN *et al.*, 2018) , águas superficiais e subterrâneas (LUSHER *et al.*, 2015; AMÉLINEAU *et al.*, 2016; CÓZAR *et al.*, 2017), biota (MORGANA *et al.*, 2018; PEEKEN *et al.*, 2018), mar profundo sedimentos (BERGMANN; KLAGES, 2012; BERGMANN *et al.*, 2017; TEKMAN *et al.*, 2017; KANHAI *et al.*, 2019), águas residuais e praias (GRANBERG *et al.*, 2019; VON FRIESEN *et al.*, 2020).

No contexto da crise sanitária mundial ocasionada pela pandemia de Covid-19, uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, percebe-se o papel indispensável do plástico no cotidiano das pessoas. Além da contribuição para o setor de saúde e segurança da saúde pública durante a pandemia. convivência com imposições severas de distanciamento social, restrição de viagens e reuniões, uso frequente de desinfetantes para as mãos junto com o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), mudanças comportamentais dos consumidores, dependência de compras online e serviços de *take-away* para entrega em domicílio de itens essenciais durante a pandemia, levaram a um aumento considerável da demanda por itens de embalagem à base de plástico, são tradicionalmente à base de petróleo e, portanto, não degradável. (PARASHAR; HAIT, 2021), não degradável é definido como “a falta de capacidade do material de se decompor ou mineralizar em taxas mensuráveis” (LESLIE, 2015).

Nessa perspectiva tem-se termo “problema perverso” foi cunhado por Rittel e Webber(1973), no texto "*Dilemmas in a general theory of planning*", que em abordagens de "engenharia" que tentavam resolver problemas urbanos e problemas sociais, eles delinearam dez propriedades de problemas perversos, o discurso do "perverso" que evoluiu a partir de uma crítica do racional-técnico ou abordagens de 'engenharia' para questões complexas de planejamento social e políticas públicas, com base na necessidade de níveis impossivelmente altos de clareza de objetivos, coordenação e desempenho informação (PRESSMAN; WILDAVSKY, 2015), ou sua negligência das experiências vividas e perspectivas das partes interessadas e dos prestadores de serviços.

Contudo, problemas perversos por sua natureza geralmente estão além da capacidade cognitiva para diagnóstico tempestivo ou compreensão limitada (Heifetz, 1994), especialmente se forem questões tecnicamente complexas como é o caso dos problemas de ordem ambiental. Normalmente, tais situações também exigem uma análise cuidadosa, diálogos, reflexões e diagnósticos precisos que envolvam as diversas partes interessadas e afetadas. Assim, Alford e Head (2017), delimitam um empenho na atenção em reconhecer, compreender e para que por fim seja possível um enfrentamento do problema considerado perverso, sendo possível já de início perceber que uma das fragilidades na operacionalização de ações é a tímida articulação da rede, entre os problemas e os atores envolvidos (LOUREIRO *et al.*, 2014).

Desta forma, a necessária gestão articulada com as possíveis lideranças em rede, sugeridas por Dhanaraj e Parkhe (2006), sob o título de orquestração, construíram a tese que a plena governança entre os envolvidos na problemática, pode estabelecer elementos condutores na compreensão da possível mobilidade do conhecimento, apropriabilidade das atitudes inovadoras de mitigação e estabilidade da rede criada. Doz *et al.* (2000) sugerem que, de processos emergentes como os ambientais, podem ser conduzidos por uma entidade desencadeadora que são instrumentais na iniciação e no crescimento de uma rede.

Na perspectiva que uma rede bem orquestrada é fator determinante para a resolução de embates na gestão de problemáticas emergentes, este estudo buscou responder os seguintes questionamentos: A ação dos detritos plásticos nos oceanos se enquadra como um problema perverso na percepção dos consumidores de recursos marinhos e costeiros? Na existência do enfrentamento em rede, a rede possui níveis sólidos de orquestração para gestão do problema perverso? Que atores estão no papel de lideranças orquestradoras e se quando no papel de líderes estão em um modelo dinâmico?

Para tanto, o objetivo do artigo foi desenvolver uma estrutura analítica utilizando as características definidas por Dhanaraj e Parkhe (2006), como plataforma para a verificação na orquestração em rede, enquadrando assim o modelo definido pelos autores de mobilidade do conhecimento, apropriabilidade das atitudes inovadoras e a estabilidade da rede, como categoria para enfrentamento e governança dos detritos plásticos depositados nos oceanos aplicando na tipologia dos problemas perversos.

4.2 Referencial Teórico

4.2.1. Apresentando a atuação dos detritos plásticos nos oceanos

A palavra plástica vem do termo grego *plastikos*, o que significa que ele pode permanecer moldado em vários sistemas (BARCELO; PICO, 2020; FRIAS *et al.*, 2019). A ciência dos polímeros é uma das áreas de pesquisa mais revolucionárias do século passado, instigada pela descoberta da baquelita, o primeiro plástico sintético. A descoberta da baquelita, em 1907, introduziu variações de polímeros e formulações plásticas para o nosso dia-a-dia, muitos dos quais são ainda disponíveis no mercado atualmente (SHASHOUA, 2008).

O plástico, que já foi um material inovador, tornou-se gradualmente uma ameaça ambiental global, com produção escalonada e a distribuição onipresente nos ecossistemas marinhos e de água doce (BERGMAN *et al.*, 2015; WAGNER *et al.*, 2018; ZENG *et al.*, 2018; FRIAS *et al.*, 2018). Somado a isso a poluição gerada pelo plástico vai além do lixo macroplástico. Os microplásticos podem conter aditivos, que têm o potencial de lixiviar para o meio ambiente, resultando em toxicidade para os organismos, incluindo carcinogênese e desregulação endócrina em humanos (COLE *et al.*, 2011; TALSNESS *et al.*, 2009).

Os oceanos e seus recursos sempre foram objeto de estudos e, principalmente, fonte de sobrevivência para as populações em todo o globo. Ao considerar essas mudanças no comportamento social, rejeitos na forma de lixo ou até detritos plásticos que foram jogados nos ecossistemas marinhos consolidaram um apelo constante à pesquisa. Sabe-se que a produção de plástico aumentou devido à conveniência e ao seu multuso. Concomitantemente, a quantidade de detritos provenientes deste tipo de material aumentou exponencialmente, assim como seu efeito nocivo à vida marinha (ERIKSEN *et al.*, 2014; LUSHER *et al.*, 2015; SAAVEDRA; BARAN, 2019) e à saúde humana (GALLOWAY, 2015; BESSA *et al.*, 2018).

Estima-se que 11 milhões de toneladas de resíduos plásticos entrem no oceano todos os anos. Sem ação imediata e sustentada, esse valor quase triplicará até 2040, para 29 milhões de toneladas por ano. É o mesmo que despejar 50 kg de plástico em cada metro de costa ao redor do mundo (WINNIE *et al.*, 2020). O termo “lixo no mar” pode ser caracterizado como sendo todo o resíduo sólido de origem antrópica que, independentemente de sua origem, entra no ambiente marinho. O lixo no mar é constituído principalmente por plásticos, borrachas, metais, vidros, têxteis e papéis, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2- Tipologia de lixo no mar

Lixo no mar tamanhos	Nano (< 1 nm)	Micro (< 5 mm)	Meso (< 2,5 cm)	Macro (< 1 m)	Mega (≥ 1 m)
Deteção/ Método de Identificação	Necessidade de métodos especiais de detecção, uma vez que as partículas menores não são detectadas por microscópios	Muitas vezes necessita de microscópios e instrumentação para confirmar que é plástico; itens maiores: visíveis/identificáveis a olho nu	Visível/identificável a olho nu.	Visível/identificável a olho nu	Visível/identificável a olho nu.
Exemplos de Lixo no Mar	Necessidade de métodos especiais de detecção, uma vez que as partículas menores não são detectadas por microscópios.	Microesferas em produtos para cuidado pessoal; fragmentação de produtos já existentes (plástico); poliestireno; plástico oriundo de estaleiros; partículas de resíduos de incineração	Tampas de garrafa; filtros e pontas de cigarro; bolas de plástico; resíduos transportados pelo vento ou carregados por tempestades.	Garrafas de bebida e latas; sacos plásticos; embalagem de alimentos; outras embalagens; talheres descartáveis; lacres de cerveja; linhas, flutuadores e boias de pesca; pneus; tubos; balões; brinquedos; têxteis.	Redes de pesca e armadilhas abandonadas; cordas; barcos; filmes de plástico; policloreto de vinila (PVC) proveniente de atividades de construção

Fonte: Watkins; Brink (2017).

Assim, considerando que os níveis de poluição dos plásticos nos compartimentos ambientais dos principais países costeiros, incluindo água do mar, sal marinho e organismos marinhos, estão fortemente inter-relacionados e tendem a aumentar proporcionalmente à quantidade de resíduos mal gerenciados. Desta forma, o forte apelo do uso de estratégias se faz necessária para entender os impactos dos lançamentos desses detritos nos oceanos, como as indústrias de pesca, transporte, turismo e seguros sofridas junto a governos e comunidades.

Os produtos de plástico são geralmente fabricados em plantas petroquímicas e de acordo com o Relatório do Centro de Direito Ambiental Internacional de 2019, sua produção contribuirá com aproximadamente 850 milhões de toneladas de emissões de efeito estufa, parecendo algo irreversível o plástico faz parte do cotidiano das populações e, no mundo inteiro, prova que em números atualizados são utilizados 4 trilhões de sacolas plásticas anualmente e 1 milhão de garrafas plásticas a cada minuto (BARCELO ; PICO, 2020; BARCELO, 2020).

Neste cenário percebe-se que os impactos decorrentes do acúmulo de lixo no mar para diferentes esferas foram apontados pelo *Institute for European Environmental Policy* - IEEP em 2016, instaurando um modelo nos pilares atingidos pelo problema:

1. Meio ambiente: O lixo no mar cria uma gama crescente de pressões sobre os ecossistemas marinhos e sobre a biodiversidade;
2. Finanças públicas: o lixo no mar cria um ônus econômico para as autoridades locais por meio de aumento de custos e da perda do potencial de receita com atividades de turismo, lazer e recreação;
3. Economia: o lixo no mar representa perda de valor material para a economia, pois pode criar pressões econômicas no setor de transporte/ navegação (motores incrustados, perda de produção e necessidade de reparos mais frequentes), custos para a pesca (“pesca fantasma”, por redes perdidas e descartadas) e custos para o turismo (perda de receitas provocada por um menor interesse do turista);
4. Social: O lixo no mar cria riscos para a saúde humana. Além de acidentes, o lixo acumulado provoca liberação de substâncias químicas, com potencial efeito adverso à saúde. Microplásticos contaminam mexilhões, ostras e outros animais que são consumidos pelo Homem.

Sob essas condições, os resíduos plásticos passam por processos de fragmentação que levam à formação de partículas progressivamente menores, ou microplásticos. Os microplásticos (Mps) são partículas de plástico que variam entre 1 µm e 5 mm de comprimento (FRIAS *et al.*, 2018). Atualmente, são considerados contaminantes relevantes e emergentes como resultado de sua presença generalizada no meio ambiente, bem como de novas evidências dos riscos que representam para os ambientes aquáticos (UNEP, 2016).

Os detritos plásticos, sendo macro ou micro proporções, transmitem complexos e perversos problemas configurando-se em poluentes por meio de alimentos aos usuários que afetam os ecossistemas, visto que os que são liberados diretamente na água, podem ser também vetores de contaminantes orgânicos e patógenos ao serem ingeridos por organismos e introduzidos na cadeia alimentar (BARCELO, 2020). Outros estudos relataram a presença de

microplásticos no estômago de larvas de peixes (LÖNNSTEDT; EKLÖV, 2016), peixes comerciais (NEVES *et al.*, 2015), peixe de água doce (SANCHEZ; BENDER; PORCHER, 2014) e, inclusive, um estudo mais recente comprovou que eles estão presentes em sais comerciais consumidos por humanos no mundo (KARAMI *et al.*, 2017; PEIXOTO *et al.*, 2019).

E de forma impactante, pois o plástico como poluidor já é um assunto recorrente em pautas ambientais, mas a presença do componente no organismo humano vem ganhando cada vez mais relevância, e pela primeira vez, um estudo holandês detectou a presença de microplásticos no sangue humano, que chega até o organismo através do consumo de alimentos embalados e de carnes de animais contaminados, além da inalação do ar e da água que bebemos, por conta da poluição do material no meio ambiente, tal estudo internacional, publicado recentemente, foram coletadas 22 amostras de sangue de doadores anônimos, todos adultos saudáveis, e a presença do microplásticos foi detectada em 17 amostras, ou seja, 80% dos participantes (LESLIE *et al.*, 2022).

Por tais evidências indicativas crescentes do deságue de detritos plásticos no mar levaram à necessidade de entender seus impactos como uma forma de poluição marinha e com deságues impactantes de contorno social. No Brasil, os estudos começaram tardiamente, e os dados referentes a esse problema ainda são escassos.

As primeiras pesquisas realizadas em ambientes costeiros brasileiros, objetivando a identificação de detritos plásticos ocorreu no final da década de 2000, quando foram identificados, pela primeira vez, no arquipélago de Fernando de Noronha (IVAR DO SUL; SPENGLER; COSTA, 2009), e na praia de Boa Viagem em Pernambuco. Posteriormente, foram relatados em Santos, São Paulo (TURRA *et al.*, 2014), na costa de Salvador, Bahia (FERNANDINO *et al.*, 2015), Aracaju, Sergipe em 2011 e Vitória, Espírito Santo, em 2014 (FALCÃO, 2015).

Cientes da complexidade do problema se faz necessária adoção de uma perspectiva irrestrita no intento de alcançar os processos de contaminação, especialmente por detritos plásticos e encontrar soluções. As ações de mitigação estão associadas ao conhecimento dos diversos interesses envolvidos e às diferentes perspectivas de valores. Neste contexto é proposto a estrutura analítica e adaptativa denominada “problemas perversos”, visto que na proposta da pesquisa de enquadrar a ação dos detritos plásticos nos oceanos como um problema de uma estrutura indefinida relativa as múltiplas facetas e afetados, desta forma sendo possível a criação de uma plataforma de apoio para fomento de iniciativas entre atores, no campo local para seu enfrentamento e consequente governança.

Nesse percurso, o conceito de governança reforça a importância das redes de atores sociais, pois é dependente do envolvimento e da interação entre governo, instituições de ensino, sociedade civil e mercado para que se possa criar e implementar políticas públicas específicas para o desenvolvimento e possível trato com problemáticas emergentes (KAPUCU; HU, 2020). As redes devem ter por princípio a compatibilização de objetivos políticos, econômicos e sociais e os meios para se alcançar o equilíbrio nas decisões de interesse comum (HOWLETT *et al.*, 2013). Assim, a governança ambiental estabelece que é factível estruturar a capacidade de conectar os atores que pertencem a categorias e níveis distintos, de modo a criar, como estruturas flexíveis que favorecem a adaptação evolucionária das problemáticas socioambientais.

4.2.2 Caracterizando a perversidade do problema dos detritos plásticos depositados nos oceanos

Problemas perversos são definidos na literatura como uma classe de problemas do sistema social que são mal formulados, onde a informação é confusa, onde há muitos clientes e tomadores de decisão com valores conflitantes, e onde as ramificações em todo o sistema são ininteligíveis (IRWIN, 2012; RITTEL; WEBER, 1973). Problemas perversos tratados como complexos, intratáveis, abertos, imprevisíveis caminham para uma emergente proliferação, traduzidos em novas complicações e desafios, como aquecimento global, abuso de drogas, proteção infantil ou desastres naturais.

Rittel foi o essencial artífice da concepção do "problema perverso" (CHURCHMAN, 1967; PROTZEN; HARRIS, 2010), propôs pela primeira vez a noção de problemas perversos em um seminário em 1967 para se referir a "problemas do sistema social que são mal formulados, onde as informações são confusas, onde há muitos clientes e tomadores de decisão, e onde as ramificações em todo o sistema são incompreensíveis" (CHURCHMAN, 1967, p.18).

Alford e Head (2017) constataram que uma condição peculiar se observa na sociedade moderna: o modelo pluralista, que não admite soluções artificiais impostas a grupos sociais com atitudes e valores diferentes e esse pluralismo mina a possibilidade de soluções claras e acordadas. Nessa trajetória os problemas finitos enfrentados na engenharia são vistos como relativamente 'domesticados' ou 'benignos' no sentido de que seus elementos são definíveis e as soluções são verificáveis. Em contraste, os problemas sociais modernos são geralmente "mal definidos" e resistentes a uma solução acordada. Eles são, portanto,

"perversos", confiando em julgamentos políticos ao invés de certezas científicas (RITTEL; WEBBER, 1973).

Rittel e Webber (1973), instauraram o conceito de problemas perversos para um público geral, com a potencial difusão do conceito foi percebido que dos cinquenta periódicos com artigos citando Rittel e Webber, há cinco vezes mais em periódicos ambientais, onde é crescente as demandas por exemplo, em ecossistemas marinhos e por consequência os ambientes oceanicos (ROWLEY; HEAD, 2017).

Para aplicar substantivamente o conceito de problema perverso, argumentando que problemas 'perversos' ou 'intratáveis', Fischer (1990), alinhava problemas perversos com problemas "recalcitrantes", "indisciplinados", "e "incontroláveis" e sugeriu que o inquérito colaborativo cidadão-especialista poderia conter a chave para resolver uma categoria específica de problemas políticos contemporâneos. Assim, fez-se um esforço em delimitar problemas mal definidos e conflitos das partes interessadas como evidências de problemas de política "confusos" (ACKOFF, 1974; HORN, 1981).

Em termos mais analíticos, Simon (1973) chamou a atenção para problemas "mal estruturados" (HOPPE, 2010; MASON; MITROFF, 1981). Com literatura política demonstra-se que a definição do problema é crucial, e de toda perspectiva sobre a natureza do problema (PETERS, 2005). Mais recentemente, Boehnert (2018) apontou que problemas perversos exigem colaboração interdisciplinar, porque as abordagens individualistas e instrumentais têm uma capacidade limitada para lidar com a emergência. Na medida em que a experiência pode ter algum impacto, seu valor deriva não de ser capaz de diagnosticar o problema, mas de compreender quais perguntas precisam ser feitas e investigações realizadas.

Assim ao observar problemas ambientais como os relacionados à poluição marinha, estes são vistos como exemplos clássicos de ímpios porque desafiam a resolução fácil (MCBETH; SHANAHAN, 2004), cada um sendo exclusivamente complexo (LUDWIG, 2001), e localizado 'nos limites dos sistemas naturais e sociais' (VAN BUEREN *et al.*, 2003; DRYZEK, 1997). Além disso, o conflito ambiental é tipicamente "baseado em valor", como preconizaram Mcbeth e Shanahan (2004) e para que, em muitos casos, nem mesmo a "evidência mais forte possível" possa resolver diferenças entre as partes interessadas ou evitar desencadear grandes conflitos políticos (MCBETH; SHANAHAN 2004; NILSSON, 2006; VAN DE KERKHOF, 2006).

Problemas ambientais complexos como os dos depósitos de detritos plásticos nos oceanos são particularmente desafiadores, inclina-se para um caminho e encargo aos formuladores de políticas, e outros atores neste contexto. É justificado que iniciativas de

políticas que visam abordar questões socioambientais heterogêneas são perenemente difíceis de programar devido a uma série de circunstâncias, incluindo quando as bases de conhecimento associadas são divergentes e incompletas, quando os interesses de curto prazo entram em conflito com os benefícios de longo prazo e quando limites ambíguos impedem um acordo universal (HEAD, 2017 ; DUCKETT *et al.*, 2016).

Seguindo a lógica definida por Rittel e Webber , de forma preliminar entende-se o que é possível inicialmente compor uma síntese dessas definições para categorizar o controle dos detritos plásticos nos oceanos delimitado sob a óptica dos problemas perversos criados ao utilizar seus atributos originais de forma:

1- Cada problema é único: Cada contexto local tem dimensões únicas (idioma, cultura, religião, políticas, economia e relações com estratégias nacionais e internacionais), uma combinação única de desafios específicos ao contexto mundial torna o controle dos detritos plásticos nos oceanos um problema perverso, os problemas por serem locais e, conseqüentemente, o nível de perversidade pode variar de região para região. De modo que as lições aprendidas com um problema perverso em outra escala não podem ser transferidas para outro problema perverso mesmo em similares circunstâncias (GROENEVELD, 2020).

2- Não existe uma definição clara do problema: Quem é o culpado? A ação dos plásticos nos oceanos não é recente, porém as ações do tecido social envolvido, autores dos relevantes deságues dos detritos não fica definida, intervenções políticas podem ter consequências que não podem ser facilmente controlados em sistemas sociais abertos e pluralizados e além da multiplicidade da rede. A análise sistêmica baseada nas etapas da política racionalista ou na abordagem do ciclo ('entender os problemas ou a missão', 'coletar informações', 'analisar informações', 'sintetizar informações', 'efetuar a solução') não funcionaria. Nem a deriva do incrementalismo, "a política de pequenos passos"(CROSBY *et al.*, 2019).

3- Os problemas são multicausais, multiescalares e interconectados: Nesse sentido, cabe destacar que a presença dos detritos plásticos nos oceanos promove impactos econômicos, sociais e ecológicos do nível local para o internacional. Conforme declarou Hajer (2003) , o conhecimento científico importa menos nessas circunstâncias do que a capacidade de negociar politicamente, sob condições de incerteza, e trabalhar efetivamente nas redes e nas fronteiras entre ciência, stakeholders e política , somado ao pluralismo interno e múltiplos atores que operam dentro de sistemas cada vez mais abertos e com visões conflitantes sobre problemas complexos e suas soluções.

4-Vários interessados têm agendas conflitantes: os desafios de lidar com essa questão não são triviais. Tampouco os desafios de reversão ou contenção do deságue dos plásticos nos oceanos é questão somente ambiental; é também econômica, social, estética, cultural e de saúde pública. É complexa por exigir ações intersetoriais e com grande engajamento da sociedade civil organizada e principalmente dos agentes públicos, múltiplas explicações ou forças motrizes existem para o problema, e cada um sugere uma solução diferente (GROENEVELD, 2020).

5- Os problemas ultrapassam os limites organizacionais e disciplinares: Os níveis de poluição dos detritos plásticos nos compartimentos ambientais dos principais países costeiros, incluindo água do mar, sal marinho e organismos marinhos, estão fortemente inter-relacionados e tendem a aumentar proporcionalmente à quantidade de resíduos plásticos mal administrados. Assim, a crescente súplica do uso de estratégias para entender os impactos dos lançamentos desses detritos nos oceanos, como as indústrias de pesca, transporte, turismo e seguros sofridas junto a governos e comunidades.

6- Todo problema perverso está conectado a outros: As inserções cada vez maiores destes detritos nos oceanos afetam diretamente o pilar o social, o ambiental, o econômico e o de regulação. Na perspectiva dos impactos dos macros e microplásticos atingem diretamente as famílias, a saúde dos oceanos e as políticas marinhas. Acrescentado ainda o advento da descoberta que também são cada vez mais encontrados no sistema alimentar humano (BARBOZA *et al.*, 2018; PEIXOTO *et al.*, 2019). Além da produção, coleta e descarte de plástico também são as principais fontes de emissão de gases de efeito estufa (GEE) (ZHENG; SUH, 2019).

7- Cada solução se ramifica em todo o sistema: Uma mudança de política pode repercutir em todo o cenário sócio-político, se aplicada conforme o pretendido. Os objetivos de longo prazo do controle do deságue dos detritos plásticos nos oceanos são dignos, mas requerem um período de transição e ajuste planejado, executado e principalmente controlado. No século XXI, os principais países costeiros reavaliaram o valor das indústrias marinhas e costeiras, estabeleceram estratégias de desenvolvimento e conservação dos recursos marinhos e costeiros. Esta nova visão tem os mares, costas e oceanos como fonte de inovação e vantagem competitiva tanto para empresas como para os países que desenvolverem suas políticas estratégicas no âmbito da sustentabilidade (APEC, 2009; MULAZZANI; MALORGIO, 2017; KIM *et al.*, 2018; BENNETT *et al.*, 2019).

8-As soluções não são certas / erradas, mas melhores / piores: Problemas perversos são dilemas no planejamento social e político que resistem a definições claras e soluções

predeterminadas. Muitos *stakeholders* e tomadores de decisão diferentes estão envolvidos, com valores conflitantes, e as ramificações de todo o sistema são totalmente confusas e resistentes às mais variadas soluções (ABREU; CAMPOS, 2019).

9-A avaliação da solução pode ser lenta: os efeitos de problemas perversos e suas soluções podem se tornar visíveis apenas em um futuro distante, incluindo um teste de sucesso final e oportuno. Embora existam precedentes de sucesso em diferentes contextos, avaliá-los é um processo situado, sendo necessário considerar o como demonstrar e avaliar os impactos destes longos e intermitentes deságues dos detritos. Os arranjos de governança para lidar com esse desafio foram propostos por Varone *et al.* (2013) e identificaram a importância emergente dos espaços regulatórios funcionais, que refletem a necessidade de multidimensionalidade e policentricidade na ação do estado e setores envolvidos.

10-Os problemas não são completamente resolvidos: Rittel e Webber trataram de forma sombria sobre a capacidade de resolver problemas perversos. Como eles viram, cidadãos e formuladores de políticas enfrentam problemas únicos de políticas públicas, sem soluções de design ideais (1973, p. 155; 158), segundo os autores na verdade nenhuma "solução", além do que pode ser entregue através de julgamento político (p. 160) e que, por sua vez, seria variável devido a interesses, valores e ideologias (p. 163). Ao considerar que problemas perversos não têm regra de parada, não se pode dizer se o problema foi resolvido, visto que os formuladores de políticas sempre podem encontrar maneiras de fazer melhor.

Ao enquadrar uma problemática na longa proposta de Rittel e Webber (1973), pode-se indubitavelmente recair em um modelo pessimista e sem perspectiva em dirimir as celeumas provenientes do dilema proposto, assim recentes interpretações da obra precursora foram consideradas possibilidades de tecer defesa de um padrão mais pragmático de sucesso ao lidar com problemas complexos, especialmente os mais difíceis que pode se modular a "solução" desses problemas, para que não tanto "resolvemos" problemas perversos, mas sim um plano desenvolvimento de performances para melhor administrá-los.

É possível uma descrição mais realista de “progresso”. A literatura oferece uma variedade de estratégias alternativas para lidar com problemas complexos. Uma categorização conhecida foi trazida por Roberts (2000), que identificou três tipos possíveis de abordagens: autoritária, competitiva e colaborativa além do profissional tradicional gestão, seguindo a proposta outros escritores propuseram variantes semelhantes às categorias usadas por Roberts como Durant e Legge (2006), Kreuter *et al.*, (2004), Termeer, Dewulf, Breeman, Stiller, (2015) e Weber e Khademian, (2008). Tais análises mostram que nenhuma dessas quatro estratégias, tomadas isoladamente, provavelmente atenderá aos requisitos da situação. Em particular, ilustra

como o modelo "tamanho único" tem atormentado o governo organizações por décadas (TURNPENNY *et al.*, 2009; ALFORD; HUGHES, 2008; HEAD; ALFORD, 2015).

Ao apresentar distintas alternativas para a compreensão do tema no decorrer dos anos, diferentes nomes viabilizaram propostas que convergiram para a implementação da sistemática “problemas perversos”, mas com a percepção definida que o trabalho de enfrentamento e gestão eficiente depende do claro e assertivo papel dos personagens da rede de em um esforço de manter orquestrado as ações e resoluções dos problemas perversos como o depósito dos detritos plásticos nos oceanos. A orquestração de rede se refere nessa esfera a um conjunto de ações deliberadas e propositadas realizadas por um ator central ou hub, para extrair valor de uma rede atuações dinâmicas. De acordo com Dhanaraj e Parkhe (2006), fatores de design de rede, como o tamanho da rede e a diversidade de seus membros, densidade estrutural, centralidade e status influenciam coletivamente os papéis orquestradores da empresa central na gestão de processos.

4.2.3 Problemas Perversos e Detritos plásticos oceânicos: a orquestração em rede como tipologia analítica

Problemas perversos na arena ambiental normalmente surgem de conflitos arraigados sobre a gestão de recursos naturais e sobre a priorização de objetivos econômicos e de conservação de forma mais geral. Dada esta diversidade de iniciativas políticas e com respeito ao interesse mais amplo em todos os aspectos da governança ambiental, há uma necessidade de esforços na exploração dos métodos disponíveis para compreender e responder aos perversos problemas ambientais (DUCKETT *et al.*, 2016).

Nutrindo a alegação que a sustentabilidade nos oceanos, e a manutenção de um meio ambiente equilibrado também são fundamentais para atingir os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) formulado pelas Nações Unidas sob sua agenda 2030, de forma específica o uso sustentável dos oceanos, os mares e os recursos marinhos (ODS 14), que exige a interação entre os elementos produzem incerteza devido ao comportamento dinâmico do sistema incluindo principalmente os atores envolvidos (HEAD, 2008; HEAD; ALFORD, 2015).

Em 2020, um problema de influxo sistêmico e com aspectos dinâmicos emergiu notadamente no contexto sanitário com repercussões na arena ambiental, o novo coronavírus SARS-CoV-2, que contraiu mais de 175 milhões de pessoas em 215 países e territórios dados de junho de 2021 (OMS, 2021), conseguiu desenhar repercussões ambientais ambivalentes

visto que a qualidade do ar melhorou significativamente em áreas urbanas (HE *et al.*, 2020) e em áreas populosas (KANNIAH *et al.*, 2020), e as emissões globais de gases de efeito estufa, como o CO₂ atmosférico, caíram temporariamente devido a medidas de bloqueios à circulação (LE QUÉRÉ *et al.*, 2020; ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL, 2020), em contrapartida, ocorreu um aumento da demanda para o uso de itens de plástico, como máscaras cirúrgicas (ARAGAW, 2020), que persistem nos ambientes marinhos por séculos (TURNER *et al.*, 2020) foi intensificado exponencialmente.

Assim, na percepção do amálgamo de evidências em que o acréscimo do uso de plástico aumenta os lançamentos em ambientes marinhos, especialmente em áreas costeiras com elevada densidade populacional e emissão de resíduos de plástico, o desenho da pesquisa foi construído na proposta da tipologia denominada *orquestração* que se insere no ensejo de uma complexa rede que pode conduzir a gestão e o enfrentamento deste problema de natureza perversa que reverbera em uma atividade fundamentalmente dinâmica e incerta, onde a participação e a coordenação move-se a habilitar lideranças em vez de uma gestão estrita (MILES *et al.*, 2000).

A *orquestração* de recursos nos diversos ecossistemas surge com o propósito de conduzir uma rede de atores interdependentes, levando-os a combinarem recursos complementares com o objetivo de cocriação e entrega de valor, bem como da apropriação dos ganhos deste processo (WALRAVE *et al.*, 2018). Sob a ótica de redes, os ecossistemas podem apresentar características tanto de governança formal quanto informal (AUTIO; THOMAS, 2014). A governança formal pressupõe a existência de contratos, regras e regulamentos, enquanto a governança informal é conduzida por meio da própria estrutura da rede e das normas de reciprocidade e confiança, aspectos que, então, sustentam as relações entre os atores (PROVAN; FISH; SYDOW, 2007).

Czakoń e Klimas (2014), abordam que o conjunto de atividades que o *orquestrador* se envolve e *cunho gerencial* emitem uma abordagem para essas tarefas, denota assumir funções específicas de *orquestrador*, pois os recursos do *orquestrador* são relevantes para determinar se laços relacionais conseguem assumir diferentes funções e conduzir as atividades dentro deles. Inteirar com outras proposições emergentes, tais como os da arena ambiental, em particular relativa aos problemas relativos aos detritos plásticos depositados nos oceanos e a repercussão para as populações que vivem em seu entorno.

É fato que para a formulação de hipóteses na inserção em um diagnóstico empírico do cenário, entendendo que a análise de um problema perverso implica uma observação reflexiva ou iterativa e a uma análise mais matizada dos problemas, considerando a variedade

de atores envolvidos suas relações e a coesão ou densidades delas (HORN, 1981; ISON *et al.*, 2015 ; REIN, 1976 ;ONU , 2007).

Sob esta perspectiva a descoberta de métodos para o enfrentamento da poluição por plásticos segue sendo um relevante desafio aos pesquisadores ambientais, intervir em suas causas e mecanismos subjacentes aos seus impactos consolidou-se como esforço iminente da contemporaneidade, utilizando como cena para emoldurar a gestão dos detritos plásticos em sua forma perversa , a tipologia de orquestração em rede que se alia ao escopo da relação, conforme mostrado na figura 14, no intento de explorar o fenômeno antrópico e seus impactos no tecido social e ambiental pesquisado.

Figura 14 - Matriz da relação do enfrentamento dos detritos plásticos despejados nas águas e costa oceânica

DETRITOS PLÁSTICOS OCEÂNICO	PROBLEMAS PERVERSOS ÚNICOS	OS PROBLEMAS NÃO SÃO COMPLETAMENTE RESOLVIDOS	VÁRIOS INTERESSADOS TÊM AGENDAS CONFLITANTES	CADA SOLUÇÃO SE RAMIFICA EM TODO O SISTEMA
		NÃO EXISTE UMA DEFINIÇÃO CLARA DO PROBLEMA	OS PROBLEMAS ULTRAPASSAM OS LIMITES ORGANIZACIONAIS E DISCIPLINARES	AS SOLUÇÕES NÃO SÃO CERTAS / ERRADAS, MAS MELHORES / PIORES
		OS PROBLEMAS SÃO MULTICAUSAIS, MULTIESCALARES E INTERCONECTADOS	TODO PROBLEMA PERVERSO ESTÁ CONECTADO A OUTROS	A AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO PODE SER LENTA
		ORQUESTRAÇÃO EM REDE		
		MOBILIDADE DO CONHECIMENTO	APROPRIABILIDADE DAS ATITUDES INOVADORAS	ESTABILIDADE DA REDE

Fonte: Elaborada pela autora.

Em um ecossistema com características de enfrentamento e inovação para aplicação de respostas, o ordenamento passa pelos estágios de orquestração da rede e orquestração dos recursos relacionais. A orquestração em rede compreende por seus artífices Dhanaraj e Parkhe (2006), a categorização através dos processos de mobilidade do conhecimento, apropriação da inovação e estabilidade da rede.

A mobilidade do conhecimento nestes termos adquire a missão de difusão do conhecimento no desígnio de direcionar tal percepção para todos os atores da rede. A mobilidade também requer o desenvolvimento das capacidades de absorção de conhecimento (capacidade de aprendizagem nas fronteiras organizacionais), identificação da rede (valores e crenças comuns, com o propósito de promover coesão, motivação e trocas entre os membros),

e socialização organizacional (formal e informal, com vínculos, comunicação e relacionamento, visando à socialização dos conhecimentos) (SANTOS *et al.*, 2020).

As apropriabilidade das atitudes inovadoras se alicerçam em garantir a distribuição uniforme, apropriação dos conhecimentos da rede pelos atores sem que eles entreguem o sumo do conhecimento. A apropriação do conhecimento é composta por três processos: confiança (reciprocidade, troca de informações, resolução conjunta de problemas e sanções para violação de confiança), justiça processual (justiça do processo de decisão, comunicações bilaterais, capacidade de refutar decisões, completa consideração das decisões finais e consistência no processo de tomada de decisão) e propriedade conjunta de ativos (comprometimento mútuo, resolução conjunta de problemas e objetivos compartilhados) (SANTOS *et al.*, 2020).

Com a característica denominada estabilidade da rede se infere o equilíbrio entre os elos fracos, que facilitam a adaptação e a agilidade, e o desmembramento excessivo, que pode levar à instabilidade, comprometendo os resultados da inovação, reverberando por sua vez no incremento a reputação, o que desencoraja a extinção de laços, incentiva a criação de relações e promovendo a confiança entre os atores, além de robustecer o vínculo entre os atores para que a cooperação e a reciprocidade sejam incentivadas no futuro e isso gere retornos positivos de expectativa no presente, refletindo-se no comportamento dos atores e criação de multiplexidade (duas ou mais relações diferentes ocorrendo concomitantemente) (DHANARAJ; PARKHE, 2006).

Com Saka-Helmhout e Ibbott (2014), se levanta a ideia que diferentes tipos de orquestradores podem ser identificados, enquanto o "conjunto de ações deliberadas" geralmente se refere a várias atividades, como a promoção da mobilidade do conhecimento ou a garantia da apropriabilidade da inovação e a natureza dinâmica de orquestração significa que nem todas as atividades são igualmente destacadas todas as situações, e que podem ser realizadas de maneiras diferentes (algumas mais formais, outras mais sutis).

Roijakkers *et al.* (2013), promovem abordagens diferentes em relação às atividades de orquestração, e diferentes meios para conduzi-los. Um orquestrador de jogadores normalmente é um ator que tem incentivos individuais relativamente fortes dentro das redes e ecossistemas que pretende influenciar. Correspondentemente, um orquestrador não-player influencia e suporta a rede sem ser um concorrente ativo no resultado final (LETEN *et al.*, 2013; ROIJAKKERS *et al.*, 2013).

Esses não-jogadores podem ser ainda divididos em facilitadores e patrocinadores. Este último tipo de orquestrador tem seus objetivos individuais aliados aos objetivos coletivos (COMACCHIO *et al.*, 2012; NAPIER *et al.*, 2012), enquanto a principal preocupação dos

facilitadores é o bem-estar e o funcionamento da rede: eles não estão tão interessados em utilizar os próprios resultados, nem estão orquestrando as redes para benefícios próprios (HURMELINNA-LAUKKANEN; NÄTTI, 2012; METCALFE, 2010).

Pikkarainen *et al.* (2017) enfatizam atividades de definição e coordenação de agendas, dirigidas principalmente por orquestradores no encargo de jogadores, o papel do líder por exemplo, dá ênfase a motivação e fomento, além da colaboração voluntária e a identificação de funções dos membros da rede por orquestradores/jogadores, onde o benefício de um jogador tentando fortalecer sua própria competência é destacado mesmo as atividades individuais de orquestração sejam enfatizadas em diferentes extensões.

Neste cenário de incertezas e múltiplos relacionamentos direcionados ao enfrentamento a uma complexa gestão como as dos detritos plásticos oceânicos, os atores tendem a buscar seus próprios interesses permanentemente, sem adotarem um comportamento passivo, a orquestração nesse caso passa a ser ainda mais considerável. Analisando as relações do ecossistema como um todo, é possível atenuar discrepâncias da importância de atores individuais ou do comportamento coletivo. Logo, a orquestração, ver figura 15, pode oportunizar a compreensão dos benefícios coletivos a partir da colaboração multilateral (PROVAN; FISH; SYDOW, 2007).

Figura 15 - Modelo de resposta ao problema perverso



Fonte: Elaboração própria.

A orquestração nesta esfera sintetiza fatores de um problema perverso contundente, como os caracterizados na seção anterior, os detritos plásticos depositados sistematicamente nos oceanos, pode ser entendida como o conjunto de ações intencionais e propositais que implica em uma questão central na rede de orquestração: Existem orquestradores (não se limitando apenas a empresas, mas abrangendo diferentes atores) que realizam atividades de orquestração que influenciam a rede e seus mais diversos membros, com distinta densidade e laços relacionais no tratamento da cadeia orquestradora .

4.3 Metodologia

O trabalho apresenta resultados de um estudo do tipo exploratório e de caráter qualitativo, com entrevistas em respondentes de distintas áreas de atuação na esfera ambiental. A escolha do nicho se deveu às características de forte relação da trajetória dos entrevistados com participação direta em matérias relacionadas a gestão e enfrentamento dos detritos plásticos depositados no oceano, uma vez que a complexidade dos questionamentos necessitou de um nível de perícia acentuada dos escolhidos, além de visitas técnicas em locais onde o contingente de informação demandasse a presença *in situ*.

Tais informações reúnem características consideráveis para as pesquisas avancem no entendimento dos processos para um enfrentamento robusto, principalmente em contextos sociais menos assistidos, assim o estudo foi desenvolvido a partir de duas fases. Na primeira fase foi realizada totalmente em ambiente remoto, por conta da fase aguda da pandemia SARS-CoV-2, no qual as entrevistas foram conduzidas com auxílio do *Google Meet*, que permite também gravar áudio e vídeo para análise posterior. Nessa etapa foram realizadas 30 entrevistas formais, levando a uma duração média de duas horas e 10 minutos por entrevista.

Compatível com a abordagem qualitativa da pesquisa, abordamos as entrevistas e oficinas a partir de uma perspectiva interacionista (SILVERMAN, 1993). Em vez de tomar as declarações do informante como um fato objetivo, conduzimos as entrevistas de forma aberta para obter *insights* sobre as maneiras pelas quais nossos informantes entenderam e experimentaram os complexos conjuntos de desafios e buscaram novas soluções relacionadas ao aporte e problemáticas transversais de detritos plásticos no oceano. Isso significa que, embora tenhamos usado um roteiro de entrevista semiestruturado para garantir que cobrimos os mesmos tópicos em cada entrevista, permitimos que cada entrevista se desenvolvesse seguindo as percepções e raciocínio do informante (FONTANA; FREY, 1994; KVALE,

1996). Suas visões e interpretações de especialistas nos permitiram obter informações ricas sobre os obstáculos sistêmicos e soluções para a transição e gestão dos plásticos nesse contexto.

A segunda fase foi empreendida por uma estratégia de triangulação, considerando os pontos em comum existentes entre as diferentes falas, observações colhidas nas instalações visitadas, bem como a presença em audiências relacionadas a gestão de resíduos sólidos em sessões na assembleia legislativa do Estado do Ceará, além dos diversos documentos analisados. Nesse particular, a evidência referente a uma das dimensões que apresentasse coerência lógica e temporal, bem como recorrência em fontes diferentes, foi considerada empiricamente relevante e incorporada aos dados para análise.

Para operacionalizar a análise dos dados as entrevistas foram agrupadas por núcleos de atuação dos respondentes, que foram estabelecidos quatro eixos de abaixo expostos na tabela 04:

Tabela 4 - Agrupamento de respondentes por núcleos de atuação

	VÍNCULO/ATUAÇÃO	UF
INSTITUCIONAL		
R1	UNP	RN
R2	UECE	CE
R3	UFRN	RN
R6	UFC	CE
R11	SEMA	CE
R13	SEMACE	CE
R14	USP	SP
R15	IMAC	CE
R18	UECE	CE
R19	UFPB	PB
R20	UFC	CE
R30	UFSC	SC
ECONÔMICO		
R10	Empreendedorismo ambiental	CE
R17	Empreendedorismo ambiental	PB
R21	Empreendedorismo ambiental	PB
R22	FIEC	CE
R23	Observatório da Indústria (Economia do Mar)	CE
R24	Sindiverde	CE
R26	Empreendedorismo ambiental	RS
R27	Observatório da Indústria (Meio Ambiente)	CE
AMBIENTAL/SOCIAL		
R04	Coletivo Ambiental	PE
R05	OSC	CE
R07	Coletivo Ambiental	AL
R08	OSCIP	SP
R09	Coletivo ambiental	CE

Continua

R12	Médicos Saúde Planetária	CE
R16	Rede de Catadores de recicláveis	CE
R25	Médicos Saúde Planetária	SC
R28	OSC	RN
R29	Coletivo Ambiental	PB

Fonte: Dados da Pesquisa.

As informações serão tratadas utilizando protocolos de coleta e de redução e sintetização em direção à validação do framework proposto por meio da identificação de evidências empíricas que permitissem sua checagem, como descrito em Miles e Huberman (1984). A análise de comparação interativa e constante de Miles e Huberman tem a qualidade de reunir narrativas das entrevista em padrões e temas na análise de dados por meio de um processo de agrupamento, comparação e contraste . Essa abordagem de pesquisa permite uma coleta e investigação aprofundadas , e com a possibilidade de seguir com o processo iterativo de análise comparativa das falas , primeiro identificando temas amplos dentro de cada entrevista, e depois entre entrevistas, para chegar a padrões gerais (EISENHARDT; GRAEBNER, 2007 ; MILES ; HUBERMAN, 1994). Desta forma tem-se que as entrevistas foram lidas e relidas no intento de classificar as informações dentro do caso em categorias amplas e descartar dados irrelevantes, destacando que os relatos foram explorados manualmente, utilizando destaques/texto em negrito.

4.3.1 Instrumentalização das Categorias de análise

As evidências empíricas foram trabalhadas na perspectiva da problemática perversa, considerando o depósito dos detritos plásticos nos ambientes marinhos e costeiros. Para os fins do estudo, inferiu-se que os detritos seriam um problema perverso dada a categorização anteriormente feita e ratificada ante os depoimentos (Figura 14), no qual se operacionalizou com pergunta inicial “*Considera a poluição causada por detritos plásticos um problema perverso? Qual sua percepção a respeito*”. Assim, a problemática ambiental em questão, designadamente perversa, legitimada por um consenso entre trinta respondentes, e a trajetória dos agentes, analisadas a partir dos relatos traduzidos em ações, tecnologias e políticas implementadas, verificadas por outro questionamento introdutivo nas entrevistas “*Conhece ou sabe se existe algum produto dessa relação (tecnologias, políticas, ações)?*” Que neste contexto também foram as diretrizes para a métrica do revés ambiental, socioeconômico e político.

Figura 16 - Identificação e compatibilidade das falas nas categorias problema perverso

DETRITOS PLÁSTICOS COSTEIRO OCEÂNICO	PROBLEMAS PERVERSOS UNICOS	OS PROBLEMAS NÃO SÃO COMPLETAMENTE RESOLVIDOS R:29: Existe a obrigatoriedade da gestão de resíduo, mas na atenção primária não tem, nós estamos em uma pandemia, e estritamente relacionando aos avanços a vida silvestre, um vírus que tem toda relação com a vida no planeta o antropoceno. Onde pensam que resolve o problema quando tira o lixo da tua casa e larga lixo fora.	VÁRIOS INTERESSADOS TÊM AGENDAS CONFLITANTES R9: um dos grandes inimigos do planeta, um processo de mudança climática com a indústria de mineração, petróleo e plástico se relacionam, em um bioma que cobre 70% do planeta, infelizmente dentro de um sistema de desenvolvimento de uma grande cidade no Brasil o oceano funciona como uma descarga, um resíduo com elementos tóxico e microplásticos. R10: A indústria do plástico traz muitos riscos, mas estamos falando da indústria do petróleo, mas um enfrentamento tímido. Existe sim um grande conflito de interesse.	CADA SOLUÇÃO SE RAMIFICA EM TODO O SISTEMA R20: Sim, um problema perverso evidente, sistêmico, mas com diálogo e compreensão se tornaria uma oportunidade. Quando analisamos os marcos regulatórios e as agendas ambientais multilaterais a gente vê que agenda multilateral ambiental, vemos vários acordos internacionais que querem incluir a temática do plástico, vemos a mobilização da comunidade internacional e o avanço por conta da década dos oceanos, além da inclusão de novos artigos com soluções já existentes, e o tratado veio ratificar, a ação dos países, para que haja uma uniformização normativa. R27: nós temos o protótipo de eco barreiras, mas é algo que precisa de financiamento, inclusive um estudo onde aponta que 1000 rios são responsáveis por quase 80% dos resíduos que chegam ao mar, e o Ceará tem 02 deles, Cocó e o Ceará. E outro e trabalhar as cooperativas junto ao sindicato. E dar o sentimento de dono ao beneficiário principal.
		NÃO EXISTE UMA DEFINIÇÃO CLARA DO PROBLEMA R10: Não porque as causas, 80 % é terrestre, o 20% marinho, um problema internacional pois o oceano é interconectado, por exemplo hoje na falta informação de qual país está produzindo mais? Mancha de plástico em Noronha por exemplo, lixo do rio Congo, a modelagem não é clara para entender para que possamos aplicar o princípio do poluidor pagador. Para entender onde são os sumidouros, agentes geradores, para responsabilizar.	OS PROBLEMAS ULTRAPASSAM OS LIMITES ORGANIZACIONAIS E DISCIPLINARES R14: Sem dúvida transfronteiriça e trans escalar, visto que as soluções apontadas teriam os pressupostos onde os cientistas encontram soluções <i>downstream</i>. R13: bastante, tanto o turismo e para a pesca e toda biota marinha, e por esses detritos mal administrados, 90% do lixo nas praias e plástico	AS SOLUÇÕES NÃO SÃO CERTAS / ERRADAS, MAS MELHORES / PIORES R27: melhores/piiores, uma coisa é saber que elas existem, outra coisa é saber se elas existem, porque nada acontece se as iniciativas não mostram viabilidade. R3: melhores ou piores, é tentativa e erro, por que o que não deu certo não é que ficou errado, mas pode melhorar, o canudo biodegradável não é o ideal, o melhor e não usar, temos opções de políticas. R10: política pública é mais eficiente, voltada para economia circular. Melhor utilização pós consumo, lei prove que é a responsabilidade compartilhada, mas a indústria produz e dissemina se o local não tem tecnologia para processar.
		OS PROBLEMAS SÃO MULTICAUSAIS, MULTIESCALARES E INTERCONECTADOS R16: Uns dos grandes do atual mundo, se a humanidade desaparecesse iríamos deixar a nossa passagem marcada por uma camada de plástico, a "platisfera", e como não considerar que esses assuntos não são relacionados se o grande consumo de plástico (derivado do petróleo), intimamente ligado ao plástico, coca cola, case. Ilhas de lixo no Pacífico, os riscos hormonais pelos microplásticos, mesmo com o bpa free.	TODO PROBLEMA PERVERSO ESTÁ CONECTADO A OUTROS R30: "Grave e que se acumula em <i>hot spots</i> nos oceanos e vai aumentar mesmo fazendo hoje, e ainda iremos ter aumento de produção, e como ainda estamos entendendo os impactos, se fala de ciclo de plástico, como o do fósforo e carbono, onde se acumula, onde ele é mais emitido, tão grave quanto a mudança climática pois ele é global. E ele impacta algumas nações mais que outras de forma desigual".	A AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO PODE SER LENTA R6: "Existem ações, mecanismos de limpeza e pontuais, mais de conscientização que enfrentamento, alguns que as ONGs, agregando valor ao produto, com associativismo, e experiências. Tem os aspectos biotecnológicos, bio-remediação de plástico, embora a aplicabilidade possa demorar, mas tende a ser promissora" R4: São ações lentas, e isoladas, não é coeso. R07: Tenho consciência que a nossa geração não solucionará isso. E o voluntariado segue como a esperança. Assim se constrói a ciência cidadã. R22: Impactar o sistema requer tempo, décadas, porque existem ilhas no oceano isso para impactar demora mas tem que começar, e mostrar para aquelas pessoas que estão na linha de frente que devem agir, e a comunicação as pessoas que decidem.

Fonte: Elaboração própria.

4.3.2 Análise das Relações entre núcleos de atuação e categorias da rede

Para realizar a análise das relações entre a orquestração da rede e os núcleos de atuação envolvidos no processo de gestão da problemática perversa, aqui identificada como detritos plásticos depositados em áreas costeira e oceânica, utilizou-se um diagrama em painel que classificou as diferentes relações e possíveis fases que as instituições podem apresentar, a partir dos questionamentos propostos. As classes foram divididas nas três funções categóricas baseadas em Dhanaraj e Parkhe (2006), através dos processos de mobilidade do conhecimento, apropriação da inovação e estabilidade da rede, relacionando os núcleos de atuação das organizações consideradas na análise (Figura 18).

Figura 17 - Diagrama de classificação do grau de orquestração

Mobilidade do conhecimento Apropriação Estabilidade da rede	GRAU DE ORQUESTRAÇÃO DA REDE		
	III	VI	IX
	Baixo(---)	Moderado(---)	Elevado(---)
	II	V	VIII
	Baixo(--)	Moderado(--)	Elevado(--)
	I	IV	VII
	Baixo (-)	Moderado(-)	Elevado(-)
PROBLEMAS PERVERSOS / NÚCLEOS DE ATUAÇÃO			

Fonte: Elaboração própria.

O diagrama apresenta níveis de atuação na gestão da problemática perversa por núcleos de relação entre instituições e a orquestração da rede. A situação se configura quando as empresas apresentam sua estrutura orquestradora iniciando a partir do quadrante I instituições de baixo nível e suas escalas de orquestração e gestão, para o melhor cenário o quadrante IX de elevados níveis de orquestração, em suas categorias de análise e elevada atuação dos núcleos de atuação na perspectiva de gestão e enfrentamento dos detritos plásticos oceânicos depositados em ambientes costeiros e marinhos.

A constatação do posicionamento foi feita através de questionamentos estímulos, onde além do padrão (**Baixo**, **Moderado** ou **Elevado**), foram atribuídos níveis (**um**, **dois** e **três**) para que a percepção de orquestração tivesse em consonância ao padrão das falas, foram instituídos nove questionamentos, três cada categoria analisada (Mobilidade, Apropriação e Estabilidade).

4.4 Análise e Discussão dos Resultados

Orquestração compreende a mobilidade do conhecimento, apropriabilidade da inovação e estabilidade da rede, onde se rejeita a visão dos membros da rede como entidades inertes que apenas respondem aos incentivos e restrições decorrentes de seus laços (DHANARAJ; PARKHE, 2006). Assim, em padrões organizacionais reconhece-se a necessidade de análise com relação às habilidades individuais e capacidades é possível esboçar uma visão da capacidade de orquestração como uma construção de vários níveis (RITALA *et al.*, 2009). Por isso atuar em problemas de natureza perversa, com viés ambiental os esforços coletivos e organizados, ou orquestrados são elementares no enfrentamento e governança.

4.4.1 Núcleo de Atuação Institucional

A produção do conhecimento, bem como a elaboração e execução políticas públicas contribuem para a efetiva gestão de questões da esfera ambiental, principalmente de problemas de ordem perversa, desta forma os respondentes do núcleo de atuação institucional figuraram nesse campo. Foram entrevistados entre professores/pesquisadores de instituições de ensino superior e técnicos de órgãos que constam na estrutura administrativa estadual, concedido a esses técnicos a função de elaborar, bem como executar a políticas públicas ambientais. Os questionamentos seguiram a lógica proposta por Dhanaraj e Parkhe (2006), ao se referir a mobilidade do conhecimento.

Considera que são existentes / suficientes, a mobilidade do conhecimento, eventos para discussão da temática, difusão de conhecimento para propagação de inovações, redes de integração?

[...] existe uma mobilidade horizontal (acadêmica), mas que fica presa no véu econômico que não permite por tornar o produto caro (tecnologias) [...] O problema que o plástico é de grande escala e os centavos esbarram no volume e baixo custo da demanda do plástico convencional (R2).

Percebe nesse contexto troca de vínculos? Coesão entre os agentes, motivação?

“Existe a necessidade de um ator denominado de Liderança Situacional, orquestrador da vez, descentralizado e com referências para em momento oportuno aparece” (R02). Observa-se na fala do entrevistado a percepção que as efetivas estratégias da consumação da mobilidade do conhecimento estão relacionadas as expoentes ou lideranças orquestradoras.

Neste ambiente, tem-se que a mobilidade do conhecimento serve para que expertise de cada ator seja dispersada para todos os atores da rede, referindo-se à facilidade com que o conhecimento relacionado às inovações, adventos de ordem processual e organizacional são compartilhados, ademais isso relaciona à capacidade do orquestrador da rede aqui, chamado pelo respondente de “liderança situacional” de avaliar o valor do conhecimento relevante. Percebeu-se que organizar sua transferência para diferentes membros da rede, ao mesmo tempo facilita oportunidades, nesse aspecto foi percebido (Tabela 05) dentro do Núcleo de atuação denominado “institucional” a mobilidade do conhecimento foi enquadrada no padrão “Elevado”, em seu nível **um**.

Quadro 3 - Display dos níveis de orquestração do agrupamento institucional

GESTÃO E ENFRENTAMENTO PP /AGRUPAMENTO INSTITUCIONAL						
	MOBILIDADE		APROPRIAÇÃO		ESTABILIDADE	
R1	elevado (---)	IX	moderado (--)	V	baixo (---)	III
R2	elevado (---)	IX	moderado (--)	V	moderado (-)	IV
R3	elevado (-)	VII	moderado (-)	IV	baixo (---)	III
R6	elevado (---)	IX	elevado (-)	VII	baixo (-)	I
R11	moderado(---)	VI	moderado (-)	IV	baixo (--)	II
R13	moderado (---)	VI	elevado (-)	VII	moderado (-)	IV
R14	moderado (-)	IV	moderado (--)	V	moderado (-)	IV
R15	moderado (---)	VI	moderado (--)	V	moderado (---)	VI
R18	elevado (--)	VIII	moderado (--)	V	baixo (-)	I
R19	moderado (-)	IV	moderado (-)	IV	baixo (-)	I
R20	moderado (---)	VI	moderado(-)	IV	baixo (-)	I
R30	moderado (---)	VI	moderado (--)	V	baixo (-)	I
Média/total	6,7 Elevado(-)	LXX	5Moderado(--)	LX	2,58 Baixo(---)	XXXI

Fonte: Dados da Pesquisa.

A apropriação é uma propriedade ambiental da rede, que rege a capacidade dos membros de obter retorno do que foi empreendido e a capacidade de preservar a distribuição justa e proporcional das tecnologias, ações ou mesmo políticas, minimizando comportamentos com desleais vantagens (HURMELINNA-LAUKKANEN *et al.*, 2012). No núcleo denominado “institucional” o padrão foi de “**Moderado**” de **segundo** nível, mostrando que os agentes promovem algum esforço para que a rede possa entregar suas demandas, e mais uma vez a referência da liderança orquestradora, conforme sugere a resposta do entrevistado no questionamento a seguir:

Considera que os problemas relacionados à gestão da rede são discutidos de forma conjunta? Existe confiança entre os agentes da rede? Os processos de decisão são realizados com base na legislação vigente, e se considera um comprometimento dos agentes (mútuo)?

[...] existe algum nível de discussão, (ongs, academia) setor público longe, setor privado receio total talvez na abordagem do subsídio e não punição, lixo marinho, ele tem um agente líder que interage com outros que mobiliza os agentes, isso vai criando coesão entre os agentes [...] (R03).

A estabilidade da rede se refere ao grau em que os atores optam por manter a associação e participar ativamente da rede, reduzindo assim a probabilidade de resultados negativos do crescimento da rede (HURMELINNA-LAUKKANEN et al., 2012). Neste tema foram feitas indagações aos respondentes, e de início sobre estabilidade da rede foi considerada de grau “**Baixo**”, em seu **segundo** nível, pois a percepção clara da ausência de governança para o problema de contorno perverso, conforme as evidências empíricas coletadas nas entrevistas:

Em sua percepção sobre a rede, existe a promoção de um ou mais tipos de relacionamentos ocorrendo ao mesmo tempo? “Se houver uma governança legal pode existir sim, mas no geral não” (R06).

4.4.2 Núcleo de Atuação Econômica

Nas últimas duas décadas surgiram na literatura econômica a preocupação da contrapartida das organizações para com a sociedade em modo geral. Nesse sentido, um dos pilares emergentes foi o chamado *triple bottom line* (people, profit, planet), desenvolvido por Elkington (1997), ao argumentar que é possível que corporações possam contribuir nas esferas ambiental e social. Assim, seguindo este influxo, parte dos respondentes do eixo enquadraram-se nessa perspectiva, a atuação no âmbito do empreendedorismo ambiental.

Os demais entrevistados deste eixo pertencem a segmentos vinculados a federação das indústrias tais como um sindicato patronal que monitora as políticas municipais, estaduais e federais que venham a impactar o setor de reciclagem, bem como a promoção de ações sociais. E ainda outras respondentes de células de caráter ambiental e econômico de dentro da federação com foco de atuação a produção de conhecimento e inteligência para o aumento da competitividade da indústria através tecnologia e inovação.

Sob este prisma a mobilidade do conhecimento na esfera econômica induz que o conhecimento de cada ator seja dispersado para todos os atores da rede, atentos que a mobilidade também requer o desenvolvimento das capacidades de absorção legítima do

conhecimento, capacidade de aprendizagem nas fronteiras organizacionais, que nesse caso com implementações de ações dentro da esfera dos detritos plástico, nesse cenário os pertencentes ao agrupamento econômico segundo as evidências empíricas consideraram a mobilidade para o setor de grau “**baixo**” de **segundo** nível, em oposição ao segmento anterior analisado (Tabela 06).

Nesse sentido a ainda no que se refere a mobilidade de conhecimento percebe a existência de absorção e a incorporação das inovações para essa proposta? Pouquíssimas incorporadas, e efetivamente realizadas (R10).

Quadro 4 - Display dos níveis de orquestração do agrupamento econômico

GESTÃO E ENFRENTAMENTO PP /EIXO ECONÔMICO						
	MOBILIDADE		APROPRIAÇÃO		ESTABILIDADE	
R10	baixo (-)	I	moderado (--)	V	baixo (--)	II
R17	baixo (---)	III	moderado (-)	IV	baixo (--)	II
R21	baixo (--)	II	elevado (--)	VII	moderado (-)	IV
R22	baixo (--)	II	moderado (--)	V	baixo (--)	II
R23	baixo (---)	III	moderado (--)	V	moderado (-)	IV
R24	baixo (--)	II	moderado (--)	V	baixo (-)	I
R26	moderado (-)	IV	moderado (--)	V	baixo (--)	II
R27	baixo (--)	II	elevado (-)	VII	moderado(-)	IV
Média /Total	1,58 Baixo(--)	XIX	3,6 Moderado(-)	XLIII	1,75 Baixo (--)	XXI

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para esse setor a métrica para a categoria apropriação decorreu de forma mais positiva que a mobilidade do conhecimento, mesmo com um nível **um** para grau “**Moderado**” pois apropriabilidade como foi exposto anteriormente é uma propriedade ambiental da rede com a capacidade de obtenção de lucros de uma inovação (DHANARAJ; PARKHE, 2006), e a maneira que esse advento inovador é gerido pela rede, desta forma foi pontuado aos respondentes a seguinte questão: *Considera os problemas relacionados à gestão da rede são discutidos de forma conjunta, existe confiança entre os agentes da rede de empresas?*

[...]A problemática no diálogo vem dessa separação, a partir do momento que é percebido a responsabilidade compartilhada, que eventos como a COP 26 em outubro passado, que teve recorde de participação de empresas, se começa a derrubar muros e construir pontes [...] (R27).

No aspecto da estabilidade da rede o núcleo de atuação econômico seguiu como grau “**Baixo**” de nível **dois**, revelando a tendência de uma fraca adesão e participação na rede, e se preserva a importante característica “fracamente acoplada” da rede, que carrega conotações de impermanência, solubilidade e tacitude (WEICK, 1984), como sistemas fracamente acoplados, as redes pode experimentar dessa forma ligações instáveis entre seus respectivos

membros, inclusive pelos que herdarão os relacionamentos , as ditas gerações subseqüentes, como enfaticamente declara a entrevistada ante o questionamento:

E nesse aspecto onde a estabilidade da rede depende também de sucessão, percebe-se se são criados vínculos para herança (gerações futuras)?

[...] Para herança na ótica ambiental, negócios sustentáveis a infraestrutura que temos dentro dos órgãos fica abaixo do necessário, bem abaixo, podemos colocar letras de leis sem aplicabilidade se tornam poesias...sem fiscalização e sem incentivo mesmo, pensar em incentivos como o pagamento por serviços ambientais, precisamos de governos que façam pela desigualdade social, por que é muito difícil militar pelo ambiental sem ações concretas pelo social por exemplo[.] (R26).

4.4.3 Núcleo de Atuação Social/Ambiental

A ideia de coletividade, como rede organizada está ligada a um grupo de pessoas que compartilham entre si as mesmas práticas, os mesmos propósitos ou ainda se sujeitam aos mesmos efeitos. Mais especificamente, coletividade significa um grupo de pessoas, que estejam ligadas por circunstâncias fáticas ou jurídicas, a designação de coletivos tem sido adotada pelos próprios ativistas de um sem número de iniciativas que mobilizam agrupamentos diversos, em escalas de tempo e em espaços de atuação variados (GAIGER, 2020), assim alguns dos respondentes deste eixo definiram sua atuação na rede como membros/gestores de coletivos ambientais.

Sob essa ótica o eixo também contemplou em entrevista membros de Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP), Organização da Sociedade Civil (OSC) ambiental marinha, além do esforço em ouvir médicas pertencentes ao movimentos de “Médicos da saúde planetária” , definida como um campo que investiga as interdependências entre a saúde dos sistemas naturais do planeta e a saúde da civilização humana, onde uma das entrevistadas atua como coordenadora do relatório da revista *Lancet Countdown*, para mudanças climáticas . E por fim foi realizada uma entrevista presencial com o presidente da Rede de Catadores (as) de Resíduos Sólidos Recicláveis do Estado do Ceará com posterior visita às instalações.

Mesmo em um sensível nicho para as questões de resíduos sólidos geral, os questionamentos foram levados para a ótica de detritos plásticos principalmente o mal gerenciados e depositados nos oceanos, com isso as indagações relacionadas a rede orquestrada seguiram essa orientação. Os membros do núcleo, mesmo possuindo um contato, o mais próximo, dos núcleos mencionados com a população geral, tivera em suas percepções um grau

“**Baixo**” em **segundo** nível para a categoria de mobilidade do conhecimento, expondo a princípio uma escassa comunicação entre atores relevantes da rede, conforme as respostas que seguem:

Considera que são existentes / suficientes, a mobilidade do conhecimento, eventos para discussão da temática, difusão de conhecimento para propagação de inovações, redes de integração? Na academia ok, seminários e conferências (década dos oceanos), mas para o cidadão pouca, nem por parte dos coletivos (R07).

Nesse sentido a Absorção, considera a incorporação das inovações por ora desenvolvida nessa esfera de efeito prático para gestão destes resíduos? Não, para que seja absorvido precisa ser constante e com incentivos, para se tornar habitual (R07).

Quadro 5 - Display dos níveis de orquestração do agrupamento Ambiental/Social

GESTÃO E ENFRENTAMENTO PP /EIXO AMBIENTAL/SOCIAL						
	MOBILIDADE		APROPRIAÇÃO		ESTABILIDADE	
R04	baixo (--)	II	moderado (-)	IV	baixo (-)	I
R05	moderado (-)	IV	moderado (-)	IV	baixo (---)	III
R07	baixo (-)	I	moderado (--)	IV	baixo (-)	I
R08	baixo (--)	II	baixo (--)	II	baixo (-)	I
R09	baixo (--)	II	baixo (--)	II	baixo (--)	II
R12	baixo (-)	I	moderado (--)	V	moderado (-)	IV
R16	baixo (--)	II	baixo (-)	I	baixo (-)	I
R25	moderado (-)	IV	baixo (---)	III	baixo (--)	II
R28	baixo (--)	II	baixo (--)	II	baixo (--)	II
R29	moderado (-)	IV	moderado (-)	IV	baixo (--)	II
Média/Total	2 Baixo (--)	XXIV	2,6 Baixo (---)	XXXIII	1,6 Baixo (--)	XIX

Fonte: Dados da Pesquisa.

Quanto a apropriação, o núcleo reagiu de forma discreta sua percepção, ainda com um grau “**Baixo**”, porém de nível **três**, já que a apropriação do conhecimento tem por premissa garantir sua distribuição uniforme da temática, ao mesmo tempo em que atenua a percepção de oportunismo e apropriação dos conhecimentos da rede pelos atores sem que eles entreguem seu melhor conhecimento relacionado ao tema.

Considera os problemas relacionados à gestão da rede são discutidos de forma conjunta, existe confiança entre os agentes da rede? Não de forma alguma, um ruído elevado, entre as Ongs e mais coletivos (R09).

E por fim nesta descrição individualizada nas dimensões para análise da orquestração da rede, a estabilidade da rede do núcleo Ambiental / social foi de grau “ **Baixo**” em nível **dois**, menor percepção das três até aqui expostas para o grupo, demonstrando a fragilidade dos laços do núcleo, que mesmo sendo a primeira camada a encontrar a

operacionalização social tem dificuldade em suas estratégias de propagação principalmente de conhecimento:

Percebe se ocorre a promoção de um ou mais tipos de relacionamentos ocorrendo ao mesmo tempo e existe um equilíbrio entre os agentes da rede no que diz respeito à importância de cada um no processo?

[...] Não existe, seria interessante que tocassem essa harmonia para frente, para que exista um maestro, o maestro deve existir, se duas pessoas de boa vontade se encontrarem fazem, mas se não houver um polo atrator e normalmente se espera isso do poder público, se não houver uma referência, não existe um catalizador destes esforços [...] (R30).

E nessa ótica percebe se são criados vínculos para herança (gerações futuras)? “É algo para o futuro, hoje articulação fraca, será pautado por jovens, herdeiros do caos, mas sementes de esperança” (R04). Em uma fala que resume o ceticismo dos pertencentes do núcleo quanto a ações de enfrentamento da problemática.

4.4.4 Consolidação dos Displays / Triangulação

Problemas perversos não têm um conjunto esgotável de soluções potenciais, alertaram seus precursores, porém tais problemas requerem uma gestão que se adapte constantemente aos fatores em mudança, uma governança adaptativa, considera-se assim que a gestão dos riscos ao ambiente marinho, no entanto, depende, não só, do arcabouço legal, de incentivos econômicos e de outras mudanças processuais, mas também de contínua mudança tecnológica e organizacional (PINTO; SILVA, 2022). Ao consolidar o Display foi realizada média dos resultados das dimensões para cada agrupamento proposto, e conforme (Figura 18) contemplou as seguintes métricas:

Figura 18 - Grau médio categórico de orquestração da rede de gestão e enfrentamento



Fonte: Elaboração Própria.

- Nível de orquestração do agrupamento institucional (Moderado --);

- Nível de orquestração do agrupamento econômico (Baixo --);
- Nível de orquestração do agrupamento ambiental /social (Baixo --).

Traduzindo as diferentes percepções dos núcleos entrevistados sobre a temática, conforme foi inferido nas falas, ao primeiro grupo, onde a característica mais contundente seria a produção de conhecimento o nível de orquestração da rede foi melhor percebido diante da mobilidade do conhecimento. Com efeito, principalmente da produção de artigos científicos, por exemplo, subsidiando pesquisa aplicadas e políticas relacionadas ao tema. Em contexto sistêmico se compõem por uma rede simétrica, que se configure através principalmente por geração e entrega de conhecimento, com o tempo, em uma rede ou ecossistema complexo, pode haver vários orquestradores assumindo uma variedade de papéis (PIKKARAINEN *et al.*, 2017).

Ao entender o grau e níveis de orquestração dos agrupamentos, não foi verificado solidez na rede para a enfrentamento e gestão problema perverso como regra, porém no núcleo de atuação institucional é percebe uma maior aderência a proposta de orquestração da rede, pois a profundidade das discussões e a mobilidade do conhecimento, atuam como agente de difusão. Enquanto o Núcleo de atuação ambiental/social despontou como o de menor solidez, pois sua mobilidade é assimétrica e com elevados ruídos, além de ser "fracamente acoplada" em relação a estabilidade da rede. Além dos atores envolvidos não percebem, pelo menos de forma articulada, o planejamento, execuções e um respectivo controle de uma resolução em rede para o enfrentamento:

Não se percebe, de forma alguma, temos mecanismos para entender as prioridades, por exemplo no brasil 3 % em uma pesquisa otimista é de plástico reciclado desses 3, 90% são reciclados por catadores o que denota a falta de políticas para essa questão. Na Alemanha e Itália 60 % são reciclados que são referências [...] Existem paliativos, existem projetos e atitudes sem sustentabilidade, exemplo do marketing verde se virou em pejorativo. A maioria das coisas que aparecem são incipientes [...] (R09).

Após a triangulação dos dados, escuta e análise das entrevistas foi perceptível que detritos plásticos marinho se comporta como um problema é perverso, e que a complexidade da situação está em uma infinidade de áreas, e para isso foi feito um esforço em trazer a figura dos atores centrais mencionados e buscar essas lideranças em distintas esferas. Assim foi empenhado o comparecimento em audiências públicas para fortalecer que a percepção de governança da pesquisa.

Em uma dessas audiências que ocorreu dia (28/03/2022), na Assembleia Legislativa do Estado do Ceará (ALECE), foram debatidas políticas públicas de manejo dos resíduos sólidos e os consórcios públicos, entendendo conforme discutido anteriormente no estudo que

80% dos detritos depositados no oceano são de origem terrestre, a gestão desses resíduos deve ser observada de forma complexa.

Desta forma a Audiência pública contou com a presença do presidente da Associação das Gestões Ambientais Locais do Estado do Ceará (AGACE), da Secretária executiva de Planejamento e Gestão da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), o Diretor de Relações Institucionais da Associação dos Municípios e Prefeitos do Estado do Ceará (APRECE), da Secretária executiva do Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da (ALECE), do Superintendente do Consórcio Público de Manejo de Tecnologia Região Sertão Centro Sul, do Prefeito de Senador Pompeu, e o executivo do Instituto PRAGMA, empresa especialista em logística reversa de embalagens pós-consumo, além de Deputados Estaduais e outros participantes que atuam na área.

Em um momento de fala dos participantes, o mandatário do município de Senador Pompeu trouxe a no seu discurso a importância de levar os **estudos acadêmicos** para a realidade do que acontece na ponta dos municípios, pontuando que o consórcio público para manejo de resíduos sólidos por si só não é atrativo para o mundo político, sendo necessário agregar valores. Em outro momento de manifestação o executivo do Instituto reiterou que o cenário para a gestão os resíduos sólidos são desafiadores pois frisou na fala que o Brasil gera, anualmente, 82 milhões de toneladas de resíduos. “Estamos falando de um país que, infelizmente, convive com a chaga de pleno funcionamento de mais de 3 mil lixões. Quase 50% dos municípios brasileiros ainda mandam seus resíduos para lixões”, assinalou, apontando a responsabilidade do **setor empresarial** sobre a recuperação e a destinação para reciclagem dentro da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Ainda foi observada a manifestação da Secretária executiva de Planejamento e Gestão da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), que pontuou que a política de resíduos sólidos é transversal – uma vez que áreas como saúde e educação também produzem resíduos sólidos – e não pode ser pensada de forma individualizada. Ela também relatou a evolução das políticas públicas nesse sentido no Estado e comentou sobre a importância de fortalecer a cadeia de reciclagem, ressaltando a existência de programas como o Auxílio Catador que funciona como pagamento por uma prestação de **serviço ambiental**, porém ressalte-se que não foi convocado nenhum catador para o evento, fato este confirmado pelo próprio Presidente da Rede de Catadores do Estado do Ceará, em visita posterior.

Ao trazer o conceito de governança por Young (2013) como uma “Uma função social centrada em direcionar grupos humanos para resultados e longe de resultados indesejáveis”, permite o conhecimento do potencial dos atores não estatais de influenciar

positivamente os grupos humanos por meio de suas ações, como foi identificado através da categorização realizada anteriormente, porém foi também percebido dentro da análise feita que os mais elevados níveis de orquestração foi do grupo institucional, ou seja os atuantes de instituições governamentais.

Após a audiência pública e verificação de documentos e falas, constatou-se a força de mobilização dos agentes políticos, agindo como orquestrador ou liderança situacional, embora por vezes construa uma frágil apropriação, visto a recorrente percepção de oportunismo, e dessa forma promove uma tendência de enfraquecimento laços para uma gestão efetiva do problema.

4.5 Considerações finais

Os problemas perversos precisam ser continuamente problematizados, isso ocorre porque, no caso de problemas perversos, “não há 'causa raiz' da 'maldade', portanto não pode haver uma única abordagem melhor para lidar com esses problemas” (ALFORD; HEAD, 2017, p. 410). Neste sentido, o artigo trouxe como plataforma de análise dos detritos plásticos depositados em ambientes costeiros e marinhos, a proposta de Dhanaraj e Parkhe (2006), denominada de “orquestração em rede”, promovendo assim um percurso propositivo em uma estrutura analítica para o enfrentamento da problemática.

Observou-se que o esforço em enquadrar a questão enquanto problemática perversa foi pertinente, dada a aderências das falas as categorias propostas pelos autores proeminentes. Modeladas assim como um problema que não se percebe completamente resolvido, nos atuais padrões mesmo parando a produção de plástico, ainda sim a avaliação da solução é lenta.

Os problemas relacionados a poluição por detritos plásticos, por terem características multiescalares, multicausais e serem interconectados, onde os elementos para a gestão territorial tem contorno complexo, as causas são da ordem econômica até sanitária, como foi o caso de uma pandemia mundial que elevou a produção de equipamentos de proteção individual (EPI), além de serem interconectados os de ordem de saúde, visualizados com o acréscimo do consumo de resíduos plásticos por humanos, visto o que já foram encontrados microplásticos desde a corrente sanguínea (LESLIE *et al.*, 2022), e fezes (ZHANG *et al.*, 2021) (R22).

Nesse sentido onde cada solução poderia se ramificar em todo o sistema, como o exemplo das “Ecobarreiras” mencionada pelo (R27) que ainda não foi levada a produção comercial, em virtude da ausência de financiamento para esta inovação e por tais interessados

possuírem agendas conflitantes e por seu turno tais problemas ultrapassarem limites organizacionais e disciplinares.

Ao tratar dos níveis para governança deste problema perverso percebe-se a rede não produziu níveis sólidos de orquestração, o núcleo institucional em grau moderado, com uma maior tendência a mobilidade do conhecimento, traduzindo esse enquadramento em exemplos como: O programa Cientista Chefe (Ceará) **(R02) (R06)** que tem como objetivo unir o meio acadêmico e a gestão pública, e a Certificação Praia Limpa que com o objetivo de identificar as praias dos municípios litorâneos cearenses que desenvolvam ações e medidas efetivas de proteção e aplicabilidade da qualidade ambiental e infraestrutura, além da produção técnica aplicada, como a produção dos planos estaduais de gerenciamento de resíduos **(R11)**.

Para o núcleo econômico a orquestração apresenta grau baixo com a apropriação sendo a melhor dimensão percebida entre os respondentes, que seria capacidade de obtenção de lucros de uma inovação, e a maneira que esse advento inovador é gerido pela rede **(R10)**, como exemplos de produtos são a empresa promotora de eventos sustentáveis **(R10)**, as lojas sem o uso de embalagem de uso único **(R17), (R26)** e as de projetos de composteiras **(R10)**. Por fim a percepção dos respondentes do núcleo ambiental / social foi de menor grau, sem a presença de uma liderança orquestradora e com ações isoladas (limpeza de praia). Soma-se a isso a latente falta de apoio dos entes públicos na promoção principalmente de ações em educação, não sendo aproveitado a empatia e inserção junto as comunidades desse agrupamento **(R04), (R05), (R07), (R08) e (R09)**.

Assim, com uma estrutura analítica definida, onde os níveis de orquestração foram estabelecidos para os núcleos de atuação, conforme as evidências empíricas coletadas, infere-se que a rede não possui uma governança definida para os eixos, onde a mobilidade de conhecimento só foi satisfatória nas esferas acadêmicas, a apropriação das atividades (lucro) se mostrou em melhor nível no núcleo econômico, enquanto a estabilidade da rede, ou seja os laços firmados, a capacidade dos membros possuírem a disposição e efetiva comunicação sobre as camadas da gestão da problemática foi de um grau baixo em todos os núcleos de atuação.

A governança de tema que lida com muitos elementos deve considerar principalmente a simetria de ações no corpo social, dada as características antes apresentada para um problema de ordem perversa, por serem multiescalares, interconectados e sem uma solução efetiva imediata, e no caso dos detritos plásticos mal gerenciados, a característica desafiadora de ser transfronteiriça, deve considerar algumas diretrizes, como foi percebido a rede não orquestrada é ponto de fraqueza para as ambições. E por não ser considerado um problema simples, visto que problemas simples têm uma definição clara e uma solução clara,

os problemas perversos não possuem uma definição clara do problema, e ainda produzem muitas opiniões contestadoras sobre como resolvê-los, a orquestração em níveis robustos traria um caminho menos letárgico para a solução, ou pelo menos clareza dela.

5 CONCLUSÃO GERAL

Uma das principais consequências dos modelos e padrões de consumo adotados pela sociedade atual é a geração de resíduos, um grande problema ambiental que vem exigindo cada vez mais atenção para a busca de soluções adequadas (TURRA, 2014; LESLIE *et al.*, 2022). Considerando ainda que a poluição plástica, em ambientes marinhos e outros, pode ser de natureza transfronteiriça e precisa ser enfrentada, juntamente com seus impactos ao longo de um ciclo de vida completo abordagem levando em conta as circunstâncias e capacidades nacionais (UNEP, 2022). E que exige a interação entre os elementos produzem incerteza devido ao comportamento dinâmico do sistema incluindo principalmente os agentes envolvidos (HEAD, 2008; HEAD; ALFORD, 2015).

Avaliar, diagnosticar e propor, a tese que seguiu essa tríade argumentativa para tratar de uma problemática complexa do poluição costeira e marinha. Em um primeiro esforço em analisar socioeconomicamente a vulnerabilidade das populações de cidades costeiras brasileiras expostas a agentes costeiros poluidores, os achados evidenciaram os efeitos dos elementos poluidores na região de costa brasileira atuam por determinantes sociais e ambientais locais, que induzem efeitos preponderantes nas variáveis econômicas. Além da definição do setor mais vulnerável a agentes costeiros poluidores, bem como as regiões de maior susceptibilidade aos referidos eventos perversos. Foi possível assim inferir que a mensuração dos índices de vulnerabilidade valor de produção e de vínculos ativos nesse contexto, poderá auxiliar a tomada de decisões estratégicas para os distintos setores da economia, bem como promover intervenções regionalizadas, visto que o indicador além de ser utilizado como parâmetro para outros estudos na área de planejamento, pode ser considerado como um instrumento de avaliação para a definição de diretrizes e implementação de políticas e ações de governança intersetorial.

Ao entender que distintas estratégias para a execução de propostas era premente, foi estabelecido um empenho em agregar ferramentas de diagnóstico da poluição costeira e marinha, principalmente em relação a resíduos antropogênicos, para isso o segundo esforço foi direcionado em avaliar qualitativamente detritos sólidos depositados ao longo de uma faixa litorânea em uma abordagem baseada em Aeronave Remotamente Pilotada (ARP). No qual utilizou-se da tecnologia de drones em uma zona costeira no extremo nordeste do município de Fortaleza. Assim, como contribuição empírica e metodológica o estudo considerando a urgente necessidade do diagnóstico de poluição nas praias por detritos não-naturais, no propósito de avaliação e controle desses poluentes manifestam-se, com o auxílio do sensoriamento remoto,

por imagens aéreas locais eficientes , pois com um maior nível de detalhamento da imagem, se comparado com aquisição orbital (satélite), consolidou-se como uma estratégia de baixo custo aquisição de dados através de imagens, com alta resolução espacial e de independência temporal para avaliação qualitativa de detritos sólidos , principalmente os resíduos plásticos, mal gerenciados.

O terceiro artigo, seguindo o comando de tratar o mais “perverso” resíduo trouxe uma estrutura analítica para a compreensão da rede de decisores, denominada orquestração em rede, para tal, utilizou-se as características definidas por Dhanaraj e Parkhe (2006). Nesse sentido, o estudo explorou de forma qualitativa, em entrevistas com respondentes de distintas áreas. Os núcleos foram definidos por áreas atuação, considerando o apelo nas decisões, e os achados confirmaram: 1) Os detritos plásticos são um problema perverso; 2) Em grau e níveis de orquestração dos agrupamentos, não foi verificado solidez na rede para a enfrentamento e gestão problema perverso como regra, porém no núcleo de atuação institucional é percebido uma maior aderência a proposta de orquestração da rede, pois a profundidade das discussões e a mobilidade do conhecimento, atuam como agente de difusão. Enquanto o Núcleo de atuação ambiental/social despontou como o de menor solidez, pois sua mobilidade é assimétrica e com elevados ruídos, além de ser "fracamente acoplada" em relação a estabilidade da rede. Além dos atores envolvidos não percebem, pelo menos de forma articulada, o planejamento, execuções e um respectivo controle de uma resolução em rede para o enfrentamento; 3) com uma estrutura analítica definida, onde os níveis de orquestração foram estabelecidos para os núcleos de atuação podendo inferir que a rede não possui uma governança definida para os eixos, tendo o principal revés a estabilidade da rede , ou seja os laços firmados, a capacidade dos membros possuírem a disposição e efetiva comunicação sobre as esferas da gestão da problemática foi de um grau baixo em todos os núcleos de atuação.

Exemplos a níveis mundiais podem ser colocados para os resultados do estudo, na governança da crise do coronavírus, onde tomadores de decisão bem-sucedidos , podem ter aliando-se a orquestração em rede como uma estratégia, onde a mobilidade do conhecimento (políticas de isolamento, proteção individual, diretrizes em saúde coletiva) foram orquestradas em meio a uma liderança situacional (ou orquestradora), como foi o caso da OMS, EMA, FDA, que foram indispensáveis para ajustar as políticas às novas realidades. Na apropriabilidade das inovações, vacinas como exemplo maior, que desenvolvidas em tempo recorde foram responsáveis para que a dimensão da tragédia não fosse ainda maior. Além da estabilidade da rede, que foi decisiva em países de êxito nas estratégias, um exemplo negativo o caso do Brasil, onde não ocorreu a centralidade nas decisões, e criou-se uma rede assimétrica e ruidosa,

permitindo cada estado da federação adotasse suas próprias diretrizes, resultado: um desastre que custou quase 700 mil vidas até meados de 2022.

Portanto, a governança de problemas perversos como o discutido na tese requer uma mudança substancial de ferramentas, e que a desproblematização de ações imbricadas possa seguir para uma forma de “governança perversa” (problematização de problemas perversos) construída sobre aprender e falhar, e exaurir as respostas aos tomadores de decisão e formuladores de políticas , tornando populares em apelo , para os participantes do tecido social e de forma abrangente consigam estabelecer a mobilização , apropriação e estabilidade na rede.

Por fim, a tese que como um mosaico, precisou de “encaixes”, pois a percepção isolada de cada parte não permitiria a compreensão do todo, principalmente para o atuar em contextos de conotação perversa. Assim, os artigos mesmo atuando como unidades interdependentes, trouxeram a interação através da temática comum, “A poluição costeira e Marinha” e as contribuições teórico e metodológicas, que em uma abordagem plural, interdisciplinar e multirreferencial podem e inspirar novas pesquisas e investigações empíricas para alimentar e reconstruir o que aqui se entende como um começo.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C. S.; ANDRADE, R. J. C. Dealing with wicked problems in socio-ecological systems affected by industrial disasters: A framework for collaborative and adaptive governance. **Science of the Total Environment**, Estados Unidos, v.694, p.133700, 2019.
- ACAMPORA, H.; BERROW, S.; NEWTON, S.; O'CONNOR, I. Presence of plastic litter in pellets from Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) in Ireland. **Marine Pollution Bulletin**, Irlanda, v.117, n. 1-2, p. 512-514, 2017.
- ACKOFF, R. L. **Redesigning the future**. New York, NY: Wiley, 1974.
- ADGER, W. N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, Estados Unidos, v. 24, n. 3, p. 347-364, 2000.
- ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, Estados Unidos, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.
- ADGER, W. N.; BENJAMINSEN, T. A.; BROWN, K.; SVARSTAD, H. Advancing a political ecology of global environmental discourses. **Development and Change**, Estados Unidos, v.32, n.4, p.681-715, 2011.
- AGATHOKLEOUS, E. *et al.* Ecological risks in a 'plastic' world: A threat to biological diversity? **Journal of Hazardous Materials**, [S.l.], v. 417, p. 126035, 2021.
- ALBERT, O.; AMARATUNGA, D.; HAIGH, R. Evaluation of the Impacts of Oil Spill Disaster on Communities and Its Influence on Restiveness in Niger Delta, Nigeria. **Procedia Engineering**, Estados Unidos, v.212, p.1054-1061, 2018.
- ALFORD, J.; HUGHES, O. Public value pragmatism as the next phase of public management. **The American Review of Public Administration**, Estados Unidos, v.38, p.130-148, 2008.
- ALIMBA, C. G.; FAGGIO, C. Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, Estados Unidos, v. 68, p. 61-74, 2019.
- AMÉLINEAU, F. *et al.* Microplastic pollution in the Greenland Sea: background levels and selective contamination of planktivorous diving seabirds. **Environ Pollut.**, [S.l.], v.219, p.1131-1139, 2016.
- ANBUMANI, S.; KAKKAR, P. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. **Environment Science Pollution**, Estados Unidos, v.25, n.15, p.14373-14396, 2018.
- ANDRADE, I.O.; BARROS-PLATIAU, A. F.; CÂMARA, P. E. A. S.; HILLEBRAND, G. R. L. Economia do mar: desafios e possibilidades para o Brasil na Amazônia Azul. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v.35, n.75, p.50-77, 2020.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, Estados Unidos, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

ANDRIOLO, U. *et al.* Drones for litter mapping: An inter-operator concordance test in marking beached items on aerial images. **Marine Pollution Bulletin**, Inglaterra, v.169, p.112542, 2021.

ARAGAW, T.A. Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. **Mar Pollut Bull.**, Londres, v.159, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>

ASIA PACIFIC ECONOMIC COOPERATION. **Understanding the Economic Benefits of Costs of Controlling Marine Debris in the APEC Region**. Singapore: APEC Marine Resources Conservation Working Group, 2009.

ATWOOD, E. C. *et al.* Coastal accumulation of microplastic particles emitted from the Po River, Northern Italy: comparing remote sensing and hydrodynamic modelling with in situ sample collections. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 138, p. 561-574, 2019.

AUTIO, E.; THOMAS, L. Innovation ecosystems. **Oxford Handbook Innovation Management**, Estados Unidos, p. 204-288, 2014.

BARBOZA, L.G.A. *et al.* Detritos microplásticos marinhos: um problema emergente para a segurança alimentar, inocuidade dos alimentos e saúde humana. **Mar Pollut Touro.**, Londres, v.133, p. 336-348, 2018.

BARCELO, D. Microplastics analysis. **MethodsX**, [S.l.], v.7, p.100884, 2020.

BARCELO, D.; PICO, Y. Case Studies of Macro- and Microplastics Pollution in Coastal Waters and Rivers: Is There a Solution With New Removal Technologies and Policy Actions? **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100019>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S.l.], v. 364, n. 1526, p. 1985–1998, 2009.

BARUA, P.; RAHMAN, S. H.; ESLAMIAN, S. **Coastal Zone and Wetland Ecosystem: Management Issues**. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354370393_Coastal_Zone_and_Wetland_Ecosystem_Management_Issues. Acesso em: 20 abr. 2021.

BEAUMONT, N. J. *et al.* Global ecological, social and economic impacts of marine plastic. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.142, p.189-195, 2019.

BENNETT, N. J. *et al.* Towards a sustainable and equitable blue economy. **Nature Sustainability**, Estados Unidos, v.2, p.991-993, 2019.

BERGMAN, M. *et al.* Marine Anthropogenic Litter. **Springer**, Berlin, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BERGMANN, M. *et al.* High quantities of microplastic in Arctic deep-sea sediments from the HAUSGARTEN observatory. **Environ Sci Technol.**, [S.l.], v.51, p.11000-11010, 2017.

BERGANN, M.; KLAGES, M. Increase of litter at the Arctic deep-sea observatory HAUSGARTEN. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.64, p.2734–2741, 2012.

BESSA, F. *et al.* Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.128, p.575-584, 2018.

BOUCHER, H. W. Bad bugs, no drugs 2002–2020: progress, challenges, and call to action. **Transactions of the American Clinical and Climatological Association**, Estados Unidos, v. 131, p. 65, 2020.

BRASIL Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Seção 1, 3 ago. 2010, p. 3.

BUKVIC, A.; ROHAT, G.; APOTSOS, A.; SHERBININ, A. A Systematic Review of Coastal Vulnerability Mapping. **Sustainability**, [S.l.], v.12, n.7, p.2822, 2020.

CÂMARA, S. F. *et al.* Socioeconomic vulnerability of communities on the Brazilian coast to the largest oil spill (2019–2020) in tropical oceans. **Ocean & Coastal Management**, [S.l.], v. 202, p. 105506, 2021.

CÂMARA, S. F. *et al.* Vulnerabilidade socioeconômica à COVID-19 em municípios do Ceará. **Revista de Administração Pública**, Brasília, v. 54, p. 1037-1051, 2020.

CAMARA, S. F.; SILVA, F. R.; PINTO, F. R.; SOARES, M. O. Wicked multi-problems (COVID-19 + Oil Spill + wildFires) in Brazil and their effects on socioeconomic vulnerability. **International Journal of Social Economics**, Estados Unidos, v. 1, p. 1, 2022.

CAMARGO, R. C.; LORENCINI, B. C.; SANTOS, R. C. Sustainability: plastic materials, the great pacific garbage patch and sustainable proposals in the context of contemporary globalization/sustentabilidade: materiais plasticos, o great pacific garbage patch e propostas sustentaveis no contexto da globalizacao contemporanea. **Revista Eletrônica Direito e Política**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 772-795, 2021.

CARNEIRO, T. M. Q. A.; SILVA, L. A.; GUENTHER, M. A poluição por plásticos e a Educação Ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 16, n. 6, p.285-300, 2021.

CARVALHO, A.B. **Economia do mar**: conceito, valor e importância para o Brasil. Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento. 2018. 185 f. Tese (Doutorado em Economia do Desenvolvimento) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CHANG, X. *et al.* Potential health impact of environmental micro-and nanoplastics pollution. **Journal of Applied Toxicology**, [S.l.], v. 40, n. 1, p. 4-15, 2020.

CHELSHIER, A.; ADLER, E.; BARBIERE, J.; et al. **UNEP / IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter**. Nairobi, 2009.

CHURCHMAN, C. W. Wicked problems. **Management Science**, [S.l.], v.14, n.4, p.141-142, 1967.

COE, J. M.; ANDERSSON, S.; ROGERS, D. B. **Marine debris in the Caribbean region**. New York: Springer, 1997.

COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.

COMACCHIO, A.; BONESSO, S.; PIZZI, C. Boundary Spanning between Industry and University: The Role of Technology Transfer Centres. **Journal of Technology Transfer**, [S.l.], v.37, p.943-966, 2012.

COSTA, Simone da Silva. Pandemia e desemprego no Brasil. **Revista de Administração Pública**, São Paulo, v. 54, p. 969-978, 2020.

COSTA, P. G. C. Lei Federal nº 14.026/2020: o "velho" novo marco regulatório do saneamento básico. **Ensaio**, [S.l.], v. 18, p.221-229, 2021.

CÓZAR, A. *et al.* The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the thermohaline circulation. **Sci Adv**, [S.l.], v.3, n.4, e160058, 2017.

CROSBY, A. *et al.* Control Is a Wicked Problem: Situating Design Responses in Yogyakarta and Banjarmasin, She Ji. **The Journal of Design, Economics, and Innovation**, Estados Unidos, v.5, n. 4, p.261-284, 2019.

DÁVALOS, N. E. B. **Vulnerabilidade socioambiental e os impactos do reassentamento e dos eventos climáticos extremos sobre o povo indígena Tuxá de Rodelas-Bahia**. 2021. 258f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

DHANARAJ, C.; PARKHE, A. Orchestrating Innovation Networks. **Academy of Management Review**, [S.l.], v.31, p.659-669, 2006.

DIERSSEN, H. M.; CHLUS, A.; RUSSELL, B. Hyperspectral discrimination of floating mats of seagrass wrack and the macroalgae *Sargassum* in coastal waters of Greater Florida Bay using airborne remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, [S.l.], v.167, p.247-258, 2015.

DOYLE, M. J.; WATSON, W.; BOWLIN, N. M.; SHEAVLY, S. B. Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific Ocean. **Marine Environmental Research**, Londres, v.71, n.1, p.41-52, 2011.

DOZ, Y. L.; OLK, P. M.; RING, P. S. Formation processes of R&D consortia: Which path to take? Where does it lead? **Strategic Management Journal**, [S.l.], v.21, p.239-266, 2000.

DRYZEK, J. **The politics of the earth: Environmental discourses**. Oxford: Oxford University Press, 1997.

DUCKETT, D.; FELICIANO, D.; MARTIN-ORTEGA, J.; MUÑOZ-ROJAS, J. Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland. **Landscape and Urban Planning**, [S.l.], v.154, p.44-56, 2016.

DUCKETT, D.; FELICIANO, D.; MARTIN-ORTEGA, J.; MUÑOZ-ROJAS, J. Tackling wicked environmental problems: The discourse and its influence on praxis in Scotland. **Landscape and Urban Planning**, [S.l.], v.154, p.44-56, 2016.

DURANT, R.; LEGGE, J. “Wicked problems”, public policy, and administrative theory. Lessons from the GM food Regulatory arena. **Administration & Society**, [S.l.], v.38, p.309-334, 2006.

DUTRA, A. S. **Gestão de desastres e Serviço Social: o trabalho de assistentes sociais junto aos órgãos municipais de proteção e defesa civil**. Paraná: Editora Appris, 2021.

EISENHARDT, K. M.; GRAEBNER, M. E. Theory building from cases: Opportunities and challenges. **Academy of Management Journal**, [S.l.], v. 50, n. 1, p. 25-32, 2007.

EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environment and Resources**, [S.l.], v. 31, n. 1, p. 365-394, 2006.

EDENHOFER, O. (Ed.). **Climate change 2014: mitigation of climate change**. Cambridge: University Press, 2015.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of sustainable development**. S/e: 1997.

ERIKSEN, M. *et al.* Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PloS one**, Estados Unidos, v. 9, n. 12, p. e111913, 2014.

EUROPEAN UNION. **Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment, Official Journal of the European Union**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>. Acesso em: 20 abr. 2021.

FALLATI, L. *et al.* Anthropogenic Marine Debris assessment with Unmanned Aerial Vehicle imagery and deep learning: A case study along the beaches of the Republic of Maldives. **Science of the Total Environment**, [S.l.], v.693, p.133581, 2019.

FERNANDINO, G.; ELLIFF, C. I.; SILVA, I. R.; BITTENCOURT, A. C. S. P. How many pellets are too many? The pellet pollution index as a tool to assess beach pollution by plastic resin pellets in Salvador, Bahia. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 15, n. 3, p. 325-332, 2015.

FISCHER, F. Citizen participation and the democratization of policy expertise: From theoretical inquiry to practical cases. **Policy Sciences**, [S.l.], v.26, p.165-187, 1993.

FRIAS, J.P.G.L.; ROISIN, N. Microplastics: Finding a consensus on the definition. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.138, p.145-147, 2019.

FRIESEN Von L.W. *et al.* Summer sea ice melt and wastewater are important local sources of microlitter to Svalbard Waters. **Environ Int.**, [S.l.], v.139, p. 105511, 2020.

FÜSSEL, H.M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, [S.l.], v. 17, n. 2, p. 155-167, 2007.

GAIGER, L. I. G. A Reciprocidade e os coletivos de auto-organização da vida comum. **Otra Economía**, [S.l.], v. 13, n. 24, p. 3-24, 2020.

GALL, S. C.; THOMPSON, Richard C. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GALLOWAY, T. S. Micro- and Nano-plastics and Human Health. *In*: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (Eds.). **Marine Anthropogenic Litter**. USA: Springer, 2015. p. 343-366.

GANDRA, T. B. R.; BONETTI, J.; SCHERER, M. E. G. Onde estão os dados para o Planejamento Espacial Marinho (PEM)? Análise de repositórios de dados marinhos e das lacunas de dados geoespaciais para a geração de descritores para o PEM no Sul do Brasil. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Costeiro, v. 44, pp. 405-421, 2018.

GARABA, S. P.; DIERSEN, H. M. An airborne remote sensing case study of synthetic hydrocarbon detection using short wave infrared absorption features identified from marine-harvested macro-and microplastics. **Remote Sensing of Environment**, [S.l.], v. 205, p. 224-235, 2018.

GARABA, S. P.; DIERSEN, H. M. Hyperspectral ultraviolet to shortwave infrared characteristics of marine-harvested, washed-ashore and virgin plastics. **Earth System Science Data**, [S.l.], v.12, n.1, p.77-86, 2020.

GESAMP. **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment**: a global assessment. Londres: Repport Study GESAMP. 90, 2015.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, Estados Unidos, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.

GODDIJN-MURPHY, L. *et al.* Concept for a hyperspectral remote sensing algorithm for floating marine macro plastics. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 126, p. 255-262, 2018.

GODDIJN-MURPHY, L.; DUFAUR, J. Proof of concept for a model of light reflectance of plastics floating on natural waters. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.135, p.1145-1157, 2018.

GRANBERG, M. *et al.* (2019). Anthropogenic microlitter in wastewater and marine samples from Ny-Ålesund, Barentsburg and Signehamna, Svalbard. **Rep**, [S.l.], n. C373, p.28, 2019.

GROENEVELD, R. A. Welfare economics and wicked problems in coastal and marine governance. **Marine Policy**, [S.l.], v.117, p.103945, 2020.

HAJER, M. Policy without polity: Policy analysis and the institutional void. **Policy Sciences**, [S.l.], v.36, p.175-195, 2003.

HALSBAND, C.; HERZKE, D. Plastic litter in the European Arctic: what do we know? **Emer Contam.**, [S.l.], v.5, p.308-318, 2019.

HAND, M. S.; EICHMAN, H.; TRIEPKE, F. J.; JAWORSKI, D. **Socioeconomic vulnerability to ecological changes to National Forests and Grasslands in the Southwest Fort Collins**. CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2018.

HASAN, M.M. *et al.* The Prospects of Blue Economy to Promote Bangladesh into a Middle-Income Country. **Open Journal of Marine Science**, Londres, v.8, p.355-369, 2018.

HE, G.; PAN, Y.; TANAKA, T. The short-term impacts of COVID-19 lockdown on urban air pollution in China. **Nat Sustain**, [S.l.], v.3, n.12, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342741949_The_short-term_impacts_of_COVID-19_lockdown_on_urban_air_pollution_in_China. Acesso em: 20 abr. 2021.

HEAD, B. W. Wicked problems in public policy. **Public Policy**, [S.l.], v.3, p.101-118, 2008.

HEAD, B. W.; ALFORD, J. Wicked and less wicked problems: a typology and a contingency framework. **Policy and Society**, [S.l.], 36:3, 397-413, 2017.

HEAD, B. W.; ALFORD, J. Wicked problems: Implications for public policy and management. **Administration and Society**, Estados Unidos, v.47, p.711-739, 2015.

HEAD, B. W.; XIANG, W.-N. Working with wicked problems in socio-ecological systems: More awareness, greater acceptance, and better adaptation. **Landscape and Urban Planning**, [S.l.], v.154, p. 1-3, 2016.

HEIFETZ, R. **Leadership without easy answers**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

HORN, R. E. **Knowledge mapping for complex social messes**. 1981. Disponível em: <https://web.stanford.edu/~rhorn/a/recent/spchKnwldgPACKARD.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HOWLETT, M.; RAMESH, M.; PERL, A. **Política Pública: seus ciclos e subsistemas, uma abordagem integral**. São Paulo: Elsevier, 2013.

HUNG, Hung-Chih; LIU, Yi-Chung; CHIEN, Sung-Ying. Linking local vulnerability assessments to climatic hazard losses for river basin management. **Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions**, [S.l.], p. 1-21, 2016.

HURMELINNA-LAUKKANEN, P.; NÄTTI, S. Network Orchestration for Knowledge Mobility – The Case of an International Innovation Community. **Journal of Business Market Management**, Estados Unidos, v.5, n.4, p.244-264, 2012.

INSTITUTE FOR EUROPEAN ENVIRONMENTAL POLICY (IEEP). **Plastics Marine Litter and the Circular Economy**. [S.l.]: 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha Municipal Digital 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ISON, R.; COLLINS, K.; WALLIS, P. Institutionalising social learning: Towards systemic and adaptive governance. **Environmental Science and Policy**, [S.l.], v.53, p.105-117, 2015.

IVAR DO SUL, J. A.; SPENGLER, Â.; COSTA, M. F. Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 58, n. 8, p. 1236-1238, 2009.

JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, Estados Unidos, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

JENSEN, A. M.; HARDY, T.; MCKEE, M.; CHEN, Y. Using a multispectral autonomous unmanned aerial remote sensing platform (AggieAir) for riparian and wetlands applications. *In*: 2011 IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 2011, p. 3413-3416.

KALINA, M.; ALI, F.; TILLEY, E. “Everything continued as normal”: What happened to Africa’s wave of Covid-19 waste? **Waste Management**, New York, v. 120, p. 277, 2021.

KANHAI, L.D. K. *et al.* O’Connor Deep sea sediments of the Arctic Central Basin: a potential sink for microplastics. **Deep-Sea Res.**, Estados Unidos, v. 145, p.137-142, 2019.

KANNIAH, K.D. *et al.* COVID-19’s impact on the atmospheric environment in the Southeast Asia região. **Sci Total Environ.**, Estados Unidos, v.736, p.139658, 2020.

KANTAMANENI, K.; GALLAGHER, A.; DU, X. Assessing and mapping regional coastal vulnerability for port environments and coastal cities. **J Coast Conserv.**, [S.l.], v.23, n.1, p.59-70, 2019.

KARAMI, A. *et al.* The presence of microplastics in commercial salts from different countries. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 7, n. April, p. 46173, 2017.

KIM, J.-S.; LEE, H.-J.; KIM, S.-K.; KIM, H.-J. Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution. **Environ Sci Technol.**, [S.l.], v.52, n.21, p.12819-12828, 2018.

KRAUS, C. N.; MACIEL, D. A.; BONNET, M. P.; NOVO, E. M. L. D. M. Phytoplankton Genera Structure Revealed from the Multispectral Vertical Diffuse Attenuation Coefficient. **Remote Sensing**, [S.l.], v.13, n.20, p.4114, 2021.

KREUTER, M. W.; ROSA, C.; HOWZE, E.; BALDWIN, G. Understanding wicked problems: A key to advancing environmental health promotion. **Health Education and Behavior**, [S.l.], v.31, p.441-454, 2004.

LAU, W. W. Y. *et al.* Evaluating scenarios toward zero plastic pollution. **Science**, [S.l.], v.369, n.6510, p.1455-1461, 2020.

LESLIE, H. A. **Plastic in Cosmetics**: Are we polluting the environment through our personal care?: Plastic ingredients that contribute to marine microplastic litter. 2015.

LESLIE, Heather A. *et al.* Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. **Environment international**, [S.l.], v. 163, p. 107199, 2022.

LETEN, B. *et al.* IP Models to Orchestrate Innovation Ecosystems: IMEC, A Public Research Institute in Nano-Electronics. **California Management Review**, [S.l.], v.55, p.51-64, 2013.

LI, W. *et al.* Microplastics in agricultural soils: Extraction and characterization after different periods of polythene film mulching in an arid region. **Science of the Total Environment**, [S.l.], v.749, p.141420, 2020.

LIMONTA, G. *et al.* Microplastics induce transcriptional changes, immune response and behavioral alterations in adult zebrafish. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 2019.

LIVERMAN, D. M. Vulnerability to global environmental change. Understanding global environmental change: The contributions of risk analysis and management. **Journal of Human Ecology**, [S.l.], v.26, p.27-44, 2001.

LO, H.S. *et al.* Field test of beach litter assessment by commercial aerial drone. **Marine Pollution Bulletin**, v.151, p.110823, 2020.

LÖNNSTEDT, O. M.; EKLÖV, P. Environmentally relevant concentrations of microplastic particles influence larval fish ecology. **Science**, [S.l.], v. 352, n. 6290, p. 1213-1216, 2016.

LOUREIRO, M. R.; TEIXEIRA, M. A. C.; FERREIRA, A. M. Desenvolvendo capacidades estatais: conflitos e articulação de interesses no Projeto de Integração do Rio São Francisco. **Desenvolvimento em Questão**, Brasília, v.12, n.28, p.5-36, 2014.

LUDWIG, D. The era of management is over. **Ecosystems**, [S.l.], v.4, p.758-764, 2001.

LUSHER, A.; TIRELLI, V.; O'CONNOR, I. R. Officer Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and subsurface simples. **Sci Rep.**, [S.l.], v.5, p.14947, 2015.

MAIONE, C. Quantifying plastics waste accumulations on coastal tourism sites in Zanzibar, Tanzania. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 168, p. 112418, 2021.

MALDE, K.; HANDEGARD, N. O.; EIKVIL, L.; SALBERG, A. B. Machine intelligence and the data-driven future of marine science. **ICES Journal of Marine Science**, Estados Unidos, v.77, n.4, p.1274-1285, 2020.

MANZOOR, J.; SHARMA, M.; SOFI, I. R.; DAR, A. A. Plastic waste environmental and human health impacts. *In: Handbook of Research on Environmental and Human Health Impacts of Plastic Pollution*. USA: IGI Global, 2020. p. 29-37

MARRONI, E. V. The importance of public policy for Blue Amazon marine spatial planning. *Development Studies Research*, [S.l.], v.1, pp.161-167, 2017.

MAS, J. F. *et al.* V. Análise da disponibilidade de imagens Landsat e Sentinel para o Brasil. *Geografia Ensino & Pesquisa*, São Paulo, n.24, e47, 2020.

MASON, R.; MITROFF, I. **Challenging strategic planning assumptions**: Theory, cases and techniques. New York, NY: Wiley, 1981.

MASOUMI, H.; SAFAVI, S.M.; KHANI, Z. Identification and classification of plastic resins using near infrared reflectance. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering*, [S.l.], v.6, p.213-220, 2012.

MAXIMENKO, N. *et al.* **Remote sensing of marine debris to study dynamics, balances and trends**. 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Remote-sensing-of-marine-debris-to-study-dynamics-%2C-Maximenko/fab08714d6f6b12bbd7645582f03b386b019cd14>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MAXIMENKO, N. *et al.* Toward the integrated marine debris observing system. *Frontiers in Marine Science*, [S.l.], v.6, p.447, 2019.

MCBETH, M. K.; SHANAHAN, E. A. Public opinion for sale: The role of policy marketers in Greater Yellowstone policy conflict. *Policy Sciences*, Estados Unidos, v.37, p.319-338, 2004.

MCBETH, M. K.; SHANAHAN, E. A. Public opinion for sale: The role of policy marketers in Greater Yellowstone policy conflict. *Policy Sciences*, Estados Unidos, v.37, p.319-338, 2004.

MCEACHERN, K. *et al.* Microplastics in Tampa Bay, Florida: abundance and variability in estuarine waters and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, Londres, v. 148, p. 97-106, 2019.

METCALFE, A. S. Examining the Trilateral Networks of the Triple Helix: Intermediating Organizations and Academy-Industry-Government Relations. *Critical Sociology*, [S.l.], v.36, p. 503-519, 2010.

MILES, R.E.; SNOW, C.C.; MILES, G. The Future.org. *Long Range Planning*, [S.l.], v.33, n.3, p.300-321, 2000.

MORGANA, S. *et al.* Microplastics in the Arctic: a case study with sub-surface water and fish samples off Northeast Greenland. *Environ Pollut.*, [S.l.], v.242, p.1078-1086, 2018.

MULAZZANI, L.; MALORGIO, G. Blue growth and ecosystem services. *Marine Policy*, [S.l.], v.85, p.17-24, 2017.

NAIM, K.; QIAN, H. The development of network governance and its relevance for public affairs education. **Journal of Public Affairs Education**, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15236803.2020.1839851>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NAPIER, G. *et al.* **The Nordic Growth Entrepreneurship Review 2012 NGER**. Norway: Nordic Innovation, 2012.

NATH, S.; DUNN, F. E.; VAN LAERHOVEN, F.; DRIESSEN, P. P. Coping with crisis on the coast: The effect of community-developed coping-strategies on vulnerability in crisis-prone regions of the Ganges delta. **Journal of Environmental Management**, [S.l.], v.284, p.112072, 2021.

NEHA, P.; SUBRATA, H. Plastics in the time of COVID-19 pandemic: Protector or polluter? **Science of The Total Environment**, [S.l.], v.759, p.144274, 2021.

NEVES, D.; SOBRAL, P.; FERREIRA, J. L.; PEREIRA, T. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 101, n. 1, p. 119-126, 2015.

NG, K. L.; OBBARD, J. P. Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 52, n. 7, p. 761-767, 2006.

NILSSON, M. The role of assessments and institutions for policy learning: A study on Swedish climate and nuclear policy formation. **Policy Sciences**, [S.l.], v.38, p.225-249, 2006.

OBBARD, W. S. *et al.* Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice. **Earths Future**, [S.l.], v.2, p.315-320, 2014.

OLIVEIRA, A. L.; TURRA, A. Solid waste management in coastal cities: where are the gaps? Case study of the North Coast of São Paulo, Brazil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management**, [S.l.], v. 15, n. 4, p. 453-465, 2015.

OLIVEIRA, S. V. *et al.* **Tecnologias sociais e iniciativas de desenvolvimento sustentável em territórios prioritários do Rio Grande do Sul**. São Paulo: Paco e Littera, 2021.

ORTIZ-ALVAREZ, C. *et al.* Solid waste assessment in a coastal fishing community in Peru. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 178, p. 113632, 2022.

PARASHAR, N.; HAIT, Subrata. Plastics in the time of COVID-19 pandemic: protector or polluter? **Science of the Total Environment**, Estados Unidos, v. 759, p. 144274, 2021.

PEEKEN, I. *et al.* Microplastics in the Marine Realms of the Arctic with Special Emphasis on Sea Ice. **Arctic Report Card**, [S.l.], p.89-99, 2018.

PEIXOTO, D. C. *et al.* Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review. **Estuar Coast. Shelf Sci.** 219, [S.l.], p.161-168, 2019.

PEREIRA, F. C. **Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização de perdas de pellets plásticos**. São Paulo: IOUSP, 2014.

PEREIRA, T. S.; FERNANDINO, G. Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, [S.l.], v. 179, p. 104839, 2019.

PETERS, B. G. The problem of policy problems. **Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice**, [S.l.], v.7, p.349-370, 2005.

PIKKARAINEN, M. *et al.* Orchestration roles to facilitate networked innovation in a healthcare ecosystem. **Technology innovation management review**, [S.l.], v. 7, n. 9, p. 30–43, 2017.

PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F. DA. Inovação evolucionária: **Revista Espaço Acadêmico**, São Paulo, v. 21, n. 232, p. 01-09, 2022.

PROVAN, K. G.; FISH, A.; SYDOW, J. Interorganizational networks at the network level: A review of the empirical literature on whole networks. **Journal of Management**, Estados Unidos, v. 33, n. 3, p. 479-516, 2007.

PUTNAM, R. D. *et al.* **Bowling alone**: The collapse and revival of American community. New York: Simon & Schuster, 2000.

QUÉRÉ, C. L. *et al.* Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement. **Nat Clim.**, Change, v.10, p.647-653, 2020.

RECH, S.; BORRELL PICHES, Y. J.; GARCÍA-VAZQUEZ, E. Anthropogenic marine litter composition in coastal areas may be a predictor of potentially invasive rafting fauna. **PloS one**, Estados Unidos, v. 13, n. 1, p. e0191859, 2018.

REIN, M. **Social science and public policy**. New York, NY: Penguin Books, 1976.

RELAÇÃO ANUAL DE INFORMAÇÕES SOCIAIS (RAIS). **Bases estatísticas RAIS/CAGED**. 2019. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/login.php>. Acesso em: 20 mar. 2022.

RITALA, Paavo; ARMILA, Leila; BLOMQVIST, Kirsimarja. Innovation orchestration capability—Defining the organizational and individual level determinants. **International Journal of Innovation Management**, [S.l.], v. 13, n. 04, p. 569-591, 2009.

RITTEL, H. W. J. On the planning crisis: Systems analysis of the first and second generation. **Bed- riftsøkonomen**, [S.l.], n.8, p.390-398, 1972.

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sciences**, [S.l.], v.4, n.2, p.155-169, 1973.

ROBERTS, N. Wicked problems and network approaches to resolution. **International Public Management Review**, [S.l.], v.1, n.1, p.1-19, 2000.

ROBIN, R. S. *et al.* COVID-19 restrictions and their influences on ambient air, surface water and plastic waste in a coastal megacity, Chennai, India. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 171, p. 112739, 2021.

ROIJAKKERS, N. *et al.* Orchestrating Innovation Ecosystems_IMEC. In: PROCEEDINGS OF THE DRUID CONFERENCE, 33., 2013, Barcelona, p. 17-19, 2013.

ROWLEY, K.; HEAD, B. W. The enduring challenge of ‘wicked problems’: revisiting Rittel and Webber. **Policy Sci.**, [S.l.], v.50, p.539-547, 2017.

SAAVEDRA, C.; BARAN, K. Microplastic ingestion: Are seabirds more affected than other marine species? **Revista de Iniciação Científica**, Espanha, v.4, n.2, p.61-64, 2019.

SAKA-HELMHOUT, A.; IBBOTT, C.J. Network Orchestration: Vodafone’s Journey to Globalization, Orchestration of the Global Network Organization (Advances in International Management). **Emerald Group Publishing Limited**, Bingley, v. 27, p. 121-147, 2014.

SAMUELS, P. **Language of risk**: project definitions. 2009. Disponível em: http://www.floodsite.net/html/partner_area/project_docs/floodsite_language_of_risk_v4_0_p1.pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

SANCHEZ, W.; BENDER, C.; PORCHER, J. M. Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: Preliminary study and first evidence. **Environmental Research**, Estados Unidos, v. 128, p. 98-100, 2014.

SANTOS, D. A. G.; ZEN-AURORA, A. C. Orquestração de Atores e Recursos para o Desenvolvimento de Ecossistemas de Inovação. In: SEMEAD Seminários em Administração, 21., 2018. **Anais...** Disponível em: <https://login.semead.com.br/21semead/anais/arquivos/1579.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SCHMALTZ, E. *et al.* Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution. **Environment International**, Estados Unidos, v.144, p.106067, 2020.

SHASHOUA, Y. **Conservation of Plastics** – Materials Science, Degradation and Preservation. USA: Elsevier, 2008.

SHEN, C. *et al.* Ecosystem metabolism and carbon balance in Chesapeake Bay: A 30-year analysis using a coupled hydrodynamic-biogeochemical model. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, [S.l.], v. 124, n. 8, p. 6141-6153, 2019.

SHERBININ, A.; SCHILLER, A.; PULSIPHER, A. The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment and urbanization**, [S.l.], v. 19, n. 1, p. 39-64, 2007.

SILVA, A.L.P. *et al.* Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. **Sci Total Environ.**, [S.l.], v.742, p. 140565, 2020.

SILVA, F. R. *et al.* Oil Spill and Socioeconomic Vulnerability in Marine Protected Areas. **Frontiers in Marine Science**, [S.l.], p. 718, 2022.

SJOLLEMA, S. B. *et al.* Do plastic particles affect microalgal photosynthesis and growth? **Aquatic Toxicology**, [S.l.], v.170, p.259-261, 2016.

STROHAECKER, T.M. **A Dinâmica Socioespacial da Zona Costeira Brasileira**. 12º Encontro de Geógrafos de América Latina, 2009. Montevideo, 2012.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. 2020. Disponível em: <https://idsc-br.sdgindex.org/>. Acesso em: 20 maio 2022.

TALSNESS, C. E. *et al.* Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S.l.], v. 364, n. 1526, p.2079-2096, 2009.

TEKMAN, M.; KRUMPEN, T.; BERGMANN, M. Marine litter on deep Arctic seafloor continues to increase and spreads to the north at the HAUSGARTEN observatory. **Deep-Sea Res.**, [S.l.], v.120, p.88-99, 2017.

TEKMAN, M.B. *et al.* Tying up loose ends of microplastic pollution in the Arctic: distribution from the sea surface through the water column to Deep-Sea sediments at the HAUSGARTEN observatory *Environ. Sci Technol.*, [S.l.], v.54, p. 4079-4090, 2020.

TERMEER, C.; DEWULF, A.; BREEMAN, G.; STILLER, S. Governance capabilities for dealing wisely with wicked problems. **Administration & Society**, [S.l.], v.46, p.680-710, 2015.

TERRY, I. **Wicked Problems and the Relationship Triad, *em* Grow Small, Think Beautiful: Ideas for a Sustainable World from Schumacher College**. Edimburgo: Floris Books, 2012.

TIBBETTS, J. Coastal cities: living on the edge. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 110, n. 11, p. A674-A681, 2002.

TOPOUZELIS, K. *et al.* Remote sensing of sea surface artificial floating plastic targets with Sentinel-2 and unmanned aerial systems (Plastic Litter Project 2019). **Remote Sensing**, [S.l.], v.12, n.12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs12122013>. Acesso em: 20 abr. 2021.

TSAL, F. M. *et al.* Sustainable solid-waste management in coastal and marine tourism cities in Vietnam: A hierarchical-level approach. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.l.], v. 168, p. 105266, 2021.

TURNER, A. R.; WILLIAMS, A. T. Weathering and persistence of plastic in the marine environment: lessons from LEGO. **Environ Pollut.**, [S.l.], v.262, p.114299, 2020.

TURNPENNY, J.; LORENZONI, I.; JONES, M. Noisy and definitely not normal: Responding to wicked issues in the environment, energy and health. **Environmental Science & Policy**, [S.l.], v.12, p.347-358, 2009.

TURRA, A. *et al.* Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. **Scientific Reports**, [S.l.], v. 4, p. 1-7, 2014.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Marine plastic debris and microplastics**: Global lessons and research to inspire action and guide policy change. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2016.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **UN Declares War on Ocean Plastic**. 2017. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/un-declares-war-ocean-plastic>. Acesso em: 20 abr. 2020.

VALLE, C. E.; LAGE, H. **Meio ambiente**: acidentes, lições e soluções. São Paulo: Editora Senac, 2019.

VAN BUEREN, E. M.; KLIJN, E.H.; KOPPENJAN, J. F. M. Dealing with wicked problems in networks: Analyzing an environmental debate from a network perspective. **Journal of Public Administration Research and Theory**, [S.l.], v.13, n.2, p.193-212, 2003.

VAN DE KERKHOF, M. Making a difference: On the constraints of consensus building and the relevance of deliberation in stakeholder dialogues. **Policy Sciences**, [S.l.], v. 39, p.279-299, 2006.

VAN SEBILLE, E. *et al.* A global inventory of small floating plastic debris. **Environmental Research Letters**, [S.l.], v.10, n.12, p.124006, 2015.

VARONE, F.; NAHRATH, S.; AUBIN, D.; GERBER, J.D. Functional regulatory spaces. **Policy Sciences**, [S.l.], v.46, p.311-33, 2013.

VIDAL, C.; PASQUINI, C. A comprehensive and fast microplastics identification based on near-infrared hyperspectral imaging (HSI-NIR) and chemometrics. **Environmental Pollution**, [S.l.], v.285, p.117251, 2021.

VINUTHA, H. P.; POORNIMA, B.; SAGAR, B. M. Detection of outliers using interquartile range technique from intrusion dataset. **Information and Decision Sciences**, Singapore, p. 511-518, 2018.

WAGNER, M. *et al.* Freshwater Microplastics – Emerging Environmental Contaminants? **Springer**, Berlin, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61615-5>. Acesso em: 20 abr. 2021.

WALRAVE, B. *et al.* A multi-level perspective on innovation ecosystems for path- breaking innovation. **Technological Forecasting and Social Change**, [S.l.], v.136, p.103-113, 2018.

WATKINS, E.; BRINK, P. **Marine Litter Socio Economic Study**. USA: United Nations Environment Programme, 2017.

WEBER, E. P.; KHAMEDIAN, A. M. Wicked problems, knowledge challenges, and collaborative capacity builders in network settings. **Public Administration Review**, [S.l.], v.68, p.334-349, 2008.

WEICK, K. E. Small wins: Redefining the scale of social problems. **American Psychologist**, [S.l.], v.39, p.40-49, 1984.

WELDEN, N. A.; COWIE, P. R. Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v. 118, n. 1-2, p. 248-253, 2017.

WILDAVSKY, H. A. Microplastics in the marine environment: Distribution, interactions and effects. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (Eds.). **Marine Anthropogenic Litter**. USA: Springer, 2015. p. 245-312.

WILLIAMS, A. T.; RANGEL-BUITRAGO, N. Marine litter: solutions for a major environmental problem. **Journal of Coastal Research**, [S.l.], v. 35, n. 3, p. 648-663, 2019.

WORLD BANK. **The Living Oceans**. 2012. Disponível em: <http://go.worldbank.org/A2MYFIUQM0>. Acesso em: 20 abr. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO coronavirus disease (COVID-19) dashboard**. 2020. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **United in Science Report 2020**. Geneva: WMO, 2020.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 178, p. 483-492, 2013.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 178, p. 483-492, 2013.

YAO, H.; QIN, R.; CHEN, X. Unmanned aerial vehicle for remote sensing applications-A review. **Remote Sensing**, [S.l.], v. 11, n. 12, p. 1443, 2019.

YONKOS, L. T. *et al.* Microplastics in four estuarine rivers in the Chesapeake Bay, USA. **Environmental Science & Technology**, [S.l.], v. 48, n. 24, p. 14195-14202, 2014.

ZARFL, C.; MATTHIES, M. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? **Marine Pollution Bulletin**, Londres, v.60, n.10, p.1810-1814, 2011.

ZENG, E. *et al.* **Microplastic Contamination in Aquatic Environments – An Emerging Matter of Environmental Urgency**. USA: Elsevier, 2018.

ZHANG, W. *et al.* Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 231, p. 541-548, 2017.

ZHENG, Y. *et al.* A discrimination model in waste plastics sorting using NIR hyperspectral imaging system. **Waste Management**, [S.l.], v.72, p.87-98, 2021.

ZHU, C. *et al.* Characterization of microplastics on filter substrates based on hyperspectral imaging: Laboratory assessments. **Environmental Pollution**, [S.l.], v.263, p.114296, 2020.

ZRELLI, R. *et al.* Decadal effects of solid industrial wastes on the coastal environment: Gulf of Gabes (Tunisia, Southern Mediterranean Sea) as an example. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, [S.l.], v. 224, p. 281-288, 2019.