

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E GESTÃO DE
POLÍTICAS PÚBLICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
DOUTORADO EM ECONOMIA

MATHEUS BRAGA DE CASTRO

ENSAIOS ECONÔMICOS SOBRE NAVEGAÇÃO:
MERCADO, CONCENTRAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

BRASÍLIA

2022

MATHEUS BRAGA DE CASTRO

**ENSAIOS ECONÔMICOS SOBRE NAVEGAÇÃO:
MERCADO, CONCENTRAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

Tese apresentada à Universidade de Brasília,
como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Economia, para obtenção
do título de Doutor em Economia.

Área de concentração: Economia Agrícola e
do Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira.

BRASÍLIA

2022

MATHEUS BRAGA DE CASTRO

**ENSAIOS ECONÔMICOS SOBRE NAVEGAÇÃO:
MERCADO, CONCENTRAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL**

Tese apresentada à Universidade de Brasília, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia, para obtenção do título de Doutor em Economia.

Área de concentração: Economia Agrícola e do Meio Ambiente.

Data da aprovação: ____/ ____/ 2022.

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira
Universidade de Brasília (UnB)
Orientador

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Torres
Membro Interno

Dr. Augusto Ferreira Mendonça
Membro Externo

Prof. Dr. Ricardo Coelho Faria
Membro Externo

Profa. Dra. Joana D'Arc Bardella Castro
Membro Externo

AGRADECIMENTOS

Três pessoas foram fundamentais para a realização deste trabalho. A primeira delas é a minha melhor amiga, Luísa Cardoso, que me apoiou e foi essencial para me manter focado no objetivo de concluir essa tese. Agradeço também ao meu companheiro e parceiro de vida, Pedro Franco, que teve de conviver e aceitar os sacrifícios inerentes a um doutorado, sempre com compreensão e apoio emocional, além de ter feito o importantíssimo trabalho de revisão de texto. Finalmente, agradeço a minha amiga e colega de trabalho, Ilana Ferreira, que me motivou desde o início da minha vida acadêmica e tornou muito mais fácil a rotina de trabalho e estudo.

Agradeço ao meu chefe, Wagner Cardoso, por ter facilitado a conciliação das obrigações do trabalho com a UnB, especialmente por compreender a importância do tempo e dos recursos dedicados aos estudos e auxiliar inclusive na definição do tema desse trabalho. Agradeço à professora Geovana Bertussi pelo apoio e ajuda no surgimento da ideia inicial dessa tese.

Agradeço ao meu orientador, professor Jorge Madeira Nogueira, que esteve presente ao longo da minha trajetória acadêmica desde a graduação e me ajudou e estimulou na construção do conhecimento necessário à elaboração desse trabalho. Reconheço também que conseguir ter concluído cada semestre em todos esses anos só foi possível graças à rede de apoio que encontro nos meus amigos e familiares, especialmente nos meus pais, Beatriz de Castro e Cícero de Castro.

Finalmente, agradeço a todos os colegas, professores e funcionários do departamento de Economia com quem convivi, especialmente ao CEEMA. Ingressei na UnB em 2007 e saio consciente do privilégio de ter frequentado e contribuído com esse ambiente plural, democrático, acolhedor, engajado e consciente dos desafios ambientais e sociais que existem em nossa sociedade. Levo a minha gratidão como uma responsabilidade de agir em prol e de defender o direito de que cada vez mais pessoas possam vivenciar essa realidade, hoje, no futuro e não só em nossas universidades públicas.

RESUMO

O presente trabalho aborda as diferentes atividades vinculadas à navegação marítima sob a perspectiva da economia ambiental. A revisão de literatura indicou — no âmbito de operações do transporte marítimo, da indústria naval e de infraestruturas portuárias — relevantes impactos ambientais e medidas de mitigação, potências e reais. Diferentes níveis de concentração de mercado foram calculados, tanto a partir do ponto de vista da capacidade de transporte disponibilizada pelas empresas de navegação no mercado global e nas diferentes rotas de navegação partindo do Brasil, quanto por parte dos fluxos de cargas para exportação com origem em instalações portuárias brasileiras. A análise bibliométrica demonstrou aspectos robustos e frágeis da utilização do Índice de Desempenho Ambiental (IDA) como um instrumento eficaz ao monitoramento do desempenho ambiental. A avaliação do IDA, elaborado para a maioria dos portos brasileiros pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), apontou desempenho ambiental mais satisfatório de instalações portuárias que possuíam terminais de contêineres com participação acionária de empresa de navegação em comparação com instalações não verticalizadas. Os resultados contribuem para o debate na literatura a respeito do *trade-off* entre sustentabilidade e competição é de particular relevância para o monitoramento e implementação de medidas voltadas à mitigação de impactos ambientais no mercado de navegação.

Palavras-chave: Economia ambiental; Concentração de mercado; Índice de Desempenho Ambiental (IDA); transporte marítimo.

ABSTRACT

This work scrutinizes different activities linked to maritime navigation from the perspective of environmental economics. The literature review indicated relevant environmental impacts and mitigation measures, potential and real, related to maritime transport operations, the naval industry and port infrastructure. Different levels of market concentration were calculated, from the point of view of shipping companies in the global market and in the different routes originating from Brazil, as well as from flows of goods for export in Brazilian ports. The bibliometric analysis showed robust and fragile aspects of the Environmental Performance Index (EPI) as an effective instrument for monitoring environmental performance. The evaluation of the EPI, assessed for most Brazilian ports by the National Agency for Waterway Transport (ANTAQ), indicated a more satisfactory environmental performance of port facilities that have container terminals with equity participation of a shipping company compared to terminals that are not vertically integrated. The results contribute to the debate in the literature regarding the trade-off between sustainability and competition, which is of particular relevance for the monitoring and implementation of measures aimed at mitigating environmental impacts in the shipping market.

Keywords: Environmental economics; Market concentration; Environmental Performance Index (EPI); maritime transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução dos valores de frete médios anuais por rota entre o porto de Shangai e destinos internacionais variados- 2009-2018.	39
Figura 2 - Evolução das razões de concentração de capacidade de movimentação das empresas de navegação- 2000-2017.	49
Figura 3 - Curva de Lorenz para a concentração da capacidade de movimentação das empresas de navegação- 2014-2017.	51
Figura 4 - Participação dos armadores nas exportações de contêineres (em 2018).	52
Figura 5 - Razões de concentração por rota de exportação (em 2018).	53
Figura 6 - Curva de Lorenz da movimentação de contêineres dos armadores por rota de exportação (em 2018).	55
Figura 7 - Evolução da quantidade de escalas em portos brasileiros (em 2008, 2010, 2015, 2017 e 2018).	57
Figura 8 - Participação por terminal portuário no total das exportações de contêineres (em 2018).	60
Figura 9 - Razões de concentração por destino de exportação (em 2018).	61
Figura 10 - Curva de Lorenz para a movimentação dos terminais portuários por continente de destino (em 2018).	63
Figura 11 - Diagrama das etapas de análise bibliométrica.	127
Figura 12 - Trajetória temporal das publicações sobre o IDA- 2012-2021.	128
Figura 13 - Publicações sobre o IDA por ordem de países com mais publicações.	129
Figura 14 - Mapa de palavras-chave pela análise de cocorrência – visualização de densidade.	131
Figura 15 - Mapa de cocitações – visualização de rede (<i>clusters</i> indicados por cores).	133
Figura 16 - Mapa de acoplamento bibliográfico (<i>coupling</i>) – visualização de rede (<i>clusters</i> indicados por cores).	134
Figura 17 - Mapa de cocitações – visualização de densidade.	136
Figura 18 - Mapa de acoplamento bibliográfico (<i>coupling</i>) – visualização de densidade.	137
Figura 19 - Desempenho dos indicadores IDA em função da existência de legislação ou regulamento.	153
Figura 20 - Localização e quantidade de instalações portuárias públicas e privadas que responderam ao IDA em 2018.	154
Figura 21 - Evolução do IDA agregado por tipo de gestão portuária- 2012-2018.	159
Figura 22 - Evolução do desempenho do IDA por tipo de gestão portuária- 2012-2018.	160
Figura 23 - Variação nas notas do IDA de instalações avaliadas desde 2012.	163
Figura 24 - Variação nas notas do IDA de instalações avaliadas desde 2017.	164
Figura 25 - Evolução da participação na movimentação de contêineres de instalações portuárias que contam com terminais com participação acionária de armadores- 2010-2018.	177
Figura 26 - Categorias que compõem o Índice de Desempenho Ambiental – IDA.	178
Figura 27 - Diagrama de caixa para o desempenho de instalações portuárias no IDA de terminais com e sem a participação acionária de armadores.	181
Figura 28 - Desempenho nos indicadores com até cinco respostas de instalações portuárias com e sem participação acionária de armadores.	191
Figura 29 - Desempenho nos indicadores com até três respostas de instalações portuárias com e sem participação acionária de armadores.	192

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ondas de Containerização em Portos Globais.	30
Quadro 2 – Armadores que deixaram de operar serviços regulares em portos brasileiros.	33
Quadro 3 - Definição de tipos de mercado de acordo com os níveis de concentração.	44
Quadro 4 – Capacidade de movimentação por grupo de empresas em 2003 e 2017.	50
Quadro 5 – Indicadores de concentração de capacidade das empresas de navegação- 2014-2017.	50
Quadro 6 – Indicadores de concentração de capacidade das empresas de navegação nas exportações brasileiras de contêineres (em 2017).	54
Quadro 7 – Evolução das rotas de navegação em portos da Costa Leste da América do Sul – indicadores selecionados (em 2008, 2010, 2015, 2017 e 2018).	58
Quadro 8 – Indicadores de concentração dos terminais portuários nas exportações brasileiras de contêineres (em 2018).	62
Quadro 9 - Principais fontes geradoras e impactos ambientais das atividades relacionadas ao setor de navegação.	87
Quadro 10 - Mecanismos financeiros ou econômicos como possíveis políticas de redução das emissões.	97
Quadro 11 - Medidas para mitigação das emissões de CO ₂ no transporte marítimo.	100
Quadro 12 - Ações para mitigação dos impactos ambientais em diferentes atividades do transporte marítimo – países selecionados.	101
Quadro 13 - Convenções Internacionais de meio ambiente e instrumentos de internalização na legislação brasileira.	108
Quadro 14 - Indicadores monitorados pelo Índice de Desempenho Ambiental.	110
Quadro 15 - Periódicos fonte dos artigos sobre o IDA (consulta em 19/10/2021).	129
Quadro 16 - Estrutura de construção do IDA – por categoria e grupo de indicadores.	146
Quadro 17 - Construção do Índice de Desempenho Ambiental – IDA.	148
Quadro 18 - Construção do <i>Environmental Performance Index</i> – EPI.	150
Quadro 19 - Legislação de referência usada para a construção do indicador IDA.	152
Quadro 20 - Participação dos terminais públicos e privados avaliados pelo IDA no total de movimentação portuária por tipo de carga (em % de toneladas)- 2012-2018.	155
Quadro 21 - Relação de terminais selecionados com movimentação de carga declarada na Antaq e com avaliação no IDA por tipo de instalação e por ano (totais por tipo de gestão e agregado em negrito)- 2012-2018.	157
Quadro 22 - Indicadores de desempenho por tipo de gestão portuária.	166
Quadro 23 - Variáveis mapeadas pela investigação dos dados do IDA.	173
Quadro 24 - Desempenho em indicadores selecionados de instalações portuárias com participação acionário de armadores (em 2018).	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação dos indicadores ambientais prioritários dos portos integrantes da iniciativa ECOPORTS (em 1996 e 2018).	104
Tabela 2 - Desempenho das instalações portuárias no IDA por região (2017 e 2018).	161
Tabela 3 - Movimentação de carga e de contêineres nos 11 portos com melhor avaliação no IDA 2018.	162
Tabela 4 - Variação nos indicadores levantados nos portos organizados entre 2012 e 2018 (em pontos percentuais).	169
Tabela 5 - Variação nos indicadores levantados nos terminais privados entre 2017 e 2018 (em pontos percentuais).	171

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BOD	Demanda Biológica de Oxigênio
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CIEP	Composite Index of Environmental Performance
CIRM	Comissão interministerial para os Recursos do Mar
COV	Composto Orgânico Volátil
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSI	Clean Shipping Index
EDI	Environmental Degradation Index
EEDI	Energy Efficiency Design Index
EF	Ecological Footprint
EPI	Environmental Performance Index
ESI	Environmental Ship Index (ESI)
ESI	Environmental Sustainability Index
ESPO	European Sea Ports Organisation
GloMEEP	Global Maritime Energy Efficiency Partnership
IAPH	International Association of Ports and Harbors
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDA	Índice de Desempenho Ambiental
IMO	Organização Marítima Internacional
ISO	International Organization for Standardization
ISPS CODE	Código Internacional para a Proteção de Navios e Instalações Portuárias
LESTA	Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios
NORMAM	Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OPRC	Convenção Internacional sobre Mobilização de Recursos, Respostas e Cooperação contra Poluição por Óleo
PGRS	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos
PMQA	Programa de Monitoramento da Qualidade da Água
PNC	Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional
PIB	Produto Interno Produto
PNRM	Política Nacional para os Recursos do Mar
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIGA	Sistema Integrado de Gestão Ambiental
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SOLAS	Convenção de Salvaguarda da Vida Humana no Mar
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit
TUP	Terminal de Uso Privativo
UNCTAD	Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
VOC	Volatile Organic Compounds
WSPS	World Ports Sustainability Program

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
Considerações iniciais e justificativa.....	14
Divisão da tese e perguntas norteadoras da pesquisa	15
Principais contribuições da tese.....	17
CAPÍTULO 1 – ECONOMIA, NAVEGAÇÃO, MERCADO E MEIO AMBIENTE: ELOS EXISTENTES À LUZ DA LITERATURA TÉCNICO-CIENTÍFICA.....	20
1.1. A navegação e a questão ambiental.....	20
1.2. O processo de concentração no mercado de navegação	22
1.3. Os efeitos ambientais da concentração no mercado de navegação	23
PARTE I – ECONOMIA DA CONCENTRAÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA.....	26
CAPÍTULO 2 – ENSAIO SOBRE AS MUDANÇAS NA ESTRUTURA DO MERCADO DE TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA	26
2.1 Introdução.....	26
2.2 Revisão de literatura	27
2.2.1 A evolução do mercado internacional de navegação	27
2.2.2 O setor de navegação no brasil	31
2.2.3 Efeitos da concentração de mercado no setor de navegação	35
2.3 Métodos e procedimentos: cálculos de concentração de mercado	43
2.3 Resultados: mensuração dos níveis de concentração	48
2.4.1 Concentração no mercado global de navegação.....	48
2.4.2 Concentração no mercado de navegação brasileiro.....	52
2.4.3 Concentração geográfica das operações de exportações de contêiner no brasil.....	56
2.5 Discussão	63
2.6 Conclusão	66
PARTE II – ECONOMIA DOS EFEITOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA.....	68
CAPÍTULO 3 – ENSAIO SOBRE EXTERNALIDADES AMBIENTAIS DO TRANSPORTE MARÍTIMO.....	68
3.1 Introdução.....	68
3.2 Métodos e procedimentos	69
3.3 Resultados.....	70
3.3.1 Impactos da navegação	70
3.3.2 Impactos da infraestrutura portuária	75
3.3.3 Impactos da estrutura do mercado de navegação.....	78

3.3.4	Impactos do comércio internacional	81
3.4	Discussões	86
3.5	Considerações finais	89
CAPÍTULO 4 – ENSAIO SOBRE GESTÃO AMBIENTAL RELACIONADA AO TRANSPORTE MARÍTIMO.....		90
4.1	Introdução.....	90
4.2	Métodos	91
4.3	Resultados: ações de mitigação dos impactos ambientais do setor de transporte marítimo	92
4.3.1	Experiência multilateral	92
4.3.2	Experiências de países e das cadeias da indústria de transporte marítimo	99
4.3.3	Experiência brasileira	105
4.4	Discussões	111
4.5	Considerações finais	115
PARTE III - ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL.....		117
CAPÍTULO 5 – ENSAIO SOBRE ROBUSTEZES E FRAGILIDADES DO IDA À LUZ DA ECONOMIA		117
5.1	Introdução.....	117
5.2	Indicadores ambientais à luz da teoria econômica	119
5.3	Métodos e procedimentos.....	124
5.4	Resultados.....	127
5.4.1	Descrição geral	127
5.4.2	Análise das citações diretas	130
5.4.3	Análise das cocitações	131
5.4.4	Análise do acoplamento bibliográfico	133
5.4.5	Temas de pesquisa	134
5.5	Discussões	137
5.5.1	Investigação de variáveis explicativas ao desempenho ambiental	138
5.5.2	Investigação sobre a qualidade metodológica do IDA	140
5.6	Considerações finais	142
CAPÍTULO 6 – ENSAIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO IDA NO BRASIL		144
6.1	Introdução.....	144
6.2	Questões metodológicas da estruturação e utilização do IDA	145
6.2.1	Metodologia de construção do IDA.....	145
6.2.2	Abrangência do IDA.....	153

6.2.3	Eficácia do IDA no monitoramento do desempenho ambiental	158
6.2.3.1	Avaliação por tipo de instalação portuária.....	158
6.2.3.2	Avaliação por região geográfica e instalação específica	160
6.2.3.3	Avaliação por indicador específico.....	165
6.3	Recomendações	172
6.4	Considerações finais	173
PARTE IV – ELOS EXISTENTES ENTRE ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA		175
CAPÍTULO 7 – ENSAIO SOBRE ELOS ENTRE ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA À LUZ DO ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL		175
7.1	Introdução.....	175
7.2	Métodos e procedimentos.....	176
7.3	Resultados.....	181
7.3.1	Categoria econômico-operacional	182
7.3.2	Categoria sociocultural	185
7.3.3	Categoria físico-química.....	187
7.3.4	Categoria biológica-ecológica	189
7.4	Discussão.....	193
7.5	Considerações finais	196
CAPÍTULO 8 – ELOS ANALITICAMENTE OCULTOS ENTRE MEIO AMBIENTE E TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA		197
8.1	A evolução dos impactos ambientais e das medidas de mitigação no setor de navegação 197	
8.2	A evolução dos níveis de concentração no mercado de navegação	200
8.3	Evidências dos efeitos ambientais da concentração no mercado de navegação.....	201
CONCLUSÃO.....		203
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		206
ANEXO A – DETALHAMENTO DO QUESTIONÁRIO E RESPOSTAS POSSÍVEIS PARA CADA INDICADOR DO IDA.....		234
ANEXO B – AVALIAÇÃO DOS INDICADORES ESPECÍFICOS DO IDA POR TIPO DE GESTÃO PORTUÁRIA - EM 2018.....		240
ANEXO C – DESEMPENHO DO IDA POR INSTALAÇÃO PORTUÁRIA.....		242

INTRODUÇÃO

Considerações iniciais e justificativa

O transporte marítimo é o principal meio de movimentação das cargas transacionadas no comércio internacional. Tal protagonismo deve-se tanto ao processo de globalização econômica e internacionalização das empresas, quanto às profundas mudanças tecnológicas e na logística da navegação mundial, ocorridas ao longo das últimas décadas. Destacam-se, nesse contexto, o surgimento de sistemas de transporte intermodais; as cadeias globais de produção; o mercado de navegação voltado para as cargas containerizadas; e o processo de concentração de mercado observado nas diferentes etapas do setor de navegação.

Do ponto de vista ambiental, a consolidação da navegação marítima como o principal meio para a transação de matérias primas, insumos, produtos intermediários e finais apresenta menos efeitos adversos em comparação a outras modalidades de transporte, especialmente por ser costumeiramente menos intensiva no consumo energético. No entanto, a expansão do fluxo de mercadorias e da quantidade e dimensão das embarcações e instalações portuárias necessárias às operações do transporte marítimo resultam, cada vez mais, em uma série de impactos ambientais. As atividades do setor produzem emissões de poluentes atmosféricos, incluindo gases causadores do efeito estufa; demandam grandes quantidades de óleo combustível; incorrem em rejeitos sólidos e líquidos despejados de forma intencional ou acidental; impactam a fauna e flora, principalmente aquática e em áreas de influência das infraestruturas portuárias.

Os indícios de níveis de concentração de mercado cada vez mais pronunciados nas diferentes etapas do mercado de navegação de contêiner também altera os impactos ambientais ocasionados pelas operações de carga e descarga. Tudo isso revela a importância de avaliações ambientais que abordem tal configuração mercadológica. Essa avaliação é ainda mais relevante para o Brasil, tendo em vista a dependência do setor produtivo nacional das empresas estrangeiras de navegação, que cada vez mais adquirem participação societária em terminais portuários, e a concentração espacial da biodiversidade em regiões diretamente impactadas pelas atividades portuárias e pelas rotas de navegação.

Uma série de iniciativas de monitoramento e mitigação dos efeitos ambientais adversos das diferentes atividades vinculadas à navegação vem sendo adotadas. Dentre essas, se destacam as avaliações do desempenho de países e instalações portuárias em diferentes critérios relacionados ao meio ambiente. Um instrumento de avaliação comumente utilizado consiste no *Environmental Performance Index* (EPI), ou Índice de Desempenho Ambiental (IDA), um índice composto por uma série de indicadores que, em conjunto, permite analisar comparativamente o desempenho ambiental. Tais avaliações visam atender a demanda por estatísticas e informações referentes a qualidade e sustentabilidade ambiental, reflexo da crescente percepção sobre a importância dos recursos naturais e de seus serviços para os sistemas econômicos.

No Brasil, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) elabora, desde 2012, um índice IDA para a avaliação da conformidade ambiental do sistema portuário brasileiro. Atualmente, o instrumento de monitoramento ambiental é o mais completo e transparente para o setor portuário brasileiro. Tendo em vista o crescimento observado e a perspectiva de expansão do transporte marítimo, em conjunto com o processo de verticalização no mercado de navegação, deve-se avaliar se a iniciativa da Agência tem sido eficaz no sentido de reunir informações e fomentar, tanto investigações das consequências ambientais das atividades do setor, quanto mudanças na infraestrutura e operações das instalações portuárias do país.

Divisão da tese e perguntas norteadoras da pesquisa

Optou-se por dividir a tese na forma de ensaios. Em conjunto, esses ensaios têm como objetivo avaliar a configuração de mercado e apresentar os impactos ambientais relacionados às atividades vinculadas à navegação marítima, especialmente no que se refere às operações de terminais de contêiner no Brasil. O ferramental utilizado para análise dos pontos levantados pela pesquisa baseia-se na teoria da Economia Ambiental; dos cálculos de mensuração do nível de concentração de mercado; e do instrumental bibliométrico.

Esta Tese foi dividida em quatro partes, além de um capítulo introdutório e outro com discussões finais e resumo dos resultados encontrados.

A Parte I dedicou-se a temática dos níveis de concentração de mercado no transporte marítimo de cargas, explorada no “Ensaio sobre as Mudanças na Estrutura do

Mercado de Transporte Marítimo de Carga”. Analisamos o processo histórico e a teoria econômica que explicam o processo de containerização das cargas e concentração de capacidade entre as empresas que operam no transporte marítimo. Apresentou-se o instrumental utilizado para a mensuração da concentração de mercado, com base em cinco indicadores de concentração: razões de concentração, índice discreto de concentração, índice Herfindahl-Hirschman, índice de entropia e índice de Gini. Calcularam-se os níveis de concentração, tanto do ponto de vista da capacidade de transporte disponibilizada pelas empresas de navegação no mercado global e nas diferentes rotas de navegação partindo do Brasil, quanto por parte dos fluxos de cargas para exportação com origem em instalações portuárias brasileiras.

A Parte II tem como temática a “Economia dos Efeitos Ambientais do Transporte Marítimo de Carga”. A seção inicia-se com o “Ensaio sobre Externalidades Ambientais do Transporte Marítimo”, que trata da teoria econômica sobre externalidades e da revisão da literatura especializada sobre impactos ambientais (i) das atividades vinculadas ao transporte marítimo; (ii) da operação e viabilização de infraestruturas portuárias; (iii) do comércio internacional; e (iv) em função da estrutura de mercado e níveis de concentração.

Ainda na Segunda Parte, o “Ensaio sobre Gestão Ambiental Relacionada ao Transporte Marítimo” analisa as referências sobre alternativas, potenciais e reais, de gestão ambiental, destinadas a minimizar os efeitos negativos do transporte marítimo de carga sobre o capital natural. O Ensaio explora ações em seus variados níveis de atuação (por organismos ou estratégias multilaterais, de países e do setor privado em diferentes níveis das cadeias da indústria de transporte marítimo) e aborda especificamente a experiência brasileira.

A Parte III, com tema “Índice de Desempenho Ambiental como Instrumento de Gestão Ambiental”, se divide em dois ensaios. Primeiramente, o “Ensaio sobre Robustezes e Fragilidades do IDA à Luz da Economia” consiste em uma revisão da literatura econômica sobre indicadores ambientais, seguida de uma análise bibliométrica. O ferramental bibliométrico focou-se na utilização de índices de desempenho ambiental como instrumento de gestão ambiental, com objetivo de se encontrar evidências, na literatura científica, de aspectos robustos e frágeis do Índice de Desempenho Ambiental à luz da teoria econômica. Em seguida, o “Ensaio sobre a Utilização do IDA no Brasil” analisa criticamente aspectos robustos e frágeis, amparados pela a literatura técnico-

científica, sobre a aplicação do instrumento no país, especificamente para o IDA elaborado pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ.

A última parte, denominada “Parte IV – Elos Existentes entre Estrutura e Meio Ambiente no Transporte Marítimo de Carga” tem como objetivo reunir informações referentes ao desempenho e nível de conformidade ambiental de instalações portuárias verticalizadas. Para tanto, foi utilizado o IDA, elaborado pela Antaq, como forma de avaliação do desempenho de instalações que contam com terminais de contêineres onde empresas de navegação adquiriram participação societária.

Os temas abordados nesse trabalho são contextualizados pelo capítulo inicial, denominado “Economia, Navegação, Mercado e Meio Ambiente: Elos Existentes à Luz da Literatura Técnico-Científica”. Os resultados das discussões e exercícios quantitativos realizados ao longo dos capítulos são resumidos no capítulo final, denominado “Elos Analiticamente Ocultos entre Meio Ambiente e Transporte Marítimo de Carga”.

Principais contribuições da tese

Esta pesquisa apresentou evidências de crescente concentração no mercado global de navegação marítima de contêineres, cujo processo se acelerou nos últimos anos. O crescimento da concentração no mercado internacional sente-se, também, nos níveis de concentração das rotas vinculadas ao Brasil. Enquanto os índices de Herfindahl-Hirschman para o mercado mundial não indicam a existência de poder de mercado, os cálculos para as rotas de serviços regulares partindo do Brasil apresentam altos níveis de concentração a depender da linha de navegação, o que também se manifesta na concentração do volume de cargas em determinados terminais portuários.

O esforço de mensuração do poder de mercado das empresas de navegação no transporte de contêiner é inédito no Brasil, tendo em vista a dificuldade em se acessar os dados relativos à navegação. Para o caso mundial, não foi identificado no levantamento bibliográfico cálculos recentes que revelem a concentração do mercado nos últimos anos, apesar do intenso debate a respeito do tema no contexto do transporte internacional de contêineres.

A tendência de concentração de mercado é uma das características relevantes à avaliação dos impactos ambientais ocasionados pelo setor de navegação. Este estudo reuniu evidências na literatura técnico-científica dos referidos impactos, que são

originários de atividades da navegação — queima de combustível, despejos intencionais de resíduos, vazamentos acidentais de resíduos, colisões com a fauna marinha, emissão de ruídos — e de instalações portuárias — consumo energético, ocupação do solo, dragagem de aprofundamento, despejo intencionais de resíduos, vazamentos acidentais de resíduos e construção e demolição de navios. Foi apresentado o debate teórico a respeito dos efeitos ambíguos ao meio ambiente em função da existência de poder de mercado e de maiores fluxos comerciais entre os países. Também se consolidou em uma única análise as ações, os acordos e a legislação para a mitigação dos impactos ambientais nas diferentes etapas da indústria de navegação, no âmbito multilateral e no contexto individual de cada país, com destaque para a experiência brasileira.

No que concerne os instrumentos de mitigação e avaliação de impactos ambientais, conduziu-se um levantamento bibliométrico inédito a respeito do Índice de Desempenho Ambiental (IDA). Ao mesmo tempo que índices compostos tais como o IDA apresentam fragilidades metodológicas relevantes, tais exercícios de mensuração compõem um conjunto de iniciativas voltadas para a identificação de estatísticas e informações relevantes ao monitoramento do nível de sustentabilidade dos sistemas produtivos.

A revisão de literatura constatou não só a ampla utilização e aceitação teórica do IDA, mas também a sua eficácia como mecanismo de política ambiental. Verificou-se também que o IDA, elaborado pela ANTAQ para as instalações portuárias brasileiras, é tecnicamente robusto, comparativamente a instrumentos similares, e eficaz no monitoramento ambiental do setor.

A avaliação do IDA, desde a sua criação em 2012 até 2018, permitiu também o mapeamento da evolução do nível de atendimento dos portos brasileiros em relação aos principais instrumentos e ações de mitigação, monitoramento e prevenção dos impactos ambientais. Identificou-se que determinadas características influenciam no nível de atendimento dos critérios ambientais da ANTAQ, tais como o tipo de gestão portuária, a localização, o tipo de carga movimentada e a participação individual dos terminais no total de cargas movimentadas.

O trabalho também conduziu uma análise específica ao desempenho ambiental das instalações portuárias que contam com terminais de contêineres, nos quais as empresas de navegação apresentam participação acionária. Tendo como base os valores alcançados por esses terminais no IDA global e em seus indicadores específicos, verificou-se um desempenho, em geral, mais elevado que outras instalações em que não

se verificam indícios de verticalização. Contribui-se, dessa forma, com o debate na literatura a respeito dos efeitos ambientais da concentração de mercado.

O trabalho em evidência revelou não apenas a crescente importância do transporte marítimo para a economia global e os sistemas produtivos dos países, mas ressaltou diversos impactos ambientais que as atividades de navegação produzem e de que forma as medidas de redução estão sendo adotadas nas diferentes etapas desse mercado. As avaliações a respeito dos níveis de concentração de mercado e da conformidade ambiental das instalações portuárias brasileiras são contribuições deste trabalho à área da economia ambiental.

CAPÍTULO 1

ECONOMIA, NAVEGAÇÃO, MERCADO E MEIO AMBIENTE: ELOS EXISTENTES À LUZ DA LITERATURA TÉCNICO-CIENTÍFICA.

1.1. A navegação e a questão ambiental

Os serviços ecossistêmicos, entendidos como as contribuições diretas e indiretas do meio ambiente, desempenham as funções básicas de provisão de recursos para as atividades humanas e de regulação e suporte dos ciclos naturais. Os oceanos, além de prover o meio pelo qual as embarcações se locomovem, fornecem insumos alimentares — cerca de 10% da proteína ingerida pelo homem — e produtivos — minerais, por exemplo —, apresentam utilidade recreativa e cultural, são fontes de oxigênio para a atmosfera e atuam como regulador térmico, absorvendo cerca de metade da radiação solar do planeta (LINDGREN et al., 2016).

Do ponto de vista ambiental, o modal aquaviário para o transporte em longas distâncias apresenta significativas vantagens quanto a emissões de carbono por tonelada transportada. Nele, essas emissões são de quatro a dez vezes inferiores às das modalidades ferroviária e rodoviária, respectivamente (CEBRI, 2019). Nesse sentido, a navegação organizada em linhas regulares consiste em uma das modalidades de transporte mais eficiente do ponto de vista econômico e ambiental em termos de unidades transportadas (HOEN et al., 2014, apud TRAPP et al., 2020). Logo, sua consolidação como o principal meio de deslocamento das cargas do comércio exterior resulta em custos logísticos e níveis de degradação ambiental ocasionados pela logística do comércio internacional e doméstico inferiores aos de outros modais, especialmente em relação ao consumo de combustível.

Ao mesmo tempo, a configuração da navegação marítima como o principal meio para a transação de insumos, produtos e serviços comerciais agravou os impactos ambientais decorrentes dessa modalidade de transporte. As atividades antrópicas pressionam, cada vez mais, os ecossistemas marinhos e a sua capacidade de desempenhar diversas funções ecológicas (BORJA et al., 2016), em vistas dos efeitos externos negativos gerados pelas diferentes etapas do setor de navegação e portuário (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021; JAZAIRY, 2020). Estima-se que o transporte marítimo responda pela emissão de cerca de 940 milhões de toneladas de CO₂ por ano, o que representa 2,5% das emissões globais de gases do efeito estufa (SMITH et al., 2015).

A navegação também é responsável por 13% das emissões globais anuais de enxofre e por 5% da demanda global por óleo combustível (CEBRI, 2019), sendo os navios porta-contêineres os que mais consomem combustíveis (SMITH et al., 2014). Somam-se a esses impactos diversos outros relacionados à provisão e operação da infraestrutura portuária (ARGYRIOU et al., 2021), ao despejo de resíduos intencionais ou acidentais pelos navios (WALKER, 2019), dentre outros.

O setor de navegação vem avançando em medidas de mitigação dos impactos negativos ao meio ambiente (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021; MÜLLER-CASSERES et al., 2021a), tanto no âmbito multilateral (LINDGREN et al., 2016), quanto por iniciativas de diferentes segmentos da indústria de construção naval (BALCOMBE et al., 2019; BOUMAN et al., 2017), de terminais (AZARKAMAND et al., 2020) e do transporte marítimo (SHI et al., 2020). Essas iniciativas, ao mesmo tempo que interagem entre si e refletem as demandas ambientais da sociedade verificadas ao longo do tempo (WALKER, 2019), também dependem da disponibilidade de informações, dados e estatísticas para a definição de estratégias de mitigação (HSU et al., 2013). A elaboração de índices e indicadores visa atender a essa demanda por subsídios técnicos voltados para mensurações de sustentabilidade em seus diferentes aspectos (NEVES ALMEIDA e GARCÍA-SÁNCHEZ, 2016).

Dentre os esforços de mensuração do desempenho ambiental, destaca-se o Índice de Desempenho Ambiental – IDA (ou *Environmental Performance Index* – EPI), criado no início dos anos 2000 com o objetivo de quantificar e acompanhar a evolução do desempenho dos países em termos da sustentabilidade (OŢOIU e GRĂDINARU, 2018). O IDA agrega diferentes questões ambientais em um mesmo índice, o que facilita a comparação, divulgação e compreensão dos resultados (HSU et al., 2013; ROGEE, 2012), apesar de existirem questionamentos quanto a qualidade metodológica geral da construção desse e de outros índices voltados a questões ambientais (WITULSKI e DIAS, 2020; GARLAND et al., 2017; MAMAT et al., 2016; LIU et al., 2017, HSU et al., 2013).

A ampla utilização do IDA para o monitoramento ambiental (SHITTU et al., 2021; DKHILI, 2019; OZCAN et al., 2019; ARBOLINO et al., 2018; BENGTSSON-PALME et al., 2018) fomentou a replicação de sua metodologia para exercícios de mensuração do desempenho em termos de sustentabilidade nos mais diversos setores, incluindo o de infraestrutura portuária (DA SILVA e FERREIRA, 2020; ROCHA et al., 2017). No Brasil, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) estruturou, a partir de 2012, um Índice de Desempenho Ambiental (IDA) com o intuito de acompanhar a

aderência dos diferentes agentes que atuam no setor portuário e de transporte marítimo aos objetivos e políticas ambientais (ALVAREZ GUEDES, 2018; ROCHA et al., 2017; SANTOS e GONÇALVES, 2017).

O IDA elaborado pela Antaq auxilia na avaliação da complexidade e das interações entre as diferentes funções desempenhadas pelos sistemas ambientais marítimos. Apesar de suas limitações metodológicas, especialmente na comparação com outros indicadores internacionais do setor (ESPO, 2018), o instrumento acompanha uma série de elementos relacionados às operações portuárias no Brasil. Ele subsidia a tomada de decisões em linhas com o conceito de desenvolvimento sustentável, ou seja, pela capacidade de atividades antrópicas nos oceanos abordar, simultaneamente, objetivos econômicos, sociais e ambientais, sem desprezar os efeitos de políticas e escolhas atuais no futuro (BRUNDTLAND, 1987).

1.2. O processo de concentração no mercado de navegação

Cerca de 80% do comércio global em volume e de 70% em valor são transacionados por meio do transporte marítimo (UNCTAD, 2018). Tal protagonismo deve-se tanto ao processo de globalização econômica e internacionalização das empresas, quanto às profundas mudanças tecnológicas e na logística da navegação mundial ocorridas ao longo das últimas décadas. Destaca-se, nesse contexto, o processo de “containerização” das cargas (NOTTEBOOM et al., 2021).

A navegação observou ganhos de escala e de complexidade tecnológica das embarcações e instalações portuárias (GE et al., 2019). Especificamente no setor de contêineres, as empresas da navegação que operam nesse mercado apresentam uma capacidade de transporte cada vez maior (UNCTAD, 1998; UNCTAD, 2020), o que demanda dos portos contínuas intervenções em suas infraestruturas (MACHADO et al., 2012). O aumento da dimensão das embarcações representa uma das estratégias mercadológicas das empresas de navegação de ganhos de escala e posicionamento como firmas dominantes na oferta dos serviços de transporte (DEMARIA, 2010).

Do ponto de vista da organização do mercado de navegação, há indícios de estruturas oligopolistas assumidas por parte dos operadores de transporte (ROJON et al., 2021). A concentração se manifesta também na crescente verticalização (WANG et al., 2020), especialmente pela aquisição de participação acionária por parte das empresas de navegação nos terminais portuários de contêiner (VAN DE VOORDE e

VANELSLANDER, 2010). Atualmente, as maiores empresas de navegação controlam terminais que representam 80% da movimentação global de contêineres (UNCTAD, 2019).

A existência de concentração favorece a adoção de práticas mercadológicas por parte das empresas de navegação, também denominadas “armadores”, distintas do que se esperaria em um ambiente competitivo. Os usuários dos serviços de transportes queixam-se de práticas por parte dessas empresas com potencial de afetar os valores cobrados e a eficiência dos serviços logísticos (BORCA et al., 2021). Essas práticas vêm despertando preocupações a respeito do nível de concentração mercado (TRAPP et al., 2020; LIPCZYNSKI et al., 2005). A concentração espacial das operações de transporte nos grandes tráfegos “leste-oeste” — rotas do transpacífico, transatlântico e entre a Europa e a Ásia (SLACK e FRÉMONT, 2009) — também afeta a quantidade de empresas de navegação e a consequente disponibilidade de embarcações, escalas, serviços, especialmente em países fora dos principais fluxos de carga (ROJON et al., 2021).

Ao mesmo tempo, o processo de concentração na indústria marítima pode ser positivo, em função do *trade-off* entre um mercado com poucas empresas, mas que conseguem um volume de carga suficiente para justificar a aquisição de grandes embarcações e realizar ganhos de escala, e um mercado com um número excessivo de empresas, com comportamento predatório e ineficiência alocativa (OCDE, 2015). Logo, deve-se considerar se o aumento do poder de mercado pode gerar ganhos de eficiência às operações suficientes para gerar um resultado socialmente preferível ao cenário de maior competição (ÁLVAREZ-SANJAIME et al., 2013)

1.3. Os efeitos ambientais da concentração no mercado de navegação

A tendência de verticalização dos terminais demanda avaliações a respeito dos efeitos ambientais, uma vez que possivelmente alteram os impactos inerentes à atividade de transporte e provocam novas implicações ao meio ambiente. O *trade-off* entre sustentabilidade e competição mencionado por Baumol et al. (1988) é de particular relevância para a navegação internacional. A indústria em apreço conta com retornos de escala, tanto no tamanho das embarcações, quanto no espaço dos terminais. Ela também empreendeu crescente informatização e articulação entre as empresas, o que potencializa a existência de informações imperfeitas e as barreiras à entrada de novos concorrentes.

Menores níveis de poder de mercado, tanto entre as empresas de navegação, quanto entre as instalações portuárias, podem resultar em agravamento de impactos ambientais, especialmente no que se refere ao aumento das emissões e do consumo de combustíveis (TRAPP et al., 2020). A tendência de crescente expansão do tamanho das embarcações, por exemplo, apresenta um duplo efeito, uma vez que as emissões por unidade de contêiner movimentado podem ser inferiores ao de navios menores, a depender do nível de utilização das embarcações (GE et al., 2019).

Nos principais terminais marítimos, verticalizados e que concentram cada vez mais cargas do comércio exterior, a demanda por obras de expansão e pelo aumento da quantidade de veículos e embarcações pressionam os níveis de emissão de poluentes. Isso corre por meio de congestionamentos, despejo de resíduos (FRANSOO e LEE, 2013), dentre outros problemas, como a perda e ruptura dos habitats naturais (ARGYRIOU et al., 2021). O deslocamento interno de mercadorias até os portos é cada vez maior, dada a concentração de operações portuárias em poucos portos (RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2013).

No Brasil, a partir de 2015, a movimentação anual de carga nos portos ultrapassou o volume de um bilhão de toneladas por ano (ANTAQ, 2019a), o que acentuou os impactos ambientais do setor. Como a infraestrutura na maioria dos portos do país não se expandiu na mesma proporção (CNI, 2018a), as emissões de poluentes aumentaram com o fluxo de veículos e de embarcações nos acessos portuários. Agrega-se a esse cenário a localização de novos terminais em zonas portuárias nos limites de áreas urbanas e de preservação, ou construídos em pontos extremos da fronteira produtiva, como na região Amazônica (PEREIRA et al., 2019). Também conhecida como “Arco Norte”, a provisão de infraestrutura nessa região incorre em interferências em biomas, tanto pela expansão das atividades de transportes, como pela intensificação das atividades da agroindústria.

Dada a escassez de estatísticas e informações públicas no setor de transportes brasileiro, uma forma de se investigar os efeitos da verticalização no mercado de contêineres consiste na avaliação do desempenho dessas instalações no Índice de Desempenho Ambiental (IDA) da ANTAQ (ANTAQ, 2012). A avaliação do desempenho de instalações portuárias que contam com terminais com participação societária de empresas de navegação em relação às demais infraestrutura portuárias pode trazer indicativos dos efeitos da concentração (pela verticalização) na aderência a iniciativas de mitigação de impactos ambientais.

A investigação dos efeitos ambientais derivados de níveis de concentração de mercado tem particular relevância para o contexto brasileiro. As avaliações conduzidas pelo CADE usualmente não incorporam variáveis ambientais (DE ARAUJO e NOGUEIRA, 2020). Ao mesmo tempo, o processo de concentração no setor de navegação é verificado no Brasil, tanto do ponto de vista das empresas de navegação (CADE, 2018), quanto do processo de verticalização dos terminais portuários (DAUDT, 2007). Atualmente, nove terminais de contêineres brasileiros contam com a participação acionária de empresas de navegação.

PARTE I – ECONOMIA DA CONCENTRAÇÃO DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

CAPÍTULO 2 ENSAIO SOBRE AS MUDANÇAS NA ESTRUTURA DO MERCADO DE TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

2.1 Introdução

O transporte marítimo responde por cerca de 80% do comércio global em volume e de 70% em valor transacionado (UNCTAD, 2018). O protagonismo da modalidade de transporte aquaviário é resultado de um conjunto de transformações relacionadas a fatores como (RODRIGUE et al., 2016): (i) a globalização e o surgimento de cadeias globais de produção; (ii) a crescente demanda por produtos minerais e energéticos; (iii) as inovações tecnológicas diversas na indústria naval e a digitalização de processos e equipamentos; e (iv) a consolidação do contêiner como uma forma versátil e eficiente em sistemas de transporte multimodal. Em conjunto, esses elementos possibilitaram que as cargas movimentadas anualmente na navegação internacional saltassem de 2,6 bilhões de toneladas, em 1970, para 11 bilhões de toneladas, em 2018 (UNCTAD, 2019).

Destaca-se, nesse contexto, a crescente “containerização” das cargas, iniciada em meados do século passado (LEVINSON, 2006) e que proporcionou uma redução sem precedentes no custo, na segurança e no tempo de transporte. A partir dos anos 1980, observa-se não apenas um crescimento substancial do total de cargas movimentadas em contêineres, mas também um nítido processo de consolidação e integração das empresas que operam nesse mercado (WANG et al., 2020; ÁLVAREZ-SANJAIME et al., 2013; SLACK e FRÉMONT, 2009). Todas essas mudanças justificam as diversas investigações a respeito dos impactos econômicos e logísticos desse crescente poder de mercado (TRAPP et al., 2020; CADE, 2018; LIPCZYNSKI et al., 2005).

A existência de concentração favorece a adoção de práticas mercadológicas por parte das empresas de navegação distintas daquelas em um ambiente competitivo. Especialmente em países com uma baixa participação no total do comércio internacional, como é o caso do Brasil (UNCTAD, 2018), as empresas envolvidas no comércio exterior queixam-se de práticas por parte dos armadores com potencial de afetar os valores cobrados e a eficiência dos serviços logísticos, como o cancelamento de embarques

programados, a suspensão de rotas e de serviços em determinados portos, o aumento do custo de frete, a imposição de tarifas não acordadas (BORCA et al., 2021).

Se, por um lado, o expressivo aumento do fluxo de mercadorias resultou em geração de riqueza e surgimento de mercados, por outro, ocorreram profundas transformações nas estruturas produtivas, na economia mundial e na logística dos países, das empresas e dos portos que operam na navegação internacional. A compreensão do processo evolutivo e das dinâmicas atuais no mercado de navegação, a nível global ou nas rotas partindo do Brasil, envolve, tanto a avaliação dos incentivos econômicos e dos processos históricos que explicam o processo de consolidação do mercado, quanto a mensuração dos níveis de concentração nas diferentes etapas da cadeia logística do transporte marítimo.

2.2 Revisão de Literatura

2.2.1 A evolução do mercado internacional de navegação

Historicamente, a evolução do comércio marítimo desenrola-se em paralelo com a alteração dos centros dinâmicos da economia mundial. Stopfod (2017) apresenta o conceito de “linha oeste” para resumir a trajetória geográfica de deslocamento dos centros comerciais marítimos mundiais ao longo de 5 mil anos: o traçado imaginário inicia-se a partir do apogeu das civilizações fenícias, gregas e romanas do mundo clássico; segue para a sequência de ciclos de acumulação capitalista nas cidades-estados italianas, na liga hanseática no Norte da Europa e em Londres; continua na migração pelo Atlântico para o centro comercial e econômico norte-americano; e, finalmente, alcança o Pacífico, com a ascensão dos centros produtivos e comerciais asiáticos e o atual protagonismo comercial chinês.

Cada uma dessas fases conta com vantagens competitivas derivadas de inovações tecnológicas e econômicas suficientes para sobrepor o centro dinâmico anterior. No século XIX, entretanto, ocorreria uma quebra de paradigma na estrutura do comércio mundial que o diferenciaria por completo das etapas anteriores. Trata-se de um período marcado por profundas transformações, onde Hobsbawm (2010) destaca os efeitos das Revoluções Francesa, Industrial e Americana como propulsoras de novas ideias, de rupturas nas estruturas econômicas e de consolidação de um sistema cada vez mais global e internacionalizado, beneficiado pelas inovações na comunicação por telégrafo e no setor

de transportes. As redes de ferrovias e canais hidroviários — capazes de concentrar cargas e reduzir o custo de escoamento dos produtos e das matérias primas até os portos — expandiram-se. Os navios eram cada vez mais distintos daqueles do início do século: os motores a vapor ganharam competitividade e proporcionaram autonomia do vento para a locomoção; as estruturas de ferro, por sua vez, permitiram a construção de navios maiores e mais resistentes; as hélices, por fim, aumentaram a velocidade e navegabilidade das embarcações (SMITH, 2018).

A intensificação das trocas comerciais e da especialização produtiva entre os diferentes mercados demandava, cada vez mais, um sistema de transporte marítimo global, capaz de atender às especificidades do transporte de cada carga em função do tempo, custo, periodicidade e acondicionamento necessários. Como resposta, surgiu a divisão entre a navegação de linhas regulares, com preços de fretes e cronogramas de escalas e rotas estabelecidos e disponíveis para quaisquer interessados em contratá-los, e as não regulares¹, utilizadas para cobrir demandas por afretamentos específicos ou eventuais (LEVINSON, 2006).

Enquanto as linhas regulares estavam majoritariamente organizadas pelas grandes companhias de navegação, as linhas não regulares eram atendidas por empresas menores, acessadas por intermediários de transporte nas corretoras de navegação. Tal divisão na navegação viveu até meados do século XX, quando outras inovações e tecnologias iriam mais uma vez revolucionar o sistema de transporte marítimo. Cada vez mais, as indústrias de siderurgia e refino de petróleo importavam suas matérias-primas para processamento próximo aos mercados finais, o que pressionava a demanda por embarcações maiores e por terminais com capacidade para recebê-las. Como consequência, do início até meados do século XX, a capacidade de movimentação média de navios-tanque e graneleiros aumentou 10 e 20 vezes, respectivamente, e cresceu 44 vezes para os primeiros e 30 vezes para os últimos até a década de 1980 (STOPFORD, 2017). Também contribuiu para o processo o aumento do custo com a mão de obra no pós-guerra, na medida em que reduziu a atratividade de navios capazes de transportar uma grande variedade de mercadorias, tais como grãos, minérios, carga geral, cargas refrigeradas, e pressionou pelo aumento da produtividade nas operações das embarcações. A versatilidade perdeu espaço e deixou de ser a característica mais desejada dos navios.

¹ Nessa fase da indústria, os passageiros eram considerados a “mercadoria” mais vantajosa para o transporte marítimo e contavam com navios de linhas regulares próprios, mais velozes e confortáveis (STOPFORD, 2017).

Em paralelo, aliada à expansão do liberalismo econômico e das inovações em telecomunicações, ocorriam a ascensão e complementariedade entre os centros econômicos dinâmicos na Europa, América do Norte e Japão (GUERRERO e RODRIGUE, 2014), em detrimento dos fluxos comerciais entre as antigas metrópoles e colônias, transportados nos usuais navios cargueiros de linhas regulares. Tais transformações pressionaram ainda mais por uma modalidade de transporte que proporcionasse um sistema mecanizado, intensivo em capital, informatizado e que tornasse o transporte marítimo apenas uma etapa de uma complexa cadeia produtiva (FRANSOO e LEE, 2013).

Apesar das significativas reduções no custo unitário do transporte alcançados até então, a grande transformação no setor de navegação ocorreria com o processo de *containerização* das cargas, iniciado em 1956 (SLACK e FRÉMONT, 2009; LEVINSON, 2006). A padronização e *unitização* das mercadorias promoveu uma redução sem precedentes no custo, na segurança e no tempo de transporte, e foi parte essencial na alavancagem do comércio mundial das últimas décadas. A *containerização* das cargas tornou-se um fator primordial para o transporte multimodal, cada vez mais preponderante no comércio global, por trazer uma solução eficiente às diversas operações de carga e descarga entre o modal marítimo e outros meios de transporte (GONZÁLEZ-TORRE et. Al, 2013).

O período posterior ao surgimento do contêiner observou a maior expansão já registrada na quantidade e diversidades das trocas humanas (UNCTAD, 2018). A *containerização* refletiu a busca das empresas por reduções ainda maiores nos altos e crescentes custos logísticos, especialmente com o manuseio e com o tempo de embarque e desembarque das cargas, que dependiam de técnicas rudimentares e de um grande quantitativo de estivadores² e incorriam em perdas, roubos e acidentes com as mercadorias.

O processo de adaptação do comércio mundial ao acondicionamento das cargas em contêineres caracterizou-se por sua complexidade, uma vez que demandou tecnologias específicas nos navios, terminais próprios para a movimentação e a padronização da dimensão dessas “caixas” para o transporte. No entanto, as razões iniciais que levaram ao seu surgimento foram as que garantiram a sobrevivência e expansão dos contêineres como uma forma eficiente de transporte e terminaram por

² Mão-de-obra utilizada para os serviços a bordo de colocação, retirada e/ou arrumação de cargas nos porões ou sobre o convés de embarcações.

evidenciar a sua superioridade operacional e econômica: em 1985, um navio porta-contêineres tinha capacidade de movimentar o equivalente a 74 navios cargueiros convencionais (MEEK, 1985).

Guerrero e Rodrigue (2014), ao analisarem a disseminação do transporte de contêineres desde o seu surgimento, identificam cinco ondas de containerização em grandes portos globais (Quadro 1). O trabalho aborda os diferentes elementos catalizadores que levaram ao processo de evolução técnica nos portos protagonistas em cada uma das ondas, que também refletiam mudanças macroeconômicas, tecnológicas e políticas independentes da atividade de navegação.

Quadro 1 – Ondas de Containerização em Portos Globais.

	1ª Onda	2ª Onda	3ª Onda	4ª Onda	5ª Onda
Período	1956 – 1975	1970-1985	1980-1990	1995/2000 -	2005 -
Contexto	Portos pioneiros nas operações de contêineres localizados no EUA, Japão e Europa	Expansão do comércio global para áreas de influência dos centros dinâmicos	Inserção de outras regiões no comércio global (América Latina, Oriente Médio, Sul e Sudeste Asiático)	Consolidação do contêiner como principal meio de acondicionamento das cargas do comércio exterior	Pico do comércio global e definição de nichos de atuação dos portos
Elemento Catalizador	Mudanças na dinâmica do comércio global	Crescente adoção da containerização	Adoção das cadeias globais de produção e de portos concentradores e de transbordo de carga	Expansão das cadeias globais de produção, dos portos concentradores de carga e protagonismo comercial da China	Novos portos de transbordo de carga
Principais Portos	Antuérpia, Nova York, Los Angeles, Oakland, Nagoya	Rotterdam, Tóquio, Hong Kong, Kaohsiung, Jeddah, Kingston	Cingapura, Colombo, Busan, Dubai, Algeciras	Shanguai, Shenzhen, Gioa, Tauto, Ningbo, Tanjung, Pelepas	Tangier, Caucedo, Yíngkou, Prince Rupert

Fonte: Adaptado de Guerrero e Rodrigue (2014).

Em 1970, 55% das cargas movimentadas no comércio internacional correspondiam ao petróleo e derivados, participação que se reduziu para 29% em 2019, similar à participação dos granéis sólidos na movimentação total (MÜLLER-CASSERES et al., 2021b). Entre 1980 e 2018, a taxa média de crescimento anual para a movimentação de contêineres foi de 8%, acima do verificado para outros grupos de mercadorias

(UNCTAD, 2019). Atualmente, os contêineres respondem por 17% das cargas embarcadas no comércio mundial, participação 10 vezes maior que aquela de quatro décadas atrás, sendo as mercadorias acondicionadas, em sua maioria, carga geral³ de maior valor agregado e que demandam serviços de entrega ágeis e eficientes (UNTAD, 2018).

2.2.2 O setor de navegação no Brasil

As atividades vinculadas à navegação apresentam um papel crucial na construção histórica, geográfica, econômica e social do Brasil (GARCIA, 2012). A densidade populacional próxima ao litoral (MORAES, 2007) e a evolução da estrutura de desenvolvimento nacional, de um país colonial protagonista no tráfico marítimo negreiro para uma economia na periferia do capitalismo e majoritariamente exportadora de *commodities*, evidencia o papel dos portos na trajetória econômica brasileira (COCCO e SILVA, 1999).

Mesmo com a participação relevante dos portos como elo entre as diferentes atividades domésticas e a conectividade com o comércio exterior, o Brasil apresenta uma posição relativa marginalizada na navegação mundial, resultante da inserção malsucedida do país nesse mercado. Até a década de 1980, a construção naval brasileira respondia pela fabricação de quase metade dos navios responsáveis pelo comércio exterior do país (GOULARTI, 2014). Segundo Stopford (2017), no ano de 1980, a indústria naval brasileira foi a segunda maior do mundo e ficou atrás apenas da japonesa, alcançando um total 729 mil toneladas de arqueação bruta⁴ em entregas de embarcações, ou 6% do total para aquele ano⁵. Ao longo do período de crise econômica e de reestruturação das políticas públicas de subsídio e protecionismo nas últimas duas décadas do século passado, a participação de navios e de empresas brasileiras no tráfego internacional praticamente desapareceu (GOULARTI, 2010).

Além da perda de importância do país como um ofertante de embarcações de peso global, a vulnerabilidade brasileira ante as empresas de navegação está diretamente

³ Carga embarcada e transportada com acondicionamento (embalagem de transporte ou unitização), com marca de identificação e contagem de unidades - <http://www.aprendendoaexportar.gov.br/index.php/57-conhecendo-temas-importantes/58-carga-geral> - Acessado em 02/10/2019

⁴ A tonelagem de arqueação bruta, ou só arqueação bruta, é um valor adimensional relacionado com o volume interno total de um navio e calculada com base no volume moldado de todos os espaços fechados do navio. <https://portogente.com.br/portopedia/78820-o-que-arqueacao-bruta-e-liquida> - Acessado em 06/02/2020

⁵ A indústria japonesa representou 47% do total.

associada ao tamanho da sua participação no comércio internacional. Por um lado, o Brasil é um dos maiores exportadores mundiais de grãos, com vendas anuais de grãos ao exterior totalizando 123 milhões de toneladas, 19% do total mundial comercializado em 2020 (EMBRAPA, 2021), e participação de 18% no volume de exportações globais de minério de ferro⁶. Por outro lado, a participação brasileira no mercado mundial de contêineres representa apenas 1,3% do total (UNCTAD, 2018). Mesmo diante da pequena participação de contêineres no mercado mundial e no total exportado pelo país em toneladas — 7% do total, segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2019a) — as mercadorias containerizadas representam grande parte da receita brasileira com as vendas para o exterior. Nelas, exportam-se produtos manufaturados, de valor agregado mais elevado que as commodities agrícolas e minerais.

O volume reduzido de mercadorias containerizadas torna o Brasil um mercado secundário para os armadores, que concentram suas operações nas principais rotas internacionais entre os Estados Unidos, a Ásia e a Europa (MÜLLER-CASSERES et al., 2021b; UNCTAD, 2018). Nos últimos anos, ocorreu uma queda na quantidade de armadores com serviços regulares nos portos brasileiros (SOLVE, 2019), resultante do processo de concentração na indústria, da crise econômica, em primeiro momento global e, posteriormente, no Brasil, o que diminuiu a demanda por serviços de transporte. Desde 2008 até o final de 2019, seis empresas de navegação enceraram as operações em portos brasileiros, enquanto outras nove foram adquiridas por outros competidores (Quadro 2). Ademais, a estrutura das exportações por contêineres no Brasil mostra uma grande dispersão das cargas entre vários embarcadores, sendo a maior parcela dos embarques de poucas unidades de contêineres. Em 2018, os dez maiores exportadores de contêineres, em sua maioria do setor de alimentos (cargas refrigeradas) e celulose, responderam por menos de 20% dos contêineres embarcados (DATAMAR, 2019).

⁶ <https://www.statista.com/statistics/300328/top-exporting-countries-of-iron-ore/> - Acessado em 05/10/2021

Quadro 2 – Armadores que deixaram de operar serviços regulares em portos brasileiros.

Empresa de Navegação	Observação
APL – American President Lines	Adquirida pela CMA CGM
CCL – Cargo Container Line	Adquirida pela COSCO
China Shipping Group	
CSAV	Adquirida pela Hapag-Lloyd
UASC – United Arab Shipping Company	
CCNI (chilena)	Adquirida pela Hamburg-Sud
Hamburg-Sud	Adquirida pela Maersk
HANJIN Shipping	Adquirida pela MSC
K LINE	Adquirida pela MOL / NYK
BRINGER lines	Deixaram de operar
CLIPPER Group	
MARUBA	
NIVER	
WAN HAI Lines	
Melfi Shipping	

Fonte: Autor, com dados da Solve (2019).

Fatores relacionados às condições da infraestrutura portuária brasileira, e seus respectivos gargalos técnicos, burocráticos e operacionais do sistema portuário nacional, também prejudicaram a inserção do país de forma competitiva no mercado mundial de navegação (MALLAS, 2009). Até a reforma portuária e do Estado brasileiro nos anos 1990, as atividades de fiscalização, operação e construção no setor portuário eram um monopólio estatal⁷ (GOLDBERG, 2009) e estavam centralizadas na Empresa de Portos do Brasil (PORTOBRÁS). A empresa, criada com o intuito de superar os fracassos de políticas públicas anteriores pela concentração dos esforços no sentido de viabilizar os investimentos, mostrou-se ineficaz. Os portos brasileiros continuaram a caracterizar-se por excesso de burocracia e de mão de obra, altos custos de operação e baixa capacidade de gestão e de realização dos empreendimentos de infraestrutura (RODRIGUES et al., 2017).

A *containerização* tornou insustentável a defasagem operacional e física dos portos, principalmente por ter como ponto fundamental para a viabilidade das operações o menor tempo e custo de movimentação das cargas nas instalações portuárias. As

⁷ Existiam portos privados para a movimentação de caga própria e algumas poucas concessões no setor, com destaque para a do Porto de Santos, realizada em uma concorrência pública em 1888, e que passou a ser administrado, na década de 1980, pela CODESP, empresa com participação majoritária da União e vinculada ao Ministério dos Transportes (ARAÚJO, 2013)

operações de contêineres demandam constantes obras de expansão do calado e dos berços, além de substanciais ganhos de produtividade nas atividades portuárias pela otimização e expansão dos espaços para movimentação e armazenagem e pela redução no quantitativo de mão de obra necessária, substituída pela aquisição de equipamentos para a superestrutura portuária (GARCIA, 2012). O processo de globalização econômica, ao demandar o crescimento de mercados e avanços tecnológicos continuados, também impacta diretamente os sistemas portuários, onde a competitividade das instalações portuárias reside em constantes aprimoramentos na capacidade de movimentação e em uma gestão administrativa eficiente (FILLLOL et al., 2012). Os portos operacionalmente obsoletos estariam condenados a se especializar na movimentação de outras cargas ou seriam excluídos dos grandes fluxos globais (GOLDBERG, 2009).

Diante desse quadro e amparado pela prerrogativa constitucional da União permitir a exploração privada dos portos mediante autorização, concessão ou permissão (BRASIL, 1988), a Lei nº 8.630/1993 (BRASIL, 1993) promoveu uma reforma no setor, pautada na descentralização administrativa, na quebra do monopólio dos sindicatos e na inserção da operação portuária privada (KOEHLER e ASMUS, 2010). A infraestrutura dos portos públicos permaneceu sob administração estatal, mas suas operações e a superestrutura portuárias passaram a ser administradas e adquiridas pelo investidor privado, por meio de arrendamentos de áreas portuárias e dos terminais⁸.

Os efeitos na modernização do setor foram imediatos. As tarifas portuárias brasileiras, que chegavam a ser três vezes superior à média global, reduziram-se e a movimentação de contêineres, por hora, nos terminais passou de 8 para 50 (DALTO e VICTORINO, 2008). O número de trabalhadores empregados nas companhias docas, que somava mais de 11 mil empregados no momento da promulgação da lei dos portos, caiu para cerca de 4 mil no final da década de 1990 (GOLDBERG, 2009). Guerrero e Rodrigue (2014) identificam, inclusive, a “containerização das operações” de portos brasileiros, como o de Santos, nesse período.

Apesar da eficácia da reforma portuária do ponto de vista da diminuição dos custos operacionais e do aumento dos investimentos em equipamentos nos terminais arrendados, não foi superado o problema do baixo investimento em infraestrutura, uma

⁸ Essa configuração é conhecida como *landlord port*, “onde o governo investe e mantém a infraestrutura portuária e a iniciativa privada investe em superestrutura, equipa e opera áreas e instalações portuárias em portos organizados, sob regulação estatal” (GOLDBERG, 2009), sendo amplamente utilizada em portos pelo mundo, como os de Los Angeles, Houston, Hamburgo, Roterdã, Marselha, Valência, dentre outros (ARAÚJO, 2013).

vez que tal obrigação permaneceu sob responsabilidade estatal. Nesse contexto, os terminais privados autorizados fora dos portos públicos dobraram a sua participação no mercado de contêineres entre 2010 e 2021 (ANTAQ, 2019a), tendo em vista a agilidade e incentivos para a realização dos investimentos necessários à operação portuária⁹. No entanto, os portos públicos concentram a maioria dos terminais de contêineres e representam os principais elos da cadeia logística nacional, o que tornam os problemas de acesso terrestre e marítimo os maiores gargalos físicos atuais para a integração brasileira no mercado mundial de navegação (CNI, 2018b). Cerca de 70% da movimentação total de contêineres do país, em TEUs, ocorrem nos portos administrados pelo poder público (ANTAQ, 2019a).

2.2.3 Efeitos da concentração de mercado no setor de navegação

Além de alterar os fluxos e a estrutura comercial global, a containerização provocou grandes rupturas no mercado da navegação, tanto por parte das empresas que realizam o transporte quanto pelos usuários desses serviços. Com as mudanças tecnológicas e operacionais desencadeadas, as linhas regulares passaram a ser majoritariamente de cargas containerizadas, enquanto as linhas não regulares de contêineres praticamente deixaram de existir (FINK et al., 2002).

O rápido processo de containerização e, a partir dos anos 80, da aplicação de legislações antitrustes, especialmente nos Estados Unidos e Europa, catalisou o processo de desmonte de um antigo arranjo no mercado de navegação conhecido como “Conferências de Frete” (HOFFMANN, 1998). Desde o final do século XIX, as companhias de navegação organizavam-se por meio de conferências marítimas de linhas regulares, também conhecidas como “Conferências de Frete” (UNCTAD, 2016), que alcançaram, em 1950, a cifra de 360 conferências em diferentes rotas para a regulação dos preços e viagens (STOPFORD, 2017).

Essas conferências possibilitavam, principalmente, a realização de acordos entre as empresas para a fixação de tarifas de fretes uniformes e de determinação de rotas e de

⁹ A possibilidade de portos privados movimentarem cargas de terceiros foi prevista na lei nº 8.630/1993 (Brasil 1993), mas ainda de forma ambígua, o que levou a contestações sobre sua constitucionalidade e ações legais vedando tal prática, tais como: resolução Antaq nº 517/2005 (Antaq, 2005), ADPF nº 139/2008 (STF, 2008) e Decreto nº 6.620/2008 (Brasil, 2008). A lei nº 12.815/2013, conhecida como a Nova Lei dos Portos (Brasil, 2013a), resolveu esse embate, ao eliminar os conceitos de carga própria e de terceiros, permitindo a movimentação de qualquer carga em qualquer tipo de terminal, independente da exploração pública ou privada.

capacidade alocada em cada serviço. A principal justificativa para esse tipo de coordenação – que, na realidade, oficializava a cartelização do serviço marítimo – era a necessidade de estabilizar os níveis de frete e fixá-los pelo menos acima dos custos médios. Os armadores também consideram tal articulação essencial para viabilizar a solvência das empresas de navegação e para garantir a existência de rotas a diferentes destinos (NOTTEBOOM et al., 2021).

Existe uma série de estudos e relatórios conduzidos em diferentes países sobre a estrutura de custos da indústria de transporte marítimo de contêineres. Esses trabalhos indicam que os elementos encontrados, tais como altos custos fixos e de investimento inicial em capital e frequentes excedentes de capacidade, não se diferenciam o suficiente de outros setores da economia para justificar a isenção regulatória de leis de incentivo à competição (DROZHZHYN e REVENKO, 2018; UNCTAD, 2016). Mesmo com as divergências na literatura se de fato as rotas com a existência de Conferências apresentavam níveis médios de frete mais elevados (HUMMELS et al., 2009), o argumento de que sem os arranjos de fixação de fretes o setor enfrentaria uma “competição destrutiva” não se sustentou.

Com o fim desses arranjos, a precificação dos fretes passou a ocorrer, majoritariamente, por arranjos menos estruturados. Isso levou os armadores a voltarem-se para outras ações que diminuíssem o seu custo unitário e aumentassem a eficiência, por meio de estratégias que não dependessem da fixação de tarifas (SLACK e FRÉMONT, 2009). As empresas de navegação acentuam o processo de integração vertical, pela aquisição de terminais portuários e inserção em atividades logísticas além da navegação (TONGZON E NGUYEN, 2021), e horizontal, por meio de fusões e de realização de consórcios e alianças globais baseados no compartilhamento de operações, embarcações e dos próprios espaços nos contêineres, parcial ou integralmente (WANG et al., 2020; EL KALLA et al., 2017).

Essas estratégias ocorrem, pois, no mercado de linhas regulares, cabe às companhias de navegação a definição das rotas e escalas a serem realizadas em cada porto. Com o intuito de maximizar a cobertura de rotas e reduzir os custos de capital e administrativos, os contêineres recolhidos com os embarcadores¹⁰ podem ser carregados em navios das companhias responsáveis pelo transporte, seja na sua frota própria ou em embarcações afretadas, ou em espaços contratados nos navios de outras empresas, por

¹⁰ Empresas exportadoras / importadoras usuárias dos serviços de transporte.

meio de acordos de compartilhamento firmados nas alianças ou para rotas específicas (PANAYIDES e WIEDMER, 2011).

O processo de reorganização das empresas transportadoras de contêineres em alianças globais é a alteração mercadológica mais relevante desse mercado nas últimas décadas (ZHENG e LUO, 2021). Atualmente, as oito maiores empresas da navegação do mundo estão divididas em três alianças (2M, Ocean e THE), reesposáveis por quase 80% do volume de cargas movimentadas. Em termos da capacidade de movimentação de contêineres nas rotas internacionais de maior tráfego, as três principais alianças concentram mais de 90% da tonelagem disponibilizada para transporte (UNCTAD, 2019).

Essas estratégias mercadológicas objetivam uma estrutura que permita às empresas poder econômico suficiente para enfrentar períodos de retração nas margens de lucro e para o desembolso de vultosos investimentos em capital, além de, ao mesmo tempo, ofertar e articular diferentes serviços marítimos de alcance mundial. Logo, em vez de uma centena de companhias com capacidades de movimentação similares, o mercado de navegação se concentra cada vez mais em torno das *Mega-Carriers*, grandes multinacionais com atuação agressiva e coordenada, especialmente em períodos de queda nos níveis de frete (WANG et al., 2020). Frémont (2010) apresenta cálculos para a evolução a participação das vinte maiores empresas de navegação global e destaca o progressivo aumento da participação dessas empresas na capacidade global de transporte de 45% do total, em 1980; 52%, no ano 2000; e 82%, em 2007.

Álvarez-SanJaime et al. (2013) apresentam o extenso debate na literatura sobre o processo de concentração no mercado internacional de navegação de contêineres, motivado, principalmente, pela busca de um nível ótimo de escala operacional para alcançar o maior retorno derivado de economias de escala e escopo. São necessários elevados investimentos em capital, tanto por parte dos terminais portuários — para a aquisição de equipamentos e provisão de infraestrutura, especialmente de acesso marítimo — quanto pelas empresas de navegação, com a encomenda de embarcações cada vez maiores e mais eficientes. A capacidade dos navios porta-contêineres aumentou de 5,5 mil TEUs, em 1995, para 23 mil TEUs, em 2019 (GE et al., 2019).

A evolução da composição e das variações ao longo do tempo dos custos fixos e variáveis, na operação das empresas evidencia essa configuração. A proporção de 50:50 entre os custos fixos e os custos totais, até o final do século passado, passou para uma proporção próxima de 90:10, nos últimos anos (UNCTAD, 2018). Essa variação na

divisão dos custos é um dos fatores que favorece o processo de concentração no mercado, por demandar uma quantidade ideal de carga que garanta a rentabilidade das empresas, e funciona, na prática, como uma barreira à entrada de novos concorrentes no mercado.

A natureza capital-intensiva cada vez mais presente no mercado marítimo também precisa lidar com uma grande variabilidade de custos operacionais. Isso incorre em instabilidade de curto prazo, agrava a necessidade de as empresas buscarem economias de escala com a dimensão das embarcações e contribui para a volatilidade do fluxo de caixa das empresas de navegação (FRANSOO e LEE, 2013; NOTTEBOM, 2004). Ademais, o excedente de capacidade nos navios é uma das variáveis operacionais que as companhias de navegação administram. Com embarcações cada vez maiores, a ociosidade da frota no transporte de contêineres torna-se algo frequente, quando mais se considerados os desbalanceamentos de carga entre as rotas internacionais, as sazonalidades de determinadas cargas, as variações de curto prazo no comércio e a própria necessidade de as empresas de navegação atenderem às mudanças na demanda (NOTTEBOOM et al., 2021). Esse conjunto de fatores acentua o processo de concentração e dificulta a entrada de novas empresas.

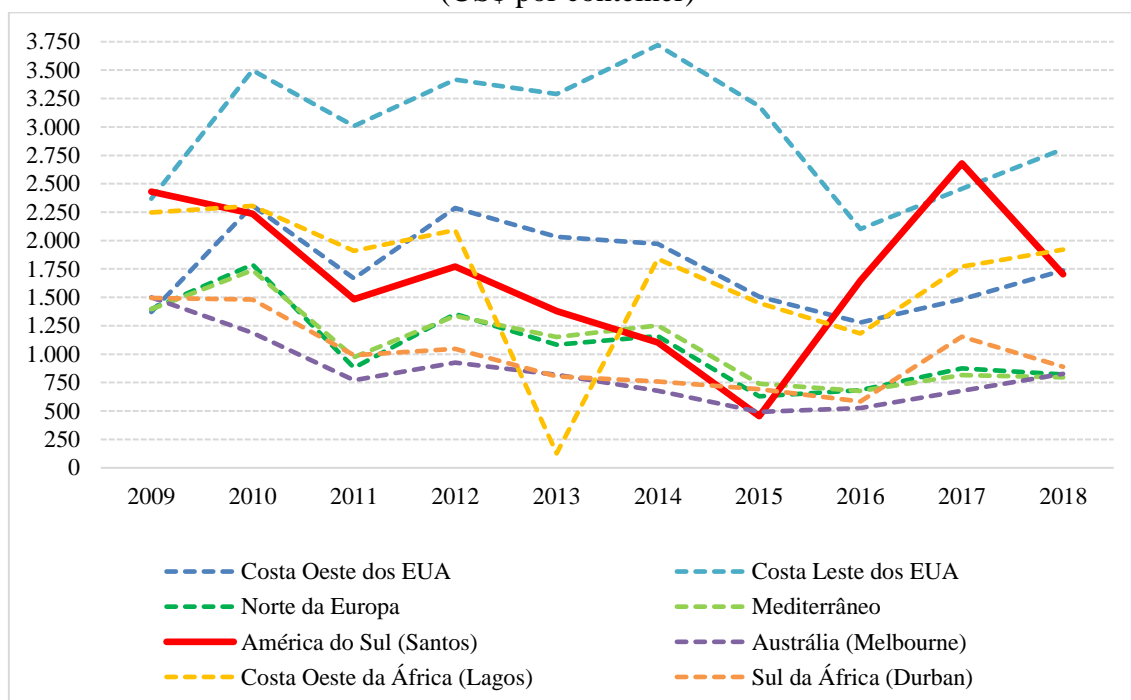
Logo, a combinação de custos fixos mais elevados e custos variáveis relativamente menores elevaram o custo de oportunidade da ociosidade da capacidade instalada. Assim que o excedente de capacidade é suprimido, as empresas de navegação precisam elevar os níveis de frete acima do nível de equilíbrio de longo prazo para recuperar as perdas anteriores. Tal prática é conhecida como *marginal pricing* (UNCTAD, 1998). Por outro lado, a inelasticidade de curto e médio prazo da curva de demanda pelo transporte marítimo desestimula uma possível estratégia das empresas de reduzir os valores cobrados de frete como estratégia para aumentar sua participação no mercado e, conseqüentemente, sua receita.

Os dados de frete coletados pela UNCTAD (Figura 1) revelam que, ao menos para o caso da rota Santos-Shanghai, é possível identificar flutuações nos níveis de frete que indicam a estratégia de recomposição de perdas passadas pela elevação dos valores cobrados acima do equilíbrio de longo prazo. Em 2015, os valores médios anuais cobrados estavam em US\$ 455 por contêiner, sendo que, em 2017, esses valores alcançaram US\$ 2.678 US\$, maior nível dentre as rotas pesquisadas¹¹ (UNCTAD, 2018). Tal aumento foi possível também pela redução de capacidade na rota, como uma

¹¹ Os valores são calculados em dólares por contêiner de 20 pés por rota, exceto para aquelas conectadas ao Estados Unidos, onde os cálculos são para contêineres de 40 pés, com o dobro de capacidade.

estratégia de acomodar a queda na demanda em função da crise econômica brasileira, sendo que, em 2018, o preço cobrado por contêiner de 20 pés passou a ser o segundo mais alto do mundo.

Figura 1 – Evolução dos valores de frete médios anuais por rota entre o porto de Shangai e destinos internacionais variados- 2009-2018. (US\$ por contêiner)*



Fonte: Autor, com dados da Maritime Review (UNCTAD, 2019). Entre parêntese, portos de movimentação, quando especificado.

Apesar dos navios maiores reduzirem os custos de transporte por contêiner, a margem de lucro para as empresas de navegação é reduzida (em comparação com outras indústrias) e, a partir de determinado tamanho de navio, há pouca variação (STOPFORD, 2017). A rentabilidade maior das operações em relação às embarcações menores depende de uma série de fatores que garantam a exploração dos retornos de escala com a redução no custo de capital e operacional, especialmente com combustível, por unidade de contêiner transportado. Nesse sentido, os armadores precisam equilibrar simultaneamente (1) os ganhos de escala com o aumento, tanto do tempo, quanto dos custos na movimentação de contêineres, (2) os custos na estadia nos terminais decorrente das unidades adicionais transportadas, (3) as despesas com serviços alimentadores (*feeder services*) e (4) a disponibilidade de portos com capacidade de se converterem em portos

concentradores de cargas (*hub ports*), com investimentos que garantam calados com profundidade e infraestrutura adequada para as operações.

Ao mesmo tempo, a estrutura do serviço regular de contêineres demanda uma alta capacidade de gerenciamento pelas empresas da capacidade de transporte, uma vez que os contratos e os calendários publicados precisam ser seguidos, o que limita a acomodação de desequilíbrio entre oferta e demanda por possíveis retiradas de embarcações. No entanto, a eficácia do gerenciamento da capacidade é dificultada pela sazonalidade de determinados produtos, como no caso das exportações brasileiras de alimentos refrigerados¹², e pelo desbalanceamento entre os fluxos de exportação e importação em determinadas rotas, que incorre em prejuízo com o transporte de contêineres vazios. Logo, a cooperação cada vez maior entre as empresas de navegação funciona como uma forma adicional de assegurar economias de escala nas operações, garantir um nível suficiente de cargas embarcadas e de dividir os riscos associados aos altos investimentos em embarcações (NOTTEMBOM, 2004).

Na busca por uma maior margem de cobranças e de controle na cadeia de transporte e na garantia de cargas para o preenchimento máximo das embarcações, as empresas de navegação também expandem os seus negócios para prestar serviços intermodais e de entrega porta a porta das mercadorias. Outra estratégia decorre da atuação direta na operação dos terminais portuários, no sentido de verticalizar a indústria de navegação (VAN DE VOORDE e VANELSLANDER, 2010)¹³.

Além dos incentivos econômicos que a própria indústria de construção naval apresenta para o processo de concentração das empresas, o aumento do poder de mercado é também uma resposta aos efeitos da retração do comércio global após a crise de 2008 (BORCA et al., 2021). Nos anos 2000, as taxas de crescimento da demanda por transporte marítimo encontravam-se acima da oferta, o que garantiu aos armadores a realização de volumosos lucros, mesmo com o aumento da competição entre si. O ambiente de otimismo em relação ao comércio global e dinamismo do mercado de navegação estimulou a encomenda de cada vez mais navios e o aumento das operações e serviços de transporte pelas empresas de navegação (UNCTAD, 2018).

¹² https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2017/05/economia/562430-conteineres-refrigerados-escassos-afetam-exportacao.html - Acessado em 25/10/2019

¹³ UNCTAD (2019) cita a intenção da empresa de navegação Maersk de reduzir a participação da movimentação de contêineres nas receitas anuais do nível atual de 80% para 50%.

No entanto, a crise financeira mundial de 2008 e o subsequente aumento no preço internacional do petróleo ocasionaram uma situação de retração da demanda, de aumento de custos e de expansão da oferta de transporte, ocorrida em função das entregas de embarcações pelos estaleiros. O excesso de capacidade foi agravado pelas encomendas adicionais no início da década de grandes porta-contêineres capazes de realizar substanciais ganhos de escala nas operações, o que pressionou consideravelmente as margens e a capacidade de operação dos armadores (GE et al., 2019). O processo de consolidação das empresas de navegação conseguiu se contrapor, ao longo dos anos 2010, ao aumento no custo com combustíveis, ao excesso de capacidade disponível nas embarcações e à queda na demanda, permitindo às empresas da navegação a realização de significativos resultados patrimoniais positivos¹⁴ (UNCTAD, 2019).

Os dados da UNCTAD (2018) revelam os resultados das transformações vivenciadas no mercado nos últimos anos. Em 1997, as dez maiores empresas detinham 48% da capacidade mundial (1,8 milhão de TEUs). Duas décadas depois, esse mesmo ranking é composto em sua maioria por empresas diferentes, que em conjunto detêm 69% da capacidade mundial (17,4 milhões de TEUs). No entanto, apesar das estatísticas referentes à quantidade e ao tamanho das empresas de navegação indicarem um contínuo processo de concentração, não existe consenso na literatura se de fato a navegação internacional de contêineres pode ser caracterizada como um setor onde as empresas detêm poder de mercado (SYS, 2009).

Com base no relatório da OCDE (2015), verifica-se que, apesar de existente, o processo de concentração na indústria marítima não permite identificar qualquer abuso cometido por parte das empresas de navegação. Segundo o relatório, existiria um *trade-off* entre um mercado com poucas empresas, mas que conseguem um volume de carga suficiente para justificar a aquisição de grandes embarcações e realizar ganhos de escala, e um mercado com um número excessivo de empresas, com comportamento predatório e ineficiência alocativa. Álvarez-SanJaime et al. (2013) realizam avaliação semelhante, ao destacar que, do ponto de vista social, a avaliação do processo de concentração deve considerar se o aumento do poder de mercado pode gerar ganhos de eficiência às operações suficientes para gerar um resultado socialmente preferível ao cenário de maior competição. Os resultados apresentados pelos autores revelam que o mercado de

¹⁴ Em 2018, as empresas CMA CGM, Maersk/Hamburg Sud e Hapag-Lloyd registraram lucros globais de US\$ 23 bilhões, US\$ 28 bilhões e US\$ 14 bilhões, respectivamente, sendo que os aumentos em relação a 2017 foram de 11%, 29% e 21%, respectivamente (UNCTAD, 2019).

navegação apresenta uma configuração no qual o bem-estar social aumentaria após o processo de integração horizontal (fusões) entre as empresas de navegação, especialmente na presença de economias de escala. Também há evidências de ganhos de eficiência pela integração logística entre terminais portuários e empresas de navegação (“verticalização”) produzindo resultados socialmente preferíveis em comparação com o cenário sem cooperação (TONGZON e NGUYEN, 2021)

No entanto, os problemas enfrentados pelo mercado de navegação revelam um crescente poder por parte das empresas de navegação que penaliza os usuários desses serviços de transporte. Sys (2009) investiga empiricamente utilizando índices de concentração a percepção de que o mercado de linhas regulares de serviços de contêiner opera em uma estrutura oligopolista e apresenta resultados que corroboram essa visão, salientando que o nível de poder de mercado das empresas varia e depende substancialmente da rota em questão. A autora ressalta também que a complexidade na formação de alianças e a própria competição entre as empresas participantes reduzem a eficácia desses arranjos como forma de mitigar a instabilidade no mercado de navegação pelo lado da oferta de embarcações.

As avaliações dos níveis de concentração no setor não se restringem à capacidade de transporte das empresas de navegação, mas incluem também os dos fluxos de cargas nos próprios portos. Nguyen et al. (2020) utilizam indicadores de concentração para diferentes portos de contêineres no Sudeste Asiático com o intuito de investigar a relação entre o nível de concentração e a eficiência das operações portuárias nessas instalações. Os autores destacam iniciativas similares para a avaliação dos níveis de concentração em diversos sistemas portuários do planeta, especialmente em países em desenvolvimento (LEE et al., 2014; PHAM et al., 2016, ZHANG et al., 2015, apud NGUYEN et al., 2020).

Existindo concentração e poder de mercado, os valores de frete dependem das características dos produtos a serem transportados, especialmente pela sensibilidade dos produtos transportados aos preços praticados, definida pelo valor agregado dessas mercadorias e pelas cadeias produtivas em que estão inseridas. Hummels et al. (2009), indicam que produtos de maior valor unitário, menores elasticidades da demanda e transportados em rotas com menos empresas de navegação competindo pela oferta de serviço são sujeitos a valores de frete mais elevados. Os autores calculam que a eliminação do poder de mercado das empresas de navegação resultaria em aumentos no volume de comércio de países da América Latina de até 15%.

No Brasil, também existem evidências do poder de mercado das empresas de navegação. O processo global de fusões, aquisições e estabelecimento de consórcio e acordos no mercado de navegação de linhas regulares de contêineres resultou em 38 atos de concentração envolvendo o setor de transporte marítimo de contêineres julgados pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), entre 1998 e 2018 (CADE, 2018).

2.3 Métodos e Procedimentos: Cálculos de concentração de mercado

A avaliação dos níveis de concentração de mercado, via de regra, decorrem da análise da quantidade e do tamanho das empresas que atuam como fornecedoras das mercadorias transacionadas, com alguns indicadores comumente utilizados (LIPCZYNSKI et al., 2005). O primeiro desses é o indicador conhecido como razão de concentração (*concentration ratio* - CR_n), que mensura a concentração do *market share* das n maiores firmas no mercado e é calculado pela fórmula:

$$CR_n = \sum_{i=1}^n s_i, \quad (1)$$

onde s_i é a participação da i -ésima maior empresa no mercado, ou o *market share*.

Ou seja,

$$s_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^N x_i}, \quad (2)$$

sendo x_i o tamanho da firma i e N é a quantidade total de empresas no mercado.

As razões de concentração são medidas de concentração parcial, por não ser necessário conhecer o *market share* de todas as empresas que compõem o mercado, apenas a participação das n maiores firmas e total agregado. O indicador não permite qualquer avaliação das firmas fora do universo das n maiores ou análises sobre o tamanho e distribuição do *market share* entre as n maiores empresas.

A literatura considera que valores para a concentração das quatro maiores empresas (CR_4) acima de 40% indicam a existência de poder de mercado na indústria (NALDI e FLAMINI, 2014). Sys (2009) apresenta outras caracterizações de poder de mercado de acordo com a participação das firmas dominantes, resumidas no Quadro 3;

Quadro 3 - Definição de tipos de mercado de acordo com os níveis de concentração.

Níveis de concentração	Condição de Mercado
Monopólio Puro	100% do mercado com um operador
Firma dominante	Entre 99% e 40% do mercado com um operador
Oligopólio rígido	60% do mercado com quatro operadores
Oligopólio frouxo	Entre 25% e 60% do mercado com quatro operadores

Fonte: Adaptado de Sys (2009) – Tradução livre.

Outro instrumento para a identificação de concentração de mercado é o índice Herfindahl-Hirschman (HHI). O cálculo é feito pela soma dos quadrados do *market share* das firmas (s_i):

$$HHI = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \right)^2 \times 10.000 = \sum_{i=1}^n s_i^2 \times 10.000 \quad (3)$$

O cálculo do índice demanda informações sobre o tamanho de todas as empresas que operam no mercado. Trata-se de uma questão metodológica que tem como benefício a propriedade do índice capturar variações na concentração de mercado de todas as empresas da amostra, sendo o valor máximo do indicador 1, caso em que a indústria é extremamente concentrada, e o valor mínimo é $1/N$, quando todas as firmas possuem uma parcela idêntica do mercado.

A literatura também apresenta valores de referência para o índice de Herfindahl-Hirschman a partir dos quais existe indicação de poder de mercado. Valores abaixo de 1.000 indicam uma indústria sem concentração, entre 1.000 e 1.800 existiria uma concentração moderada e valores acima de 1.800 corresponderiam a indústrias com grande concentração (CHARŁAMPOWICZ, 2018; QAZI et al., 2017; FTC, 2007).

O indicador conhecido como coeficiente de entropia relativa (RE) pondera o *market share* das empresas pelo logaritmo natural do inverso do *market share*, dividido pelo logaritmo natural do número total de firmas no mercado, ou seja:

$$RE = \frac{1}{\log_e(N)} \times \sum_{i=1}^N s_i \log_e \left(\frac{1}{s_i} \right) \quad (4)$$

O valor mínimo do índice é zero, quando a indústria é composta por apenas um produtor monopolista. O valor máximo possível é $RE = \log_e(N)$, no caso de uma indústria composta por N firmas de mesmo tamanho. Diferentemente do cálculo de coeficientes de

entropia puro, a estrutura de cálculo do coeficiente de entropia relativa permite a comparação do indicador entre indústrias com quantidades diferentes de firmas.

Outro cálculo que também envolve o logaritmo é a Variância do Logaritmo do Tamanho das Firms (VL). O indicador mensura a dispersão ou a desigualdade do tamanho das firmas e é definido pelo inverso da quantidade de firmas no mercado multiplicado pela soma do quadrado da diferença do logaritmo do tamanho das firmas menos a soma do logaritmo do tamanho das firmas dividido pela quantidade de firmas no mercado:

$$VL = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N [\log_e(x_i) - \bar{x}]^2, \text{ onde } \bar{x} = \frac{1}{N} \times \sum_{i=1}^N \log_e(x_i) \quad (5)$$

Trata-se de um indicador mais de dispersão do que de concentração das firmas. Quando $VL = 0$, todas as firmas apresentam o mesmo tamanho.

Um último cálculo de concentração usualmente utilizado é o índice Gini (G), que tem valor máximo 1, com o *market share* de uma firma dominante próximo a esse valor e as demais firmas com uma participação irrelevante, e valor mínimo 0, quando todas as firmas do mercado apresentam participação igual. O índice é definido por:

$$G = \left\{ \frac{\sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^n X_i}{0,5(N+1) \sum_{i=1}^N X_i} \right\} - 1 \quad (6)$$

Independente do cálculo de concentração utilizado, existe uma série de dificuldades práticas e teóricas relacionadas aos cálculos (LIPCZYNSKI et al., 2005). Em primeiro lugar, há subjetividade metodológica na definição do tamanho e da abrangência do mercado estudado (CURRY e GEORGE, 1983). No caso do serviço de transporte marítimo internacional de contêineres, que tem, como mercadoria, os contêineres embarcados e desembarcados, a definição de mercado relevante recomendada por Sys (2009) engloba as empresas que operam nas linhas regulares e suas embarcações responsáveis pelos serviços de transporte.

Ao contrário do que ocorre em outros mercados, as dificuldades relacionadas à definição de bens capazes de atuar como substitutos são menos relevantes, uma vez que a maior parcela do comércio internacional atendido não poderia ser realizada por outra modalidade de transporte (ZHENG et al., 2017). É limitada também a possibilidade de utilização de outro tipo acondicionamento de cargas que já passaram pelo processo de containerização. Aquelas que o fazem, representam uma parcela reduzida do total transportado, fundamentalmente graneis onde os serviços regulares de navegação competem pelo transporte com serviços especializados, e assim que economicamente

viável (ou seja, assim que o nível de frete permitir) retomam o meio de transporte em navios porta-contêineres (STOPFORD, 2017).

É possível também que alguns contêineres sejam embarcados por empresas que realizam o transporte de outros tipos de cargas ou que sejam movimentados em terminais especializados no transporte de outras categorias de mercadorias. No entanto, tais movimentações representam uma parcela ínfima do total, ocorrendo em caráter excepcional. Em 2018, por exemplo, apenas 0,01% dos contêineres exportados no Brasil foram embarcados por empresas que não realizam esse tipo de serviço (DATAMAR, 2019), enquanto apenas 0,3% foram movimentados em terminais portuários não especializados nesse tipo de transporte (ANTAQ, 2019a)¹⁵.

Por outro lado, para o cálculo dos níveis de concentração, a definição dos limites do mercado é essencial. Ou seja, para uma rota específica, os serviços podem ser extremamente concentrados em poucas empresas, enquanto do ponto de vista de todo o mercado internacional de navegação o nível de poder de mercado é menor ou mesmo inexistente. Na prática, a avaliação da dimensão geográfica do mercado de transporte marítimo regular de contêineres fica usualmente restrita à rota de cada serviço (CADE, 2018).

Com base no instrumental revisado, os exercícios de mensuração dos níveis de concentração de mercado se dividem em três esferas:

- i. Avaliação dos níveis de concentração da capacidade global de transporte das empresas de navegação no mercado internacional de contêineres;
- ii. Avaliação dos níveis de concentração da capacidade de transporte disponibilizada pelas empresas de navegação por rotas marítimas a partir do Brasil; e
- iii. Avaliação dos níveis de concentração dos fluxos de exportação de contêineres partindo de instalações portuárias brasileiras.

Para investigar o nível de concentração no mercado internacional de contêineres, foram utilizados os dados disponibilizados pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) em relatórios anuais denominados *Maritime*

¹⁵ Essas movimentações não convencionais normalmente ocorrem em cais públicos de portos em que se localizam os terminais de contêineres ou em terminais privados especializados na movimentação de carga geral ou graneis.

*Reviews*¹⁶. Trata-se da única base pública que disponibiliza dados anuais das maiores empresas de navegação¹⁷ por capacidade de movimentação de contêineres (em TEUs¹⁸), quantidade de navios (unidades) e por *market share*. O banco de dados apresenta também o valor consolidado para todo o mercado de navegação, desde 1997.

Em relação à avaliação do nível de concentração para as rotas internacionais que atendem o Brasil, os dados foram adquiridos por meio da consultoria Datamar¹⁹. São dados referentes ao perfil das empresas exportadoras por contêineres no Brasil (tipo de produto e modalidade de contratação das exportações) e à capacidade de movimentação de contêineres (em TEUs), pela quantidade de navios (em unidades) e por *market share* das empresas da navegação que atuam no país. Os dados referem-se ao ano de 2018 e será utilizado para uma comparação entre o nível de concentração no mercado brasileiro e a nível global.

Outros dados utilizados na avaliação do nível de concentração advêm da consultoria *Solve Shipping Intelligence Specialists*²⁰. São informações referentes a indicadores semanais de atendimento nos portos brasileiros para o total de escalas, serviços, armadores e capacidade disponível nos portos da costa leste da América do Sul em diferentes rotas internacionais e de cabotagem. Os períodos são para dezembro de 2008, 2010, 2015, 2017 e 2018.

Os níveis de concentração na oferta de serviços de transporte marítimo foram avaliados com bases nos dados da ANTAQ, coletados no portal da Agência (ANTAQ, 2019a). Os valores dizem respeito à exportação de contêineres (em TEUs) por porto e terminal portuário brasileiro de origem e por continente de destino. Optou-se por avaliar apenas os dados de contêineres cheios movimentados em operações de exportação na navegação de longo curso (entre dois países), por se tratar de um dado mais preciso no que diz respeito ao total de mercadorias de fato exportadas pelo país²¹.

¹⁶ Os dados completos podem ser encontrados em: [https://unctad.org/en/Pages/Publications/Review-of-Maritime-Transport-\(Series\).aspx](https://unctad.org/en/Pages/Publications/Review-of-Maritime-Transport-(Series).aspx)

¹⁷ A lista pode conter as cinquenta ou vinte maiores empresas, a depender do ano, sendo que o agregado das empresas ultrapassa, via de regra, 90% do mercado global.

¹⁸ TEUs (Twenty Foot Equivalent Units) é uma unidade padrão de transporte para medir a capacidade de movimentação de um contêiner de 20 pés de comprimento, por 8 de largura e 8 de altura.– <https://portogente.com.br/portopedia/74883-teu-twenty-foot-equivalent-unit> Acessado em 06/02/2020.

¹⁹ <https://www.datamar.com.br/> - Acessado em 25/10/2019.

²⁰ <http://solveshipping.com/> - Acessado em 29/10/2019.

²¹ Esse dado exclui a movimentação de contêineres vazios e operações de transbordo de cargas do comércio exterior em outros portos brasileiros.

2.3 Resultados: Mensuração dos níveis de concentração

2.4.1 Concentração no mercado global de navegação

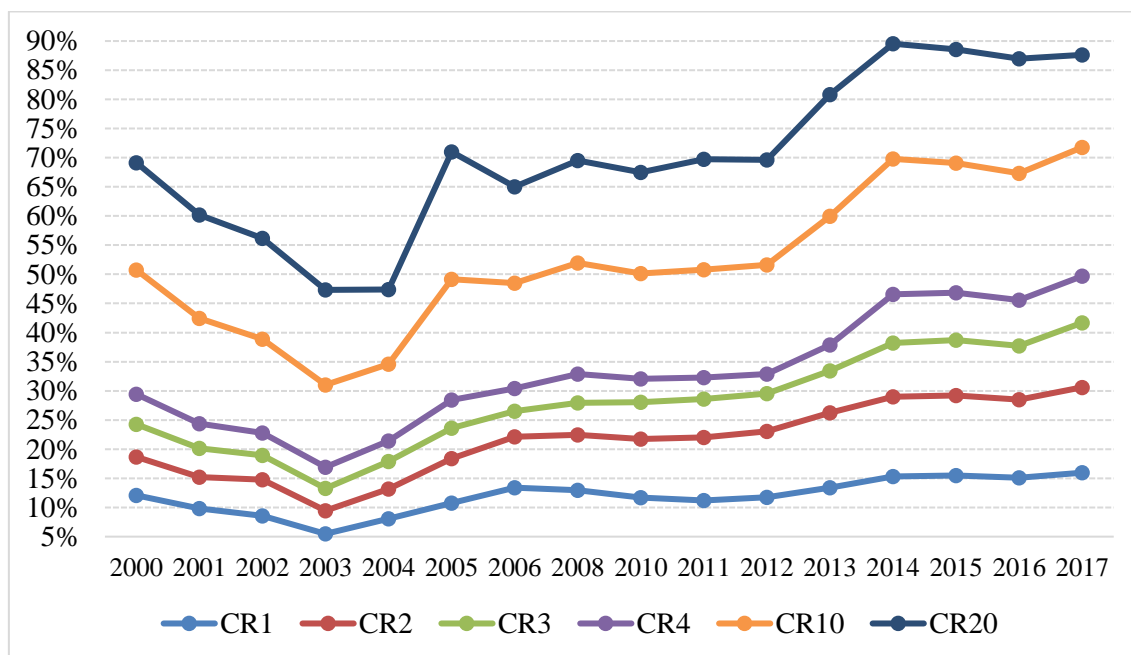
A avaliação do nível de concentração explorará a relevância do tamanho das maiores firmas (empresas de navegação) nessa indústria (mercado de navegação global). A Figura 2 revela a trajetória dos cálculos para as razões de concentração da capacidade de movimentação de contêineres (em TEUs) das empresas de navegação no mercado global. Até 2003, período com os menores níveis de razão de concentração, percebe-se uma redução progressiva em todos os indicadores. Naquele ano, a maior empresa de navegação, a *Evergreen Group*, detinha 5% da capacidade de movimentação, enquanto as 10 e 20 maiores empresas respondiam por 31% e 47%, respectivamente.

A partir de 2003, é possível observar uma tendência de aumento de concentração. Em 2017, último ano da série²², os níveis de concentração apresentam os maiores valores, exceto para o cálculo das 20 maiores empresas, que foi de 89% e em 2014 havia alcançado 90% do mercado. A Maersk, maior empresa de navegação em capacidade, respondeu por 16% de toda a capacidade mundial de movimentação de contêineres.

Pelos critérios de definição de existência de poder de mercado, o mercado global de navegação de contêineres apresenta, desde 2005, uma concentração entre os quatro maiores armadores suficiente para caracterizá-lo como um oligopólio frouxo. Em 2017, metade da capacidade do mercado encontrava-se sob o domínio de quatro empresas, o triplo do registrado em 2003.

²² O relatório marítimo da UNCTAD de 2019 não apresentou o a capacidade das 50 maiores empresas. O dado apresentado diz respeito a concentração dos 10 maiores armadores em capacidade, que alcançou 90% do total em fevereiro de 2019 (UNCTAD, 2020).

Figura 2 - Evolução das razões de concentração de capacidade de movimentação das empresas de navegação- 2000-2017.



Fonte: Autor, com dados da UNCTAD (2020).

Nota: CR1: participação da 1ª empresa em capacidade de movimentação no total; CR2: participação das duas maiores empresas em capacidade de movimentação no total; CR3: participação das três maiores empresas em capacidade de movimentação no total; CR4: participação das quatro maiores empresas em capacidade de movimentação no total; CR10: participação das dez maiores empresas em capacidade de movimentação no total; e CR20: participação das vinte maiores empresas em capacidade de movimentação no total.

No período, a capacidade de movimentação de contêineres passou de 6,4 para 20,0 milhões de TEUs, tendo esse crescimento se concentrado entre as 4 maiores empresas, que expandiram em 816% sua capacidade de movimentação. Tal crescimento é resultado tanto do processo de aquisição e fusão entre as empresas, quanto da estratégia de sobrevivência no mercado por meio de encomendas de novas embarcações, especialmente aquelas de grande escala (UNCTAD, 2018). O crescimento, à parte das 10 maiores empresas, foi de apenas 28% no período (Quadro 4).

Os demais cálculos de concentração foram possíveis apenas para os últimos quatro períodos da série. Nesses anos, estão disponíveis as capacidades de movimentação das cinquenta maiores empresas, enquanto nos demais a lista inclui apenas as vinte maiores. Os cálculos levaram em consideração o universo da lista de empresas disponíveis como representativo de todo o mercado. Trata-se de uma aproximação razoável, uma vez que as cinquenta maiores empresas responderam em 2017, 2016, 2015 e 2014 por 94%, 93%, 95% e 96% da capacidade total do mercado, respectivamente.

Quadro 4 – Capacidade de movimentação por grupo de empresas em 2003 e 2017.

Grupo	Capacidade de movimentação (milhares de TEUs)		Crescimento (%)
	2003	2017	
4 maiores empresas	1.086,9	9.961,2	816
5ª até a 10ª maior empresa	906,4	4.428,8	389
Demais empresas	4.430,7	5.659,1	28
Total	6.424,0	20.049,1	212

Fonte: Autor, com dados da UNCTAD (2020).

O ano de 2017 apresenta os maiores níveis de concentração (Quadro 5). O indicador de Herfindahl-Hirschman apresenta o valor de 776, contra 718 em 2014, 716 em 2015, e 682 em 2016. Os valores estão abaixo de 1.000, nível a partir do qual existiria concentração moderada no mercado, mas relevam o aumento da concentração no último ano disponível. Sys (2009) calculou para o ano de 2009 um valor de 575 para o indicador de Herfindahl-Hirschman referente a concentração de capacidade no mercado internacional de contêineres. Apesar dos dados utilizados pela autora serem referentes a capacidade de fato disponibilizada pelas empresas no mercado de navegação, a comparação entre os valores encontrados permite identificar o aumento da concentração no mercado.

Quadro 5 – Indicadores de concentração de capacidade das empresas de navegação-2014-2017.

Indicador	2014	2015	2016	2017
Herfindahl-Hirschman	718	716	682	776
Coefficiente de Entropia Relativa	0,734	0,727	0,720	0,700
Variância do logaritmo do tamanho das firmas	2,757	2,527	2,491	2,380
Índice Gini	0,692	0,695	0,692	0,717

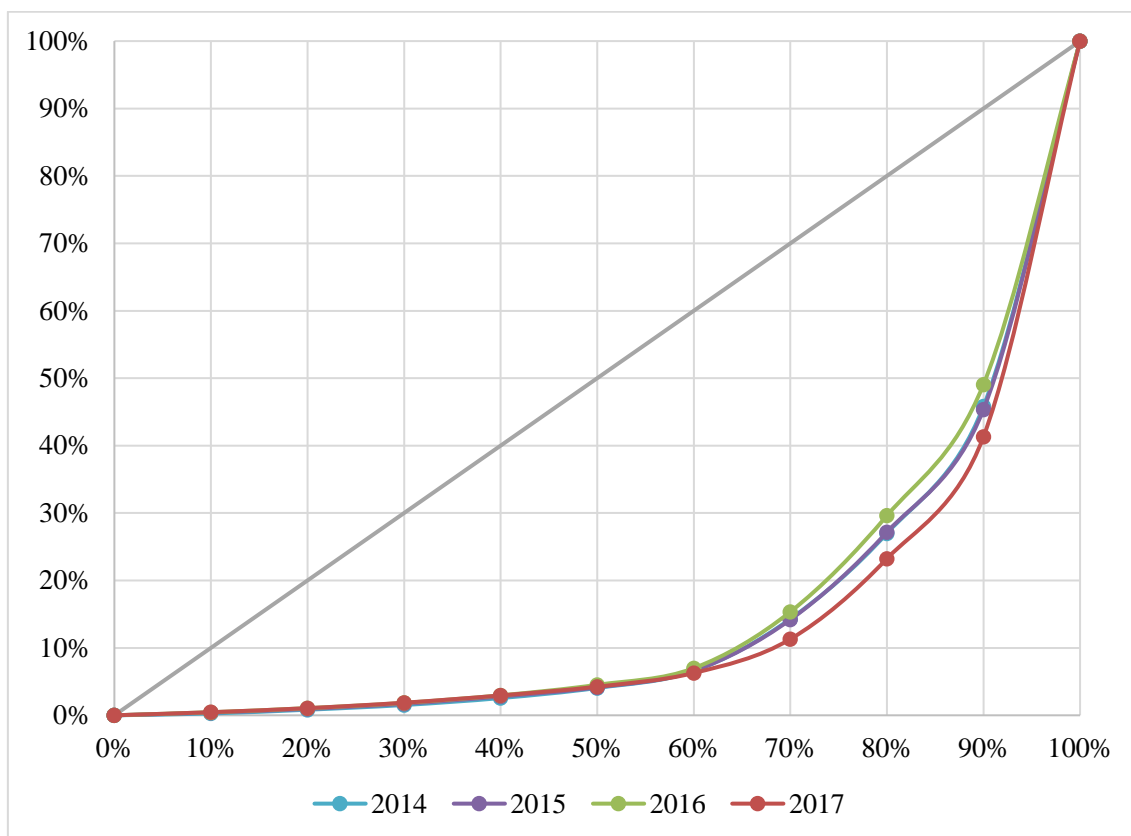
Fonte: Autor, com dados da UNCTAD (2020).

Enquanto o coeficiente de entropia relativa também revela um progressivo aumento da concentração do mercado, o cálculo para a variância do logaritmo do tamanho das firmas mostra uma redução da dispersão entre os tamanhos das firmas, o que indica a preponderância de empresa de navegação cada vez maiores. O índice de Gini, encontrado

para 2017, também foi o maior dentre os quatro períodos avaliados, de 0,717, contra 0,692, em 2016 e 2014, e 0,695, em 2015. Os dados são similares aos encontrados por Sys (2009) até o ano de 2009.

Graficamente, as curvas de Lorenz para os diferentes anos revelam a maior concentração da capacidade de movimentação em 2017 (Figura 3). Vale destacar a redução da concentração em 2016 em relação aos anos anteriores, o que pode ter relação com o processo de aprovação pelos órgãos de concorrência americano, europeu, chinês e pelo CADE (Conselho Administrativo de Defesa Econômica) dos processos de fusões das empresas da navegação²³.

Figura 3 - Curva de Lorenz para a concentração da capacidade de movimentação das empresas de navegação- 2014-2017.



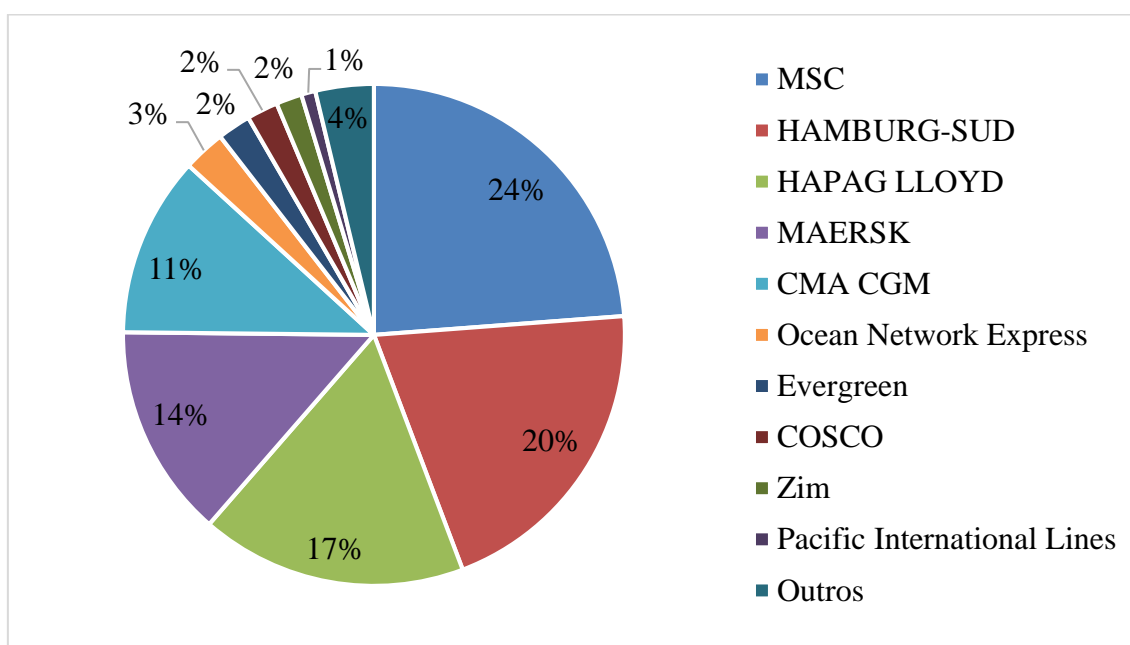
Fonte: Autor, com dados da UNCTAD (2020).

²³ https://www.joc.com/maritime-news/container-lines/hamburg-sud/maersk-gets-green-light-hamburg-sud-takeover_20170925.html - Acessado em 11/10/2019.

2.4.2 Concentração no mercado de navegação brasileiro

Em 2018, as exportações brasileiras em contêineres alcançaram cerca de 2,7 milhões de TEUs, o que representa aproximadamente 1% da movimentação mundial. Dezoito empresas de navegação operaram nas exportações de contêineres do Brasil, cuja movimentação das quatro maiores respondeu por 75% das exportações de contêineres, enquanto o grupo das dez maiores, por sua vez, alcançou 96% do total. A lista de maiores armadores que operam no país revela que os grandes armadores mundiais em capacidade também se destacam como as mais expressivas empresas de navegação em rotas brasileiras (Figura 4).

Figura 4 - Participação dos armadores nas exportações de contêineres (em 2018).



Fonte: Autor, com dados da Datamar (2019).

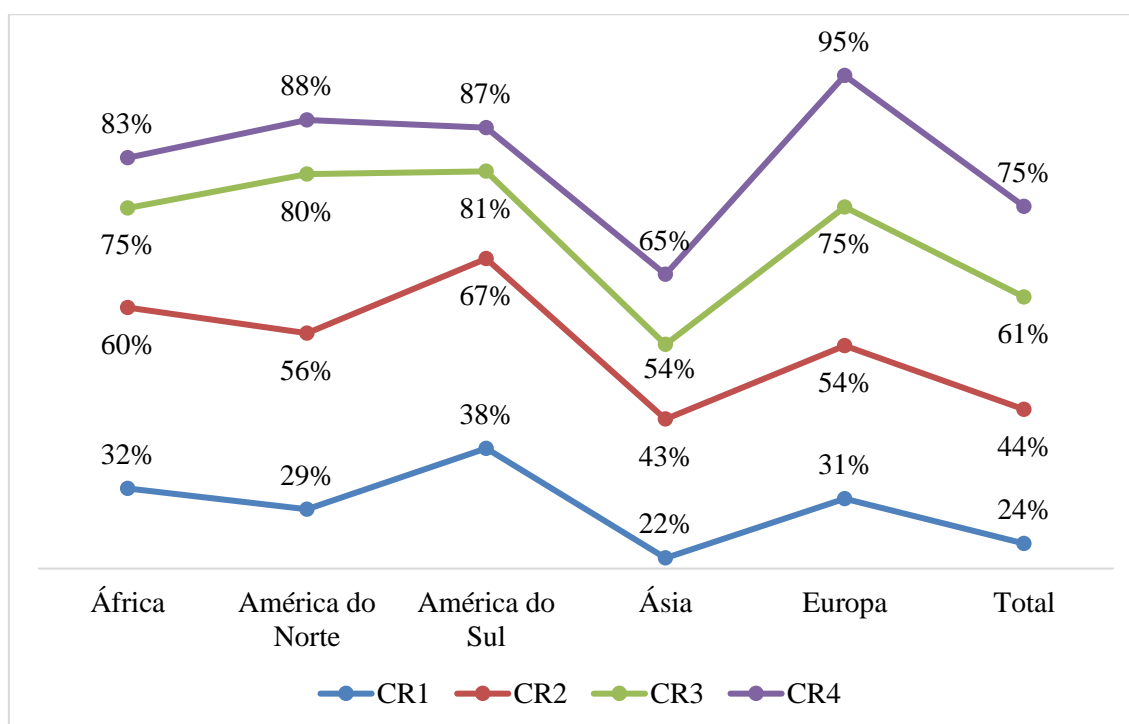
A divisão por destino dessas exportações revela que o principal continente foi a Ásia (36%), seguido pela América do Norte (25%), Europa (16%), América do Sul (12%), África (10%) e Oceania (1%)²⁴. Vale destacar que esses são dados referentes ao destino final dos contêineres exportados, e não o destino do porto no qual o contêiner embarcado no Brasil foi desembarcado no exterior. Ou seja, mesmo que um contêiner originário do Brasil tenha feito um transbordo em algum país antes de alcançar o seu destino final, a

²⁴Em 2018, não existiram serviços de linhas regulares para a Oceania. Os contêineres exportados com destino final para os países desse continente são enviados por transbordo em algum porto intermediário.

localização considerada para a classificação do continente foi aquela onde a carga foi desalfandegada.

Os cálculos das razões de concentração por rota apresentam grande variação (Figura 5²⁵). As rotas para a Ásia apresentam os menores valores, enquanto as rotas para a América do Sul e Europa são as mais concentradas, de acordo com esses indicadores. Tal constatação tem especial relevância regulatória para o país, dado a possibilidade de assinatura de um acordo comercial com a União Europeia. O acordo garantirá o direito às empresas de navegação europeias operarem nas rotas marítima para o Mercosul, atualmente reservado às empresas brasileiras e argentinas até 05/02/2022, por força de um Convênio Marítimo entre os países (BRASIL, 2021). Vale ressaltar que duas das três empresas brasileiras que operam contêineres na cabotagem brasileira, a Aliança e a Mercosul Line, são subsidiárias de empresas europeias (Maersk/Hambur-Sud e CMA-CGM, respectivamente), o que aumentaria a concentração no mercado de navegação.

Figura 5 - Razões de concentração por rota de exportação (em 2018).



Fonte: Autor, com dados da Datamar (2019).

Nota: CR1: participação da 1ª empresa em capacidade de movimentação no total; CR2: participação das duas maiores empresas em capacidade de movimentação no total; CR3: participação das três maiores empresas em capacidade de movimentação no total; e CR4: participação das quatro maiores empresas em capacidade de movimentação no total.

²⁵ A rota para a Oceania foi desconsiderada por ser feita inteiramente por transbordo, o que distorce os cálculos de concentração. A omissão não compromete a análise, dado o baixo volume de exportações de contêineres para a região (1% do total).

Os cálculos de CR4 indicam que todas as rotas de serviços regulares do Brasil apresentam uma estrutura de oligopólio rígido, com quatro empresas de navegação que controlam mais de 60% do total de contêineres movimentados. Por esse indicador, os serviços para a Ásia apresentam o menor nível de concentração, com 65% da capacidade controlada por quatro empresas, enquanto a rota para a Europa apresenta um valor de 95%.

A rota para a América do Sul se aproxima de cenário com uma firma dominante. Se agregarmos os percentuais da empresa Hamburg-Sud, que movimenta 38% dos contêineres exportados para a região, com o da Maersk, que tiveram o processo de fusão autorizado pelo CADE em 2017²⁶, 43% do mercado estaria com apenas uma empresa, acima do nível de 40% para caracterizá-lo como controlado por uma firma dominante. Nos demais trechos, a soma dessas duas empresas se aproxima dessa mesma configuração de mercado na rota para África (40% do mercado), sendo a participação conjunta nas exportações globais do Brasil de 34%.

Os valores encontrados para o indicador de Herfindahl-Hirschman revelam um nível de concentração moderado nas rotas de exportação do Brasil (Quadro 6). No entanto, a avaliação segregada por rotas de exportação indica que, com exceção da Ásia, todas as demais regiões apresentam valores acima de 1.800, o que configuraria a existência de grande concentração no mercado. Por esse indicador, a rota sul-americana é a com o maior nível de concentração, seguida a com destino para a Europa.

Quadro 6 – Indicadores de concentração de capacidade das empresas de navegação nas exportações brasileiras de contêineres (em 2017).

Rota	África	América do Norte	América do Sul	Ásia	Europa	Total
Herfindahl-Hirschman	2.169	2.269	2.576	1.369	2.335	1.625
Coefficiente de Entropia Relativa	0,69	0,75	0,61	0,80	0,59	0,70
Variância do logaritmo do tamanho das firmas	6,00	3,42	10,76	6,88	7,01	3,69
Índice Gini	0,61	0,49	0,68	0,53	0,68	0,65

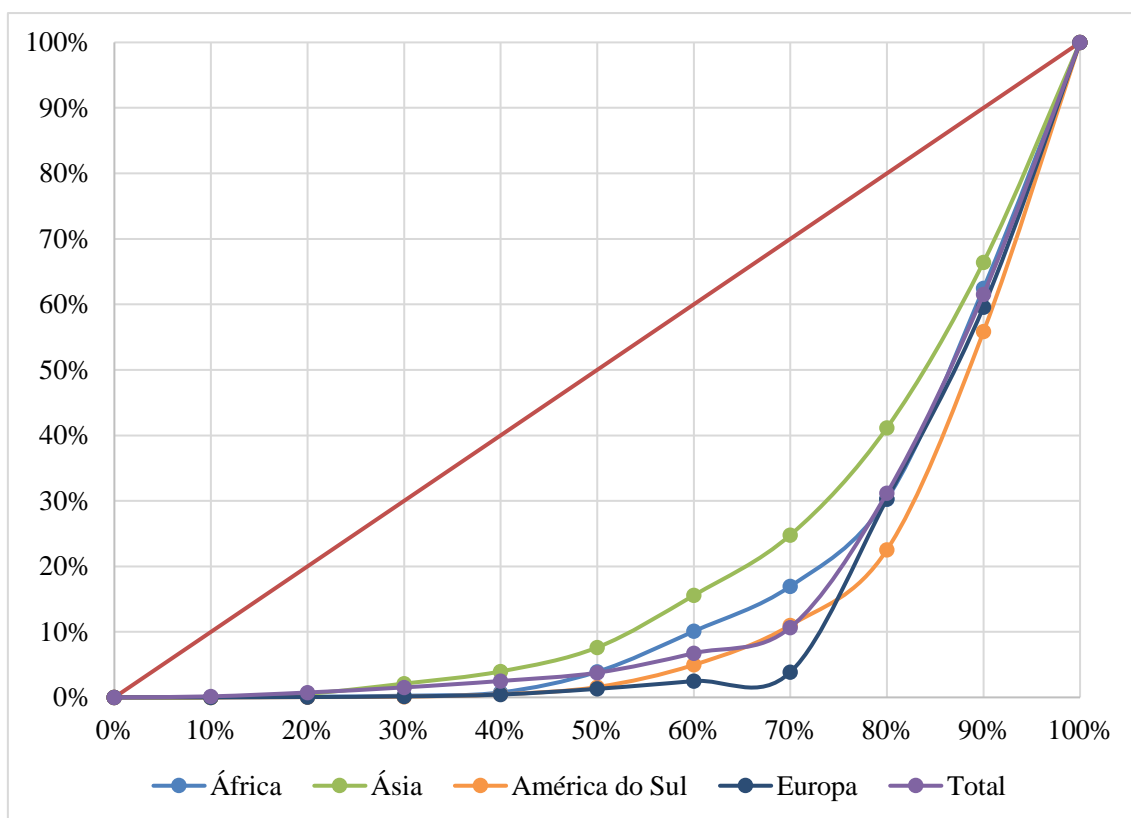
Fonte: Autor, com dados da Datamar (2019).

²⁶ <https://www.valor.com.br/empresas/5129892/cade-aprova-venda-da-hamburg-sued-para-maersk>. Acessado em 12/09/2019

Os cálculos dos coeficientes de entropia relativa e de variância do logaritmo do tamanho das firmas também atestam o maior nível de concentração nessas duas rotas. Novamente a rota para a Ásia se destaca pela baixa concentração em comparação com as demais.

Em relação aos cálculos dos índices de Gini, o nível de concentração para as rotas de exportação brasileiras foi menor que o encontrado para o mercado global de navegação. A rota para a América do Norte apresentou o menor nível de concentração, enquanto as rotas para a América do Sul e Europa são as com distribuição mais desiguais dentre a participação das empresas, mais um indicador do nível de concentração relativamente mais alto para esses destinos.

Figura 6 - Curva de Lorenz da movimentação de contêineres dos armadores por rota de exportação (em 2018).



Fonte: Autor, com dados da Datamar (2019).

A representação gráfica das curvas de Lorenz para as diferentes rotas evidencia a variação nos níveis de concentração (Figura 6). Para o total das exportações brasileiras, a curva apresenta grande similaridade a calculada para o mercado mundial em 2017. No

entanto, a rota para a Europa e para a América do Sul são significativamente mais concentradas que as rotas para a África e Ásia²⁷.

2.4.3 Concentração geográfica das operações de exportações de contêiner no Brasil

A redução de opções de escalas e serviços identificada para os portos brasileiros (SOLVE, 2019) suscita preocupações oriundas do processo de concentração das empresas de navegação. Essa tendência tende a agravar-se pelo processo de integração vertical no setor, em que os armadores passam a adquirir participação nos terminais portuários, ao visar ganhos de escala e redução de custos operacionais, além de consolidar suas posições de mercado. Em relatório da UNCTAD (2019), ressaltou-se a necessidade de as autoridades avaliarem os efeitos na estrutura do mercado em função de transferências ao setor privado do controle administrativo dos terminais de contêineres, processo cada vez mais frequente (ÁLVAREZ-SANJAIME et al., 2015).

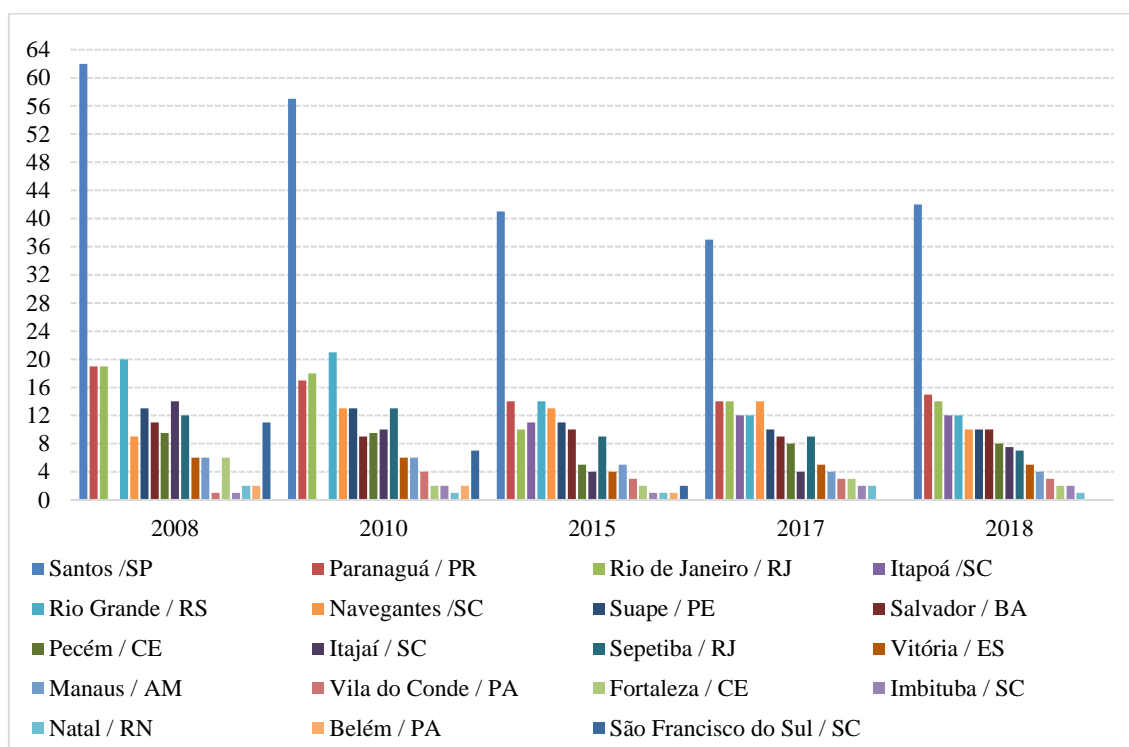
De fato, nos últimos anos, percebe-se uma redução nas escalas, nos serviços²⁸ e na quantidade de armadores operando em portos brasileiros. A Figura 7 revela a queda no total de escalas semanais regulares, em valores agregados tanto para o longo curso quanto para a cabotagem. Em dezembro de 2008, os portos brasileiros contavam com 224 escalas. Esses valores caíram para 165, em dezembro de 2018, o que representa uma queda de 26%.

Percebe-se, também, a manutenção da concentração regional das escalas, já que os portos do Sul e Sudeste mantiveram uma participação acima de 70% do total das escalas. Por outro lado, houve redução do valor máximo de 78%, ocorrido em 2010, especialmente pela queda na participação do porto de Santos, de 28% para 25% do total. Essas variações refletem o aumento das operações de cabotagem de contêineres em portos menores.

²⁷ A representação gráfica da curva de Lorenz para a América do Norte não foi possível pois apenas nove armadores operaram nessa rota, em 2018.

²⁸ Uma rota entre o Brasil e outra região do globo é atendido por diferentes serviços aos quais os portos estão conectados. Uma rota para a Europa, por exemplo, pode contar com mais de um serviço, cada um com escalas específicas em um ou mais portos brasileiros e estrangeiros.

Figura 7 - Evolução da quantidade de escalas em portos brasileiros (em 2008, 2010, 2015, 2017 e 2018).



Fonte: Autor, com dados da Solve (2019).

O Quadro 7 apresenta a evolução dos indicadores nas rotas de navegação que partem dos portos na costa leste da América do Sul, que inclui os portos brasileiros, o de Montevidéu e o de Buenos Aires. No período, as rotas de “longo curso”, que excluem a navegação de cabotagem e entre os países do Mercosul, observaram uma redução pela metade no total de serviços e uma queda de 17% na quantidade de escalas e nove armadores a menos em operação.

As rotas para o Norte da Europa, Mediterrâneo e Oriente médio apresentam as maiores reduções na quantidade de escalas e serviços, enquanto a rota para as costas leste e oeste da América do Norte, Caribe e Golfo do México apresentou a maior redução no total de armadores em operação. Por outro lado, a capacidade semanal disponível para a movimentação de contêineres (em milhares de TEUs) expandiu-se em todas as rotas, cujo destaque se dá à rota para a Ásia e África, com uma expansão de 37%, o que revela o aumento no tamanho dos navios em operação nas rotas vinculadas ao Brasil.

Quadro 7 – Evolução das rotas de navegação em portos da Costa Leste da América do Sul – indicadores selecionados (em 2008, 2010, 2015, 2017 e 2018).

Rotas	Indicadores	dez/08	dez/10	dez/15	dez/17	dez/18	Variação
Ásia e África	Capacidade	25,1	35,8	43	31,5	34,4	37%
	Serviços	12	11	6	4	6	-50%
	Armadores	16	19	18	14	13	-19%
	Navios	80	99	59	44	52	-35%
	Escalas	56	57	36	33	50	-11%
Norte da Europa, Mediterrâneo e Oriente Médio	Capacidade	50,7	45,4	37	43,4	42,6	-16%
	Serviços	16	12	8	8	7	-56%
	Armadores	16	12	12	9	9	-44%
	Navios	95	80	51	54	50	-47%
	Escalas	91	76	51	54	64	-30%
Costa leste e oeste da América do Norte, Caribe e Golfo	Capacidade	32,7	33,1	33,1	33,4	33,8	3%
	Serviços	15	13	8	7	7	-53%
	Armadores	16	13	13	9	8	-50%
	Navios	73	68	42	43	43	-41%
	Escalas	68	69	49	46	65	-4%
Costa Oeste da América do Sul	Capacidade	2,857	2,223	2,88	3,465	3,413	19%
	Serviços	2	1	1	1	1	-50%
	Armadores	3	2	2	2	2	-33%
	Navios	9	7	8	8	8	-11%
	Escalas	9	5	4	4	6	-33%
Total Longo Curso	Capacidade	104,2	105,2	106,2	107,2	108,2	4%
	Serviços	43	36	22	19	20	-53%
	Armadores	25	26	24	17	16	-36%
	Navios	257	254	160	149	152	-41%
	Escalas	215	202	136	133	179	-17%
Cabotagem e Mercosul	Capacidade	7,0	12,1	16,8	18	23,8	240%
	Serviços	7	7	8	9	10	43%
	Armadores	3	3	3	3	3	0%
	Navios	21	21	24	24	24	14%
	Escalas	44	44	47	51	69	57%

Fonte: Autor, com dados da Solve (2019).

Ressalta-se que a capacidade de movimentação de contêineres para o agregado no longo curso apresentou um incremento de 4%, alcançando 108,2 mil TEUs, mesmo com a redução na quantidade de embarcações disponíveis de 257, em 2008, para 152, em 2018. Nesse contexto, o aumento do tamanho e da capacidade de movimentação dos navios que operam nessas rotas comprova a tendência de consolidação em portos concentradores de carga, os quais necessitam tanto de calados cada vez mais profundos, quanto de serviços alimentadores partindo de portos menores.

A capacidade nas rotas de cabotagem e para o Mercosul, que mais do que dobrou no período, também revela a tendência de consolidação de *hub ports* no Brasil. O crescimento de todos os indicadores para as rotas na costa leste da América do Sul²⁹ — cabotagem brasileira e Mercosul — é resultado da expansão nos últimos anos da movimentação entre portos brasileiros, especialmente de cargas containerizadas (ANTAQ, 2019a).

O maior navio em operação no Brasil, em 2008, apresentava capacidade de 5,9 mil TEUs e um calado de 13,2 metros (SOLVE, 2019). No início de 2019, passou a operar na rota para a Ásia um navio de 11,9 mil TEUs e calado de 16 metros, enquanto 60% dos navios que operam no país já demandavam calado superior a 14 metros. Poucos portos do Brasil, no entanto, apresentam condições de infraestrutura para operar com calados superiores a 14 metros³⁰, o que força as embarcações a operarem abaixo de sua capacidade máxima, e revela uma perda de eficiência para os armadores e um aumento de custos para os usuários.

Em relação à concentração das exportações de contêineres por localidade, é necessária avaliação mais detalhada do que apenas por complexo portuário. No porto de Santos, por exemplo, constavam, em 2018, quatro terminais de contêineres segregados, com preços e atividades próprias. Logo, é preciso diferenciá-los para uma correta avaliação da concentração da oferta de serviços portuários para essas exportações³¹.

Caso a avaliação de concentração fosse realizada por complexo portuário, a concentração no porto de Santos, de um lado, e nos quatro maiores portos do país em conjunto, de outro, seria de 41% e 77%, respectivamente. A avaliação segregada por terminal de contêiner revela uma concentração de 51% do total das exportações nos quatro maiores terminais e de 87% nos dez maiores (Figura 8). Dessa forma, no que se refere aos serviços de exportação de contêineres, o sistema portuário brasileiro pode ser

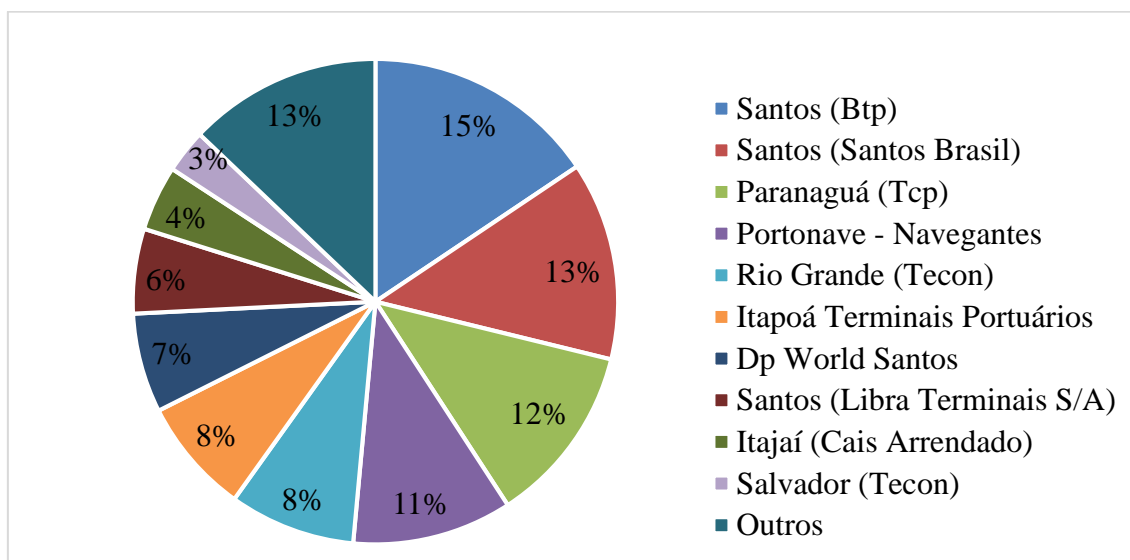
²⁹ A quantidade de armadores operando nessas rotas é limitada pelos acordos de reserva de carga entre os países do Mercosul e pelas restrições de cabotagem, sendo que operam, de fato apenas três empresas: Mersocul Line, Aliança e Log In. Os fluxos de cargas direcionados aos armadores estrangeiros são transportados por essas empresas na navegação *feeder*, prática cada vez mais comum.

³⁰ Cada metro de calado não aproveitado impede o embarque de cerca de 750 TEUs nas embarcações (Solve, 2019), sendo os calados máximos dos portos brasileiros com escalas regulares de contêineres: Itapoá (11,0 m), Manaus (12,0 m), Rio Grande (12,2 m), Itajaí (12,3 m), Paranaguá (12,5 m), Rio de Janeiro (13,3 m), Santos (13,5 m), Salvador (14,0 m), Pecém (14,0), Itaguaí (14,3 m), Suape (14,4 m).

³¹ Foram excluídos doze terminais, que em conjunto movimentaram apenas 0,3% do total de contêineres em 2018. Optou-se por essa exclusão por se tratarem, em sua maioria, de cais públicos que não realizam a movimentação de contêineres como atividade principal, o que poderia desvirtuar a amostra.

caracterizado como uma estrutura de oligopólio frouxo, do ponto de vista dos terminais, ou rígido, se considerarmos os complexos portuários³².

Figura 8 - Participação por terminal portuário no total das exportações de contêineres (em 2018).

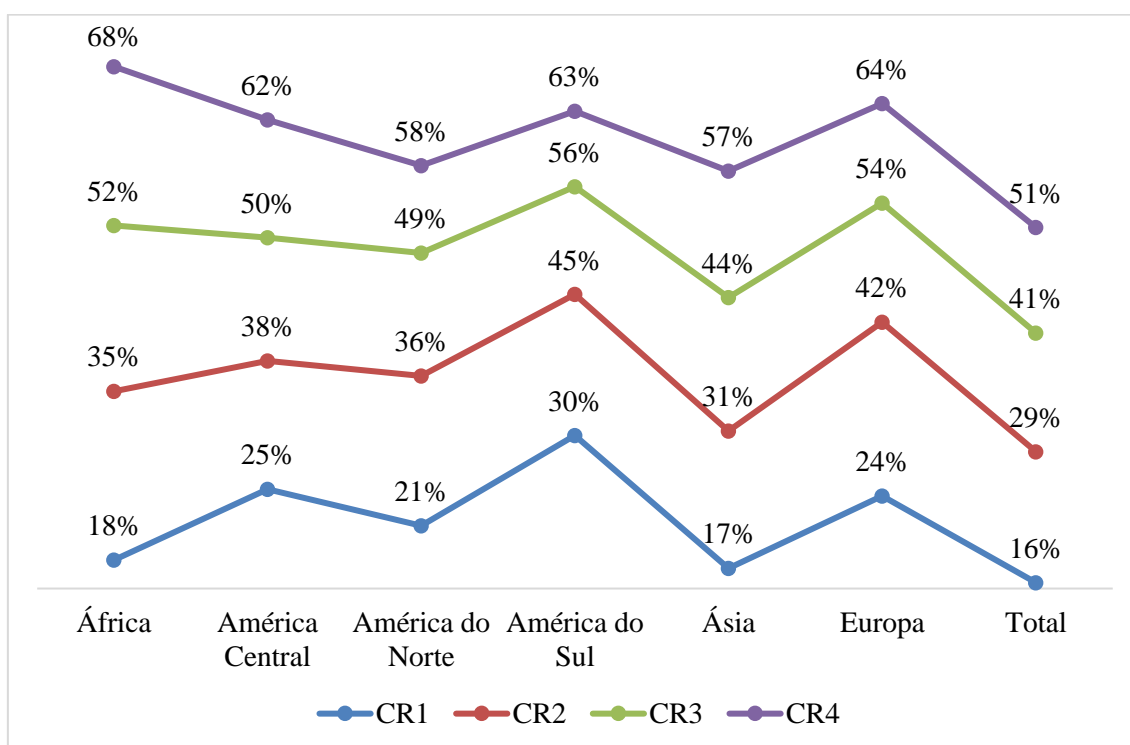


Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

Novamente, existe uma grande diferenciação de concentração a depender do continente onde se localiza porto de destino dos contêineres embarcados. Apenas os portos com destino na Ásia e América Central não apresentam uma configuração de oligopólio rígido. A rota para África apresenta o maior nível de concentração, mas responde por apenas 8% do total de contêineres. Sendo assim, mais uma vez, as rotas europeia e sul-americana se destacam pelos níveis de concentração (Figura 9).

³² O terminal Libra Santos deixou de operar em maio de 2019, o que aumentou a concentração do fluxo de mercadorias nos outros três grandes terminais do Complexo Portuário de Santos. Ver Antaq (2019)

Figura 9 - Razões de concentração por destino de exportação (em 2018).



Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

Nota: CR1: participação da 1ª empresa em capacidade de movimentação no total; CR2: participação das duas maiores empresas em capacidade de movimentação no total; CR3: participação das três maiores empresas em capacidade de movimentação no total; e CR4: participação das quatro maiores empresas em capacidade de movimentação no total.

O cálculo do indicador de Herfindahl-Hirschman para o agregado das exportações alcançou o valor de 928, pouco abaixo do limite que caracteriza um mercado com concentração moderada. No entanto, para todas as rotas, os cálculos indicam esta configuração de mercado, sendo a rota para a América do Sul a mais concentrada (Quadro 8).

Quadro 8 – Indicadores de concentração dos terminais portuários nas exportações brasileiras de contêineres (em 2018).

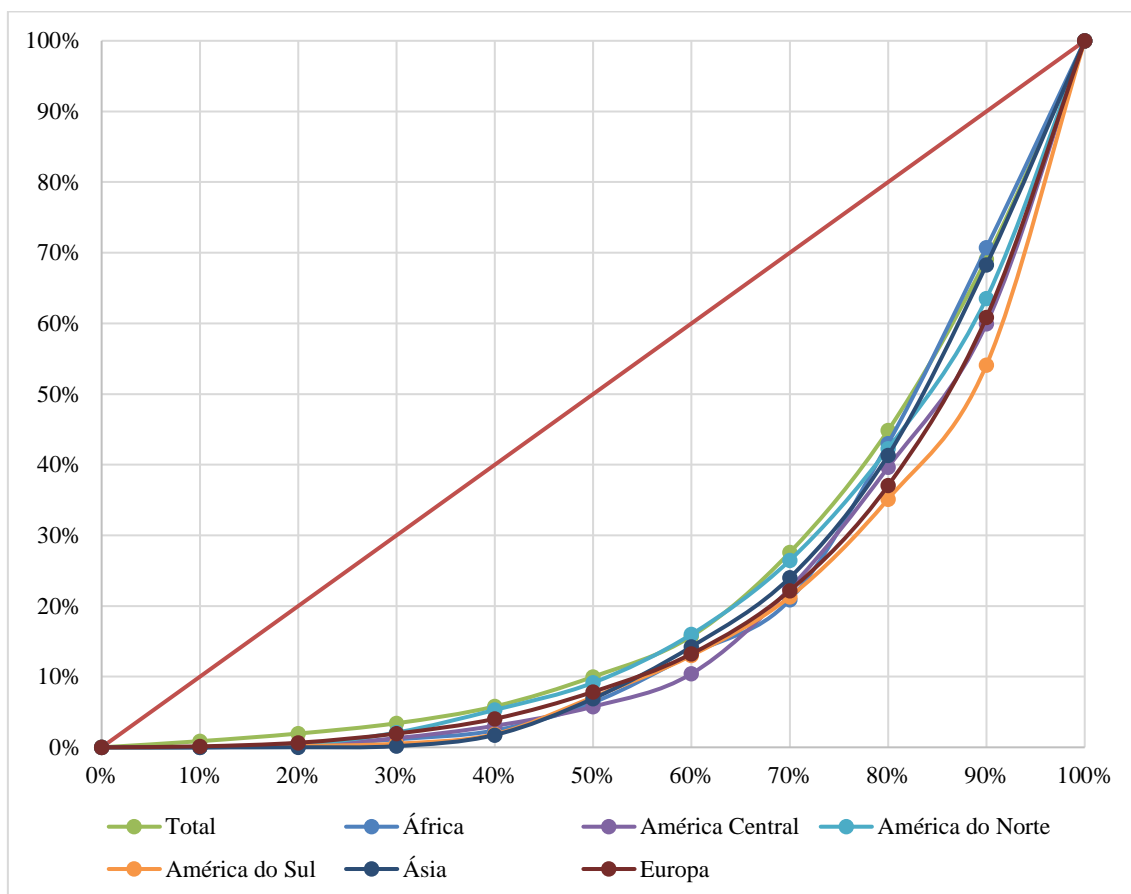
Rota	África	América Central	América do Norte	América do Sul	Ásia	Europa	Total
Herfindahl-Hirschman	1.346	1.329	1.140	1.470	1.069	1.323	928
Coefficiente de Entropia Relativa	0,77	0,78	0,81	0,75	0,79	0,78	0,84
Variância do logaritmo do tamanho das firmas	6,67	4,35	5,86	6,91	11,87	2,71	1,48
Índice Gini	0,65	0,65	0,63	0,69	0,64	0,66	0,52

Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

A rota sul-americana também tem maiores níveis de concentração que as demais, seja pelo cálculo de coeficiente de entropia relativa, seja pelo índice de Gini e pela variância do logaritmo do tamanho das firmas. Nesse último critério, cabe mencionar que a rota asiática apresentou um nível de desigualdade do tamanho das firmas consideravelmente mais elevado do que em rotas para os demais continentes. As configurações das curvas de Lorenz mostram como os valores para o fluxo agregado das cargas apresenta menos desigualdade entre os terminais portuários utilizados para as exportações do que quando a avaliação é feita por continente de destino (Figura 10). Os fluxos para a Europa e América do Sul apresentam curvas mais distantes do nível de igualdade completa.

Em conjunto, esses dados revelam a existência de especialização dos terminais portuários, em prol de determinados fluxos. Tal resultado relaciona-se com a queda, nos últimos anos, das escalas e dos serviços nos portos brasileiros, o que reforçaria a centralização da operação em portos específicos.

Figura 10 - Curva de Lorenz para a movimentação dos terminais portuários por continente de destino (em 2018).



Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

2.5 Discussão

Os resultados encontrados nas mensurações indicam uma crescente concentração no mercado global de navegação marítima de contêineres, processo que se acelerou nos últimos anos, contrariando a previsão de Sys (2009). A partir de 2005, a concentração da capacidade entre os quatro maiores armadores globais permite caracterizar esse mercado como um oligopólio frouxo. Em 2017, metade da capacidade do mercado encontrava-se sob o domínio de quatro empresas. Em 2003, ano de menores níveis de razão de concentração, verificou-se uma reversão na tendência de queda nos índices de concentração para um progressivo aumento, que culminou, em 2017, em um índice de concentração três vezes maior. Apesar dos valores de Herfindahl-Hirschman estarem abaixo do nível a partir do qual existiria concentração moderada no mercado, percebe-se

um aumento da concentração entre 2014 e 2017, tendência corroborada pelos cálculos de coeficiente de entropia relativa e para o índice de Gini.

Como o Brasil não possui empresas de navegação nacional operando na maioria das rotas marítimas do comércio exterior (SOLVE, 2019), o crescimento da concentração no mercado internacional de contêineres reflete nos níveis de concentração das rotas vinculadas ao País. Enquanto os índices de Herfindahl-Hirschman para o mercado mundial não indicam a existência de poder de mercado, os cálculos para as rotas de serviços regulares partindo do Brasil apresentam altos níveis de concentração, em que se verifica a existência de uma estrutura de oligopólio rígido. Em 2018, 18 empresas de navegação operaram nas exportações de contêineres do Brasil, sendo que 14 empresas deixaram de operar no país desde 2008. As quatro maiores empresas responderam por 75% da movimentação de contêineres nas exportações do Brasil.

A rota para a Ásia apresentou o menor nível de concentração, com 65% da capacidade controlada por quatro empresas, enquanto a rota para a Europa apresenta um valor de 95%. Caso fossem agregados os percentuais das empresas Hamburg-Sud e Maersk, que se fundiram em 2017, a rota sul-americana passaria a ter uma configuração de firma dominante. As demais rotas também se aproximariam de tal estrutura de mercado. Os indicadores de variância do logaritmo do tamanho das firmas, do coeficiente de entropia e do índice de Gini também atestam os maiores índices de concentração nessas duas rotas.

Os níveis relativamente mais altos de concentração nessas duas rotas chamam a atenção para dois pontos. Primeiramente, destacam-se os efeitos nocivos à competitividade do mercado sul-americano pelos acordos bilaterais de reserva de mercado no transporte marítimo entre o Brasil e a Argentina, e o Brasil e o Uruguai, os quais foram revogados recentemente por decisão do governo brasileiro (BRASIL, 2021). Os maiores níveis de concentração corroboram o argumento, dos usuários desses serviços de transporte, pela extinção das restrições impostas por esses convênios internacionais. Em segundo lugar, a possibilidade de abertura do mercado de navegação do Mercosul, para as empresas de navegação europeias apresenta risco de aumentar a concentração nessas rotas que partem do Brasil. Os quatro maiores armadores que operam nesses *trades* são todos de origem europeia (Happag Lloyd, MSC, CMA CGM e Hamburg-Sud / Maersk), em ambos os casos.

As concentrações mais elevadas nos fluxos regionais por empresas de navegação também se manifestam na concentração regional das operações dos terminais portuários,

fruto da redução de escalas nos portos brasileiros. O cálculo do indicador de Herfindahl-Hirschman para o agregado das exportações de contêineres do país não apresenta, por sua vez, concentração. No entanto, para todas as rotas específicas, os cálculos indicam a existência de concentração, sendo a rota para a América do Sul a mais concentrada, o que também foi atestado pelo cálculo de coeficiente de entropia relativa e do índice de Gini. A concentração dos fluxos de carga em determinadas instalações portuárias revela os efeitos da integração horizontal (fusão entre as empresas de navegação) e vertical (aquisição de terminais por parte dos armadores) no mercado de navegação.

Do ponto de vista regulatório, a indústria de transporte marítimo ainda conta com uma série de isenções e proteções por parte dos governos nacionais que reduzem a concorrência e, em alguns casos, o nível de abertura dos mercados (DROZHZHYN e REVENKO, 2018; UNCTAD, 2016). Tais medidas são justificadas pelas empresas de navegação para assegurar tanto a sua viabilidade financeira, como a manutenção de serviços regulares e estabilidade dos níveis de fretes nas diferentes rotas. Trata-se do mesmo argumento utilizado para justificar a existência das Conferências de Frete, em sua maioria extintas nos principais fluxos internacionais (STOPFORD, 2017).

Cargas conhecidas como “graneis secundários”, como lã, algodão, vinho, café e borracha, inseridas na última década no acondicionamento por contêineres, não suportam custo de transporte muito elevados, por exemplo (HUMMELS et al., 2009). Para outras mercadorias, onde o custo de inventário é mais relevante do que o de transporte, o foco dos embarcadores está em outros elementos, como confiabilidade com os prazos e entregas nos destinos finais, a frequência e garantia das escalas programadas, a segurança e monitoramento das cargas, dentre outros. Nesses casos, as empresas de navegação contam com uma margem para diferenciação do seu produto — o transporte de contêineres — com a cobrança de preços mais elevados dos usuários (STOPFORD, 2017), especialmente em momentos de expansão econômica ou de desbalanceamento do mercado, como o vivenciado com a pandemia do COVID-19 (NOTTEBOOM et al., 2021).

Outro fator que influencia a capacidade de diferenciação dos preços deriva do próprio poder de barganha dos clientes das empresas de navegação, ou seja, os embarcadores de carga. Grandes grupos localizados nas regiões produtivas centrais do capitalismo global e com cadeias de valor inseridas no transporte marítimo podem negociar valores de frete e de repasses de custos de transporte mais favoráveis, enquanto empresas com pequenos fluxos de contêineres e fora das principais rotas precisam se

acomodar às exigências e preços estabelecidos (BORCA et al., 2021). Ressalta-se que, como o serviço de transporte prestado pelas empresas da navegação apresenta pouca margem de diferenciação, o principal mecanismo de competição entre as empresas consiste no valor cobrado dos usuários pelos fretes, o que favorece estratégias de cooperação entre os armadores (LEE e SONG, 2017a).

No Brasil, a disponibilidade de rotas, de embarcações e de serviços é limitada e sujeita a cortes, especialmente em momentos de redução da demanda e de aumento de custos, como a acarretada pela crise da economia brasileira nos últimos anos. Como resultado, as empresas brasileiras sofrem constantemente com decisões arbitrárias por parte dos armadores, que aumentam os seus custos e trazem grandes transtornos para a logística do comércio exterior, tais como (BORCA et al., 2021): cancelamento de embarques programados, omissão das escalas programadas nos portos (*blank sailing*), suspensão de rotas e de serviços em determinados portos, aumento do custo de frete, e imposição de tarifas não acordadas.

2.6 Conclusão

Tendo em vista a complexidade do mercado internacional de navegação de contêineres e a sua importância para o fluxo das mercadorias no comércio mundial, especialmente as de maior valor agregado, é crescente a preocupação dos usuários e agentes desses serviços com o processo de concentração e com os seus desdobramentos. Os exercícios de mensuração dos níveis de concentração no mercado de navegação apontaram um crescimento da concentração de capacidade de transporte entre as empresas da navegação a nível global.

No Brasil, que não dispõe de empresas nacionais operando na navegação internacional de contêineres (exceto em algumas rotas da América do Sul), os níveis de concentração encontrados para o mercado global são ainda mais pronunciados. Os valores calculados indicam a existência de poder oligopolista por parte das empresas de navegação e instalações portuárias no país.

O aumento da concentração de mercado entre as empresas da navegação desperta uma série de preocupações por parte dos formuladores de política pública e dos usuários desses serviços de transporte. Países como o Brasil, fora dos principais fluxos internacionais e com volume baixo de contêineres no comércio exterior, estão mais vulneráveis a práticas anticoncorrenciais e ao aumento de custos de transporte. Os limites

impostos pela legislação brasileira, em relação às empresas estrangeiras de navegação, e a atuação regulatória insuficiente por parte da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), contribuíram para a perpetuação de práticas anticompetitivas³³.

Os elementos identificados na literatura que favorecem o processo de consolidação nas diferentes etapas da cadeia logística da navegação, em conjunto com os indicadores de concentração encontrados, são essenciais para auxiliar o planejamento e a definição de ações que potencializem os efeitos positivos da organização do mercado e mitiguem os efeitos negativos, especialmente para os usuários do transporte marítimo de contêineres.

³³ Após pressão dos usuários dos serviços de transporte e de órgãos do Governo, como o acórdão do TCU nº 1439/2016 (BRASIL, 2016), foi publicada pela Antaq a Resolução Normativa nº 18/2017 (ANTAQ, 2017). Trata-se de um regulamento marítimo inédito no país, que caminha no sentido de garantir maior equilíbrio nas relações entre operadores e usuários dos serviços de transporte, principalmente por proibir cobranças do exportador por custos que não sejam de sua responsabilidade e por exigir maior transparência e previsibilidade das taxas e tarifas cobradas pelos armadores.

PARTE II – ECONOMIA DOS EFEITOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

CAPÍTULO 3 ENSAIO SOBRE EXTERNALIDADES AMBIENTAIS DO TRANSPORTE MARÍTIMO

3.1 Introdução

As atividades antrópicas pressionam, cada vez mais, os ecossistemas marinhos e a sua capacidade de desempenhar diversas funções ecológicas (BORJA et al., 2016). A extensa cadeia produtiva da indústria de navegação, em especial, afeta o meio ambiente em função dos efeitos negativos produzidos pela utilização desses serviços. Conforme o conceito de externalidades negativas (UNITED NATIONS, 1997), esses efeitos adversos são particularmente nocivos quando não são devidamente internalizados na utilidade de consumidores e na estrutura de custos das firmas.

A discussão teórica sobre as externalidades ambientais de atividades antrópicas é extensa (KIOLO, 2019; PICAZO-TADEO et al., 2009; BALL et al., 2005; PERMAN et al., 2003), os quais se somam a estudos destinados à avaliação dos efeitos negativos das diferentes etapas do setor de navegação e portuário (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021; JAZAIRY, 2020). A falta de regulação ou de definição de instrumentos compensatórios acaba por transferir os impactos em apreço a agentes externos à atividade de transporte (MIOLA et al., 2009).

A investigação das fontes e magnitudes dos impactos ambientais, ocasionados pelo setor, ganha especial relevância em vista do crescimento do comércio internacional e das cadeias globais de produção, diretamente relacionados à expansão do transporte marítimo (CADARSO et al., 2010). Ao longo do processo de intensificação das trocas comerciais entre os países, o mercado de navegação alterou a forma em que se organiza, ao concentrar-se em torno de grandes empresas de navegação e depender cada vez mais de embarcações de grande escala (LIPCZYNSKI et al., 2005; CADE, 2018; TRAPP et al., 2020).

A compreensão da complexidade e extensão dos referidos impactos ambientais demanda um levantamento bibliográfico que trate, por um lado, da forma que a literatura aborda os impactos da operação, construção, reparação e demolição dos navios, e, por

outro, da provisão de infraestrutura e prestação de serviços nas instalações portuárias. Mostra-se, também, necessário abordar as evidências na literatura dos impactos ambientais decorrentes tanto da expansão do comércio global, quanto dos efeitos da consolidação no mercado de navegação e portuário. Essa análise conjunta, em um mesmo trabalho, é inédita, e tem como objetivo identificar o nível de compreensão e detalhamento da literatura científica a respeito dos impactos ambientais das atividades vinculadas à navegação marítima internacional.

3.2 Métodos e Procedimentos

A revisão da literatura consistiu na identificação de estudos que tratassem da temática ambiental no setor de transporte marítimo. Os trabalhos foram identificados por meio de pesquisa no banco de dados *Scopus*. Os critérios de busca e recuperação de informação consistiram na utilização e combinação palavras-chave em inglês: “*environment* impact*” AND “*maritime OR port OR navigat* OR ship**”. A pesquisa inicial resultou em 5.684 documentos, a partir dos quais foram utilizados uma série de critérios para a seleção. A delimitação temporal restringiu-se ao período entre 2016 e 2021. Foram incluídos apenas artigos em inglês nas áreas de ciências ambientais e de economia, econometria e finanças. Com esses filtros, o universo de estudos se restringiu a 750 documentos. A pesquisa ocorreu no dia 05 de outubro de 2021.

Além dos artigos encontrados no banco de dados do *Scopus*, foram analisados outros documentos não submetidos a periódicos para revisão de pares, tais quais relatórios técnicos de Governos, organismos multilaterais e organizações privadas, além de livros e outras fontes de informação com estatísticas relevantes ao estudo. Esses documentos foram identificados ao longo do processo de revisão dos resumos dos trabalhos originalmente mapeados, que também resultaram em consultas e revisão de artigos anteriores ao período designado à pesquisa.

O trabalho de revisão permitiu abordar os diferentes tópicos relacionados à diversidade de impactos ambientais ocasionados pelo setor de navegação em suas variadas etapas. A condução da pesquisa permitiu a categorização temática dos trabalhos levantados, o que auxiliou no levantamento ao consolidar e apresentar não só os principais temas relacionados aos impactos ambientais do setor, mas também evidências de sua magnitude. Analisaram-se, também, pontos de convergência e divergência na literatura.

3.3 Resultados

O levantamento bibliográfico sobre os impactos ambientais derivados das atividades de navegação e de como o setor evolui, organiza-se e relaciona-se com o comércio internacional, permite a categorização em quatro grupos de análise a respeito das interferências antrópicas no meio ambiente: (i) impactos ocasionados pelas atividades de navegação; (ii) impactos da provisão, manutenção e operação da infraestrutura portuária e das embarcações; (iii) impacto da estrutura de mercado das empresas que realizam o transporte marítimo; e (iv) impactos da evolução do comércio internacional.

3.3.1 Impactos da navegação

O transporte marítimo é responsável por uma série de impactos ambientais, dentre os quais se destacam: (i) a queima de combustíveis fósseis, cuja emissão de poluentes afeta a saúde humana e causa o efeito estufa, a acidificação e eutrofização³⁴ dos oceanos (IŞIKLI et al., 2020; CULLINANE et al., 2014; CRIST, 2009; MIOLA et al., 2009); (ii) a introdução de espécies com o descarte da água de lastro (utilizada pelos navios para dar estabilidade e compensar a perda de peso decorrente sobretudo do desembarque de carga) (DALMAZZONE e GIACCARIA, 2014); (iii) o derramamento acidental ou não de óleo e resíduos gerados nas embarcações (VOLLAARD, 2017); e (iv) os distúrbios sonoros que afetam a fauna (especialmente para grandes mamíferos) (SLABBEKOORN et al., 2010).

Apesar da sua crescente importância, de sua maior eficiência técnica em termos de consumo energético (VAKILI et al., 2020) e do nível de emissões ocasionadas pela navegação serem inferiores por unidade transportada ao de outras modalidades de transporte (BALCOMBE et al., 2019; BOUMAN et al., 2017), as estimativas de emissões e de consumo energético pelas embarcações são escassas e apresentam grandes discrepâncias (ENDRESEN et al., 2018). Işikli et al. (2020), em sua ampla pesquisa a respeito dos efeitos ao meio ambiente e saúde humana das emissões de poluentes originários da queima de combustível, destacam as dificuldades para a estimação do real consumo de combustível pelas embarcações, que dependem de uma série de variáveis,

³⁴ Processo pelo qual se concentram, especialmente, compostos de nitratos e fosfatos em um corpo de água, tornando-o mais rico em nutrientes e, conseqüentemente, em organismos, até que se esgotem os recursos; <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=eutrofiza%C3%A7%C3%A3o> - Acessado em 18/07/2019

como a velocidade das embarcações, volume de carga transportada, distância do trajeto, profundidade dos corpos d'água, intensidade dos ventos e ondas, potência dos motores.

Mesmo com as dificuldades de mensuração e monitoramento dos impactos ambientais, estimativas indicam que o setor de navegação representa 5% da demanda mundial por óleo combustível (CEBRI, 2019), cujo consumo se concentra em navios porta-contêineres (BALCOMBE et al., 2019; SMITH et al., 2015). Nos próximos anos, as emissões anuais de CO₂ do setor de navegação devem alcançar 1.060 milhões de toneladas (MÜLLER-CASSERES et al., 2021b), das quais 740 milhões de toneladas correspondem ao transporte marítimo internacional, o que representa em torno de 2% ou 3% das emissões globais do poluente causador do efeito estufa (SINGH et al., 2019). Ressaltasse que a queima de combustíveis no transporte emite outros poluentes atmosféricos além do CO₂, como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio ou gás azoto (NO_x), hidrocarbonetos, óxido e dióxido de enxofre (SO_x e SO₂), materiais particulados e compostos orgânicos voláteis (COVs) (MIOLA et al., 2009). Calcula-se que o transporte marítimo responda por 33% das emissões originárias da queima de combustíveis no comércio mundial, e por até 15% das emissões antrópicas de SO_x e de NO_x (LINDSTAD et al., 2016, apud WALKER et al., 2019).

As emissões no transporte impactam especialmente as áreas costeiras, uma vez que 70% dessas emissões ocorrem em até 400 km de terra firme, cujos gases estufa ocasionam efeitos adversos à saúde humana³⁵ e ao meio ambiente, como a acidificação do solo e da água (CHEN et al., 2020; LINDGREN et al., 2016). Dentre os problemas de saúde estão crises de asma, enfisemas, morte prematura e complicações respiratórias e cardiovasculares diversas, as quais ocasionam consequências econômicas diretas, como o afastamento do trabalho (IAPH, 2018). Residentes em áreas próximas a grandes portos em movimentação de carga apresentam mais chances de problemas de saúde que a população em geral (SHI et al., 2020).

Além da emissão de poluentes atmosféricos, os resíduos sólidos e líquidos descartados pelas embarcações representam uma importante fonte de poluição. A concentração de NO₂ nos corpos d'água localizados em rotas de navegação é duas vezes superior ao verificado em outras regiões, enquanto os níveis mensurados de concentração de ozônio de superfície (O₃) também é substancialmente superior, especialmente durante

³⁵ Segundo Miola et al. (2009), em comparação aos modos de transporte terrestre, o transporte marítimo apresenta um impacto para a saúde humana menor, já que este se agrava quanto mais próximo ocorre de centros com grande concentração de populações.

os meses de verão (ENDRESEN et al., 2018). Guedes (2005) destaca que, dentre os vazamentos de óleo, 70% ocorrem durante as operações de carga e descarga, 20% por transbordamentos de tanques, incêndios e outras causas, e 10% por acidentes, como encalhamentos. Os últimos, por sua vez, envolvem derramamentos superiores a 700 toneladas.

Os vazamentos de combustíveis podem ser acidentais ou intencionais. Os vazamentos deliberados de óleo visam a reduzir entre 5% e 12% os custos operacionais com os tanques de combustíveis, cujo monitoramento e punição mostram-se ineficazes e insuficientes (VOLLAARD, 2017). Além do mais, a mensuração dos impactos de vazamentos à fauna e flora é ainda imprecisa, tendo em vista o aumento da viscosidade do óleo ao atingir a costa. Estimativas indicam que, para cada ave encontrada morta com resíduos de combustíveis, outras dez morreram e nunca foram identificadas (WALKER, 2019).

Apesar da redução observada nos vazamentos acidentais de óleo nos últimos anos, grande parte ainda ocorre em áreas ambientalmente sensíveis (BURRGHER, 2007). De Oliveira Lira et al. (2021) avaliam o impacto em áreas de proteção ambiental após o vazamento de petróleo de 5 mil toneladas de petróleo identificado na costa brasileira, em setembro de 2019. O acidente afetou diversos ecossistemas marinhos, incluindo corais em áreas de preservação, e aumentou significativamente a mortalidade de espécies aquáticas. De Oliveira Soares et al. (2020) avaliam que, em quatro meses, o vazamento havia alcançado mais de 3 mil km do litoral, incluindo trechos da Bacia Amazônica. O derramamento do óleo, de origem venezuelana, consiste no maior desastre ambiental do tipo em regiões tropicais (SOARES et al., 2020), e ocorreu a mais de 700 km do território brasileiro. De causas desconhecidas, o acidente evidenciou o despreparo e dificuldades para a prevenção, monitoramento e contenção de danos oriundos de vazamentos de óleo, especialmente por se tratar, neste caso, de um petróleo cru, de alta densidade, e não produzido no Brasil (IBAMA, 2019).

O risco de acidentes não se restringe ao transporte de combustíveis, e mostra-se elevado para outras mercadorias transportadas pelo mar. Entre 10% e 15% das mercadorias do transporte marítimo são consideradas perigosas, ou seja, possuem alto impacto ambiental caso ocorra algum acidente com as embarcações que as transportam (PURNELL, 2009). É crescente, também, a eliminação de resíduos que não são combustíveis. Cabe mencionar que 20% dos resíduos plásticos encontrados no ambiente marinho são gerados nos próprios oceanos (LINDGREN et al., 2016). O descarte correto

dos resíduos gerados dentro dos navios depende de seu manuseio e do provimento de instalações adequadas para o seu tratamento e estocagem, que podem ser separadas para eliminação em solo, como matérias descartáveis, ou incinerados e eliminados nos oceanos, respeitando as normas de materiais passíveis de descarte e as distâncias mínimas da costa. A manipulação e separação adequada dos resíduos produzidos são essenciais para a redução do impacto ambiental da navegação e se configuram como um problema logístico e de gestão, tanto para as empresas de navegação, quanto para os portos (WALKER, 2019).

Pinheiro et al. (2021) examinam amostras de coletadas na costa do Rio Grande do Sul, e destacam a participação do plástico como o material responsável por 98,4% dos resíduos encontrados, em sua maioria oriundos de produtos descartáveis. Os autores destacam o valor apresentado por Borrelle et al. (2020), em que de 20 a 53 milhões de toneladas de plásticos são eliminados, anualmente, em ambientes aquáticos. Para 2030, as estimativas de descarte alcançam 90 milhões de toneladas de resíduos plásticos nos oceanos, cujas consequências existirão não apenas para a fauna e flora marinha, mas também para atividades antrópicas, como a pesca e o turismo (PINHEIRO et al., 2021)

Grande parte dos resíduos sólidos eliminados nos oceanos origina-se de navios de passageiros, que, apesar de representarem apenas 1% da frota mercante mundial, respondem por 25% de todos os despejos de resíduos operacionais do transporte marítimo. A título de exemplo, uma embarcação de porte médio pode ser responsável pela produção de 70 toneladas de resíduos sólidos por semana (BUTT, 2007). Apesar de 85% dos resíduos não reciclados serem incinerados nas embarcações, a prática de descarte ilegal é frequente, enquanto a geração de esgoto por passageiro pode alcançar até 40 litros por dia (MIOLA et al., 2009). Os navios de cruzeiro continuam a representar uma importante fonte de poluição atmosférica, aquática e do solo, cujos impactos são mais pronunciados em *habitats* frágeis, mesmo com os avanços apontados pela literatura em termos de tecnologias e programas de monitoramento dos impactos ambientais (LLORET et al., 2021).

Outro resíduo com grande impacto ambiental decorre da eliminação da água de lastro. Entre 3 e 5 bilhões de água de lastro são transportadas por navios anualmente, cujo descarte representa uma das maiores ameaças à biodiversidade global (UNCTAD, 2016). Nos tanques para a sua armazenagem, é possível transportar mais de 10.000 espécies, coletadas no ponto de onde a embarcação partiu, e descartada em diferentes áreas geográficas (LINDGREN et al., 2016). Pereira (2012) apresenta o custo de cerca de US\$

10 bilhões de dólares com a introdução pelo descarte da água de lastro das espécies conhecidas como algas unicelulares, na Austrália, e da água-viva carnívora e mexilhão-zebra, nos Estados Unidos. As bactérias da salmonela e da cólera, por exemplo, também podem ser descartadas junto à água de lastro, além de outros agentes patogênicos (PEREIRA et al., 2014). A cólera foi, possivelmente, introduzida no continente americano, em 1991, devido ao despejo de água de lastro por algum navio originário da Ásia (TAKAHASHI et al., 2008).

No Brasil, destacam-se como exemplos de espécies aquáticas invasoras, introduzidas pelo descarte de água de lastro, o mexilhão dourado e o siri indo-pacífico, que, além de alterar o equilíbrio da fauna local e prejudicar atividades pesqueiras, causam impactos à saúde e interferem no bom funcionamento dos sistemas hidráulicos dos navios e de usinas hidroelétricas (SERAFIN e HANKES, 2013). A introdução do mexilhão dourado, encontrado pela primeira vez na América do Sul no estuário da Bacia do Rio da Prata, afetou inclusive o funcionamento da usina de Itaipu, com perdas na eficiência das turbinas, aumento da corrosão dos equipamentos, paralização das operações para limpeza ou substituição e aumento do consumo energético nas operações (PEREIRA, 2012).

As embarcações envolvem-se, também, em colisões com animais marinhos, especialmente nas regiões costeiras e com grandes mamíferos. As estimativas de colisões anuais, apenas quando a população de baleias é considerada, chegam a quase mil (VAN WAEREBEEK e LEAPER, 2008). No entanto, as diferenças de regulação em cada país, e a percepção tardia do acidente, no momento de chegada à costa, contribuem para uma possível subnotificação de casos. O crescente fluxo de embarcações em regiões ambientalmente sensíveis, como, por exemplo, as rotas de navegação pelo Ártico, viabilizadas pelo degelo dos últimos anos resultante do aquecimento global, agravam esses impactos (BOYLAN, 2021).

Finalmente, merecem destaque as emissões de distúrbios sonoros pelo transporte marítimo, o qual representa a segunda fonte de ruídos antrópicos nos oceanos, e cujo impacto se expandiu consideravelmente nas últimas décadas (VAKILI et al., 2020). As referidas emissões, de baixa frequência e de longa duração, provocam impactos para a fauna marítima mais duradouros do que outros causados por testes sísmicos, por exemplo (SLABBEKOORN et al., 2010). A orientação pelos sons gerados no ambiente subaquático é essencial para as atividades de reprodução, caça, comunicação e navegação das espécies marinhas, inclusive para a própria defesa contra colisões com embarcações

(LLORET et al., 2021), e são significativamente afetadas por esses distúrbios sonoros (WALKER, 2019).

3.3.2 Impactos da infraestrutura portuária

As instalações portuárias afetam o meio ambiente de formas variadas e complexas, tanto pelas operações que ocorrem em suas áreas, quanto pela própria existência e provisão de sua infraestrutura, especialmente pela perda e ruptura dos habitats naturais (ARGYRIOU et al., 2021). Do ponto de vista das operações, são gerados diversos resíduos, como esgoto, descarte de combustível, da água de lastro e de substâncias químicas diversas (WALKER, 2019), além de poluentes atmosféricos emitidos pelas embarcações e veículos nos acessos terrestres e marítimos, especialmente em momento de congestionamento.

Guedes (2005) apresenta um levantamento de 183 portos pelo mundo e destaca a poluição dos corpos hídricos, os acidentes com cargas perigosas, a gestão dos resíduos e a dragagem como as principais causadoras de impactos ambientais, derivados da construção e da operação de instalações portuárias. Os referidos impactos decorrem da coexistência com zonas urbanas e naturais, e da pressão crescente para ganhos de escalas nos terminais, que ocasionam expansão de áreas para armazenagem, atracação e alfandegamento. Nas localidades onde estão instalados os portos, a contaminação dos corpos d'água ocorre pelo despejo de substâncias: (1) quimicamente inativas (petróleo, plásticos, minérios e resíduos metálicos); (2) quimicamente ativas putrescíveis (esgotos e da manipulação de matérias de origem animal e vegetal); (3) quimicamente não putrescíveis (álcalis, sais, cloro, corantes); e (4) térmicas (efluentes diretos, autorizados ou não, das indústrias e de tratamentos de águas residuais).

Em relação às emissões atmosféricas, as instalações portuárias também apresentam níveis relevantes de poluentes, decorrentes da utilização nas operações de carga e descarga de equipamentos diversos (KOILO, 2019); do consumo de energético nas instalações portuárias; e da queima de combustíveis utilizados nas embarcações e veículos de apoio às operações (GE et al., 2019). Poluentes originários de operações nos terminais de granéis líquidos e gasosos, os quais emitem vapores procedentes dos tanques de condicionamento, apresentam uma fonte adicional de emissões, que liberam materiais particulados de fácil dispersão, inflamáveis e com efeitos nocivos à biodiversidade e à saúde humana (GUEDES, 2005). Yu et al. (2020) avaliam o impacto das emissões

atmosféricas em grandes portos globais e destaca o caso do porto de Xangai, responsável por mais de 11% das emissões de SO₂ e NO_x anuais da cidade chinesa.

Os impactos ambientais das obras de dragagem para remover os sedimentos que se encontram no fundo do corpo d'água a fim de aprofundá-lo podem ser divididos em duas categorias. Primeiramente, em alterações na hidrodinâmica local, que provoca assoreamento e alterações nas correntes e no nível de salinidade e turbidez das regiões impactadas. Em segundo lugar, em suspensão e sedimentação do material dragado, que incluem partículas contaminadas e que afetam as taxas de reprodução e mortalidade da fauna (GUEDES, 2005). Somam-se a esses impactos os efeitos adversos para as atividades de pesca, navegação e turismo, além de riscos com acidentes.

Dentre os resíduos e rejeitos de dragagem, figuram compostos orgânicos diversos, plásticos, mercúrio, óleos, arsênio, zinco, cobre, pesticidas e outros poluentes (CASTRO e ALMEIDA, 2012). Tendo em vista a variabilidade de substâncias, a mitigação dos efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana depende da correta avaliação da área de despejo dos rejeitos, preferencialmente em aterros e não nos corpos d'água. Seja qual for a opção, os rejeitos e sedimentos devem ser submetidos a algum tipo de tratamento mínimo e suas áreas de despejo deve ser monitorada e, quando em locais confinados, submetida a algum manejo.

Os impactos na hidrodinâmica e no equilíbrio sedimentar do ambiente podem ser agravados pelo aumento da necessidade de dragagens de manutenção, ocasionadas pelo uso inadequado do solo ao longo da bacia de drenagem, que deságua nos canais de navegação dos portos (LOURENÇO e ASMUS, 2015). O desenvolvimento do mercado de navegação, que demanda o aumento de capacidade de navios, agrava esses impactos, na medida em que as embarcações modernas requerem constantes obras de dragagem e de atualização de infraestrutura portuária (FRANSOO e LEE, 2013). Os principais terminais portuários competem por meio do alargamento e aprofundamento dos canais de acesso e dos pontos de docagem, o que requer grandes interferências na infraestrutura dos portos (TRAN et al., 2015).

No Brasil, ao mesmo tempo em que as obras de dragagem mostram-se insuficientes (CNI, 2018b), há dificuldades que antecedem a sua execução. Castro e Almeida (2012) apresentaram a experiência com a dragagem em um conjunto de portos brasileiros, onde se verificou o baixo envolvimento das populações locais tanto no processo de definição das áreas, quanto no conhecimento dos riscos associados aos empreendimentos, especialmente no que se refere ao equilíbrio da fauna para a garantia

de atividades de pesca. Os subprodutos da dragagem, quando submetidos ao tratamento adequado, podem ser utilizados na correção de processos erosivos em zonas costeiras; na criação de habitats e de fonte de alimentos em terra, na superfície dos corpos d'água ou submerso; na recuperação e controle de áreas de aterro e mineração; como subproduto da indústria de construção civil (produção de cimento e construção de estadas); e na geração de energia (biomassa vegetal e geração de gás) (CASTRO e ALMEIDA, 2012)³⁶.

Ainda relacionado à infraestrutura em terra, vinculada ao transporte marítimo, existe a preocupação com a contaminação do solo em função das operações nos terminais e manuseio de substâncias químicas e perigosas, com destaque para o processo de demolição, ou reaproveitamento, dos navios (DEMARIA, 2010). Apesar de positivo do ponto de vista do reaproveitamento dos materiais, a prática desperta a preocupação com os impactos gerados à saúde humana e ao meio ambiente devido às emissões de gases e ruídos ao longo do processo de desmonte dos navios, à contaminação decorrente de resíduos de combustíveis, lubrificantes e materiais químicos presentes nas embarcações, e ao manuseio de materiais inflamáveis (QI et al., 2021).

Uma estratégia adotada, pela indústria de demolição de navios, é realocar-se em países caracterizados por baixos custos de mão de obra, e por regulações pouco rigorosas relacionadas ao meio ambiente, à segurança e saúde humana (WALKER, 2019). Em 2018, os maiores mercados estavam em Bangladesh (47%), Índia (26%), Paquistão (22%), Turquia (2%) e China (2%). A redução da participação chinesa relaciona-se com a proibição de envio para reciclagem de embarcações estrangeiras naquele país, o que revela a adoção de medidas unilaterais para redução dos impactos ambientais (UNCTAD, 2019)

Finalmente, Guedes (2005) destaca a poluição visual como impacto decorrente da infraestrutura portuária, especialmente quando essas instalações estão em más condições ou mesmo abandonadas, o que afeta a ocupação do uso do solo e aumenta os riscos de acidentes, de criminalidade e de propagação de doenças. A falta de manutenção, de fiscalização, e de políticas para o uso do solo nas regiões dessas instalações prejudica a utilização dessas áreas para outros usos, como turismo, desenvolvimento imobiliário, pesca e transporte local (LOURENÇO e ASMUS, 2015).

³⁶ Destacam-se os desequilíbrios proporcionados tanto pela construção, quanto pelas subsequentes obras de dragagem, no Porto de Suape, no município pernambucano de Ipojuca, próximo a Recife (KOENING et al., 2002). As interferências antrópicas para a construção do porto na região ocasionaram alterações no ciclo das marés e nos níveis de salinidade, de sedimentação e de transparência da água, fundamentais para o ecossistema.

3.3.3 Impactos da estrutura do mercado de navegação

Há algumas décadas, o setor da navegação vivencia significativas mudanças estruturais, baseadas na crescente containerização das cargas, nas fusões e consolidações entre as empresas que operam em linhas regulares de navegação, na progressiva expansão dos mercados asiáticos, e em mudanças tecnológicas e de padrão de consumo energético das embarcações (NOTTEBOOM et al., 2021; CEBRI, 2019; LEE e SONG, 2017a; SLACK e FRÉMONT, 2009).

A concentração espacial das operações de transporte demonstra a evolução do mercado de navegação. Os grandes tráfegos “leste-oeste” respondem pela maior parte da movimentação de contêineres nas rotas do transpacífico, transatlântico e entre a Europa e a Ásia, além da crescente expansão das rotas intrarregionais asiáticas³⁷(SLACK e FRÉMONT, 2009). Sendo assim, o Hemisfério Sul, em geral, e o Brasil, em particular, estão fora dos principais fluxos mundiais, o que afeta a quantidade de operadoras de navegação e a consequente disponibilidade de embarcações, escalas, serviços (ROJON et al., 2021).

Em mercados secundários para as grandes rotas internacionais de navegação, a redução de serviços e escalas marítimas aumenta o deslocamento interno de mercadorias até os portos, o que incrementa as emissões de gases estufa devido à maior utilização de outros modos de transporte, especialmente o rodoviário³⁸(RODRIGUE e NOTTEBOOM, 2013). Nos principais terminais marítimos, que concentram cada vez mais cargas do comércio exterior, a pressão por obras de expansão e pelo aumento da quantidade de veículos e embarcações nas zonas portuárias agravam os níveis de emissão de poluentes, por meio de congestionamentos, despejo de resíduos, dentre outros problemas (FRANSOO e LEE, 2013).

Os portos também são demandados por contínuas intervenções, na infraestrutura terrestres e nos canais de acesso, em função da estratégia mercadológica das empresas, baseada em ganhos de escala e por meio de embarcações cada vez maiores (MACHADO et al., 2012). A demanda por navios de grande escala resulta, também, em maiores níveis

³⁷ Cada vez mais, a movimentação de contêineres se concentra no mercado asiático, especialmente na China, refletindo o nível de integração das cadeias globais de valor e de produtos manufaturados nessas economias (UNCTAD, 2019).

³⁸ No Brasil, destaca-se o crescimento da navegação de cabotagem nos últimos anos, especialmente de cargas “containerizadas” em serviços alimentadores domésticos (*feeders*) para os fluxos internacionais concentrados nos grandes portos (*hub ports*), apesar de partir de uma base muito baixa e da cabotagem representar uma pequena parcela da matriz de transporte (ANTAQ, 2019a).

de congestionamentos nos acessos portuários, e em obras para viabilização de corredores de transporte terrestre até os portos, resultando em um acúmulo de impactos ambientais nessas regiões. (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021)

Na última década, houve um acréscimo de mais de 60 milhões de toneladas de capacidade por ano no mercado global de navegação, mesmo se considerado o excedente de capacidade verificado desde a crise de 2008 (NOTTEBOOM et al., 2021). Atualmente, o mercado conta com mais de 5 mil navios porta-contêineres (UNCTAD, 2018).

Os frequentes excessos de capacidade de transporte representam uma estratégia mercadológica, na medida em que impedem novos entrantes ou limitam o crescimento de empresas concorrentes. A expansão continuada da frota, para garantir a posição de mercado, tem como reflexo aumento de emissões e resíduos gerados tanto na construção de embarcações novas, quanto na demolição de antigas (DEMARIA, 2010).

A tendência de crescente expansão do tamanho das embarcações apresenta um duplo efeito, em termos das emissões atmosféricas. Ao mesmo tempo que esses navios consomem a maior quantidade de combustíveis dentre os tipos de embarcações existentes, as emissões por unidade de contêiner movimentado podem ser inferiores ao de navios menores, a depender do nível de utilização das embarcações (GE et al., 2019). Em momentos de crise, é comum a adoção da prática de *slow steaming*, quando a velocidade de percurso é propositalmente reduzida para limitar a capacidade disponível para movimentação de carga, resultando em uma economia diária de até 70% no consumo de combustíveis (SMITH et al., 2014).

Do ponto de vista da organização do mercado de navegação, também há indícios de estruturas oligopolistas assumidas por parte dos operadores de transporte (ROJON et al., 2021). A referida estrutura de mercado motiva investigações a respeito dos efeitos potencialmente positivos ou negativos ao meio ambiente da existência de poder de mercado no setor, uma vez que o nível de produção em competição perfeita não necessariamente será equivalente ao ótimo social. No caso de recursos não renováveis, por exemplo, o produtor monopolista, ao restringir o nível de produção e elevar o seu preço, prolonga o período de existência e disponibilidade desses recursos, o que pode se configurar um resultado socialmente preferível àquele verificado em competição perfeita (PERMAN et al., 2003).

Em determinados mercados, a quantidade socialmente ótima de firmas apresenta um limite quantitativo, o que contraria a previsão de que mais competição e produção são sempre mais desejáveis. O aumento da competição em um mercado não resultará,

necessariamente, em um resultado socialmente superior, em função dos efeitos adversos causados pela intensificação da exploração de recursos, com impactos negativos ao meio ambiente por parte das firmas produtoras (LAMBERTI, 2013). Tem-se que, na presença de falhas na internalização dos custos ambientais da produção e do consumo, ou seja, de falhas de mercado, como a da tragédia dos comuns:

The socially efficient industry structure is necessarily the outcome of a compromise (or tradeoff) between the standard price effect and the need to preserve the residual stock of resources (LAMBERTI, 2013, p. 18)

Cabe à sociedade, em geral, e aos formuladores de políticas públicas e agentes reguladores, em particular, avaliar os efeitos de decisões em termos de sustentabilidade ambiental e um mercado mais competitivo. No caso, as falhas de mercado dificultam a definição de uma escolha socialmente ótima, já que os instrumentos convencionais de internalização e compensação das externalidades negativas não são necessariamente eficazes. A estipulação de licenças que concedem o direito de exercer atividades poluidoras ou com impactos ambientais a serem negociadas entre os agentes de mercado, por exemplo, podem não garantir um resultado socialmente ótimo (LAMBERTI, 2013).

Nesse cenário, o Teorema de Coase (COASE, 1960), que garante tal resultado para um mercado em competição perfeita e sem custos de transação, não se sustenta. Um mercado com atividades que degradam o meio ambiente sob monopólio também não será necessariamente corrigido pela estipulação de uma taxa *pigouviana*. De acordo com Buchanan (1969, p. 174-77, apud BAUMOL et al., 1988), a tentativa de internalizar o custo ambiental das atividades de um monopolista, por meio da aplicação de uma taxa, pode reduzir o nível de bem-estar geral da sociedade, já que a produção sobre monopólio já apresenta um nível inferior ao verificado em competição perfeita. Baumol et. al (1988) demonstram que a taxa que teoricamente maximizaria o bem-estar nesse mercado monopolístico é inferior a encontrada para um mercado perfeito, justamente pelo fato de o monopolista penalizar a sociedade tanto com uma produção abaixo do equilíbrio perfeito, quanto com a degradação ambiental.

Em linhas gerais, mantendo determinadas condições, a produção de uma economia em competição perfeita com uma atividade geradora de externalidades ambientais será menor que o nível Pareto eficiente, caso esta seja positiva, e maior, no caso de ser negativa (BAUMOL et. al, 1988). No entanto, quanto mais significativas forem as externalidades ambientais, maiores serão as chances de que as condições de

concavidade-convexidade das funções de produção não se mantenham, contrariando a previsão sobre os níveis de produção.

Trapp et al. (2020) investigam os efeitos no setor de navegação do ponto de vista ambiental de maiores níveis de competição ou de estratégias de atuação das firmas baseadas em comportamentos simultaneamente competitivos e colaborativos. Os autores indicam que, apesar dos ganhos do ponto de vista econômico, menores níveis de poder de mercado, tanto entre as empresas de navegação, quanto entre as instalações portuárias, podem resultar em maiores impactos ambientais, especialmente no que se refere ao aumento das emissões e do consumo de combustíveis.

O *trade-off* entre sustentabilidade e competição é de particular relevância para a navegação internacional e as investigações dos efeitos ambientais da configuração desse mercado são inconclusivas (TRAPP et al., 2020; ÁLVAREZ-SANJAIME et al., 2013). A indústria em apreço apresenta papel fundamental para o comércio internacional, apesar de evidências de concentração de mercado. Ela conta, também, com retornos de escala, tanto no tamanho das embarcações, quanto no espaço dos terminais; bem como empreendeu crescente informatização e articulação entre as empresas, o que potencializa a existência de informações imperfeitas e as barreiras à entrada de novos concorrentes. Dessa forma, evidencia-se a importância de avaliar e promover políticas ambientais e de regulação condizentes com as particularidades do setor.

3.3.4 Impactos do Comércio Internacional

O transporte marítimo responde por 80% dos fluxos de carga movimentados no comércio internacional (UNCTAD, 2018), que, por sua vez, é objeto de um extenso debate a respeito dos impactos ambientais produzidos pelo fluxo comercial das mercadorias (WU et al., 2021; JAZAIRY, 2020; KOIOLO, 2019;). Batra et al. (1998) apresentam o trabalho de Hagen (1958) como um dos primeiros a questionar os efeitos positivos do livre comércio entre as nações, ao propor, em meados do século passado, que as preocupações com o meio ambiente justificam a adoção de medidas protecionistas pelos países.

O aumento da globalização e a consolidação das cadeias globais de produção, diretamente relacionados com a expansão do transporte marítimo, resultam em dispersão das cadeias produtivas entre os pontos de produção e consumo. Balcombe et al. (2019) destacam o aumento das emissões do transporte marítimo desde os anos 1990,

diretamente relacionada ao aumento do comércio global. Como resultado, observa-se um aumento em gasto energético e em emissões ligadas ao transporte, e um maior distanciamento entre os consumidores e as fontes de poluição ao longo dos processos produtivos (WU et al., 2021; CADARSO et al., 2010). O transporte de mercadorias transacionadas, no comércio internacional, é também apontado como o principal meio de introdução de espécies invasoras em outros ecossistemas, aquáticos ou terrestres (DALMAZZONE e GIACCARIA, 2014). O desequilíbrio ou ruptura de estruturas econômicas locais e regionais e a exploração de produtos destinados para a exportação acima das taxas de reposição, dentre outros efeitos, são outras consequências debatidas pela literatura do aumento do comércio (PANAYOTOU, 2000).

Adquire relevância a relação entre o aumento do comércio marítimo e o agravamento da degradação ambiental. O impacto ambiental da abertura comercial e das trocas de um país com o exterior pode ser analisado pelo “efeito escala”, com o aumento da degradação em função do aumento da produção doméstica para exportação; pelo “efeito tecnologia”, com a incorporação de métodos produtivos mais modernos e com menos impactos ambientais; e pelo “efeito na estrutura produtiva”, quando os países se especializam na produção daqueles bens com maior vantagem comparativa, inclusive em atividades poluidoras (GROSSMAN e KRUEGER, 1991).

O efeito total da abertura comercial será benéfico ao meio ambiente quanto o “efeito tecnologia” for o mais pronunciado dos três componentes (ANTWEILER et al., 2001, apud SHAHBAZ et al., 2018), e quando os países contarem previamente com uma regulação ambiental adequada, que seria uma forma de mitigar os riscos de especialização em atividades poluidoras (COPELAND e TAYLOR (2004) apud SHAHBAZ et al., 2018). O comércio pode, por um lado, mitigar os impactos ambientais negativos por meio da comercialização de tecnologias e meios de produção menos poluentes, ou agravar os efeitos nocivos, pelo aumento do volume agregado de bens produzidos e transacionados (efeito escala) (ABID et al., 2021).

Do ponto de vista da teoria convencional de comércio, exigências ambientais mais restritivas em um país levam ao aumento da produção de bens intensivos em insumos ambientais em países com abundância nesses recursos (SADLER et al., 2010), conforme previsto *pollution haven hypothesis* (FANG et al., 2018). Por essa hipótese, uma estratégia possível aos países é a própria flexibilização de suas legislações como uma forma de reduzir custos com o atendimento de exigências ambientais e fomentar a competitividade de suas economias. No entanto, essa possível “*race to the bottom*”, em

termos de correlação entre piora na qualidade da regulação ambiental visando a influenciar a decisão de localização e produção das firmas, é questionada pela literatura (ELISTE e FREDRIKSSON, 2004). O processo decisório da instalação de empresas é costumeiramente mais voltado para custos trabalhistas e aduaneiros do que o nível de exigência de regulamentos ambientais (ABID et al., 2021).

Cherniwchan (2017) argumenta que a falta de evidências na literatura sobre a *pollution haven hypothesis* deriva da abordagem das investigações, tipicamente realizadas para níveis agregados de poluentes. O autor avalia os efeitos da assinatura Acordo de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA) para nos níveis de emissão de materiais particulados e de dióxido de enxofre focado na indústria manufatureira dos Estados Unidos. No caso, a liberalização comercial promovida pelo NAFTA é apontada como responsável por dois terços da queda nas emissões dos poluentes no período entre 1994 e 1998. O autor destaca que a queda decorreria da fragmentação da produção, a qual visava a aproveitar as diferenças de regulamentação ambiental entre os países.

Liu et al. (2018) avaliam os efeitos ambientais de investimentos diretos, entre 2003 e 2014, na China, e utilizam um modelo espacial para 235 cidades do país. Os resultados do painel corroboram o previsto na *Pollution Haven / Pollution Halo Hypothesis*, com a concentração regional do aumento de alguns poluentes. Mohapatra e Giri (2009) encontram resultados similares em uma avaliação espacial da relação do aumento no nível de renda nas emissões de uma série de poluentes em 15 estados indianos entre 1991 e 2003.

A extensão e validade dos efeitos ambientais adversos ocasionados pela expansão do comércio são confrontados com os indícios de ganhos positivos com aumento da renda e bem-estar proporcionados por maiores fluxos comerciais (DREHER e GASTON, 2008). Advoga-se que o livre comércio proporcionaria mais benefícios do que a interrupção completa das trocas entre os países, por permitir a exploração das potencialidades advindas da divisão do trabalho e de vantagens comparativa específicas (WU et al., 2021). Esta, por sua vez, ocorre pela viabilização das potencialidades dos mercados por meio de sistemas de transportes bem estruturados, especialmente pelos ganhos de escala que o transporte marítimo viabiliza (STOPFORD, 2017). De fato, uma série de trabalhos advoga que o aumento do comércio é um dos componentes que explica o crescimento econômico de um país, apesar de sua magnitude e abrangência não serem um consenso (FRANKEL e ROMER, 1999).

O crescimento do comércio, ao contribuir para o desenvolvimento dos países, poderia reduzir também a degradação ambiental. Conforme a hipótese prevista pela Curva de Kuznets Ambiental – CKA (GROSSMAN e KURGUER, 1995), existiria uma relação no formato de “u-invertido” entre a degradação ambiental e o nível de renda per capita, com maiores níveis de impactos ambientais negativos até um determinado nível de renda, a partir do qual esses tenderiam a se reduzir. No entanto, não há consenso na literatura sobre a validade da CKA, com diversos estudos empíricos produzindo resultados divergentes (ABID et al., 2021; FANG et al., 2018).

Stern (2004) conduziu uma revisão de trabalhos onde não foi possível identificar robustez estatística que ateste a validade da Curva de Kuznets Ambiental, com sinais apenas de que a tendência seria verdade para determinados poluentes concentrados em áreas urbanas e para alguns níveis de renda. Serrano (2012) destaca as críticas aos modelos, teorias e técnicas econométricas utilizadas nos estudos que tentaram corroborar a validade da CKA ao longo dos anos. Tao et al. (2008) apresentam evidências de que a validade do pressuposto na Curva de Kuznets Ambiental foi atestada por diferentes autores, enquanto Lau et al. (2014) argumentam que modelos mais antigos podem ter apresentado problemas de subespecificação e viés por terem omitido variáveis relevantes, como o fluxo de investimentos externos diretos e de indicadores do nível de abertura comercial dos países.

Ainda sobre os efeitos ambientais do crescimento da renda, Shafik (1994) ressalta que parte da degradação ambiental tende a piorar com maiores níveis de renda (pelo aumento das emissões materiais particulados, óxidos de enxofre, poluição de corpos hídricos), particularmente para aquelas fontes que podem ser externalizados (emissões de carbono, resíduos sólidos). O autor utiliza uma regressão em painel baseada no método de mínimos quadrados para uma amostra de 149 países, entre as décadas de 1960 e 1990. A variável explicativa utilizada foi o nível de renda per capita, e as variáveis dependentes constituíram-se de indicadores ambientais, como o acesso à água potável e saneamento básico, indicadores de concentração de poluentes diversos — óxidos de enxofre, coliformes fecais —, nível de cobertura vegetal e de desflorestamento, dentre outros. Por outro lado, Serrano (2012) destaca também que a decomposição dos efeitos do comércio exterior pode viabilizar crescimento econômico e elevação da renda sem necessariamente elevar a degradação ambiental, desde que o efeito tecnologia se sobreponha ao efeito escala.

As avaliações a respeito da relação entre comércio e degradação ambiental também são voltadas para emissões de poluentes específicos. Cole e Elliot (2003) analisam empiricamente os efeitos da abertura comercial e, conseqüentemente, do aumento do comércio de um país para as emissões per capita de quatro poluentes: dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), dióxido de carbono (CO₂) e na demanda biológica de oxigênio (BOD). Os resultados, que variam de acordo com a regulação ambiental e com a relação dos fatores capital-trabalho dos países, revelam um aumento esperado na emissão dos três primeiros poluentes. Wang et al. (2020) investigam as emissões desses mesmos poluentes em 43 países e 56 indústrias entre os anos 2000 e 2014, segregadas em três categorias de fluxos comerciais: (i) comércio de bens finais; (ii) comércio de bens intermediários em fase final de produção; e (iii) comércio de produtos inseridos em cadeias globais de valor. Os autores identificam aumentos substanciais nas emissões em função do comércio – 2,8 bilhões de toneladas de CO₂, 11,4 milhões de toneladas de SO₂ e 8,5 milhões de toneladas de NO_x –, e destacam que os fluxos de bens intermediários emitiam duas vezes mais poluentes do que as vendas de bens finais.

Wu et al. (2021) destacam que as emissões de CO₂, em função do comércio internacional, variam substancialmente entre os países. Os autores conduzem exercícios com modelos que corrigem falhas de mensuração existentes em trabalhos anteriores para calcular os efeitos econômicos e em emissões de gás carbônico para um cenário de interrupção do comércio internacional. As estimativas para 2015 apontam que o PIB global se reduziria em US\$ 7 trilhões, 10% do valor daquele ano, e as emissões sofreriam uma diminuição líquida de 895 milhões de toneladas, que corresponde a 2% das emissões globais do poluente em 2015. Koilo (2019) atesta a validade da Curva de Kuznets Ambiental especificamente para a trajetória de crescimento econômico e emissões de CO₂ na indústria de transporte marítimo da Noruega.

Fang et al. (2018) apresentam uma série de estudos empíricos sobre a Curva de Kuznets Ambiental que utilizaram variados métodos de estimação com resultados inconclusivos. Lau et al. (2014) utilizam dados para a Malásia, entre os anos de 1970 e 2008, para avaliar o efeito do nível de investimentos diretos, da abertura comercial e do nível de PIB per capita nas emissões per capita de CO₂. Shahbaz et al. (2018) observam que a variável abertura comercial, usualmente utilizada nos modelos para mensurar a evolução do comércio, traduz apenas a intensidade dos fluxos de exportação e importação no PIB dos países, o que gera resultados insuficientes. O modelo do trabalho desses autores tenta solucionar esse problema, e utiliza, como variável explicativa para o nível

de emissões de CO₂, um índice que mensura o nível de globalização econômica, política e social calculado para diferentes países.

Os esforços de identificação por parte da literatura revelam a complexidade de elementos que compõem a avaliação dos impactos ambientais do aumento do comércio entre os países. As divergências de resultados e conclusões indicam que os impactos ambientais dependem, substancialmente, de particularidades relacionadas aos poluentes, países e efeitos ambientais em análise. Tais investigações são de importância para o setor de transporte marítimo, uma vez que o seu desenvolvimento tem relação direta com a facilitação da integração comercial entre países e regiões, por ser o principal meio de transação dos fluxos globais de mercadorias.

3.4 Discussões

O setor de transporte marítimo é responsável por uma série de impactos nocivos ao meio ambiente. As atividades de navegação resultam em altos níveis de consumo de combustível; em despejos intencionais ou acidentais de resíduos; em colisões com a fauna aquática; e na emissão de ruídos. As instalações portuárias, por sua vez, apresentam atividades com impactos ambientais similares, além de efeitos nocivos relacionados à ocupação do uso do solo e obras de infraestrutura. Essas fontes de impactos afetam a qualidade ambiental e da saúde humana em diversos níveis (Quadro 9).

A mudança no perfil do comércio mundial, com o crescente protagonismo dos países em desenvolvimento, onde as legislações ambientais são, geralmente, mais flexíveis (SKINNER, 2010) e os espaços naturais sem interferência humana mais proeminentes, aumenta a preocupação dos impactos ambientais, especialmente o relacionado à provisão de infraestrutura portuária. Atualmente, dos 20 maiores portos de contêineres responsáveis por aproximadamente 45% do volume global de contêineres (UNCTAD, 2018), 16 estão na Ásia, sendo 8 chineses. Há duas décadas, a maioria dessas instalações não existia ou apresentava uma movimentação muito inferior àquela dos maiores portos do Ocidente, o que revela o desenvolvimento de novas infraestruturas portuárias.

No Brasil, a movimentação de carga marítima cresce a uma taxa de 4% ao ano desde o início da década, e, a partir de 2015, ultrapassou o volume de um bilhão de toneladas anuais (ANTAQ, 2019a), o que acentua os efeitos do setor nocivos ao meio ambiente. As emissões anuais de poluentes atmosféricos no comércio exterior brasileiro

são estimadas em 66,7 milhões de toneladas de CO₂, 400 mil toneladas de SO₂ e 800 mil toneladas de NO_x, que correspondem, respetivamente, a 12%, 16% e 17% das emissões totais anuais do país (ZHANG e WANG, 2021).

Quadro 9 - Principais fontes geradoras e impactos ambientais das atividades relacionadas ao setor de navegação.

Atividade Originária	Fonte do Impacto	Efeitos
Navegação	Queima de combustível	Emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa
		Acidificação e eutrofização dos oceanos
		Danos à saúde humana
	Despejos intencionais de resíduos	Contaminação da água e do solo, especialmente em zonas costeiras
		Impactos na fauna e flora local pela inserção de espécies invasoras transportadas na água de lastro
	Vazamentos acidentais de resíduos	Destruição de ecossistemas marinhos afetados pelo derramamento de petróleo
		Impactos em atividades antrópicas (pesca, turismo, saúde)
Colisões com a fauna marinha	Mortalidade de grandes mamíferos aquáticos	
Emissão de ruídos	Impactos nas atividades de reprodução, caça, comunicação e navegação das espécies marinhas	
Instalações Portuárias	Consumo energético	Emissão de poluentes atmosféricos e CO ₂
	Ocupação do Solo	Interferência em ecossistemas, desmatamento, conflitos com o direito ao uso do solo, poluição visual
	Dragagem de aprofundamento	Assoreamento, alterações nas correntes, turbidez e salinidade da água
		Contaminação com resíduos e rejeitos da dragagem
	Despejo intencionais de resíduos	Contaminação com esgoto e resíduos líquidos armazenados
	Vazamentos acidentais de resíduos	Dispersão de materiais particulados tóxicos e inflamáveis, com danos à saúde
Construção e demolição de navios	Contaminação atmosférica e do solo com a liberação de resíduos da construção naval	

Fonte: Autor.

Tendo em vista que a infraestrutura na maioria dos portos do país não se expandiu na mesma proporção e tornou-se insuficiente para atender ao crescimento da demanda (CNI, 2018a), as emissões de poluentes decorrentes do congestionamento de veículos e de embarcações nos acessos portuários agrava-se. Ademais, novos terminais são arrendados e autorizados em zonas portuárias nos limites de áreas urbanas e de preservação, ou construídos em pontos extremos da fronteira produtiva, concentrados, em

sua maioria, na região Amazônica. Nessa região, também conhecida como “Arco Norte”, a provisão de infraestrutura incorre em interferências nos biomas, tanto pela expansão das atividades de transportes, quanto pela intensificação das atividades da agroindústria, sendo o transporte um dos impedimentos para expansão da fronteira produtiva na região (DEL CARMEN VERA-DIAZ et al., 2008). Estimativas indicam que o investimento em novas rodovias na Região Amazônica resulta em um raio de desmatamento de 100 km das regiões onde foram construídas (PFAFF et al., 2007, apud MANN et al., 2010), enquanto a viabilização de barragens e usinas hidroelétrica facilitam a movimentação de mercadorias e estimulam a expansão da fronteira agrícola (IORIS, 2020), aumentando os riscos de desmatamento (BECKER, 2012).

O mercado de navegação de contêineres, em específico, vislumbra uma configuração cada vez mais concentrada em poucas empresas de navegação³⁹, o que incorre em impactos ambientais distintos daqueles de uma indústria em competição perfeita. A literatura aponta que a existência de poder de mercado pode mitigar os impactos ambientais negativos (LAMBERTINI, 2013) e há indícios de que o poder de mercado encontrado no setor de navegação é positivo do ponto de vista ambiental (TRAPP et al., 2021). No entanto, existem impactos nocivos relacionados a tendência de concentração horizontal e vertical no mercado de navegação, como o aumento do congestionamento nas instalações portuária (FRANSOO e LEE, 2013), a pressão por obras de infraestrutura (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021) e o aumento da produção de embarcações cada vez maiores (DEMARIA, 2010).

Os efeitos ambientais do crescimento do comércio global, diretamente ligado ao desenvolvimento do próprio setor de navegação, também são objeto de um amplo debate. Muitos trabalhos dedicam-se a testar a validade da *pollution haven hypothesis* e da Curva de Kuznets Ambiental, especialmente com o crescimento econômico, industrialização, urbanização, abertura comercial e acúmulo da degradação ambiental observado nas últimas décadas, particularmente em países asiáticos (TAO et al., 2008). No entanto, não há consenso na literatura que confirme essas hipóteses (FANG et al., 2018; SERRANO, 2012; ELISTE e FREDRIKSSON, 2004).

³⁹ <https://economiadeservicos.com/2019/04/16/o-oligopolio-na-navegacao-internacional-de-containers-e-os-impactos-para-o-brasil/>. Acessado em 17/07/2019

3.5 Considerações Finais

A revisão de literatura e o levantamento bibliográfico permitiram uma compreensão da complexidade e da extensão dos impactos ambientais ocasionados pelas atividades vinculadas ao transporte marítimo em suas diferentes etapas, desde a operação, construção, reparação e demolição dos navios, até à provisão de infraestrutura e prestação de serviços nas instalações portuárias. A categorização temática dos trabalhos levantados, viabilizou a apresentação dos principais temas relacionados aos impactos ambientais, incluindo evidências da magnitude dos efeitos ambientais nocivos e pontos de convergência e divergência na literatura.

A discussão teórica dos impactos, em função da expansão do comércio global e dos efeitos da consolidação no mercado de navegação e portuário, trouxe evidências de impactos ambientais relevantes. Também é possível afirmar que não há consenso na literatura sobre a preferência, do ponto de vista ambiental, pelo nível de comércio ou competição no setor. Pelo levantamento realizado, pode-se afirmar que os diferentes impactos ambientais da navegação são avaliados e detalhados pela literatura científica especializada.

O setor de navegação deverá permanecer como uma modalidade de transporte em expansão e responsável pela movimentação da maior parcela do comércio internacional. Os impactos ambientais das diferentes etapas da indústria de navegação integram os efeitos indesejados estudados pela literatura. A mitigação das fontes de degradação ambiental da indústria de navegação é uma estratégia para explorar os efeitos positivos dessa modalidade de transporte, sendo parte fundamental da agenda de contenção da crise climática.

CAPÍTULO 4

ENSAIO SOBRE GESTÃO AMBIENTAL RELACIONADA AO TRANSPORTE MARÍTIMO

4.1 Introdução

Nos últimos anos, o transporte internacional de cargas vem avançando em medidas de mitigação dos seus impactos negativos ao meio ambiente (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021; MÜLLER-CASSERES et al., 2021a). A atenuação dos impactos ambientais é de interesse do próprio setor. A crise climática, por exemplo, prejudica a navegação marítima, ao incorrer em aumento do custo de transporte e ao reduzir a previsibilidade dos fluxos de carga (KONTOVAS, 2020; GERMOND e MAZARIS, 2019; CURTIS, 2009).

Existe uma série de ações de redução dos impactos ocasionados pelo setor de navegação, tanto no âmbito multilateral, quanto por iniciativas de diferentes atores, sejam eles estatais, empresas e segmentos da indústria de construção naval e do transporte marítimo. Balcombe et al. (2019) e Bouman et al. (2017) apresentam medidas e potenciais de redução nas emissões de CO₂ e de outros poluentes no setor de navegação do ponto de vista da construção e operação das embarcações, enquanto Azarkamand et al. (2020) avaliam medidas similares a nível dos portos e instalações portuárias. Shi et al. (2020), por sua vez, destacam que as pesquisas relacionadas ao efeito de iniciativas para a mitigação dos impactos ambientais tratam, em sua maioria, da redução da velocidade dos navios, dos ganhos de escala das embarcações e, principalmente, da redução do teor de enxofre nos combustíveis utilizados pelas embarcações.

Segundo Walker (2019), essas iniciativas interagem entre si e refletem as demandas ambientais da sociedade verificadas ao longo do tempo. As ações de mitigação podem ser de regulação e fiscalização, ter relação com mudanças tecnológicas, depender de iniciativas regionais e internacionais, contar com sistema de incentivos positivos e/ou basearem-se em políticas de conscientização. A complexidade e variedade dessas iniciativas em diferentes níveis de atuação demanda uma revisão de como elas evoluíram e qual a perspectiva para o setor, em nível global e no Brasil.

4.2 Métodos

A revisão da literatura objetivou a identificação de estudos que abordassem a discussão, teórica e prática, sobre medidas de mitigação de impacto ambiental, no setor de transporte marítimo. Os trabalhos foram identificados por meio de pesquisa no banco de dados Scopus. Outros trabalhos voltados para a revisão de literatura também utilizam exclusivamente esse banco de dados (DE ARAÚJO NASCIMENTO et al., 2015).

Os critérios de busca e recuperação de informação consistiram na utilização e combinação de palavras-chave em inglês: “*environment* impact*” AND “*maritime*” OR “*port*” OR “*navigat**” OR “*ship**” AND “*emission* control*” OR “*IMO*” OR “*energy efficiency*” OR “*regulation*” OR “*tax*”. A pesquisa inicial resultou em 860 documentos, a partir dos quais foram utilizados uma série de critérios para a seleção. A delimitação temporal ocorreu a partir do ano 2015 até 2021. Foram incluídos apenas artigos em inglês, nas áreas de ciências ambientais e de economia, econometria e finanças, sem a exclusão de países de origem dos trabalhos. Graças a esses filtros, o universo de estudos restringiu-se a 142 documentos.

À parte dos artigos encontrados no banco de dados Scopus, analisaram-se documentos não submetidos à periódicos para revisão de pares, tais quais relatórios técnicos de governos, organismos multilaterais e organizações privadas, além de livros e outras fontes de informação com estatísticas relevantes ao estudo. Os referidos documentos foram identificados ao longo do processo de revisão dos resumos dos trabalhos originalmente mapeados, que também resultaram em consultas e revisão de artigos anteriores ao período designado à pesquisa.

O trabalho de revisão permitiu abordar os diferentes tópicos relacionados à diversidade de medidas de mitigação dos impactos ambientais ocasionados pelo setor de navegação em seus diferentes níveis. A condução da pesquisa permitiu a categorização temática dos trabalhos levantados, o que auxiliou no objetivo desse trabalho no sentido de consolidar e apresentar os principais temas relacionados a mitigação dos impactos ambientais do setor de navegação marítima, incluindo evidências da eficácia das medidas adotadas, no Brasil e no mundo. A consolidação de todos esses elementos, em um mesmo levantamento, é inédita na literatura.

4.3 Resultados: Ações de mitigação dos impactos ambientais do setor de transporte marítimo

4.3.1 Experiência multilateral

A questão ambiental no transporte marítimo envolve, de um lado, uma extensa cadeia de atividades antrópicas necessárias à logística internacional, e, de outro, uma complexa relação entre ecossistemas e os seus recursos naturais e funções ecológicas. Scharin et al. (2016) avaliam a governança do ambiente marinho, em seus diferentes níveis e funções, como a relação entre dois sistemas. O primeiro consiste no “sistema a ser governado”, composto pelos ecossistemas marinhos e seus recursos, além das atividades humanas que interferem no funcionamento desses, podendo ser internas ao sistema (atividades de navegação, pesca, exploração *off-shore* de petróleo) ou externas (mudança climática, poluição e despejo de resíduos). O segundo, seria um “sistema de governança” responsável pela gestão dos ambientes marinhos por meio de normativos, legislações, regulamentos e ações de planejamento em nível nacional (ministérios, agências reguladoras) ou multilateral (acordos regionais, organismos internacionais).

Em nível mundial, o “sistema de governança” da questão ambiental no transporte marítimo passou a ganhar relevância a partir da década de 1950, dado o crescimento, no transporte de combustíveis, pela modalidade marítima. A realização, em 1954, da Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (Oilpol) adquire particular relevância, na medida em que estabeleceu restrições para a descarga de água de lastro oleosas, até então misturadas nos tanques de combustíveis das embarcações (STOPFORD, 2017). Após o surgimento da Organização Marítima Internacional (IMO), em 1958, o alcance da regulação do transporte marítimo internacional foi significativamente estendido, com o intuito principal de garantir a segurança e prevenir a ocorrência de acidentes e poluição (LINDGREN et al., 2016). Composta por 174 Estados-membro⁴⁰, os trabalhos técnicos da organização – uma agência da ONU – ocorrem por meio de comitês e decisões que precisam ser ratificadas por maioria simples dos participantes. No âmbito da IMO, o Comitê para a Proteção do Ambiente Marinho é o responsável pelos temas ambientais, e é o fórum multilateral de mais alto nível sobre o assunto (BALCOMBE et al., 2019).

O protagonismo da IMO em questões ambientais focou-se, inicialmente, no transporte de combustíveis nos oceanos, em face do acidente com o petroleiro Torrey

⁴⁰ <https://www.imo.org/en/About/Membership/Pages/MemberStates.aspx> - Acessado em 14/10/2021

Canyon em 1967, que despejou mais de 120 mil toneladas de petróleo bruto no oceano e vitimou mais de 25 mil aves e outros organismos marinhos (WELLS, 2017). Em 1969, entrou em vigor a Convenção Internacional sobre Responsabilidade Civil por Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC/69), que criou mecanismos para a compensação às vítimas de acidentes com derramamento de óleo. O tema da poluição marinha revestiu-se de especial importância no debate multilateral da Convenção sobre Prevenção da Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras Matérias, assinada em 1972, e conhecida por Convenção de Londres. Lima (2008) destaca que os impactos ocasionados pelas obras de dragagem e pelo descarte dos sedimentos gerados passaram a ser objeto de regulamentação internacional também apenas em 1972, graças à realização Conferência de Estocolmo

O marco na regulação da poluição gerada pelas embarcações ocorreu um ano depois, em 1973, quando foi adotada a Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (MARPOL). A MARPOL teve como propósito estabelecer regras para a completa eliminação da poluição intencional do meio ambiente, por óleo e outras substâncias danosas oriundas de navios, bem como a minimização da descarga acidental daquelas substâncias no ar e no ambiente marinho⁴¹ (AZARKMAND et al., 2020). Posteriormente emendada pelo Protocolo de 1978, a Convenção passou a ser conhecida como Marpol 73/78. O texto entrou em vigor em 1983 e, desde então, tem sido constantemente revisado e atualizado, sendo que, atualmente, 98% da frota mundial está sobre sua jurisdição (STOPFORD, 2017). A inclusão mais relevante consiste no Anexo VI, que trata das regras para a prevenção da poluição do ar por navios e estabelece limites para as emissões de óxido de enxofre (SO_x), de óxidos de nitrogênio (NO_x) e de compostos orgânicos voláteis (COVs). Aqueles navios que não estiveram de acordo com as obrigações da Convenção e de seu anexo — válido desde 2005 —, estão sujeitos à detenção nos portos e imposição de penalizações pelos países (BALCOMBE et al., 2019).

A adoção do anexo à Convenção representa uma mudança da atuação prioritária da IMO, uma vez que a progressiva redução nos despejos de resíduos ao longo dos anos abriu espaço para maiores preocupações, tanto com as emissões de poluentes atmosféricos por parte dos navios, quanto com os impactos ambientais ao longo do todo o ciclo de vida das embarcações. Dessa forma, aumentaram as exigências ambientais da IMO para navios em construção. Estipularam-se requisitos para mudanças técnicas e de

⁴¹ <https://www.ccaimo.mar.mil.br/marpol>. - Acessado em 20/07/2019

desenho, no intuito de auxiliar na consecução dos compromissos definidos pelos países junto à IMO de reduzir as emissões, pelo setor de navegação, de gases causadores do efeito estufa. As referidas reduções, em relação aos níveis de 2008, serão de 20%, até 2020; 30%, até 2025; e 50%, até 2050⁴². A meta prevista, para 2050, resultaria em um volume de emissões anuais da navegação internacional de 400 milhões de toneladas de gás carbônico (MÜLLER-CASSERES et al., 2021a).

A meta de redução alinha-se com os objetivos da agenda sustentável da ONU, especificamente o relacionado a medidas de contenção à mudança climática. Tais ações são de interesse do próprio setor, uma vez que a crise climática prejudica a navegação marítima por incorrer em eventos que aumentam o custo de transporte e reduzem a previsibilidade dos fluxos de carga (KONTOVAS, 2020; GERMOND e MAZARIS, 2019; CURTIS, 2009). Germond e Mazaris (2019) destacam que, no caso da cadeia logística da navegação, o aquecimento e elevação dos níveis dos mares aumentam a probabilidade de eventos climáticos extremos, que dificultam e encarecem as operações de transporte, além de elevar o risco de atividades ilegais contra as embarcações como pirataria e sequestros, em função do empobrecimento e desorganização de comunidades e atividades produtivas vinculadas à exploração dos mares.

Apesar das metas mais ambiciosas para as emissões, Half et al. (2019) argumentam que os padrões vigentes da IMO não apresentam grandes rupturas em relação à situação atual da indústria. Segundo os autores, as dificuldades para a implementação das exigências previstas já para 2020 decorre do fato de as empresas de navegação serem incentivadas a deixar para o último momento quaisquer adaptações para atender às obrigações da Organização, o que penaliza financeiramente aquelas que o fazem com antecedência⁴³. Logo, é de se esperar que uma parcela significativa da frota não alcance os padrões no prazo estabelecido:

Até o dia 1º de janeiro de 2019, do total de 95.402 embarcações no banco de dados marítimo da UNCTAD, 7,66% instalaram ou encomendaram um sistema de bordo para o tratamento da água de lastro, 1,58% instalaram ou encomendaram um sistema de bordo para a redução de emissões de óxidos de enxofre, e 0,53% instalaram ou encomendaram um sistema de

⁴² <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Reducing-greenhouse-gas-emissions-from-ships.aspx> - Acessado em 17/10/2021.

⁴³ A demora para determinadas convenções passarem a valer é outra limitação na atuação da IMO. Destaca-se nesse sentido, a Convenção para o Transporte de Substâncias Perigosas (*International Convention on Liability and Compensation for Damage in Connection with the Carriage of Hazardous and Noxious Substances by Sea*), propostas em 1996, emendada em 2010, mas ainda não efetiva.

bordo para a redução das emissões de óxidos de nitrogênio. (UNCTAD, 2019, p. 86, tradução livre)

Adquire relevância, no curto prazo, os objetivos de redução das emissões de enxofre. A partir de janeiro de 2020, a regulação da IMO reduziu o limite da concentração de enxofre no combustível de 3,5% para 0,5% (UNCTAD, 2019). Para alcançar a meta, as embarcações podem instalar filtros depuradores para reduzir as emissões de enxofre, o que, por sua vez, é feito com a liberação de rejeitos líquidos nos mares (CEBRI, 2019). Outra estratégia baseia-se na substituição de combustíveis com baixo teor de enxofre. Além das opções atualmente viáveis, a utilização de gás liquefeito, biogás, biodiesel ou mesmo de sistemas de bateria para alimentar os navios são alternativas que atendem tanto às exigências de curto prazo quanto as metas para redução, até 2050, de gases causadores do efeito estufa (BALCOMBE et al., 2019). A partir de março de 2020, o transporte de combustível, com teor de enxofre acima da meta para propulsão ou operação das embarcações, só poderá ocorrer se a embarcação contar com purificadores (UNCTAD, 2019).

A partir da estipulação pela IMO de níveis máximos de enxofre nos combustíveis, diversos países e regiões adotaram como política a definição de áreas de controle de emissões derivadas da queima e utilização dos combustíveis (SHI et al., 2020). Existem áreas de controle de emissão no Mar Báltico, desde 2006, no Mar do Norte e Canal da Inglaterra, desde 2007 (CULLINANE e BERGQVIST, 2014), além de outras duas áreas na América do Norte (BALCOMBE et al., 2019), todas com limites atuais de 0,1% de teor de enxofre nos combustíveis. Além de zonas abrangendo regiões mais amplas, existem áreas de controle nos próprios portos. No caso do porto de Xangai, que prevê restrições ao teor de enxofre utilizado nos combustíveis dos navios desde 2010, mensurações por parte das autoridades ambientais indicam que área de controle foi eficaz na melhoria da qualidade do ar pela redução das emissões (WAN et al., 2019)

A IMO atua também, desde 2011, em três sentidos para a redução de gases causadores do efeito estufa (LEE e NAM, 2017c); (i) pela avaliação técnica das embarcações, com o Índice de Eficiência Energética de Projeto (*Energy Efficiency Design Index – EEDI*) para projetos de novas embarcações, e o Índice de Eficiência Energética para Navios Existentes (*Energy Efficiency Existing Ship Index - EEXI*); (ii) pela avaliação operacional, com o Indicador Operacional de Eficiência Energética (*Energy Efficiency Operational Indicator – EEOI*) e Plano de Gestão Energética (*Ship Energy Efficiency*

Management Plan - SEEMP); e (iii) com mecanismos complementares do mercado de carbono, como o esquema de licenças negociáveis.

Esses parâmetros integram a iniciativa da IMO conhecida como *Global Maritime Energy Efficiency Partnership* (GloMEEP)⁴⁴. O GloMEEP adotou projetos pilotos, em dez países em desenvolvimento, de redução de emissões por meio de mudanças técnicas e regulatórias, além de desenvolver manuais para a mensuração dos níveis de emissão pelos portos (ŠIROKA et al., 2021). Mais recentemente, o GloMEEP lançou, em 2017, a *Global Industry Alliance*, que envolve 16 empresas de navegação nas ações do projeto⁴⁵, e, em 2019, a *GreenVoyage-2050*, iniciativa global para promoção de técnicas que reduzam as emissões (UNCTAD, 2019).

Estratégias de mitigação de médio e longo prazos devem considerar, além do fortalecimento de medidas atuais – baseadas no índice de eficiência energética e no desenvolvimento tecnológico e operacional – a adoção de mecanismos de mercado para incentivar a redução das emissões (BALCOMBE et al., 2019). Na teoria, a degradação ambiental decorrente da produção seria neutralizada com, por exemplo, uma cobrança que equalizasse níveis eficientes de produção e a internalizasse as externalidades ambientais, ou seja, uma taxa pigouviana (PERMAN et al., 2003). Na prática, exigências regulatórias, que afetem níveis de produção e poluição, são de maior viabilidade operacional como medidas mitigadores dos efeitos adversos ao meio ambiente, tendo em vista a dificuldade de mensuração e implementação de uma tarifa, para atividades poluidoras ou que degradam o meio ambiente, capaz de equalizar os danos marginais incorridos (STERNER e CORIA, 2013).

No caso particular da poluição por gases causadores do efeito estufa, as políticas para a mitigação das emissões apresentaram variados níveis de eficácia. Instrumentos econômicos usuais como o controle de emissões, acordos voluntários, adoção de taxas e licenças negociáveis para os poluentes, dentre outros, podem ser complementados com compromissos mais ambiciosos, como limites quantitativos de emissões e esquemas de precificação de carbono (WALKER et al., 2019). Balcombe et al. (2019) resumem os mecanismos financeiros ou econômicos potenciais para a mitigação de emissões no setor, que podem ser via controle de preço (taxas e tarifas), quantidade (limites de emissões ou criação de créditos de carbono), ou por meio de subsídios para financiar projetos ambientais setoriais (Quadro 10).

⁴⁴ <https://glomeep.imo.org/> - Acessado em 14/10/2021

⁴⁵ <https://oceanconference.un.org/commitments/?id=15605> Acessado em 05/11/2019

Estimativas indicam que, sem um conjunto de medidas que garantam a regulação apropriada no setor em apreço, as emissões de CO₂ dos navios podem alcançar 17% do total global de emissões (NUNES, 2019). No entanto, apesar do reconhecimento da necessidade de aprimoramento de medidas para que o setor de navegação reduza as suas emissões, não há consenso na literatura ou entre especialistas técnicos sobre a viabilidade, ou mesmo pertinência, da adoção de mecanismos de mercado para o setor (SHI, 2016).

Quadro 10 - Mecanismos financeiros ou econômicos como possíveis políticas de redução das emissões.

Modalidade	Tipo	Observação
Controle via preço	Taxa sobre combustíveis	Risco de substituição do modal de transporte ou de mudança de localidade; Risco de mudança de fonte fornecedoras de combustíveis
	Taxa para utilização de uma rota	
	Taxa para navios originários do exterior	
Controle via quantidade	Programas de limite de emissão e de negociação de crédito de carbono entre os operadores e empresas de transporte	Potenciais custos de transação; flexibilidade com a definição da política
Subsídios	Financiamento para técnicas e procedimento ambientalmente preferíveis	Custo de implementação e monitoramento dos recursos

Fonte: Autor, adaptado de Balcombe et al. (2019).

À parte das emissões de poluentes atmosféricos, existem iniciativas multilaterais voltadas para outros resíduos, como a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios, adotada pela IMO, em 2004, e em vigor desde 2017. Conhecida como Convenção BWM⁴⁶, o regramento estabelece diretrizes para o descarte da água de lastro pelos navios, um dos principais vetores de introdução de espécies invasoras, nos ambientes aquáticos (BAILEY, 2015). A IMO estabeleceu, como um desdobramento da Convenção BWM, o projeto piloto de assistências técnica aos países no alcance das metas relativas à água de lastro, conhecido como Programa GloBallast. No Brasil, o Porto de Sepetiba (RJ) foi o seu primeiro participante (SZÉCHY et al., 2005).

⁴⁶ [http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx) – Acessado em 29/09/2019

Diversos países anteciparam-se ao início das exigências da Convenção BWM. Alguns adotaram metas mais ambiciosas do que as preconizadas na convenção. Pereira et al. (2014) apresentam medidas, como a exigência da troca da água de lastro fora do espaço marítimo da sua zona econômica exclusiva, e em áreas com profundidade superior a 2 mil metros, adotada pelo Canadá. Nesse sentido, contribuir-se-ia para reduzir a introdução de espécies invasoras. O método baseia-se na diferença de salinidade, capaz de eliminar até 99% das espécies transportadas nos tanques, e por ser relativamente mais simples é o mais utilizado mundialmente (PEREIRA et al., 2014). No entanto, o tratamento desses resíduos, em tanques disponibilizados nos próprios portos, é mais eficaz na prevenção de impactos ambientais, apesar do maior custo de instalação e de logística (WALKER, 2019). Pereira (2012) avalia alternativas de tratamento da água de lastro para portos brasileiros movimentadores de minério de ferro, os quais recebem entre 10 mil e 120 mil m³ de água de lastro, por viagem de navio. À parte de não representarem aumentos significativos no tempo de operação dos navios ou terminais, o tratamento em terra foi aquele que apresentou o menor custo, enquanto o tratamento a bordo apresenta o menor esforço de implantação.

As atividades da navegação também demandam ações de redução de impactos que não se limitem às emissões de poluentes atmosféricos e resíduos⁴⁷. Vakili et al. (2021) ressaltam o impacto da poluição sonora, ocasionado pela navegação nos ecossistemas aquáticos, e a falta, tanto de um monitoramento global, quanto de instrumentos multilaterais de regulação dessas emissões. Os autores propõem a cooperação entre agências e portos globais, que podem adotar planos de gestão de ruídos subaquáticos em suas áreas de influência. Além das áreas dos portos, é possível reduzir a emissão de ruídos com a manutenção e limpeza correta dos propulsores, com políticas para a redução da velocidade das embarcações (STOCKER, 2002) e aprimoramentos nas técnicas e design dos navios (BOUMAN et al., 2017).

⁴⁷ Um impacto positivo para a fauna decorrente de ações antrópicas baseia-se na utilização das carcaças de embarcações como arrecifes artificiais. Tal destinação tem se mostrado eficaz no aumento da biodiversidade e da quantidade da fauna, apesar de possíveis impactos negativos quando o processo de descarte não ocorre de maneira apropriada (BAINE, 2001).

4.3.2 Experiências de países e das cadeias da indústria de transporte marítimo

Além de ações tomadas pela IMO e por outros organismos e entidades multilaterais, as estratégias de mitigação de poluentes do transporte marítimo incluem iniciativas por parte dos estaleiros, portos, empresas de navegação e no âmbito da política setorial de cada país. Lee e Nam (2017c) adotam o conceito de *green shipping* para avaliar, em diferentes países e etapas da indústria de navegação, medidas para a redução de insumos e recursos energéticos utilizados no transporte, visando à queda nos níveis de emissão de poluentes e resíduos.

Trapp et al. (2020) e Bouman et al. (2017) conduzem uma ampla revisão sobre medidas e potenciais de redução nas emissões de CO₂ pelo setor de navegação, resumidas no Quadro 11. Com base nas tecnologias e estratégias existentes, os autores indicam ser possível uma redução de até 75% nas emissões do poluente até 2050, desde que uma combinação de medidas e políticas sejam adotadas, tanto nas etapas de projeto das embarcações, quanto na definição das operações pelas empresas de navegação.

Nesse sentido, a experiência de atuação ambiental em um país acaba por influenciar outras nações. Eliste e Fredriksson (2004) utilizam um índice que mensura o rigor da regulação ambiental para 62 países como variável dependente em um modelo que tem como variáveis de controle o nível de renda per capita, a densidade populacional e variáveis *dummies* para países em regimes democráticos e com abertura comercial, dentre outras. O trabalho revela que a definição de políticas ambientais tem como referência as práticas de outras nações, e que a adoção, no âmbito doméstico, de padrões ambientais mais restritivos pode favorecer a competitividade comercial a longo prazo, pois os produtores domésticos tenderiam a desenvolver tecnologias ambientalmente eficientes e de vanguarda (PORTER, 1991).

No âmbito da indústria de construção naval, existem diversas pesquisas voltadas para inovações tecnológicas que aumentem a eficiência energética das embarcações e dos combustíveis, e reduzam as emissões de poluentes, especialmente daqueles causadores do efeito estufa (BOUMAN et al., 2017). Koilo (2019) indica que a redução nas emissões de CO₂, alcançada no setor de transporte marítimo da Noruega, resultou de políticas de eficiência energética e da liderança da indústria naval em ações de desenvolvimento tecnológico.

Quadro 11 - Medidas para mitigação das emissões de CO₂ no transporte marítimo.

Foco da Medida	Tipo de Medida
Projeto e desenho dos navios	Ganhos com economias de escala
	Otimização da forma e design das embarcações
	Utilização de materiais leves e resistentes nos projetos
	Redução da resistência do navio ao ar e ondas
	Redução da demanda por água de lastro
	Aprimoramento no revestimento externo dos navios
Sistema de propulsão	Sistemas híbridos de energia
	Otimização dos sistemas alimentadores e de propulsão
	Otimização da forma e design das embarcações
Combustíveis	Biodiesel
	Gás natural liquefeito
Fontes alternativas de energia	Energia solar
	Energia eólica
	Otimização das células de combustível
	Sistemas de abastecimento energético em solo
Operacional	Otimização da velocidade
	Otimização da capacidade
	Otimização das rotas e linhas de navegação
	Outras (otimização da manutenção, uso energético, etc)

Fonte: Autor, adaptado de Bouman et al. (2017). Tradução livre.

Ressalta-se que, atualmente, o mercado de construção naval concentra-se na Ásia, onde estão os maiores portos em escala e movimentação do mundo. Em 2019, a indústria chinesa respondeu por 40% das entregas de embarcações, seguida pela Coreia do Sul e pelo Japão, com 25% do total cada (UNCTAD, 2019). Esses países também apresentam iniciativas e medidas de abrandamento de impactos ambientais, resumidas no Quadro 12 (LEE e NAM, 2017c). Os portos asiáticos também se destacam por concentrar grande parte das operações dos grandes navios porta-contêineres (acima de 20 mil TEUs), que, devido a ganhos de escala, podem reduzir em até 30% as emissões de poluentes atmosféricos na comparação com navios menores (GE et al., 2019).

Quadro 12 - Ações para mitigação dos impactos ambientais em diferentes atividades do transporte marítimo – países selecionados.

País	Construção Naval	Portos	Política Setorial
Japão	Pesquisa e desenvolvimento (P&D) em eficiência energética e redução de emissões de carbono, com destaque para a criação pelo setor de construção naval japonês da <i>Maritime Innovation Japan Corporation</i> (MIJAC), empresa privada especializada em P&D e tecnologia. Desenvolvimento pelo conglomerado nipônico NYK dos navios <i>Super Eco Ship</i> .	Definição, por parte do governo japonês, de um grupo de especialistas para o desenvolvimento de uma política portuária voltada para a mitigação dos impactos ambientais, com foco para mudanças climáticas	Política de mudança modal do transporte interno para o transporte de cabotagem, visando à redução de poluentes. Priorização de obras de acesso portuário para reduzir emissões pelo congestionamento.
China	Cooperação com organizações internacionais para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Destaque para a iniciativa do grupo COSCO para a construção de navios graneleiros movidos a gás natural, definição eficiente de rotas, redução no tempo de atracação e mudanças na navegação com a <i>Ultra Slow Steaming</i> , visando à redução do consumo de combustíveis e da emissão de CO ₂ .	O porto de Shenzhen adotou mudanças na matriz energética utilizada nas operações dos terminais visando à redução das emissões de poluentes. A região do delta do Rio das Pérolas adotou um subsídio para custear combustíveis com baixo teor de enxofre.	O plano quinquenal do governo inclui um capítulo sobre transporte sustentável, com foco na redução do consumo de recursos naturais, proteção ambiental e mudança climática. Adicionalmente, foi estabelecida a meta de redução de 10% nas emissões de carbono por unidade de carga e um plano para mudanças climáticas determinou uma redução no consumo energético dos navios de 20% até 2020, em comparação com o nível de 2005.
Europa	Parceria de 46 estaleiros e outras empresas europeias na indústria de construção naval em 13 países da região para o desenvolvimento conjunto de tecnologias sustentáveis para os navios. O governo holandês lançou a <i>Green Maritime Methanol Consortium</i> , na tentativa de utilizar o metanol como combustível dos navios. A empresa Maersk adotou a política denominada <i>eco-efficiency</i> , que incentiva inovações tecnológicas visando aumentar a eficiência energética e reduzir as emissões e custos operacionais. Foi também pioneira na introdução de navios “eco-eficientes” e no compromisso com em ser neutra em emissões de carbono até 2050. Criação pela ONG sueca do <i>Clean Shipping Index</i> , que concede certificados ambientais voluntários para embarcações e armadores.	Nos Países Baixos, além da meta de redução de 30% nas emissões de CO ₂ até 2020 em comparação com os níveis de 1990, a Iniciativa Climática de Roterdã propõe uma redução de até 50%. O porto estabeleceu também o sistema <i>Green Award</i> , que concede descontos para embarcações com certificação ambiental.	A União Europeia fixou a meta de redução em 20% das emissões de CO ₂ do transporte marítimo até 2020 em comparação com os níveis de 2005. As estratégias de mitigação dos poluentes incluem também políticas de mudança modal e de taxaço de carbono, tanto no consumo final, quanto em atividades altamente poluidoras. Paralelamente, existem iniciativas nacionais como a da Noruega, que estabeleceu no <i>Green Shipping Programme</i> a meta de reduzir em 40% as emissões até 2030.
Estados Unidos	Pesquisa da marinha americana para o desenvolvimento da célula de combustível em embarcações para o aumento da eficiência na queima.	A Agência de Proteção Ambiental (EPA) criou o plano <i>Clean Port USA</i> , que regula a velocidade das embarcações nos portos para mitigar as emissões de gases. Além disso, o <i>SmartWay Transport Partnership Program</i> visa a reduzir as emissões de gases estufa e otimizar o fluxo nos portos. Ocorreu também a revisão do <i>Clean Air Act</i> para prever a utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre, iniciativa replicada no estado da Califórnia.	Os navios na costa dos EUA devem obedecer à exigência de construção com casco duplo, visando a mitigação de acidentes. Estipulação, desde 2010, das <i>Emission Control Areas</i> , na costa norte-americana e do norte da Europa, com limites de teor de enxofre no combustível de 0,1%, a partir de 2015.
Coreia do Sul	Desenvolvimento em estaleiros, como o Daewoo e Hyundai, para a construção de embarcações movidas a gás e de tecnologias para a gestão e cálculo de emissões de gases causadores do efeito estufa e de eficiência energética nas embarcações.	Adoção do plano <i>Low Carbon Green Growth</i> , com estratégias de redução do impacto ambiental causado pelos portos. Paralelamente, ocorreu a adoção da meta de redução de emissões de CO ₂ da ordem de 8,6 milhões de toneladas.	Lançamento de um programa para adoção de gás liquefeito como o principal combustível para as embarcações.

Fonte: Elaboração própria com base em Balcombe et al. (2019), CEBRI (2019), Lee e Nam (2017c) e UNCTAD (2019).

A utilização de fontes alternativas de energias e combustíveis apresenta fatores que dificultam uma transição energética imediata e generalizada, apesar de serem promissoras, em termos do potencial de redução das emissões de poluentes atmosféricos (BALCOMBE et al., 2019. IEA, 2019). Destacam-se as significativas dificuldades técnicas para a adaptação dos navios; alto custo de comercialização e aquisição para determinados combustíveis; e os elevados impactos ambientais e sociais ao longo das cadeias de produção dessas fontes energéticas. Mesmo assim, navios comerciais dotados de novas tecnologias, com maior eficiência no gasto energético e no nível de emissões ainda responderem por 95% da demanda energética do setor (MÜLLER-CASSERES et al., 2021a).

Do ponto de vista operacional, Ambrosino e Sciomachen (2021) demonstram que já é possível a incorporação, pelas empresas de navegação de variáveis relacionados ao nível de congestionamento, emissões e outras de monitoramento dos impactos ambientais em seus modelos de otimização das rotas e do nível de utilização dos navios, o que produziria reduções substanciais nos efeitos nocivos ao meio ambiente. Modelos bem estruturados podem também contemplar a prática de redução da velocidade das embarcações, capaz de reduzir o consumo de combustíveis e as emissões de CO₂ em até 20%; e reduzir os prejuízos operacionais decorrentes da baixa disponibilidade de embarcações nos portos (BALCOMBE et al., 2019). A otimização e alteração das rotas pode evitar áreas de concentração da fauna subaquática e já é objeto de atuação regulatória em países como o Canadá e os Estados Unidos (WALKER, 2019).

Em relação aos portos, as ações são tomadas em âmbito local, visando à mitigação da emissão de poluentes e dos impactos ambientais, em nível nacional, ou reguladas pelo país onde se localizam os terminais. Nunes (2019), ao estudar o impacto socioeconômico de quatro portos em Portugal, revela a importância de se avaliar nos planos estratégicos das instalações portuárias tanto as externalidades positivas das atividades portuárias, quanto aquelas causadas pelas emissões de poluentes e interferências nos espaços naturais. Essas avaliações devem ser incorporadas nas análises de impacto regulatório dos portos.

Azarkamand et al. (2020) fazem um levantamento de experiências de mensuração e mitigação das emissões de CO₂ de instalações portuárias em diferentes países. Os esforços dos portos demonstram a crescente preocupação ambiental no setor, mas a falta de uma metodologia comum, que utilize estatísticas mais robustas e inclua o máximo de fontes de emissões, enfraquece a qualidade dessas iniciativas e impossibilita um

parâmetro de referência para a avaliação entre os portos. Mesmo com as dificuldades de mensuração dos níveis de emissão, as autoridades portuárias estão cada vez mais mobilizadas para ações nesse sentido, com o intuito de atenderem a (i) obrigações legais e regulatórias em diferentes níveis; (ii) demandas sociais e de *stakeholders* sobre a pegada de carbono; (iii) critérios para obtenção de certificados de qualidade ambiental; e (iv) demanda por dados para planos de redução de emissão (YU et al., 2020).

A obtenção das certificações internacionais emitidas pela *International Organization for Standardization* (ISO) nas séries 9.000 e 14.000 são utilizadas como um padrão de qualidade da política e do sistema de gestão ambiental adotados pelas instalações portuárias, critério utilizado inclusive no Brasil, pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários, para as instalações portuárias do país (ANTAQ, 2019b). É crescente também a preocupação ambiental decorrente do tamanho e das operações dos portos, sendo o zoneamento das áreas portuárias uma ferramenta eficaz na mitigação de impactos (COMTOIS et al., 2007). O planejamento do uso dos corpos d'água, conhecido como *Marine Spatial Planning* (MSP), se mostrou como uma ferramenta eficaz na gestão das diferentes atividades antrópicas nos mares (LINDGREN et al., 2016).

Dentre os planos regionais ou locais, adotados pelos principais portos globais para a redução de emissões de poluentes, destaca-se o *San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan* (SPBP, 2017). O programa aborda medidas de redução de impactos para diferentes fontes de emissões, que incluem a proibição de caminhões antigos e mais poluentes; incentivos para a redução da velocidade das embarcações nos portos; estímulos para a operação de navios menos poluentes; e a modernização dos equipamentos portuários.

A ECOPORTS⁴⁸, iniciativa de 115 portos em 25 países majoritariamente europeus, é outra experiência de destaque na gestão ambiental portuária para alcançar os objetivos de redução de emissões de carbono e de percentual de enxofre nos combustíveis estabelecidos pela IMO, pelo Acordo de Paris e pela União Europeia. O grupo acompanha o atendimento dos portos participantes de ações de monitoramento ambiental — certificados de gestão, programas de segurança, elaboração e divulgação ao público de relatórios ambientais —, elabora indicadores de impacto ambiental — qualidade da água, ar e do solo, geração de resíduos, nível de ruído, de consumo energético e de água — e consolida as prioridades do setor para a área ambiental.

⁴⁸ <https://www.ecoport.com/> Acessado em 26/09/2018

A Tabela 1 compara o *ranking* dos dez indicadores prioritários dos portos integrantes da iniciativa ECOPORTS, entre os anos de 1996 e 2018. Dentre os indicadores existentes, apenas três permaneceram na lista durante todo o período, e dois desses deixaram de figurar entre os quatro mais prioritários. A mudança de hierarquia e o surgimento de novos indicadores revela a maturidade da infraestrutura nesses portos, que realizaram a maioria das intervenções de expansão nas últimas duas décadas, e a crescente preocupação com os impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas e com a emissão de poluentes (AZARKAMAND et al., 2020).

Tabela 1 - Comparação dos indicadores ambientais prioritários dos portos integrantes da iniciativa ECOPORTS (em 1996 e 2018).

Indicador	1996	2018
Qualidade do ar		1°
Consumo energético		2°
Ruídos		3°
Relacionamento com as comunidades locais		4°
Resíduos dos navios		5°
Desenvolvimento portuário (obras terrestres)	6°	6°
Mudança climática		7°
Qualidade da água	2°	8°
Operação de dragagem	4°	9°
Lixo e resíduos portuário		10°
Desenvolvimento portuário (obras em corpos d'água)	1°	
Disposição de rejeitos da dragagem	3°	
Sedimentos particulados (poeira)	5°	
Contaminação do solo	7°	
Perda / degradação de habitat	8°	
Volume de tráfego	9°	
Efluentes industriais	10°	

Fonte: Autor, com base em ESPO (2018). Tradução livre.

Em âmbito global, a *International Association of Ports and Harbors* (IAPH) estabeleceu, em 2017, o programa conhecido como *World Ports Sustainability Program* (WPSP). A iniciativa tem como objetivo principal auxiliar as instalações portuárias no alcance dos objetivos da Agenda 2030 para a sustentabilidade, tendo como instrumento de destaque o *Environmental Ship Index* (ESI)⁴⁹, que mapeia as embarcações mais

⁴⁹ A Antaq cita como um exemplo de ações nacionais voltadas para a eficiência ambiental as instalações portuárias do País que concedem descontos às embarcações com os certificados do índice ESI. Seria uma

eficazes na redução das emissões e no atendimento aos padrões da IMO⁵⁰. Uma iniciativa envolvendo diversas etapas da cadeia do transporte marítimo é a *Poseidon Principles*. Lançada em junho de 2019, trata-se de um grupo composto por representantes da indústria de transporte marítimo e construção naval e por bancos, cujos recursos para investimentos em projetos ambientais são estimados em US\$ 110 bilhões (POSEIDON, 2019), que representam cerca de 20% do portfólio global de investimentos no setor⁵¹.

4.3.3 Experiência brasileira

A evolução do setor portuário e de navegação no Brasil não incorporou a questão ambiental de forma estratégica, ao priorizar análises de impacto ambiental para liberação de licenças de operação e ações para cumprir regulamentos internacionais (KOEHLER e ASMUS, 2010). Até a publicação da Lei nº 6.938/81 (BRASIL, 1981), que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, a questão ambiental no Brasil regia-se por disposições direcionadas à tutela da segurança ou higiene do trabalho (GOMES, 2008)⁵².

Com o regulamento, foram criados quatro instrumentos básicos para a política no setor: o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; o zoneamento ambiental; a avaliação de impactos ambientais; e a revisão e o licenciamento de atividades, efetiva ou potencialmente, poluidoras. Os órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), também originário da lei, têm como responsabilidade a aplicação desses instrumentos para a melhoria e conservação da qualidade ambiental. A Política Nacional do Meio Ambiente estabelece também os conceitos legais de poluidor e de recursos ambientais, o que também impacta diretamente às atividades antrópicas em corpos d'água. As referidas atividades são definidas na lei como atividades potencialmente poluidoras no que se refere ao transporte de cargas perigosas em portos e à dragagem e derrocamentos em corpos d'água.

Em 1986, a primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão criado por meio da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente para propor normas e padrões ao meio ambiente, estabeleceu a necessidade de estudo de

forma de quantificar e reconhecer os custos ambientais de suas atividades, que poderiam ser abatidas inclusive com a imposição de uma tarifa ambiental aos usuários (ANTAQ, 2019b)

⁵⁰ <https://www.environmentalshipindex.org/Public/Home> Acessado em 05/11/2019

⁵¹ <https://www.globalmaritimeforum.org/poseidon-principles> - Acessado em 27/09/2019.

⁵² A Comissão interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), criada pelo decreto nº 74.557/1974 (BRASIL, 1974), foi uma iniciativa de destaque, por criar a Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM).

impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) para empreendimentos portuários e em obras de abertura de canais para navegação. A exigência viria a ser replicada na primeira Lei dos Portos (lei nº 8.630/1993) (BRASIL, 1993) e na lei setorial posterior (lei nº 12.815/2013) (BRASIL, 2013a) como pré-requisito à autorização de terminais portuários privados. A lei nº 12.815/2013 também definiu a necessidade de fiscalização e proteção ambiental pelas autoridades portuárias nos portos públicos.

Por meio da Constituição de 1988, o meio ambiente foi estabelecido como um direito à toda coletividade, que tem como dever – estendido ao poder público – defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, art. 225), conforme a definição de desenvolvimento sustentável (BRUNDTLAND, 1987). Pessoas físicas e jurídicas que impactem negativamente esse bem comum estariam sujeitas a sanções penais e administrativas. A Carta de 1988 definiu como patrimônio nacional, dentre outros habitats, a Zona Costeira, devendo sua utilização assegurar a preservação do meio ambiente.

A resolução CONAMA nº 237/1997 (CONAMA, 1997) prevê que o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional é de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis — IBAMA. Atividades no mar territorial, na plataforma continental, na zona econômica exclusiva e o transporte, o armazenamento e atividades portuárias diversas foram considerados como de significativo impacto ambiental⁵³.

A lei nº 9.537/1997, conhecida como Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário – LESTA (BRASIL, 1997), designa à autoridade marítima a responsabilidade de assegurar a prevenção da poluição ambiental por parte de embarcações, plataformas ou suas instalações de apoio. A LESTA também prevê que embarcações estrangeiras submetidas à inspeção naval, que apresente ameaça de danos ao meio ambiente, poderão ser impedidas de operar no país.

A Lei de Crimes Ambientais (lei nº 9.605/1998) estabeleceu as categorias de infrações e punições para as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, sendo os

⁵³ Goldberg (2009) destaca que, apesar do licenciamento ambiental ser de responsabilidade federal, a atribuição do IBAMA como responsável pelo licenciamento pode ser delegada para um órgão estadual, a depender da magnitude do impacto ambiental. Tal subjetividade de critério leva as instalações portuárias a solicitarem mais de um pedido de licença, o que prejudica a liberação das licenças prévia, de instalação e de operação.

agentes das Capitâneas dos Portos as autoridades competentes para lavrar auto de infração ambiental e instaurar processos administrativos (BRASIL, 1998). No mesmo ano, foi criada a Agenda Ambiental Portuária (COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR, 1998), um marco regulatório mais direcionado para eventuais passivos regulatórios a serem cumpridos e com baixa capacidade para lidar com as questões ambientais complexas (ANTAQ, 2008).

No ano 2000, a lei nº 9.966/2000, conhecida como Lei do Óleo (BRASIL, 2000b) regulou a prevenção, o controle e a punição da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas, e extrapolou as normas sobre o problema firmadas nos principais acordos internacionais. O texto também definiu áreas ecologicamente sensíveis a passagens de navios. No mesmo ano, a lei nº 9.985/2000 (BRASIL, 2000c) expandiria as áreas protegidas com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

A Lei nº 10.233/2001 (BRASIL, 2001), que estabelece diretrizes para o setor de transportes, determinou como princípio geral a necessidade de compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente, reduzindo os níveis de poluição sonora e de contaminação atmosférica, do solo e dos recursos hídricos. A adoção da Agenda 21 brasileira, a partir de 2003, atua nesse sentido, ao incluir a necessidade de implantar o conceito de desenvolvimento sustentável para o setor portuário e dedicar um capítulo exclusivo para a proteção dos mares e oceanos (DA SILVA e CYPRIANI, 2008), ainda que de forma genérica (GUEDES, 2005).

Afora da previsão legal para medidas de proteção e mitigação dos danos ambientais, o Brasil conta com diversas convenções internacionais sobre o assunto internalizadas na legislação nacional⁵⁴. O país é membro da Organização Marítima Internacional desde 1963⁵⁵, por onde originaram-se as convenções sobre poluição marinha atualmente assinadas. Cabe à Marinha do Brasil o papel de representação permanente do país junto à IMO (BRASIL, 2000a). Conforme resumido no Quadro 13, o Brasil apresenta uma significativa aderência aos instrumentos internacionais de mitigação dos impactos ambientais na navegação.

⁵⁴ <https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/convencoes-e-codigos/convencoes> - Acessado em 14/10/2021

⁵⁵ <https://www.imo.org/en/About/Membership/Pages/MemberStates.aspx> - Acessado em 14/10/2021

Quadro 13 - Convenções Internacionais de meio ambiente e instrumentos de internalização na legislação brasileira.

Convenção (ano)	Instrumento legislativo de internalização no Brasil (data)
Convenção Internacional relativa à Intervenção em Alto-Mar em caso de Acidentes por Óleo (1969)	Decreto N° 6.478 (09/06/2008)
Convenção sobre a Prevenção de Poluição Marinha por Alijamento de Resíduos e outras matérias (1972)	Decreto N 87.566 (16/09/1982)
Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (1973)	Decreto n° 2.508 (04/03/1998).
Convenção Internacional Sobre Preparo, Resposta e Cooperação em Caso de Poluição por Óleo (1990)	Decreto n° 2.870 (10/12/1998)
Convenção Internacional sobre Controle de Sistemas Antiincrustantes Danosos em Navios (2001)	Decreto n° 8.345 (13/11/2014)
Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios (2004)	Decreto n° 148 (15/03/2010)
Convenção Internacional para a Reciclagem Segura e Ambientalmente Adequada de Navios (2009)	Pendente

Fonte: Autor.

Como desdobramento da Convenção Internacional de Controle e Gestão da Água de Lastro e Sedimentos de Navios, adotada pela IMO em 2004, o Brasil foi um dos primeiros países na implementação de medidas de restrição à eliminação da água de lastro previstas na Convenção, com a obrigação obrigatório o descarte à no mínimo 200 milhas de distância da costa (SERAFIN e HENKES, 2013). Os regramentos da Convenção foram internalizados no Brasil já em 2005, com Norma da Autoridade Marítima para o Gerenciamento da Água de Lastro de Navios (NORMAM 20/DPC) (ZANELLA, 2015). Apesar da exigência, Pereira et al. (2014) apresentam evidências de problemas em amostras de água de lastro coletadas em portos brasileiros. Os autores conduzem avaliações de amostras de água no porto de Santana (AP) e de formulários obrigatórios entregues pelas embarcações nessa e em outras instalações e encontram erros de preenchimentos das informações e amostras contaminadas, o que indica as falhas de monitoramento por parte das autoridades ambientais responsáveis.

Outra iniciativa além dos poluentes atmosféricos consiste no Plano de Combate ao Lixo no Mar (BRASIL, 2019) associado à implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010) e ao compromisso assumido pelo Brasil na Conferência das Nações Unidas sobre Oceanos, em 2017⁵⁶. Sob gestão do Ministério do Meio Ambiente, as ações de limpeza do Plano retiraram 400 toneladas de resíduos em

⁵⁶ <https://oceanconference.un.org/about> - Acessado em 11/10/2021.

mais de 100 municípios, até meados de 2020⁵⁷. Somam-se às ações do referido plano, diversas iniciativas de cidades e municípios brasileiros para reduzir a quantidade de lixo nos oceanos. (PINHEIRO et al., 2020).

O acompanhamento da aderência à conformidade ambiental dos diferentes agentes que atuam no setor de navegação, prevista na legislação e em convenções internacionais, é de responsabilidade da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (BRASIL, 2001). No caso dos portos, o Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA), estruturado pela Antaq, foi a primeira iniciativa a realizar vistorias e levantamentos de informações sobre o tratamento de conformidades ambientais. Luz et al. (2006) argumentam que o surgimento desses sistemas de gerenciamento ambiental, baseados em indicadores quantitativos, foram uma resposta do setor produtivo às demandas sociais e políticas por ações de monitoramento do meio ambiente.

A Resolução nº 2.650/2012 da Antaq representou um esforço recente a fim de aprimorar o monitoramento e a regulação ambiental dos portos brasileiros (ANTAQ, 2012), que estabeleceu instrumentos de acompanhamento e controle de gestão ambiental em instalações portuárias. A partir desse regulamento, foi instituído o Índice de Desempenho Ambiental (IDA), composto por uma série de indicadores (Quadro 14) para auferir – por meio de questionários enviados às instalações – o nível de adequação dos serviços prestados em relação ao meio ambiente, em sua maioria respaldado por alguma legislação vigente.

No caso do IDA, os indicadores que o compõem são muito similares aos utilizados no monitoramento da gestão ambiental dos portos que integram a iniciativa ECOPORTOS (ESPO, 2018), e permitem o acompanhamento de elementos de grande relevância à política ambiental setorial nos portos brasileiros (situação do licenciamento ambiental das instalações, nível de manejo de resíduos sólidos, atmosféricos e da água de lastro, ações de educação ambiental e eficiência energética, dentre outros).

⁵⁷ <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/combate-ao-lixo-no-mar> - Acessado em 15/10/2021.

Quadro 14 - Indicadores monitorados pelo Índice de Desempenho Ambiental.

Indicadores Globais	Indicadores Específicos
Governança ambiental	Licenciamento ambiental das instalações
	Quantidade e qualificação dos profissionais no núcleo ambiental
	Treinamento e capacitação ambiental
	Auditoria ambiental
Segurança	Banco de dados oceanográficos/hidrológicos e meteorológicos/climatológicos
	Prevenção de riscos e atendimento a emergência
	Ocorrência de acidentes ambientais
Gestão das operações portuárias	Ações de retirada de resíduos de navios
	Operações de contêineres com produtos perigosos
Gerenciamento de energia	Redução do consumo de energia
	Geração de energia limpa e renovável pelo porto
	Fornecimento de energia para navios
Custos e benefícios das ações ambientais	Internalização dos custos ambientais no orçamento
Agenda ambiental	Divulgação de informações ambientais do porto
	Agenda ambiental local
	Agenda ambiental institucional
	Certificações voluntárias
Gestão condominial do porto organizado	Controle do desempenho ambiental dos arrendamentos e operadores pela autoridade portuária
	Licenciamento ambientais das empresas
	Plano de emergência individual dos terminais
	Auditoria ambientais dos terminais
	Planos de gerenciamento de resíduos sólidos dos terminais
	Certificações voluntárias das empresas
Programa de educação ambiental nos terminais	
Educação ambiental	Promoção de ações de educação ambiental
Saúde Pública	Ações de promoção da saúde
	Plano de contingência de saúde no porto
Monitoramento da água	Qualidade ambiental do corpo hídrico
	Drenagem pluvial
	Ações para redução e reuso da água
Monitoramento do solo e material dragado	Área dragada e disposição de material dragado
	Passivos ambientais
Monitoramento do ar e ruído	Poluentes atmosféricos - gases e particulados
	Poluição sonora
Gerenciamento de resíduos sólidos	Planos de gerenciamento de resíduos sólidos
Biodiversidade	Monitoramento de fauna e flora
	Animais sinantrópicos
	Espécies aquáticas exóticas/invasoras

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ.

4.4 Discussões

O setor de navegação está cada vez mais sujeito a exigências de mitigação dos impactos ambientais, tanto no âmbito multilateral, quanto por iniciativas de diferentes países, empresas e segmentos da indústria de construção naval e do transporte marítimo. Desde a sua criação, a Organização Marítima Internacional desempenha um papel fundamental na discussão e implementação de compromissos e diretrizes ambientais, apesar de ser possível identificar uma atuação reativa da IMO em relação às principais questões ambientais no contexto da navegação (HALFF et al., 2019).

Em um primeiro momento, tendo em vista a falta de regulação e os evidentes efeitos nocivos da eliminação de substâncias pelos navios, a IMO concentrou esforços em exigências referentes ao armazenamento e descarte de resíduos líquidos das embarcações, por meio da adoção da Convenção MARPOL, na década de 1970. Na década de 1980, a Organização viu-se pressionada para a adoção de normas para a prevenção de acidentes com derramamento de petróleo em função de colisões e encalhamentos, resultando na aprovação do Anexo A da Convenção MARPOL. Em 1990, a Convenção Internacional sobre Mobilização de Recursos, Respostas e Cooperação contra Poluição por Óleo (OPRC) define a obrigatoriedade, em casos de acidentes com derramamento de óleo, de notificação, ajuda mútua e de sistemas de emergência por parte dos países e embarcações. Posteriormente, acelerou-se a obrigatoriedade de navios contarem com casco duplo e adotou o programa de avaliação do estado de navios tanques, após os acidentes com as embarcações *Erika* e *Prestige* na virada do século (STOPFORD, 2017; BROEKEMA, 2016).

A redução de acidentes com vazamento e o aumento da preocupação da sociedade com as mudanças climáticas fizeram com que a IMO reorientasse seus esforços em prol de ações e exigências de redução das emissões de poluentes atmosféricos. Com o aumento do comércio global, cresceram também as preocupações com o segurança e o combate a propagação e surgimento de doenças por meio do transporte internacional. Em 2004, entrou em vigor uma emenda à Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), que estabelece o Código Internacional para a Proteção de Navios e Instalações Portuárias (*ISPS Code*) para aumentar as exigências de segurança, prevenção e controle do trânsito e na construção das embarcações com (GOLDBERG, 2009).

Atualmente, a disseminação das iniciativas da IMO para avaliação técnica da eficiência das embarcações são cruciais para a redução dos impactos ambientais do setor, tendo em vista que os índices de eficiência energética são os únicos mecanismos de política global em vigor especificamente voltados para reduzir as emissões de CO₂ da navegação internacional (BALCOMBE et al., 2019). As exigências para a construção de embarcação mais eficientes estipuladas pelos índices de eficiência energética, em paralelo à prática adotada por iniciativa das empresas de navegação de reduzir a velocidade das embarcações, conseguiram estabilizar as emissões anuais de CO₂, apesar do valor atual estar 300 milhões de toneladas acima do limite estipulado pela IMO e das previsões de emissões baseadas no cenário atual chegarem a quase 1.800 milhões de toneladas de CO₂, em 2050 (MÜLLER-CASSERES et al., 2021a).

Os usuários dos serviços de transporte queixam-se em relação ao possível aumento dos valores de frete, ou imposição de alguma taxa adicional, para compensar o custo das empresas de navegação com a adoção de medidas para atender às exigências da IMO, especialmente no que se refere a redução de emissões de enxofre. Nos últimos anos, antes da pandemia do COVID-19, as empresas de navegação apresentam uma baixa capacidade financeira, tendo em vista o excesso de capacidade derivada da simultaneidade na entrega de encomendas de embarcações e a queda no crescimento do comércio global (NOTTEBOOM et al., 2021). Dessa forma, aumenta a preocupação dos embarcadores com o repasse dos custos para atender às exigências da IMO (CNI, 2018b).

A preocupação principal diz respeito ao repasse pela imposição ou reestruturação das taxas adicionais sobre o preço do combustível, que são questionadas pelos usuários como pouco transparentes e uniformes, e frequentemente se convertem em fonte de receitas para as empresas além dos investimentos em tecnológicas e insumos menos poluentes (UNCTAD, 2019). O incremento estimado nos custos com combustíveis, em decorrência da imposição de taxas, é da ordem de 50%, sendo que apenas o segmento de contêineres deve observar um custo adicional entre US\$ 10 e US\$ 15 bilhões (UNCTAD, 2019)⁵⁸. A opção pela adoção de outros combustíveis, como gás liquefeito ou metanol, esbarra em custos ainda mais elevados e ou mesmo proibitivos (CEBRI, 2019).

⁵⁸ Os armadores já estão realizando atualizações no Bunker Adjustment Factor (BAF) e estabelecendo novas taxas (as vezes denominadas *Environmental Fuel Fee* - EFF), sendo a diferença média calculada entre o preço dos combustíveis de 193,08 US\$/ton: https://www.hamburgsud-line.com/liner/en/liner_services/country_information/news/index_1257144.html - Acessado em 08/11/2019

A mudança de fonte energética depende, também, de adaptações nas embarcações, além de aumentar a demanda e a pressão nos preços desses insumos. O custo com instalação nas embarcações de filtros purificadores⁵⁹ é estimado entre US\$ 2 e US\$ 10 milhões por equipamento (UNCTAD, 2019). No entanto, tal estratégia depende da disponibilidade de curto prazo dos fabricantes desses equipamentos e da existência no longo prazo dos combustíveis mais baratos e com maiores níveis de enxofre. De uma forma ou de outra, a acomodação dos filtros ou de nova estruturas que permitissem uma maior eficiência no gasto energético das embarcações (painéis solares, pás eólicas, geradores, baterias) reduziria o espaço para o armazenamento dos contêineres, enquanto para embarcações menores e mais antigas seria mais vantajoso o processo de demolição. A redução da velocidade das embarcações como forma de mitigar as emissões de CO₂ e o gasto com combustíveis também podem aumentar o custo de transporte repassado aos usuários, em função da menor disponibilidade de navios para operações de carga nos portos (BALCOMBE et al., 2019)

No Brasil, a gestão ambiental iniciou-se relativamente tarde, sendo que, especificamente no setor portuário, o foco no país está na mitigação de impactos ambientais já existentes, tendo como principal ferramenta instrumentos de comando e controle, especialmente o licenciamento ambiental (LOURENÇO e ASMUS, 2015). Desde a definição pelo CONAMA da necessidade de avaliação de impacto ambiental para empreendimentos portuários e em canais aquaviários (BRASIL, 1986), e da definição constitucional da Zona Costeira como patrimônio nacional (BRASIL, 1988), a legislação e regulação brasileira avançou no sentido de expandir as atribuições e os mecanismos de redução dos efeitos nocivos ao meio ambiente das diversas atividades vinculadas ao setor de navegação. Merece destaque a criação da Antaq (BRASIL, 2001), agência reguladora setorial responsável por compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente.

Em relação aos instrumentos multilaterais de mitigação dos impactos ambientais, em grande parte já internalizados na legislação nacional, merece destaque para o caso brasileiro a exigência estipulada pela IMO para a redução do teor de enxofre nos combustíveis, a partir de janeiro de 2020. Por um lado, o país conta com a vantagem de o petróleo do *pré-sal* ser considerado “leve” e “doce”, ou seja, com o teor de enxofre menor que 0,5% (CEBRI, 2019). Além disso, existe a perspectiva de expansão da

⁵⁹ A retirada de navios para a instalação dos filtros purificadores reduzirá temporariamente a oferta de navios, o que também poderá pressionar para cima os níveis de frete. (UNCTAD, 2019).

produção nacional de gás natural, que poderia ser usado na navegação e garantiria o atendimento tanto da composição de enxofre quanto das reduções nas emissões de carbono até 2050. Por outro lado, existe a preocupação quanto ao preço dos combustíveis e à perda de competitividade das *commodities* brasileiras exportadas, especialmente para os mercados asiáticos, tendo em vista a sensibilidade de produtos de menor valor agregado em relação ao aumento do custo de frete. Destaca-se a vulnerabilidade das exportações de minério de ferro, petróleo e grãos, que, em média, percorrem 9 mil milhas náuticas até os destinos de exportação (MÜLLER-CASSERES et al., 2021b), mas que contam com fornecedores internacionais aos principais compradores mais próximos que o Brasil (EMBRAPA, 2021; CEBRI, 2019).

O aprimoramento da gestão ambiental no contexto portuário depende da definição de atribuições entre as autoridades portuária públicas e os terminais privados, do aumento na troca de informações e do estabelecimento de uma agenda ambiental comum (KOEHLER e ASMUS, 2010). Em comparação com a experiência internacional, tais práticas ainda apresentam alto nível de fragmentação e pouco planejamento, apesar de também existirem dificuldades em países com legislações bastantes avançadas. O Brasil ainda carece de maior coordenação tática e de diretrizes estratégicas para ações de resposta na eventualidade de acidentes ambientais, como o ocorrido com o vazamento de petróleo na costa brasileira, em setembro de 2019 (DE OLIVEIRA LIRA et al., 2021). Soares et al. (2020) destacam o impacto negativo dos cortes orçamentários realizados pelo governo brasileiro nos últimos anos no Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional – PNC (BRASIL, 2013b), que resultou na extinção de dois comitês pertencentes à estrutura do PNC.

O setor de transportes, principalmente o de cargas, apresenta o maior potencial de redução de emissões de CO₂ para o Brasil cumprir os compromissos assumidos pelo país como contribuições voluntárias às metas do Acordo de Paris (KOBERLE et al., 2020). Por um lado, o país apresenta uma posição de vantagem, no que se refere às possibilidades de utilização nos navios de fontes alternativas de combustíveis com menores emissões de poluentes, tendo em vista a experiência brasileira com a produção de biocombustíveis (CARVALHO et al., 2021). No entanto, o aumento das emissões causadas para a viabilização de quantidades suficientes desses insumos energéticos, principalmente aquelas relacionadas ao uso do solo e por efeitos externos negativos (desmatamento), podem eliminar os benefícios de uma transição energética pautada exclusivamente na substituição do combustível (MÜLLER-CASSERES et al., 2021a).

A revisão da literatura indica que o alcance da meta da IMO de redução de 50% das emissões de gases causadores do efeito estufa até meados do século ainda não está garantido pelas tendências atuais de impactos da navegação internacional (BALCOMBE et al., 2019). O setor conta com opções de atuação que permitiriam chegar ao nível almejado pelos países no âmbito da IMO, incluindo ajustes na velocidade das embarcações, mudanças na tecnologia e nos combustíveis das embarcações e aprimoramento na regulação setorial (TRAPP et al., 2020).

4.5 Considerações Finais

As ações de minoração de impactos ambientais ocasionados pelas diferentes etapas da cadeia de transporte marítimo e da própria indústria de navegação são uma resposta que ultrapassam pressões sociais, de governos ou organismos multilaterais. O setor, além de se beneficiar de medidas que produzam maior eficiência nas operações e no consumo energético, também é afetado, de diferentes formas, por eventos decorrentes da crise climática, desde (i) dificuldades de operações de carga e descarga em função de variações no nível dos canais; (ii) danos à infraestrutura e interrupções nas operações em função de maiores ocorrências de enchentes e precipitação atmosférica; e (iii) danos aos equipamentos e maior consumo energético em função de variações extremas da temperatura ambiente.

A literatura indica que nenhuma medida de redução adotada individualmente será suficiente para alcançar metas multilaterais de redução de impacto, mesmo que se tratando de fontes poluidoras específicas. As ações de mitigação potenciais e em vigor devem ser adotadas de forma simultânea e complementar, de forma a potencializar os benefícios econômicos antecipados e minimizar os custos decorrentes das mudanças adotadas, especialmente aos usuários dos serviços de transportes e aos países em desenvolvimento.

Tendo em vista a experiência da IMO, de países e empresas de navegação, a redução da velocidade médias das embarcações, a substituição de combustíveis e a adoção de mudanças técnicas nos projetos dos navios têm se mostrado como medidas eficazes na mitigação dos impactos ambientais, especialmente para a redução das emissões de CO₂ e enxofre. A adoção de mecanismos de mercado de forma complementar às medidas atuais, apesar de teoricamente serem possíveis e eficazes, apresentam dificuldades operacionais e políticas para a sua aplicação em âmbito multilateral.

O Brasil apresenta uma significativa aderência às convenções internacionais que tratam dos efeitos ambientais na navegação, além de diversos instrumentos legais e normativos de mitigação das emissões e da degradação ambiental. Do ponto de vista do monitoramento do impacto ambiental ocasionado pelas instalações portuárias do país, merece destaque a instituição pela ANTAQ do Índice de Desempenho Ambiental (IDA). A iniciativa, além de fomentar a adequação das instalações portuárias às legislações e regulamentos ambientais nacionais, está em consonância com as melhores práticas internacionais de regulação e acompanhamento no setor e pode ser considerada como o melhor instrumento disponível nacionalmente para monitoramento de ações de prevenção aos impactos ambientais oriundos das atividades de navegação.

PARTE III - ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL

CAPÍTULO 5 ENSAIO SOBRE ROBUSTEZES E FRAGILIDADES DO IDA À LUZ DA ECONOMIA

5.1 Introdução

Os impactos antrópicos ao meio ambiente, ao mesmo tempo que despertam cada vez mais preocupações da sociedade e de formuladores de políticas, dependem da disponibilidade de informações, dados e estatísticas para a definição de estratégias de mitigação (HSU et al., 2013). Nas últimas décadas, o surgimento de índices e indicadores visa atender a essa demanda por subsídios técnicos voltados para mensurações de sustentabilidade em seus diferentes aspectos (NEVES ALMEIDA e GARCÍA-SÁNCHEZ, 2016).

Dentre os esforços de mensuração do desempenho ambiental, destaca-se o Índice de Desempenho Ambiental – IDA (ou *Environmental Performance Index* – EPI). O IDA, criado no início dos anos 2000 e divulgado pela primeira vez em 2006 (OȚOIU E GRĂDINARU, 2018), em uma parceria das universidades de Yale e Columbia (EMERSON et al., 2010), destina-se a mensurar e acompanhar a evolução do desempenho dos países em termos da sustentabilidade. O índice é publicado a cada dois anos, sendo o último – referente ao ano de 2020 para 180 países – composto por 32 indicadores separados em dois grupos: “vitalidade ecossistêmica” (*ecosystem vitality*) e “saúde ambiental” (*environmental health*) (WENDLING et al., 2020).

O IDA, considerado o índice de sustentabilidade de maior aceitação entre técnicos e especialistas (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018), destaca-se por sua capacidade de agregar diferentes questões ambientais em um mesmo índice, o que facilita a comparação, divulgação e compreensão dos resultados (HSU et al., 2013; ROGEE, 2012). Também é extensa a literatura voltada para a avaliação da qualidade do IDA como um instrumento eficaz no auxílio às metas e políticas ambientais (BENGTSSON-PALME et al., 2018). Existem questionamentos quanto a qualidade metodológica geral da construção dos índices de desempenho ambiental (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018; MAMAT et al., 2016); LIU et al., 2017, HSU et al., 2013), especialmente em relação as variáveis

utilizadas (WITULSKI e DIAS, 2020; GARLAND et al., 2017; POPESCU et al., 2017; SHAKER e ZUBALSKY, 2015; HSU et al., 2012) e aos pesos atribuídos (PAULVANNAN et al., 2020, ATHANASOGLU et al. 2014; ROGGE, 2012).

Desde a sua criação, o IDA tem sido um instrumento de ampla utilização para o monitoramento do desempenho ambiental, em diferentes países (SHITTU et al., 2021; DKHILI, 2019; OZCAN et al., 2019; ARBOLINO et al., 2018; BENGTSSON-PALME et al., 2018; DIGKOGLOU e PAPATHANASIOU, 2018; KAKLAUSKAS et al., 2018; JEFFORDS e MINKLER, 2016; HUANG et al., 2016; CHAKRABORTY e MUKHERJEE, 2013; HSU et al., 2013; HUANG et al., 2012). Diversos trabalhos também se utilizam do IDA para avaliações ambientais de cadeias e setores de indústrias (YU et al., 2020; BENGTSSON-PALME et al., 2018; FRANK et al. 2016) e a nível regional (WAN et al., 2020; YANG et al, 2018; SHAKER et al., 2015; GALLEGO-ÁLVAREZ et al., 2013; HSU et al., 2012).

A adoção generalizada do IDA fomentou a replicação de sua metodologia para exercícios de mensuração do desempenho ambiental nos mais diversos setores, como o de tratamento de resíduos sólidos (COELHO et al., 2012), óleo e gás (FRANK et al., 2016), governança corporativa (RACHISAN et al., 2015; RADU, 2012), e infraestrutura portuária (ROCHA et al., 2017) e aeroportuária (NETO et al., 2020).

O trabalho em apreço objetiva encontrar evidências, na literatura científica, de aspectos robustos e frágeis do IDA à luz da teoria econômica. Para tanto, foi realizada uma contextualização dos elementos catalizadores do desenvolvimento de indicadores ambientais no âmbito da teoria econômica e prática científica.

Em seguida, foi conduzida uma análise bibliométrica de cocitação, quando dois trabalhos são citados simultaneamente por um terceiro (SMALL, 1973), e de acoplamento bibliográfico (*coupling*), quando dois trabalhos citam simultaneamente ao menos um terceiro documento (KESSLER, 1963). Tais avaliações nos campos das ciências ambientais e economia permitiram a identificação de artigos voltados a investigações sobre questões metodológicas e teóricas de índices de desempenho ambiental, além do mapeamento dos principais temas de pesquisa.

A bibliometria consiste em método de análise para a identificação, mensuração e monitoramento da produção científica (DE OLIVEIRA et al., 2019). O método baseia-se na análise de bancos de dados bibliográficos por meio de diferentes instrumentos estatísticos (MARIANO e ROCHA, 2017). Os estudos bibliométricos englobam diversos setores (CHOIJIL et al., 2022; LUO et al., 2022; BOZDOĞAN et al., 2021; OJEDA-

PEREIRA et al., 2021), inclusive de meio ambiente (CHALASTANI et al., 2021; REYES-BELMONTE, 2021; GRÁCIO, 2016; DRAGOS et al., 2013).

5.2 Indicadores ambientais à luz da teoria econômica

A teoria econômica apresenta diversas falhas na forma em que mensura e aborda as questões ambientais (JORGENSEN, 2018; MUELLER, 2008). Os modelos teóricos e as iniciativas de monitoramento de variáveis de interesse para a economia usualmente ignoraram ou, na melhor das hipóteses, inserem de forma incompleta avaliações sobre o capital natural.

Ao longo dos anos, na ausência de indicadores sobre questões relacionadas à qualidade ambiental e social dos sistemas produtivos, o Produto Interno Bruto (PIB) assumiu o papel de “cálculo *proxy*” para o acompanhamento do nível de bem-estar e prosperidade. Tal utilização ocorreu a revelia do PIB ser um indicador explicitamente estruturado para a mensuração do nível de produção de uma sociedade (COYLE, 2014).

A incompatibilidade de se utilizar o indicador do PIB para essas finalidades despertou uma série de críticas e elaboração de outros exercícios de mensuração que superassem as suas limitações (JORGENSEN, 2018). As críticas relacionadas a falta de robustez do cálculo do PIB como um indicador do nível de sustentabilidade e bem-estar social referem-se, principalmente, a estrutura de contabilização e simplificações teóricas necessárias a agregação de elementos que o compõem, como a função de utilidade intertemporal, preferências lexicográficas, falhas de mercado, dentre outros. (VAN DEN BERGH, 2009).

Apesar de maiores níveis de renda produzirem ganhos de utilidade para os indivíduos, é possível que a partir de determinada escala produtiva ocorra uma dissociação entre nível de produção (PIB) e bem-estar de uma sociedade (HELLIWELL, 2003). Por ser um indicador que representa a composição de custos de uma economia, o PIB não informa a partir de que ponto a escala econômica ultrapassa o potencial nível produtivo em que a sociedade incorreria em mais custos do que benefícios (DALY, 1992).

Do ponto de vista ambiental, a discussão a respeito das falhas de mensuração dos níveis de atividade econômica é particularmente relevante no que diz respeito à omissão de bens e serviços não transacionados no mercado. Os agregados econômicos utilizados no seu cálculo são incompletos, especialmente pelas falhas de mensuração da depreciação do estoque de capital disponível para a produção (SOLOW, 1992). Como consequência,

os cálculos usuais de taxas de crescimento econômico não mensuram os impactos da degradação do capital natural e da emissão de poluentes no bem-estar social e na qualidade do meio ambiente (HANLEY et al., 2002), apesar de contabilizarem positivamente os gastos com a mitigação de poluentes (VAN DEN BERGH, 2009).

Os problemas de mensuração relacionam-se principalmente com a definição imprecisa ou falta de proteção ao direito de propriedade, seja ele privado, público ou de uma comunidade (DASGUPTA, 2010). São diversos os fatores que levam a essa situação: a distância física ou temporal torna muito alto o custo de negociação entre os responsáveis pela a depredação ambiental e os afetados. Em outros casos, a natureza migratória dos recursos impede ou dificulta a formação de mercados para a sua precificação correta, levando a situação caracterizada como “tragédia dos comuns” (GORDON, 1954). Como resultado, o mercado para determinado capital natural se torna inexistente ou com funcionamento ineficiente, o que leva a sua exploração excessiva, gerando externalidades e inequidade.

A avaliação acurada pelo PIB dos impactos ambientais esbara também nas limitações da própria teoria econômica tradicional. Um dos problemas refere-se à forma simplista que a teoria econômica aborda o comportamento e processo de decisão de consumo dos indivíduos, complexos e multifacetários por natureza (VAN DEN BERGH et al., 2000). O problema persiste apesar de aprimoramentos no modelo neoclássico, como a segregação de componentes transitórios e permanentes da renda (FRIEDMAN, 1957). Vale ressaltar que, do ponto de vista ambiental, também há necessidade de revisão da heterodoxia keynesiana convencional (HARRIS, 2013).

A inserção da questão ambiental no âmbito da economia se dá, em grande parte, pela consideração do capital natural em modelos econômicos, a partir de onde se desenvolve o debate entre as visões de “sustentabilidade fraca” e “sustentabilidade forte” (STERNER e CORIA, 2013). Ambas as visões apresentam preocupações relacionadas a justiça intergeracional e do uso sustentável dos recursos disponíveis, mas destoam sobre o nível de substitutibilidade entre o capital natural, físico e humano, mesmo com avanços tecnológicos que potencialmente alterem as funções de produção (MUELLER, 2008).

A visão da “sustentabilidade forte” aceita menos possibilidade de substituição do capital natural, que dependeria de níveis críticos de estoque para cumprirem suas funções ecossistêmicas e manterem um nível de resiliência. Logo, a substituição no consumo esbarra em necessidades básicas e no *trade-off* entre diferentes tipos de bens, em vistas

da dicotomia entre o crescimento do bem-estar material e a perda de serviços ambientais e sociais (NORTON et al., 1998).

Assumindo a possibilidade de substituição ampla, o nível de capital ambiental depredado deve ser substituído por um montante de capital equivalente ao preço (ou preço sombra) que deixe o montante total de capital social inalterado. Esse cenário de nível ótimo de utilização dos recursos naturais em cada geração equivale a “Regra de Hotelling” para a exploração de recursos não renováveis (HOTTELING, 1931). Trata-se da quantidade exata que deveria ser subtraída do produto total para que este refletisse o custo da depredação ambiental e, de forma análoga, o nível de investimento necessário para auxiliar na substituição do capital.

No entanto, a definição do nível de utilização e conservação dos recursos de uma sociedade que garantam uma “equidade intergeracional” esbarra em dificuldades de estimação das taxas de desconto socialmente adequadas e do “preço sombra” daqueles bens não transacionados no mercado (MUELLER, 2008). A determinação do “preço sombra”, que nada mais é que o valor de bem-estar que uma unidade adicional do recurso ambiental auferido pela sociedade, tudo mais constante, depende tanto do seu valor intrínseco quanto da avaliação antes e depois de variações em sua disponibilidade. Tal mensuração não é um exercício simples. Os trabalhos que se dedicaram a esta tarefa se basearam em reproduções simplificadas e por vezes claramente subestimaram os impactos estudados (DASGUPTA, 2010).

Questões relacionadas à própria definição de conceitos ambientais, incluindo o de sustentabilidade, também dificultam a sua incorporação em avaliações econômicas. Assim como outros elementos estudados pela teoria econômica, a noção de sustentabilidade, e mesmo conceitos mais específicos como o da “biodiversidade”, se distancia da ideia de um bem concreto, palpável, e se aproxima de uma interpretação geral e abstrata de questões relacionadas a ecologia, algo que motiva a valoração dos agentes econômicos por um valor intrínseco e/ou devido ao impacto econômico dos processos e do seu funcionamento (MEINARD e PHILIPPE, 2011). Os métodos usuais de valoração, como preço hedônico e valoração contingente, podem não ser suficientes para retratar o valor apropriado do conjunto de elementos que compõem os distintos conceitos ambientais.

O referido conjunto de falhas na mensuração e abordagem teórica de elementos relacionados ao meio ambiente, sustentabilidade e bem-estar suscitaram diversas tentativas de aprimoramentos das análises por parte da literatura técnico-científica.

Nordhaus e Tobin (1972) trouxeram uma das primeiras tentativas de correção nesse sentido, e influenciaram os debates acadêmicos subsequentes relacionados à sustentabilidade (JORGENSEN, 2018; STIGLITZ, SEN e FITOUSSI, 2009). Os exercícios quantitativos voltados ao meio ambiente tiveram outro estímulo após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (STIGLITZ et al., 2009). O evento, conhecido como “Rio 92”, definiu, no âmbito da Agenda 21, a necessidade de indicadores capazes de monitorar a aderência dos países aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Em 2016, a definição pelas Nações Unidas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ressaltou a urgência para a necessidade de desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade (JORGENSEN, 2018)

De forma geral, as diferentes abordagens tradicionais relacionadas a gestão dos recursos ambientais surgem em um contraponto à visão de que o meio ambiente tem utilidade apenas como fonte de recursos e serviço extraídos para a produção de riquezas (COLBY, 1991). Muitas dessas iniciativas se sustentam na noção do desenvolvimento sustentável, que aglutina objetivos de sustentabilidade ambiental, eficiência econômica e equidade social sob um único conceito (BRUNDTLAND REPORT, 1987).

O desenvolvimento sustentável deve ser entendido como um processo evolutivo conectado a noção de estabilidade intergeracional dos sistemas naturais, em que o nível de bem-estar de uma sociedade é definido por toda a sua riqueza, que precisa ser gerida e conservada (MUELLER, 2008). Um nível de renda sustentável corresponde àquele alcançado por um sistema produtivo que não compromete a capacidade de reprodução de nível igual ou superior ao atual em períodos futuros. A manutenção da capacidade de reprodução depende do uso sustentável dos recursos disponíveis, como o capital natural (VAN DEN BERGH, 2009).

O conjunto de elementos que definem o conceito de desenvolvimento sustentável representa uma demanda por informações variadas e complexas relacionadas ao nível de capital social, físico e natural disponível, utilizado e replicável. Como forma de atender a essa demanda, existem atualmente diversos esforços de mensuração relacionados a variáveis ambientais na literatura acadêmica e técnica (NEVES ALMEIDA e GARCÍA-SÁNCHEZ, 2016).

Parte das iniciativas de mensuração ambiental baseia-se em ajustes na metodologia de cálculo do PIB, especialmente pela “internalização” de “externalidades” (VAN DEN BERGH, 2009). À parte de tentativas voltadas para a reprodução de valores monetários para o meio ambiente, em conjunto, ou não, com outros fatores econômicos,

avaliações do nível de bem-estar social ou de sustentabilidade também são estruturados por meio de índices compostos, os quais agregam uma série indicadores individuais.

Os métodos de estimação ambiental convencionais abrem espaço, principalmente, para críticas metodológicas quanto ao tipo de agregação, aos pesos atribuídos e às escolhas de análise arbitrárias. A comparação empírica desses índices revela uma grande variação e discrepância na classificação dos países em cada um deles, inclusive com um baixo coeficiente de correlação das trajetórias de sustentabilidade avaliadas.

A avaliação de índices de sustentabilidade usualmente utilizados, tais como o de Poupança Genuína e Pegada Ecológica, indicam uma simplificação de efeitos multidimensionais para chegarem a um resultado unitário. A característica em apreço torna-os facilmente questionáveis sob o ponto de vista da teoria do valor, da pertinência da comensurabilidade desses indicadores ou da base teórica que os sustenta (PILLARISSETTI et al., 2010).

A conversão em valores monetários, por sua vez, depende do pressuposto de níveis de níveis de substituição entre os diferentes tipos de capitais. Ademais, a definição de valores monetários, especialmente para o capital natural, apresenta dificuldades teóricas e de mensuração para aqueles elementos não transacionados em mercado, o que aumenta a relevância de indicadores físicos para o monitoramento de bens e serviços ambientais disponíveis.

Pela perspectiva da sustentabilidade forte, o acompanhamento de variáveis ambientais deve ser feito com base em indicadores físicos, e não monetários, com estatísticas que indiquem as variações nas quantidades daqueles fatores que definem o nível de bem-estar, atual e futuro (STIGLITZ, SEN e FITOUSSI, 2009). Os instrumentos de monitoramento ambiental além de valores monetários podem ocorrer por meio de painéis de indicadores, usualmente construídos por instituições voltadas para a construção e consolidação de estatísticas de interesse multilateral, como as Nações Unidas, OCDE e União Europeia.

A estruturação de indicadores em painéis públicos, atualizados periodicamente, revisados por instituições reconhecidas e com um amplo universo temático, representa significativa importância para a sociedade, no que se refere a divulgação de informações e conscientização sobre diferentes questões ambientais (STIGLITZ, SEN e FITOUSSI, 2009). No entanto, o caráter multifacetário, suscetível a variações metodológicas e heterogêneo das informações coletadas impede uma avaliação de sustentabilidade focada, unidirecional, tal qual o cálculo do PIB, por exemplo. A estruturação de índices

compostos apresenta uma solução para a variedade e heterogeneidade de estatísticas estruturadas nos painéis dessas instituições, com diversas aplicações (AFSA et al., 2008). Os índices são construídos com base em indicadores específicos selecionados, muitos dos quais disponibilizados nos referidos painéis.

Nesse contexto, dois índices compostos atualmente utilizados merecem destaque: o *Environmental Sustainability Index* – ESI, e sua versão resumida *Environmental Performance Index* – EPI. Os cálculos focam em questões das avaliações de bem-estar relacionadas estritamente à sustentabilidade (NEVES ALMEIDA e GARCÍA-SÁNCHEZ, 2016), construídos com base no monitoramento de características “físicas” do meio ambiente. No entanto, Stiglitz et al. (2009) ressaltam que ambos os cálculos informam sobre questões atuais sobre a qualidade dos bens e políticas ambientais, mas não apontam tendências ou trajetórias de sustentabilidade.

Por um lado, esses índices compostos não estão sujeitos às críticas direcionadas aos indicadores monetários. No entanto, a arbitrariedade na definição de pesos e critérios de escolha e agregação dos indicadores, por mais que explícitos, não permitem (atualmente) uma robustez suficiente para uma análise além dos elementos diretamente avaliados, muito menos a sua utilização em detrimento de outros indicadores consolidados (STIGLITZ, SEN e FITOUSSI, 2009)

Pode-se afirmar que não existe um indicador de nível de bem-estar ou sustentabilidade ideal (VAN DEN BERGH, 2009). As limitações da teoria econômica e dos exercícios de mensuração disponíveis indicam a necessidade de múltiplos indicadores, monetários ou não, como caminho para a formação de um conjunto de conhecimento que auxilie em uma melhor compreensão e no monitoramento ambiental (STIGLITZ, SEN e FITOUSSI, 2009). O *Environmental Performance Index* (EPI) é uma dessas iniciativas, assim como outras aplicações práticas e teóricas baseadas no índice.

5.3 Métodos e procedimentos

A análise bibliométrica ocorreu pela pesquisa junto ao banco de dados da *Scopus*. Apesar de existirem outros bancos de dados bibliográficos, como o *Web of Science-WoS*, o *Scopus* destaca-se pela grande quantidade de trabalhos revisados nas mais diversas áreas (COBO et al., 2012). Nesse sentido, é comum trabalhos voltados para a revisão de literatura que utilizam exclusivamente esse banco de dados (DE ARAÚJO NASCIMENTO et al., 2015).

Os critérios de busca e recuperação de informação consistiram na utilização e combinação palavras-chave em inglês: “*environmental performance index*”. A pesquisa inicial resultou em 328 documentos, a partir dos quais foram utilizados uma série de critérios para a seleção. A delimitação temporal ocorreu a partir do ano 2012 até 2021, intervalo de tempo que encontra respaldo na literatura (MARIANO e ROCHA, 2017). Foram incluídos apenas artigos em inglês, nas áreas de ciências ambientais e de economia, econometria e finanças. Com esses filtros, o universo de estudos restringiu-se a 156 documentos. A pesquisa ocorreu no dia 19 de outubro de 2021.

A análise bibliométrica foi realizada por meio do *software* VOSviewer⁶⁰ (versão 1.6.17), disponibilizado gratuitamente para a avaliação de bancos de dados bibliométricos (VAN ECK e WALTMAN, 2013). O programa permite a estruturação de mapas e visualização de redes de diversas relações, como citação, cocitação, acoplamento bibliográfico, dentre os elementos avaliados, tais quais autores, documentos citados e palavras-chave. O *software* Zotero⁶¹ (versão 5.0.96.3), voltado para o gerenciamento de banco de dados bibliográficos, auxiliou o trabalho de identificação e revisão dos artigos.

A pesquisa bibliométrica inicial consistiu em uma descrição geral de características importantes relacionadas aos trabalhos identificados, tais como: quantidade de publicações por ano; país de origem dos autores; e principais periódicos em quantidade de publicações. Esses elementos permitem a avaliação de como as publicações bianuais do IDA elaborado por Wendling et al. (2020) influenciam a pesquisa científica voltada aos índices de desempenho ambiental, além de identificar regiões e linhas de pesquisa mais relevantes a essas avaliações.

A análise prosseguiu com os índices de citação, cocitação e acoplamento bibliográfico (*coupling*), que revelam diferentes vínculos e conexões entre os trabalhos (VOGEL e GÜTTEL, 2013). Também foi realizado um levantamento de coocorrência para as palavras-chave utilizadas nos trabalhos, com o qual é possível mapear as principais linhas de pesquisa relacionadas ao IDA (MARIANO e ROCHA, 2017). Em todos os casos, o método de contagem utilizado para os artigos levantados foi o “*full counting*”, onde cada unidade mensurada (*coupling*, cocitação, coocorrência, etc) apresenta links com mesmo peso (GLANZEL, 2003).

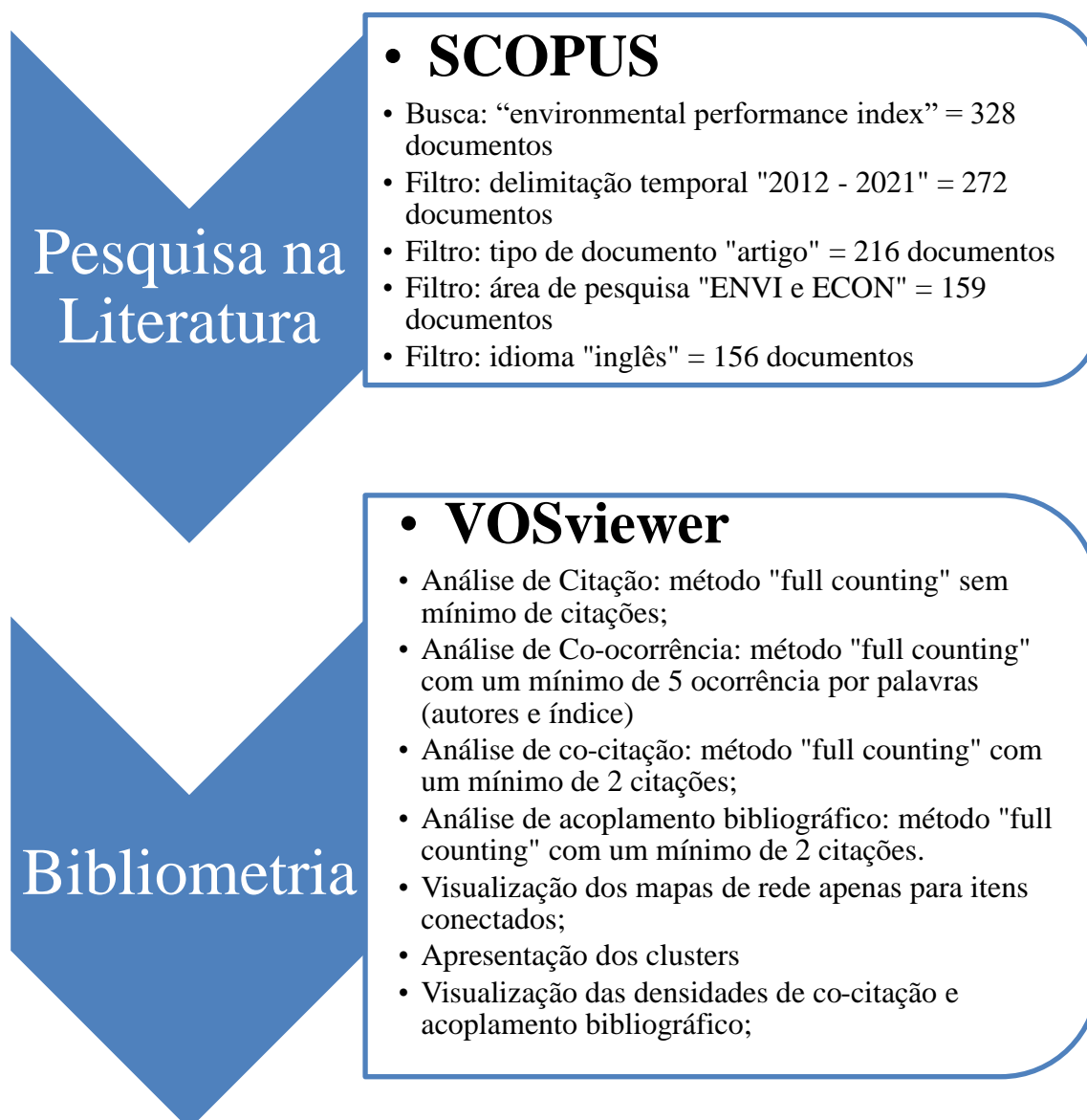
⁶⁰ <https://www.vosviewer.com/> - Acessado em 25/10/2021

⁶¹ <https://www.zotero.org/> - Acessado em 25/10/2021.

A análise de citação direta permite a identificar a força das conexões (*links*) entre os trabalhos identificados. É uma abordagem preliminar para a avaliação de importância dos documentos para a pesquisa científica (MARIANO et al., 2011), realizada de forma unidirecional (VAN ECK e WALTMAN, 2013). Os mapas de rede de clusters e de densidade permitem uma visualização da proximidade temática e da força dos links dentre os documentos. Os clusters indicam grupos de trabalho que podem ser agrupados por proximidade temática de acordo com o parâmetro de visualização definido arbitrariamente no VoS viewer. Para o levantamento realizado nesse trabalho, o parâmetro utilizado foi o padrão configurado pelo *software*, exceto no caso do acoplamento bibliográfico, onde o parâmetro foi ajustado para a resolução de 0.5 com o intuito de facilitar a visualização dos mapas.

Em um mapa de cocitação, os links entre dois trabalhos indicam que esses documentos foram citados conjuntamente. O *coupling* consiste em um link entre dois documentos que citam um mesmo trabalho, o que revela o seu caráter intrínseco e estático, em oposição à estrutura extrínseca e dinâmica da análise de cocitação (MARIANO e ROCHA, 2017). Essas características permitem o mapeamento tanto dos trabalhos mais relevantes à área de pesquisa, quanto de temáticas consolidadas e emergentes.

Figura 11 - Diagrama das etapas de análise bibliométrica.



Fonte: Autor, com dados coletados do Scopus (www.scopus.com).

5.4 Resultados

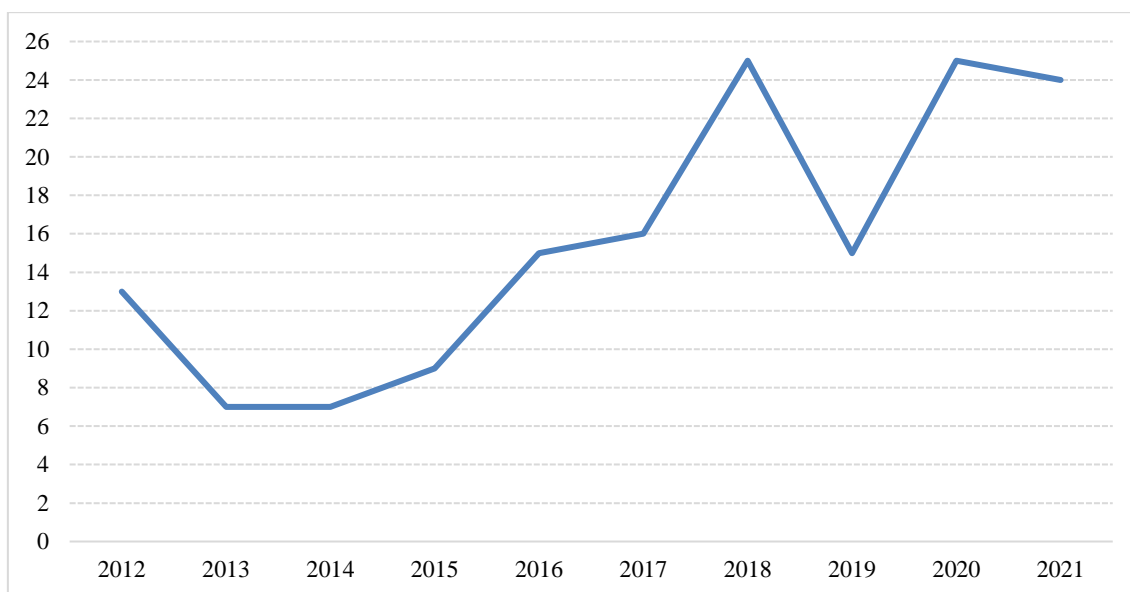
5.4.1 Descrição geral

A pesquisa científica sobre o IDA — no campo das ciências ambientais e economia, econometria e finanças — apresenta uma tendência de crescimento a partir de 2015 (Figura 12). Naquele ano, os países adotaram no âmbito da Assembleia Geral das Nações Unidas os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (*Sustainable Development Goals* – SDGs) em um esforço de atualização de ações para o atendimento das metas

assumidas com os Objetivos do Milênio, no ano 2000 (JACOB, 2017). O destaque à questão climática nos SDGs, em alinhamento com os compromissos assumidos no Acordo de Paris, de dezembro de 2015, atuou para fomentar a utilização do IDA como um instrumento de monitoramento do desempenho ambiental dos países, especialmente no que se refere às emissões de carbono.

A queda na quantidade de publicação, no ano de 2019, tem relação com o fato de que o Índice de Desempenho Ambiental da Universidade de Yale (o mais utilizado) é divulgado a cada dois anos. Como o instrumento é o principal índice com o nome de *Environmental Performance Index*, a quantidade anual de publicações científicas com essa palavra-chave é influenciada pela sua divulgação. Em 2020, o índice contou com novas métricas que também estimularam a sua divulgação, como aquelas relacionadas à gestão de resíduos sólidos e emissões de carbono em função de desmatamento⁶².

Figura 12 - Trajetória temporal das publicações sobre o IDA- 2012-2021.



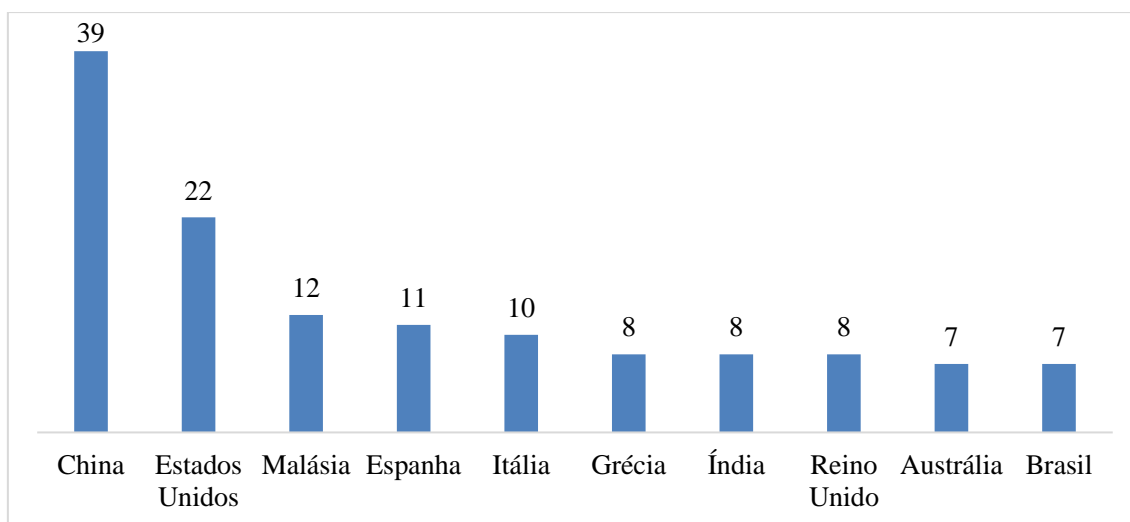
Fonte: Autor, com dados coletados do Scopus (www.scopus.com).

Pela Figura 13, a China é o país de origem com a maior quantidade de publicações (39), seguido pelos Estados Unidos (22). No levantamento realizado, o Brasil consta com 7 publicações em periódicos científicos de economia e ciências ambientais relacionadas ao IDA. No caso brasileiro e chinês, chama a atenção trabalhos que utilizaram a modelagem do *Environmental Performance Index* (WENDLING et al., 2020) para

⁶² <https://epi.yale.edu/downloads/epi2020pressreleaseworldenglish20200630.pdf> - Acessado em 06/11/2021

desenvolver indicadores próprios voltados para a mensuração do desempenho ambiental de setores ou regiões geográficas específicas (WAN et al., 2020; NETO et al., 2020; ROCHA et al., 2017; SHAKER et al., 2015; COELHO et al., 2012).

Figura 13 - Publicações sobre o IDA por ordem de países com mais publicações.



Fonte: Autor, com dados coletados do Scopus (www.scopus.com).

Os periódicos como fonte da maior quantidade de artigos publicados são todos da área de ciências ambientais (Quadro 15). Do total de trabalhos levantados, os artigos de economia, econometria e finanças responderam por 23% do total. Em conjunto, os periódicos *Sustainability Switzerland*, *Ecological Indicators* e *Journal of Cleaner Production* concentram 25% dos artigos pesquisados.

Quadro 15 - Periódicos fonte dos artigos sobre o IDA (consulta em 19/10/2021).

Periódico	Quantidade	%
Sustainability Switzerland	19	12%
Ecological Indicators	10	6%
Journal of Cleaner Production	10	6%
Environmental Science and Pollution Research	6	4%
Environmental Science and Policy	3	2%
International Journal of Environmental Technology and Management	3	2%
Journal of Environmental Management	3	2%

Fonte: Autor, com dados coletados do Scopus (www.scopus.com).

5.4.2 Análise das citações diretas

Pela avaliação das citações diretas da base de dados, que revela aqueles que foram mais citados entre o universo de documentos, destacam-se os estudos de Rogge (2012), com título “*Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The Environmental Performance index*”, e o de Hsu et al. (2013), com título “*What progress have we made since Rio? Results from the 2012 Environmental Performance Index (EPI) and Pilot Trend EPI*”. Nos dois trabalhos, os autores questionam elementos relacionados à qualidade da construção dos indicadores de performance ambiental, o que os tornam referência para outros estudos voltados para a análise do IDA.

A avaliação das citações revela a aplicação do IDA, tanto para a investigação dos efeitos ambientais de elementos específicos (eficiência energética, abertura comercial, fluxo de investimentos diretos), quanto para monitorar o desempenho em termos de sustentabilidade ambiental de países, regiões e cadeias produtivas. Os trabalhos identificados não apenas pontuam os principais aspectos de fragilidade metodológica dos indicadores de desempenho, mas trazem evidências de críticas entre os autores identificados.

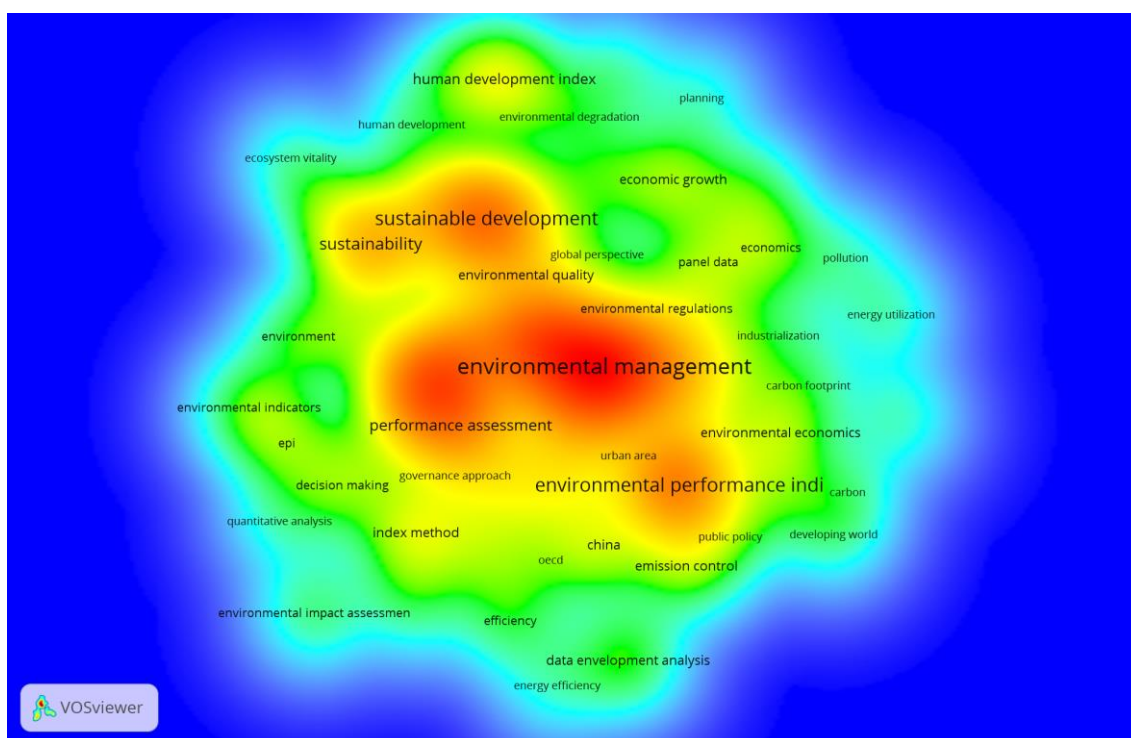
Dentre os principais grupos de trabalhos organizados por temáticas, estão aqueles voltados à avaliação:

- (i) dos problemas relacionados a construção de índices de desempenho ambiental (TIAN et al., 2021; BUCHER, 2017; ROGGE, 2012);
- (ii) da experiência de países europeus com a construção e monitoramento da qualidade dos indicadores de desempenho ambiental (FREDERICKS et al., 2012; NEVES ALMEIDA, 2016; OTOIU e TITAN, 2018; SHAKER et al., 2015; THOMAKOS et al., 2016);
- (iii) dos links entre investimentos externos e comércio exterior no desempenho ambiental dos países tendo como variável explicativa ao IDA (ADEEL-FAROOQ et al., 2018; CHAKRABORTY e MUKHERJEE (2013a; 2013b; MAVRAGANI et al., 2016);
- (iv) do desempenho ambiental de países e regiões tendo como referência o IDA (HSU et al., 2014; KAKLAUSKAS et al., 2018, PAULVANNAN et al., 2020; BUCHER, 2016; COELHO et al., 2012; DIGKOGLOU et al., 2018); e

- (v) da relação causal entre eficiência energética e o IDA (BARNHART et al., 2016; NIU et al., 2018; NIU et al., 2017).

A Figura 14 apresenta o mapa de palavras-chave pela análise de coocorrência para os trabalhos analisados, com um mínimo de 5 ocorrência por palavras (autores e índice). A visualização de densidade revela a concentração de trabalhos voltados para utilização do IDA como um instrumento de gestão e acompanhamento do desempenho ambiental em linha com objetivos do desenvolvimento sustentável e de redução das emissões e impactos ambientais.

Figura 14 - Mapa de palavras-chave pela análise de coocorrência – visualização de densidade.



Fonte: Autor.

5.4.3 Análise das citações

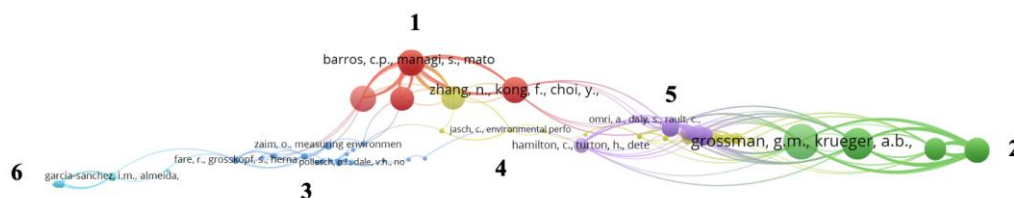
A Figura 15 apresenta a visualização de rede de citações para trabalhos conectados com um mínimo de duas citações. Os trabalhos em destaque são aqueles com mais conexões entre esse universo de documentos. O trabalho de maior destaque, como evidenciado pelo mapa de citações, é de Grossman e Krueger (1995). O trabalho de

título “*Economic growth and the environment*” com a maior quantidade links. Outros trabalhos por ordem de destaque apresentam a mesma temática e estão no mesmo *cluster*.

Ao todo, foram identificados 6 *clusters*. O *cluster* 1 (em vermelho) apresenta conexões com outros 3 clusters, exceto os *clusters* 2 e 6, sendo este último o mais distante dos demais em termos de temas dos artigos agrupados. A temática dos *clusters* e os principais trabalhos são:

- *Cluster* 1 (Vermelho): foco em medidas de eficiência energética e redução das emissões de gás carbônico. Trabalhos de destaque incluem: Zhang et al. (2014); Barros et al. (2012).
- *Cluster* 2 (verde): foco nos efeitos ambientais do crescimento econômico. Trabalhos de destaque incluem: Grossman e Krueger (1995); Costantini e Monni (2008).
- *Cluster* 3 (azul escuro): foco na investigação de indicadores e métodos para a avaliação de desempenho ambiental. Trabalhos de destaque incluem: Fare et al. (2004); Zaim (2004); Pollesch e Dale (2016).
- *Cluster* 4 (amarelo): foco em aspectos teóricos e práticos que influenciam o desempenho ambiental, como a Curva de Kuznets Ambiental e a *pollution haven hypothesis*. Trabalhos de destaque incluem: Murty et al. (2007); Jasch (2000).
- *Cluster* 5 (roxo): foco na investigação da variação dos níveis de emissões em países específicos. Trabalhos de destaque incluem: Hamilton et al. (2002); Halicioglu (2009) e Omri et al. (2015).
- *Cluster* 6 (azul claro): foco em aspectos metodológicos relacionados a construção de índices de desempenho ambiental. Trabalhos de destaque incluem: Garcia-Sanchez et al. (2015); Das Neves Almeida et al. (2016).

Figura 15 - Mapa de cocitações – visualização de rede (*clusters* indicados por cores).



Fonte: Autor.

5.4.4 Análise do acoplamento bibliográfico

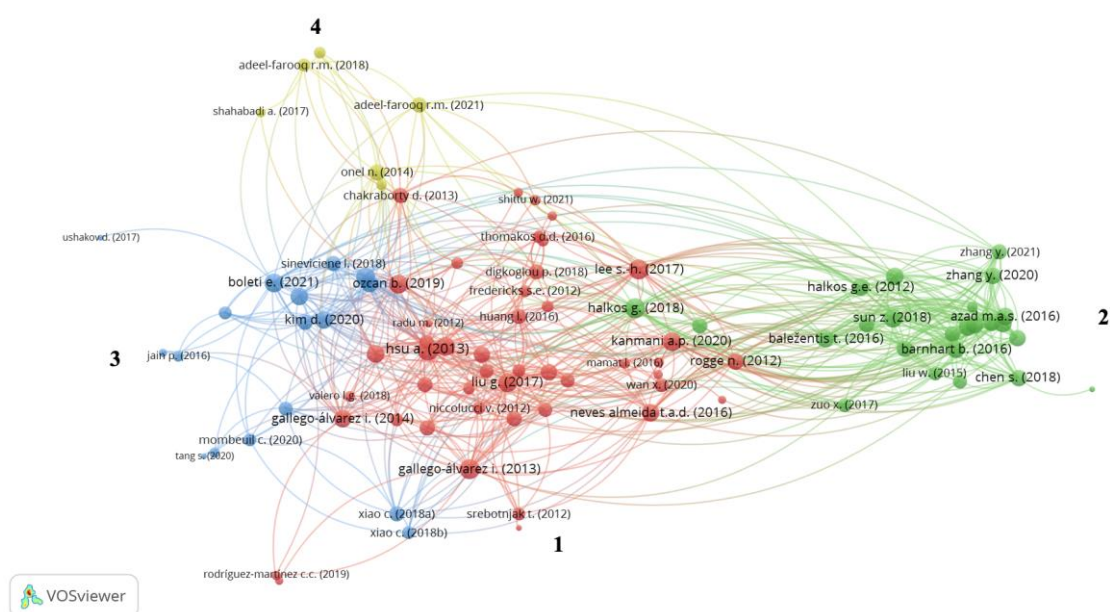
A Figura 16 apresenta a visualização de rede de acoplamento bibliográfico da base de dados, apenas para trabalhos conectados com um mínimo de duas citações. O mapa de acoplamento permite identificar uma maior homogeneidade dos trabalhos, o que indica trabalhos com pesos similares pela métrica de quantidade de links. Os trabalhos em destaque, com mais conexões entre esse universo de documentos, são: “*Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample*” (BOLETI et al., 2021); “*Industrial policy, energy and environment efficiency: Evidence from Chinese firm-level data*” (ZHANG et al., 2020); “*An Empirical Study of the Impact of Corruption on Environmental Performance: Evidence from Panel Data*” (LISCIANDRA et al., 2016).

Ao todo, identificaram-se quatro clusters, todos os clusters com ao menos uma conexão entre eles e com uma disposição dos trabalhos relativamente aglomerada. A temática dos *clusters* e os principais trabalhos são:

- *Cluster 1* (vermelho): foco em questões metodológicas relacionadas à qualidade de indicadores ambientais. Trabalhos de destaque incluem: Lee e Nam (2017c); Gallego-Álvarez et al. (2013); Hsu et al. (2013); Liu et al. (2017); Neves Almeida et al. (2016).

- *Cluster 2* (verde): foco em medidas de eficiência energética e redução das emissões de gás carbônico, além de questões metodológicas relacionadas à inclusão de aspectos socioeconômicos em índices de desempenho ambiental. Trabalhos de destaque incluem: Halkos et al. (2018); Zhou et al. (2010); Barnhart et al. (2016).
- *Cluster 3* (azul escuro): foco nos efeitos ambientais de elementos como o nível corrupção, complexidade econômica, crescimento da renda e desenvolvimento humanos dos países. Trabalhos de destaque incluem: Boleti et al. (2021); Kim e Go (2020); Sineviciene et al. (2018); Jain e Jain (2016).
- *Cluster 4* (amarelo): foco em nos efeitos dos fluxos de investimento externo no desempenho ambiental dos países, especialmente com investigações em nações asiáticas. Trabalhos de destaque incluem: Onel et al. (2014); Adeel Farooq et al. (2021); Adeel Farooq et al. (2018); Shahabadi et al. (2017).

Figura 16 - Mapa de acoplamento bibliográfico (*coupling*) – visualização de rede (*clusters* indicados por cores).



Fonte: Autor.

5.4.5 Temas de pesquisa

O *software* VOSviewer permite a visualização de mapas de densidade de forma a complementar as análises de citação, cocitação e acoplamento bibliográfico. A avaliação

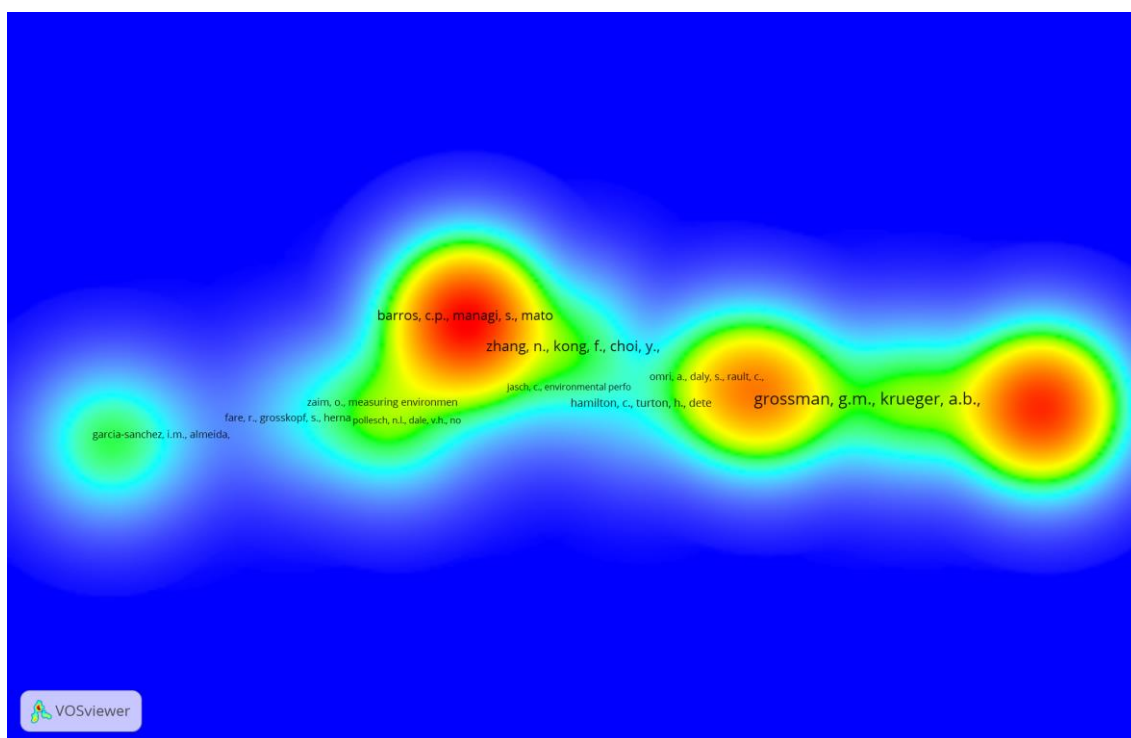
bibliométrica é facilitada pelas imagens que permitem identificar as áreas com maior concentração de trabalho (mais densas), o que indica a proximidade temática entre os trabalhos.

A Figura 17 apresenta a visualização de densidade para o mapa de citações, tendo como peso a força das conexões (*links*) entre os trabalhos. Imediatamente identificam-se três áreas de maior importância relacionadas aos clusters da seção referente à análise de citação: uma no canto direito, referente ao *cluster 2*; uma ao meio, com preponderância de trabalhos referentes aos *clusters 4 e 5*; e outra à esquerda, referente majoritariamente ao *cluster 1*, mas também com links aos *clusters 3 e 4*. Destaca-se que as duas primeiras áreas apresentam proximidade de conexões e temáticas, evidenciado pelo trabalho de maior relevância em termos de links, “*Economic Growth and the Environment*” (GROSSMAN e KRUEGER, 1995). O *cluster 6* aparece no canto à extrema esquerda com coloração clara, o que ressalta o menor nível de conexão do cluster com outros trabalhos identificado previamente.

Pela visualização de densidade e as avaliações dos clusters, é possível identificar três grupos temáticos de pesquisa relacionados ao IDA:

- i. Crescimento econômico: os trabalhos exploram por diferentes perspectivas os efeitos do crescimento econômico no meio ambiente, incluindo investigações respeito do aumento do comércio e do nível de desigualdade. O amplo debate a respeito dos impactos ambientais oriundos da expansão econômica é um dos motivadores ao desenvolvimento de instrumentos para a mensuração dos impactos antrópicos ao meio ambiente, inclusive do IDA.
- ii. Níveis de emissões: trabalho voltado para os elementos que podem influenciar os níveis de emissões de países e regiões. Os trabalhos utilizam-se de aspectos teóricos propostos na Curva de Kuznets Ambiental e na *pollution haven hypothesis*.
- iii. Instrumentos de mensuração dos impactos ambientais: os artigos concentram-se na discussão teórica e prática da aplicação de instrumentos de mensuração dos impactos ambientais, especialmente o IDA e em aplicações voltadas a medidas de eficiência energética e redução das emissões de gás carbônico.

Figura 17 - Mapa de cocitações – visualização de densidade.

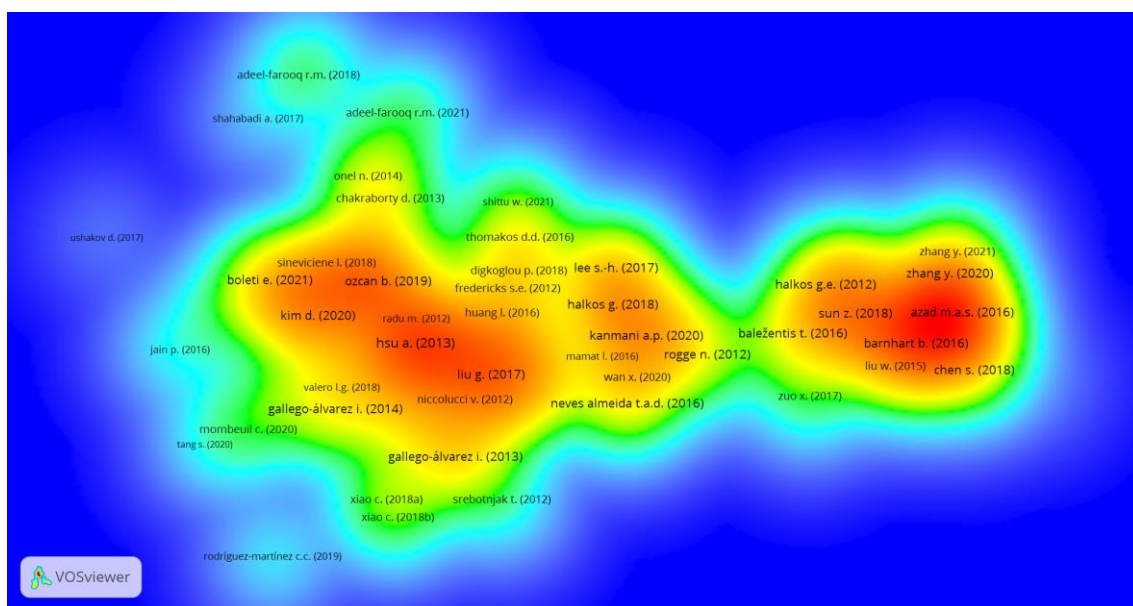


Fonte: Autor.

A Figura 18 apresenta a visualização de densidade para o mapa de acoplamento bibliográfico (*coupling*), tendo como peso a força das conexões (*links*) entre os trabalhos. Duas áreas se destacam, uma à esquerda – referente aos trabalhos do *cluster 2* – e outra central, composta principalmente pelos artigos dos *clusters 1 e 3*. A avaliação temática desses dois grupos pode ser dividida em:

- i. Eficiência energética e mitigação de emissões: utilização do IDA voltado para mensuração e identificação de medidas para a redução do consumo energético e das emissões resultantes (especialmente de gás carbônico). Frequentemente os trabalhos utilizam-se de estudos de caso em países, regiões e cadeias industriais, com ponderações a respeito de aperfeiçoamentos à construção e aplicação do IDA.
- ii. Discussão metodológica do IDA: artigos voltados para a discussão de questões metodológicas relacionadas à construção do índice, especialmente no que se refere às variáveis utilizadas, os pesos atribuídos.

Figura 18 - Mapa de acoplamento bibliográfico (*coupling*) – visualização de densidade.



Fonte: Autor.

5.5 Discussões

A utilização de índices compostos (*composite indexes*) expandiu-se ao longo dos anos em uma resposta à demanda por avaliações que reunissem, em uma mesma análise, diferentes elementos (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018). No caso da temática ambiental, esses índices trabalham simultaneamente com diversas variáveis, agregadas em uma pontuação final capaz de indicar comparativamente o desempenho dos elementos em estudo. Neves Almeida e García-Sánchez (2016) destacam, além do IDA, outros índices compostos construídos com diferentes abordagens, métodos e variáveis para avaliações ambientais, como: *Composite Index of Environmental Performance* (CIEP), *Ecological Footprint* (EF); *Environmental Degradation Index* (EDI); *Environmental Sustainability Index* (ESI).

O IDA, especificamente, é aplicado em diversas investigações dos efeitos ambientais, incluindo temáticas como: eficiência energética (OZCAN et al., 2019; THOMAKOS e ALEXOPOULOS; 2016); emissões de CO₂ (YU et al., 2020; GARLAND et al., 2017; HUANG et al., 2012) e de outros poluentes (BENGTSSON-PALME et al., 2018; FRANK et al. 2016); nível de competitividade dos países (DOS SANTOS e BRANDI, 2014); crescimento econômico (YANG et al., 2018; LEE e THIEL,

2017b; HUANG et al., 2012); fluxos de investimentos externos (ARBOLINO et al., 2018).

Além dessas temáticas usuais, os trabalhos também utilizam em suas pesquisas investigações com variáveis socioeconômicas diversas, tais como justiça social (FREDERICKS, 2012), religiosidade (CHUVIECO et al., 2016), corrupção (RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ et al., 2019; CHAKRABORTY e MUKHERJEE, 2013; GALLEGO-ÁLVAREZ et al., 2014)), valores comunitários e democráticos (DLUHOPOLSKYI et al., 2019; KAKLAUSKAS et al., 2018)), normativos legais, institucionais e regulatórios domésticos (EISENSTADT et al., 2019; HSU et al., 2013; JEFFORDS e MINKLER, 2016; OZYMY e REY, 2013).

A análise bibliométrica permitiu a identificação de interconexões entre essas diferentes temáticas de pesquisa e autores. A partir dos levantamentos realizados, foi identificada uma ampla discussão a respeito de aspectos metodológicos relacionados a qualidade do IDA como um instrumento de gestão ambiental (PAULVANNAN et al., 2020; WITULSKI e DIAS, 2020; OȚOIU e GRĂDINARU, 2018; OȚOIU e TITAN, 2017; GARLAND et al., 2017; HSU et al., 2012; MAMAT et al., 2016; LIU et al., 2017, POPESCU et al., 2017). A literatura indica diferentes caminhos ao aprimoramento da construção e aplicação do IDA.

5.5.1 Investigação de variáveis explicativas ao desempenho ambiental

O *Environmental Performance Index (EPI)*, construído e divulgado a cada dois anos, desde 2006, pela Universidade de Yale (WENDLING et al., 2020), é o instrumento de gestão ambiental de maior aceitação teórica e utilização prática para o monitoramento de diferentes aspectos relacionados ao meio ambiente dos países (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018). Grande parte da literatura voltada para avaliações do IDA consistem em estudos específicos ao índice EPI e de elementos que possam explicar o desempenho comparativamente superior de determinados países.

Hsu et al. (2013) investigam de que forma índices e indicadores auxiliam no alcance das metas de sustentabilidade. Os autores argumentam que a falta de informações adequadas ao monitoramento ambiental é um dos entraves ao atendimento dessas metas, e utilizam o IDA como parâmetro para a investigação do desempenho dos países desde a definição, na Conferência ECO 92, das metas do milênio voltadas ao meio ambiente. Os

resultados indicam uma evolução desigual entre nações, regiões e indicadores, explicadas fundamentalmente por fatores institucionais e de desenvolvimento econômico e social.

O desempenho relativamente superior a depender da região ou características comuns dos países é investigado em diversos trabalhos. Grupos de países geograficamente próximos apresentam valores do IDA significativamente convergentes (GALLEGO-ÁLVAREZ et al. (2013). Arbolino et al. (2018) utilizam como variável dependente o IDA em um modelo para avaliar a eficácia de políticas ambientais de 15 países europeus e de que forma experiências de sucesso são adotadas entre essas nações. As variáveis econômicas, como nível de renda, de abertura comercial, investimentos externos, apresentaram maior poder explicativo ao processo de difusão de políticas ambientais de sucesso. Os requisitos da política comum ambiental do bloco europeu atuam como fomentadores de um desempenho ambiental mais satisfatório dessas nações, em relação a outros países (DIGKOGLU e PAPATHANASIOU, 2018).

Além dos estudos para países europeus, existem investigações do IDA voltadas para outras nações. Indicadores macroeconômicos e socioambientais apresentaram grande correlação com o desempenho no IDA de países oriundos do desmembramento da União Soviética (KAKLAUSKAS et al., 2018). Em países do Oriente Médio e Norte da África, existiria um ponto a partir do qual a relação entre crescimento econômico e o desempenho ambiental no IDA passaria a ser positiva para esses países (DKHILI, 2019).

Nesses e em outros estudos quanto ao desempenho do IDA, o nível de crescimento econômico dos países é costumeiramente apontado como uma variável que demanda mais atenção metodológica no momento de construção dos instrumentos de avaliação ambiental. Thomakos e Alexopoulos (2016) destacam que o nível de desenvolvimento econômico e de intensidade de carbono são os dois elementos que mais influenciam no desempenho do IDA dos países, mas que políticas de eficiência energética seriam as mais eficazes em termos de avaliação no IDA. Ozcan et al. (2019) utilizam o IDA para avaliar a causalidade entre crescimento econômico, consumo energético e degradação ambiental e encontram evidências da Curva de Kuznets ambiental para 23 dos 33 países analisados. Lee e Thiel (2017b) exploram os efeitos de variações nas taxas de crescimento do PIB dos países e os respectivos valores do IDA, que não sofre alterações significativas, mesmo com crescimento econômico acelerado.

Além de variáveis relacionadas ao nível de crescimento e desenvolvimento econômico dos países, o desempenho dos países no IDA é avaliado em função de outros elementos mais relacionados a aspectos sociais e institucionais. Em conjunto com

variáveis socioeconômicas — como educação e renda per capita —, fatores institucionais, como a estrutura da administração pública e o nível de corrupção, são elementos determinantes ao desempenho dos países no IDA (GALLEGO-ÁLVAREZ et al., 2014). Estudos mais recentes também apontam a papel indutor ao desempenho ambiental dos países de menores níveis de corrupção (RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ et al., 2019).

Outra variável de destaque, em estudos do IDA, consiste no nível de maturidade institucional e democrática dos países. Variáveis subjetivas relacionadas ao nível de apreço da sociedade pela democracia, e por outros valores comunitários, apresentam significativa relevância ao desempenho ambiental (DLUHOPOLSKYI et al., 2019), muitas vezes mais do que variáveis econômicas, tais quais nível de comércio e investimentos (CHAKRABORTY e MUKHERJEE, 2013). O IDA também é influenciado positivamente pela existência de direitos ambientais constitucionais (JEFFORD e MINKLER, 2016), pela efetividade de atuação de instituições nacionais voltadas para o meio ambiente (OZYMY e REY, 2013) e pela qualidade de serviços de saúde disponíveis à população (POPESCU et al., 2017a).

A variedade e complexidade desses fatores que influenciam o desempenho dos países no IDA apontam não apenas os caminhos para políticas ambientais mais efetivas, mas também por aperfeiçoamentos na metodologia de construção do instrumento de mensuração do desempenho ambiental.

5.5.2 Investigação sobre a qualidade metodológica do IDA

A estruturação de índices compostos, como o IDA, apresenta vantagens metodológicas no sentido de concentrar em um mesmo exercício de mensuração diversos elementos de interesse, o que facilita a divulgação e comparação dos resultados encontrados. O IDA já foi objeto de diversas revisões metodológicas que indicaram a sua relevância aos objetivos ambientais e capacidade de identificação de mudanças substanciais no atendimento às variáveis (ATHANASOGLU et al. 2014).

A disseminação do IDA e de outros índices compostos (*composite indexes*) ao longo dos anos derivou justamente de uma necessidade das avaliações serem cada vez mais abrangentes e agregadoras. Essa característica, por sua vez, resulta em problemas metodológicos significativos relacionados ao viés e credibilidade desses instrumentos (OȚOIU E GRĂDINARU, 2018). A construção dos indicadores que compõe esses

instrumentos ocorre de forma subjetiva e com pouco rigor técnico, enquanto a escolha das variáveis dos índices é dada, fundamentalmente, pela avaliação de relevância e pertinência do dado para a construção do indicador em questão e não pela preocupação quanto à capacidade da estatística escolhida englobar elementos ambientais relevantes e sinalizar variações no desempenho ambiental (ROGGE, 2012).

Nesse sentido, Garland et al. (2017) apontam a limitação do IDA como um indicador de desempenho ambiental em termos de monitoramento da qualidade do ar, dada a falta de precisão nos dados utilizados sobre emissões de poluentes atmosféricos para a construção do índice. Por sua vez, Hsu et al. (2012) indicam a falta de transparência e verificabilidade dos dados utilizados para a construção de índices de desempenho ambiental como um entrave metodológico significativo comum aos países, o que compromete a legitimidade do IDA como um instrumento de monitoramento adequado. Mamat et al. (2016) e Liu et al. (2017) avaliam e comparam entre si uma série de indicadores ambientais usuais, dentre eles o IDA. Os resultados encontrados indicam a necessidade de maior rigor teórico na definição dos parâmetros e das metodologias utilizadas na construção desses instrumentos.

Os resultados conflitantes de indicadores para os países indicam uma falta de coerência na avaliação ambiental e de sustentabilidade, o que podem resultar na adoção de políticas ambientais equivocadas. A baixa variação do IDA após eventos catastróficos, como desastres naturais ou guerras civis, lançam dúvidas quanto a utilidade e capacidade do indicador de fato monitorar mudanças no desempenho ambiental dos países (OȚOIU e TITAN, 2017). A literatura aponta também problemas relacionados à definição dos pesos dos indicadores (ATHANASOGLU et al. 2014) e omissão de variáveis socioambientais de relevância para análises de sustentabilidade (SHAKER e ZUBALSKY, 2015), enquanto alguns dos indicadores poderiam ser eliminados ou reformulados para uma maior consistência metodológica (WITULSKI e DIAS, 2020).

Diferentes autores sugerem a substituição do IDA por outros instrumentos e técnicas de mensuração de desempenho ambiental (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018), POPESCU et al., 2017, DOS SANTOS e BRANDI, 2014). O viés na seleção e definição de pesos para os indicadores que compõem o IDA, por exemplo, podem ser atenuados com técnicas de avaliação ambiental que não dependam de *rankings* ou transformação dos dados (PAULVANNAN et al., 2020).

O instrumento também deve ser aprimorado para se tornar mais sensível a questões que potencialmente influenciam o desempenho ambiental dos países. Dos

Santos e Brandi (2014) conduzem uma análise de correlação entre indicadores do Índice de Desempenho Ambiental (IDA) e do Índice de Competitividade Global (SCHWAB, 2018). O trabalho aponta que não há um trade-off entre competição e desempenho ambiental e indica elementos metodológicos para a construção de um índice composto que avalie simultaneamente a competitividade e o desempenho ambiental dos países. Fredericks (2012) questiona a construção metodológica de diferentes índices e indicadores voltados para a mensuração dos níveis de sustentabilidade no que diz respeito à incorporação de questões voltadas à justiça social. Para a autora, as tentativas de mensuração incluem diferentes aspectos teóricos, mas as limitações de dados e a falta de uma definição comum impedem um acompanhamento eficaz de elementos relacionados à justiça social.

A replicação da modelagem do IDA originário do *Environmental Performance Index* (PEI) (WENDLING et al., 2020) permitiu a estruturação de índices com aprimoramentos e correções metodológicas (FRANK et al. 2016; COELHO et al., 2012). Em conjunto com a utilização do indicador em mais setores e análises (BENGTSSON-PALME et al., 2018; RACHISAN et al., 2015; RADU; 2012), a capacidade de monitoramento desse instrumento de gestão ambiental é progressivamente aprimorada.

5.6 Considerações Finais

A análise bibliométrica foi conduzida com índices de citação, cocitação e acoplamento bibliográfico (*coupling*), além de um levantamento de coocorrência para as palavras utilizadas nos trabalhos. Com essas análises, foi possível identificar que as pesquisas relacionadas ao IDA abordam temas centrais da discussão ambiental.

Os impactos ambientais oriundos da expansão econômica e comercial dos países configuram um dos motivadores ao desenvolvimento de instrumentos para a mensuração dos impactos antrópicos ao meio ambiente, inclusive do IDA. Muitos trabalhos utilizam aspectos teóricos propostas na Curva de Kuznets Ambiental e na *pollution haven hypothesis*, utilizados tanto para a investigação dos efeitos ambientais de elementos específicos (eficiência energética, abertura comercial, fluxo de investimentos diretos), quanto para o monitoramento do desempenho em termos de sustentabilidade ambiental de países, regiões e cadeias produtivas.

Conclui-se que as avaliações relacionadas ao IDA frequentemente apontam para questões metodológicas vinculadas à sua construção. Ao mesmo tempo, a disseminação de instrumentos ambientais de monitoramento responde à uma demanda por avaliações cada vez mais abrangentes e agregadoras, e a construção dos índices é frequentemente subjetiva e de pouco rigor técnico.

Um dos principais problemas deriva da forma com que os pesos são atribuídos a cada um dos indicadores dos índices compostos. Outra questão metodológica consiste nos dados utilizados para retratar as variáveis selecionadas, com críticas voltadas a falta de transparência, precisão, verificabilidade e capacidade dessas estatísticas retratarem flutuações no desempenho ambiental. A escolha das variáveis que formam os instrumentos, por sua vez, frequentemente carece de sustentação teórica. É comum a omissão de variáveis socioambientais de relevância para análises de sustentabilidade.

Apesar dos problemas identificados, os instrumentos de mensuração do desempenho ambiental apresentam um papel relevante para o monitoramento, divulgação e conscientização de questões relacionadas a sustentabilidade. Mais pesquisas devem ser realizadas no sentido de ampliar a utilização tanto do IDA convencional quanto de novas abordagens e aplicações do instrumento de monitoramento do desempenho ambiental. As discussões sobre robustez e fragilidade metodológica desses instrumentos auxiliam justamente no aprimoramento e na ampliação da utilização do IDA e de outros índices e indicadores.

A demanda por avaliações referentes a qualidade e sustentabilidade ambiental reflete a percepção sobre a importância dos recursos ambientais e de seus serviços para os sistemas econômicos. O IDA é um dos indicadores além dos cálculos baseados em valores monetários que a literatura ressalta como de grande importância para compor o entendimento dos diversos elementos que compõem a avaliação de sustentabilidade.

CAPÍTULO 6

ENSAIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO IDA NO BRASIL

6.1 Introdução

No Brasil, a avaliação da conformidade ambiental das diferentes atividades vinculadas à navegação é uma responsabilidade do poder público (BRASIL, 2001). Nesse contexto, cabe à Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) o acompanhamento da aderência dos diferentes agentes que atuam no setor portuário e de transporte marítimo aos objetivos e políticas ambientais.

O Sistema Integrado de Gestão Ambiental (SIGA), estruturado progressivamente pela Antaq desde a sua fundação, em 2001, inovou ao realizar vistorias e levantamentos de informações ambientais nos portos. Esses sistemas de gerenciamento ambiental, baseados em indicadores quantitativos, são uma resposta do poder público e do setor produtivo a demandas sociais e políticas por ações de monitoramento do meio ambiente (LUZ et. al., 2006), sendo ampla a sua utilização como instrumento de mensuração e acompanhamento de impactos ambientais (PARRIS e KATES, 2003).

Como desdobramento do SIGA, a Agência firmou, em 2011, termo de cooperação com Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes da Universidade de Brasília (CEFTRU/UnB) para o desenvolvimento de índice de desempenho ambiental de instalações portuárias⁶³. Em 26 de setembro de 2012, foi editada a Resolução nº 2.650, que aprova os instrumentos de acompanhamento e controle de gestão ambiental em instalações portuárias, dentre eles o Índice de Desempenho Ambiental (IDA) (ANTAQ, 2012).

A estruturação do IDA pela Antaq está alinhada a iniciativas similares em outros setores e países de mensuração e monitoramento de questões ambientais. Nesse sentido, destaca-se o *Environmental Performance Index* (EPI), que avalia evolução do desempenho de diferentes países em termos da sustentabilidade (EMERSON et al., 2010). O índice EPI, além de ser utilizado em uma série de avaliações a respeito do desempenho ambiental dos países (SHITTU et al., 2021; DKHILI, 2019; OZCAN et al., 2019; ARBOLINO et al., 2018; BENGTTSSON-PALME et al., 2018; DIGKOGLOU e PAPATHANASIOU, 2018; KAKLAUSKAS et al., 2018; JEFFORDS e MINKLER,

⁶³<http://portal.antaq.gov.br/index.php/meio-ambiente/indice-de-desempenho-ambiental/>
- Acessado em 26/01/2020

2016; HUANG et al., 2016; CHAKRABORTY e MUKHERJEE, 2013; HSU et al., 2013; HUANG et al., 2012), também fomentou a replicação de sua metodologia para exercícios de mensuração do desempenho ambiental nos mais diversos setores (COELHO et al., 2012; FRANK et al., 2016; RACHISAN et al., 2015; RADU, 2012; ROCHA et al., 2017; NETO et al., 2020), como é o caso do IDA da Antaq.

A utilização de índices para o monitoramento ambiental, tal qual o da Antaq e o EPI, apresenta uma série de vantagens, como a capacidade de agregar diferentes questões ambientais em um mesmo índice, o que facilita a comparação, divulgação e compreensão dos resultados (HSU et al., 2013; ROGEE, 2012). No entanto, existem questionamentos quanto à eficácia analítica (BENGTSSON-PALME et al., 2018) e à qualidade metodológica desses instrumentos (OȚOIU e GRĂDINARU, 2018; MAMAT et al., 2016); LIU et al., 2017, HSU et al., 2013), especialmente em relação às variáveis utilizadas (WITULSKI e DIAS, 2020; GARLAND et al., 2017; POPESCU et al., 2017b; SHAKER e ZUBALSKY, 2015; HSU et al., 2012) e aos pesos atribuídos aos indicadores (PAULVANNAN et al., 2020, ATHANASOGLU et al. 2014; ROGGE, 2012).

O IDA elaborado pela Agência já foi objeto de análise em outros trabalhos (ALVAREZ GUEDES, 2018; ROCHA et al., 2017; SANTOS e GONÇALVES, 2017). Em complemento a essas avaliações, o trabalho em apreço propõe-se a avaliar aspectos robustos e frágeis do IDA à luz da teoria econômica, utilizando-se da literatura técnico-científica pertinente e dos relatórios e documentos oficiais da Agência. Espera-se, dessa forma, identificar pontos de aprimoramento à construção e utilização do instrumento de avaliação ambiental dos portos brasileiros.

6.2 Questões metodológicas da estruturação e utilização do IDA

6.2.1 Metodologia de construção do IDA

O Índice de Desempenho Ambiental (IDA), elaborado pela Antaq, é construído com base em indicadores divididos em 4 categorias (Quadro 16): econômico-operacional, sociocultural, físico-química e biológico-ecológica. Ao todo, são 14 indicadores globais que, por sua vez, baseiam-se em 38 indicadores específicos.

Quadro 16 - Estrutura de construção do IDA – por categoria e grupo de indicadores.

Categoria	Indicador Global
Econômico-operacional	Governança ambiental
	Segurança
	Gestão das operações portuárias
	Gerenciamento de energia
	Custos e benefícios das ações ambientais
	Agenda ambiental
	Gestão condominial do porto organizado
Sociocultural	Educação ambiental
	Saúde Pública
Físico-química	Monitoramento da água
	Monitoramento do solo e material dragado
	Monitoramento do ar e ruído
	Gerenciamento de resíduos sólidos
Biológico-ecológica	Biodiversidade

Fonte: Autor.

A metodologia de construção do IDA consiste na análise multicritério definida como Processo de Análise Hierárquica (AHP - *Analytic Hierarchy Process*), amplamente explorado e utilizado na literatura (LUZ et al., 2006). A análise multicritério é aplicada em avaliações ambientais por ser uma ferramenta capaz de mensurar quantitativa e qualitativamente parâmetros e critérios diversos, com uma capacidade mais abrangente e flexível em comparação com análises custo-benefício e custo-efetividade, por exemplo (BROWNE et al., 2011). Especialmente quando em conjunto com outras ferramentas de mensuração, o método é capaz de avaliar prioridades, preferências, valores e objetivos ambientais, além de aprimorar a qualidade das decisões ao torná-las explícitas e sistematizadas, capaz de capturar, através da análise qualitativa, impactos menos tangíveis (MUNDA, 2016).

Apesar da análise multicritério ter como ponto positivo o potencial de incorporar diversos elementos que impactam o meio ambiente, os critérios para a valoração e o peso das variáveis apresentam grande subjetividade (CASTRO, 2014) e frequentemente dependem mais da disponibilidade do que da pertinência dos dados (ROGGE, 2012). É recorrente a arbitrariedade na definição das variáveis, além do baixo rigor técnico e teórico (MUNDA, 2016; BÖHRINGER e JOCHEM, 2007) e do viés e credibilidade na construção desses instrumentos (OȚOIU E GRĂDINARU, 2018).

Niemeijer e de Groot (2008) revisaram uma série de estudos e identificaram que critérios formais para a seleção das variáveis, quando utilizados, ocorrem para a avaliação individual dos indicadores, e não se aplicam à identificação de possíveis interrelações, apesar da agregação dos indicadores em um mesmo índice. Os autores ressaltam que um maior rigor teórico na seleção e avaliação potencializa a utilidade e credibilidade dos dados, o que reduz as discrepâncias em avaliações que, por terem pouca robustez teórica, usualmente produzem resultados distintos para um mesmo objeto de estudo.

Vale ressaltar que certo nível de subjetividade na estruturação dos cálculos pode não comprometer as avaliações baseadas nesses valores. Niemeijer (2002) separa as metodologias para a construção de indicadores e índices entre aquelas focadas na disponibilidade de dados daquelas que priorizam a justificativa teórica, cada qual com vantagens e desvantagens analíticas, sem que tenha sido identificada uma superioridade de uma em relação a outra. A constatação apresenta significância prática, já que a dificuldade na obtenção de dados é um dos elementos cruciais para a avaliação ambiental, especialmente no setor de transportes.

No caso do IDA desenvolvido pela Antaq, os indicadores são muito similares aos construídos pela European Sea Ports Organisation (ESPO) no monitoramento da gestão ambiental dos portos que integram a iniciativa conhecida como ECOPORTOS (ESPO, 2018), considerados referência no setor (SANTOS e GONÇALVES, 2017). Os indicadores específicos do IDA⁶⁴, apresentados no Quadro 17, são construídos de acordo com questionários enviados aos terminais e autoridades portuárias, que podem escolher umas das opções de resposta para cada indicador, de acordo com o nível de atendimento daquele ponto específico (Anexo A). Cada indicador específico e global apresenta um peso determinado (apresentados em parênteses no Quadro 17), assim como as categorias que os reúnem. A soma das quatro categorias revelará o valor do IDA para uma instalação específica, sendo o valor teórico máximo 1 (multiplicado por 100 para facilitar a leitura) e o mínimo zero.

⁶⁴ Alguns indicadores específicos são levantados apenas para os portos públicos.

Quadro 17 - Construção do Índice de Desempenho Ambiental – IDA.
(peso dos indicadores entre parênteses)

Categoria	Indicadores Globais	Indicadores Específicos	
Econômico-operacional (0,718)	Governança ambiental (0,216)	Licenciamento ambiental das instalações (0,117)	
		Quantidade e qualificação dos profissionais no núcleo ambiental (0,033)	
		Treinamento e capacitação ambiental (0,016)	
		Auditoria ambiental (0,050)	
	Segurança (0,160)	Banco de dados oceanográficos/hidrológicos e meteorológicos/climatológicos (0,016)	
		Prevenção de riscos e atendimento a emergência (0,108)	
		Ocorrência de acidentes ambientais (0,036)	
	Gestão das operações portuárias (0,098)	Ações de retirada de resíduos de navios (0,065)	
		Operações de contêineres com produtos perigosos (0,033)	
	Gerenciamento de energia (0,027)	Redução do consumo de energia (0,019)	
		Geração de energia limpa e renovável pelo porto (0,006)	
		Fornecimento de energia para navios (0,002)	
	Custos e benefícios das ações ambientais (0,068)	Internalização dos custos ambientais no orçamento (0,068)	
	Agenda ambiental (0,039)	Divulgação de informações ambientais do porto (0,004)	
		Agenda ambiental local (0,018)	
		Agenda ambiental institucional (0,010)	
		Certificações Voluntárias (0,007)	
	Gestão condominial do porto organizado (0,110)	Controle do desempenho ambiental dos arrendamentos e operadores pela Autoridade Portuária (0,038)	
		Licenciamento ambientais das empresas (0,026)	
		Plano de Emergência Individual dos terminais (0,15)	
Auditoria ambientais dos terminais (0,008)			
Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dos terminais (0,011)			
Certificações voluntárias das empresas (0,004)			
Programa de educação ambiental nos terminais (0,008)			
Sócio-cultural (0,075)	Educação ambiental (0,050)	Promoção de ações de educação ambiental (0,050)	
	Saúde Pública (0,025)	Ações de promoção da saúde (0,008)	
Físico-química (0,158)	Monitoramento da água (0,039)	Qualidade ambiental do corpo hídrico (0,025)	
		Drenagem pluvial (0,004)	
		Ações para redução e reuso da água (0,010)	
	Monitoramento do solo e material dragado (0,024)	Área dragada e disposição de material dragado (0,012)	
		Passivos Ambientais (0,012)	
	Monitoramento do ar e ruído (0,015)	Poluentes atmosféricos - gases e particulados (0,011)	
		Poluição sonora (0,004)	
	Gerenciamento de resíduos sólidos (0,080)	Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS (0,080)	
	Biológico-ecológica (0,049)	Biodiversidade (0,049)	Monitoramento de Fauna e Flora (0,010)
			Animais sinantrópicos (0,029)
Espécies aquáticas exóticas/invasoras (0,010)			

Fonte: Autor, com base em ANTAQ (2016).

O indicador específico com maior peso refere-se ao licenciamento ambiental das instalações, que responde por 12% do valor do IDA e integra o conjunto denominado “governança ambiental”, também o de maior valor dentre os indicadores globais. Este indicador compõe a categoria econômico-operacional, responsável por 72% do valor do IDA, e refere-se ao cumprimento de uma exigência legal das instalações portuárias inerentes às atividades produtivas do país (CONAMA, 1997). As demais categorias por peso no IDA são físico-química (16%), sociocultural (8%) e biológico-ecológico (5%). Quase metade da nota do IDA é determinada por seis indicadores específicos que, além do licenciamento ambiental, incluem (pesos específicos em parênteses): Prevenção de riscos e atendimento a emergência (0,108), Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS (0,080), Internalização dos custos ambientais no orçamento (0,068), Ações de retirada de resíduos de navios (0,065) e Promoção de ações de educação ambiental (0,050).

Os indicadores contam com três ou cinco respostas possíveis, denominadas “atributos”, sendo a opção no questionário sinalizada como N1 o grupo de pior desempenho e N5 a de melhor desempenho (ou N3, quando o indicador contar com apenas três opções). O Anexo A detalha as perguntas enviadas e as categorias de respostas possíveis para cada pergunta do questionário. A fórmula do IDA para cada instalação portuária em cada ano é dada por:

$$IDA_{it} = \sum_{i=1}^N w_{it} x_{it} \times 100, \quad (1)$$

onde w_{it} é o peso do indicador i e x_{it} é o valor do atributo avaliado no indicador i , todos no tempo t .

Cada indicador específico apresenta um peso que, agregado aos demais do seu grupo específico, representara uma nota para cada um dos 14 grupos de indicadores globais. A estrutura de cálculo do índice é similar ao Índice de Performance Ambiental (*Environmental Performance Index – EPI*) (Böhringer e Jochem, 2007), que avalia as políticas ambientais de 180 países com base em 24 indicadores⁶⁵. O Quadro 18 apresenta a estrutura do EPI de acordo com as categorias e pesos atribuídos a cada um dos indicadores.

⁶⁵ <https://epi.envirocenter.yale.edu/2018-epi-report/introduction> - Acessado em 31/01/2020

Quadro 18 - Construção do *Environmental Performance Index* – EPI.

Objetivo	Categoria	Peso	Indicador	Peso
Saúde Ambiental (40%)	Qualidade do Ar	20%	Exposição à PM _{2.5}	11%
			Combustíveis sólidos residenciais	8%
			Exposição ao ozônio	1%
	Saneamento e água potável	16%	Acesso inadequado ao saneamento	6%
			Acesso inadequado à água potável	10%
	Metais pesados	2%	Exposição ao chumbo	2%
Resíduos sólidos	2%	Controle de resíduos sólidos	2%	
Vitalidade Ecológica (60%)	Biodiversidade e Habitat	15%	Proteção ao bioma terrestre (nacional)	3%
			Proteção ao bioma terrestre (global)	3%
			Áreas de proteção marinha	3%
			Índice de áreas de proteção	2%
			Índice de habitat para espécies	2%
			Índice de proteção de espécies	2%
			Índice de Biodiversidade de Habitat	2%
	Serviços ecossistêmicos	6%	Perda de cobertura de florestas	5%
			Perda de cobertura de áreas de campo	0%
			Perda de cobertura de áreas úmidas	0%
	Indústria de pesca	6%	Nível de estoque de peixes	2%
			Índice Trófico Marítimo	2%
			Peixes capturados por pesca de arrasto	2%
	Mudança Climática	24%	Taxa de crescimento de CO ₂	13%
			Taxa de crescimento de CH ₄	4%
			Taxa de crescimento de gases fluorados	2%
			Taxa de crescimento de N ₂ O	1%
			Taxa de crescimento de carbono negro	1%
			CO ₂ derivado de cobertura terrestre	1%
			Tendência de GHG	1%
			GHG per capita	1%
	Emissão de poluentes	3%	Taxa de crescimento de SO ₂	2%
			Taxa de crescimento de NO _x	2%
Agricultura	3%	Índice de gestão sustentável do nitrogênio	3%	
Recursos hídricos	3%	Tratamento de resíduos hídricos	3%	

Fonte: Autor, com base em Wendling et al. (2020). Tradução livre.

Assim como em outros instrumentos de mensuração e monitoramento ambiental, o IDA apresenta problemas relacionados à definição dos pesos dos indicadores. Os pesos utilizados foram definidos de forma arbitrária, sem a apresentação de justificativa técnica ou científica. Dessa forma, há pouca transparência quanto a pertinência de determinados indicadores apresentarem pesos superiores, o que corrobora o risco e viés do indicador apontado pela literatura (ATHANASOGLU et al., 2014). Destaca-se o peso do

indicador referente ao “licenciamento ambiental”, por se tratar de uma obrigação legal inerente a todas as instalações portuárias e responder por 11,7% do valor do IDA.

Do ponto de vista da definição dos indicadores que compõem o IDA, a existência de instrumentos legais, normativos e regulatórios pode constituir uma justificativa para a escolha dos parâmetros. Do total de 38 indicadores específicos, 25 apresentam alguma correspondência legislativa, incluindo legislação nacional e internacional com efeitos no Brasil (Quadro 19). No entanto, a justificativa de utilização de parâmetros pela existência de legislação ou normativos de referência não está explícita na construção do IDA (Antaq, 2012).

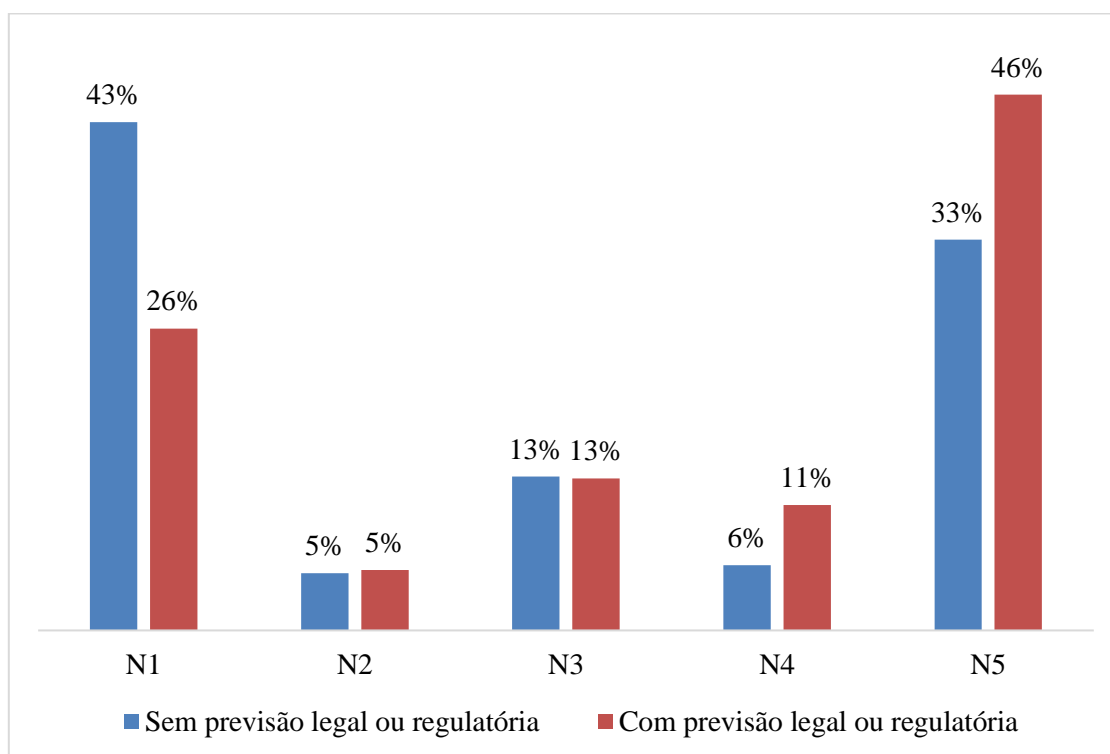
A inclusão desses elementos para mensuração do desempenho ambiental é positiva, e se beneficia da necessidade dos terminais e portos atenderem a obrigações legais, o que pode influenciar o desempenho das instalações portuárias nos diferentes indicadores ambientais. Percebe-se que nos casos em que há algum tipo de dispositivo, 46% das respostas concentram-se no intervalo de maior desempenho (Figura 19). No caso dos indicadores sem essa definição, esse valor é de 33%. O desempenho inverte-se no caso da categoria com pior desempenho, em que os indicadores sem previsão legal ou regulatória concentram 43% das respostas, contra apenas 26% do outro grupo. O desempenho superior desses indicadores permite identificar as lacunas legais que precisam ser preenchidas como uma forma de apaziguar os efeitos adversos ao meio ambiente causado pelas atividades portuárias e do transporte marítimo.

Quadro 19 - Legislação de referência usada para a construção do indicador IDA.

Indicador	Legislação de referência
Ações de promoção da saúde	Lei nº 12.815/2013, Portaria SEP 104/2009.
Ações de retirada de resíduos dos navios	Art. 5º da Lei nº 9.966/2000, Resolução ANTAQ nº 2190/2011, RDC-ANVISA nº 56/2008, RDC-ANVISA nº 72/2009, Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios - MARPOL 73/78.
Agenda ambiental institucional	Portaria CIRM nº 006/1998, Agenda 21,
Agenda ambiental local	Portaria CIRM nº 006/1998, Agenda 21,
Animais sinantrópicos	Art. 105 e Anexo XII da Resolução da Diretoria Colegiada- RDC-ANVISA nº 72/2009, Instrução Normativa do IBAMA Nº 141/2006.
Área dragada e de disposição	Resolução CONAMA nº 344/2004, Portaria MMA nº 424/2011.
Auditoria ambiental	Art. 9º da Lei nº 9966/2000, Resolução CONAMA nº 306/2002 e Decreto nº 4.136/2002.
Auditoria ambiental dos terminais	Art. 9º da Lei nº 9966/2000 e Resolução CONAMA nº 306/2002.
Cargas Perigosas	Resolução ANTAQ nº 2239/2011, Art. 27, inciso XIX da Lei nº 10.233/2001, NR 29, Código Marítimo Internacional de Produtos Perigosos - IMDG Code, NBR 14253/1998.
Comunicação das ações ambientais	Lei nº 12.527/2011.
Drenagem pluvial	Portaria MMA nº 424/2011, Lei nº 6938/1981, Lei nº 9605/1998.
Espécies exóticas / invasoras	NORMAM 20, Avaliação de Risco da Introdução de Espécies Exóticas (Programa Globallast), Portaria SEP 104/2009.
Internalização dos custos ambientais	Lei 12.815/2013 Art. 17º § 1º, IV. Portaria SEP 104/2009 Art. 7º.
Licenciamento ambiental	Art. 10 da Lei nº 6.938/1981, Art. 34 do Decreto nº 4.340/2002, Lei Complementar nº 140/2011, Resolução CONAMA nº 237/1997. Art. 10 da Lei nº 6.938/1981, Decreto 8.437/2015.
Monitoramento Fauna e Flora	Termo de Referência de Relatório de Controle Ambiental - RCA para Regularização Portuária, Portaria do MMA nº 424/2011.
Papel da autoridade portuária	Lei 12.815/2013 e Regulamento de Exploração do Porto
Passivos Ambientais	Portaria MMA nº 424/2011, Lei nº 6.938/ 1988, Lei nº 9.605/1998.
Plano de Emergência Individual (PEI) dos terminais	Art. 7º da Lei nº 9966/2000, Resolução CONAMA nº 398/2008.
Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS	Resolução CONAMA Nº 005/1993, Lei nº 12.305/2010, Resolução CONAMA 275/01, Decreto nº 7.404/ 2010, Portaria MMA nº 424/2011, RDC nº 72/2009, RDC 49/2013, NBR 10.004/2004, RDC nº 56 de 06/08/2008, RDC nº 345 de 16/12/2002, Portaria SEP 104/2009.
Planos de contingência de Saúde	Regulamento Sanitário Internacional – RSI - MERCOSUL/GMC/RES. Nº 26/15
Poluentes atmosféricos	Lei nº 12.187/2009, Decreto nº 7.390/2010, Resolução CONAMA nº 005/1989, Resolução CONAMA nº 003/1990, Resolução CONAMA nº 008/1990, Portaria MMA nº 424/2011.
Poluição Sonora	Resoluções CONAMA nº 001/1990, Portaria MMA nº 424/2011, Normas NBR-10.151, NBR-10.152, NR 29, Portaria N.º 25/1994, do MTE
Prevenção de riscos	Art. 7º da Lei nº 9966/2000, Resolução CONAMA nº 398/2008, NR 29 e NR 9 (MTE).
Promoção de Ações de educação ambiental	Lei nº 9.795/1999, Decreto nº 4.281/2002, Portaria MMA nº 424/2011. Lei nº 6938/01, Portaria SEP 104/2009
Qualidade do corpo hídrico	Portaria MMA nº 424/2011, Resolução CONAMA nº 357/2005.

Fonte: Autor.

Figura 19 - Desempenho dos indicadores IDA em função da existência de legislação ou regulamento.



Fonte: Autor, com base em Antaq (2019b).

6.2.2 Abrangência do IDA

O IDA propõe-se a avaliar a conformidade ambiental do sistema portuário brasileiro. Para tanto, é imprescindível que o instrumento englobe, se não a totalidade, ao menos a maior parte das instalações responsáveis pela movimentação de carga originária do transporte aquaviário, sejam elas públicas ou privadas.

Em 2012, quando se iniciaram os levantamentos do IDA, os questionários foram realizados em 29 portos organizados do país e no Terminal portuário do Pecém, instalação privada que tem como acionista o Governo do Estado do Ceará. As pesquisas foram semestrais nos anos de 2013, 2014 e 2015. Em 2016, 2017 e 2018, foram feitas pesquisas anuais, que nos últimos dois anos foi estendida para os terminais de uso privado (TUPs) brasileiros.

Figura 20 - Localização e quantidade de instalações portuárias públicas e privadas que responderam ao IDA em 2018.



Fonte: <http://web.antaq.gov.br/ResultadosIda/> - Acessado em 26/01/2020.

No total, 123 portos responderam ao levantamento de 2018, sendo 30 públicos e 93 terminais privados. A Figura 20 revela a localização dessas instalações, com os números indicando a quantidade concentrada em uma mesma localidade e os dois marcadores vermelhos para os terminais privados da Caramuru Alimentos, em São Simão (Goiás), e o Terminal Aquaviário Solimões, em Coari (Amazonas). Percebe-se uma grande dispersão de infraestruturas portuárias pelo país, com a região Sudeste concentrando 29% do total, seguida pela região Norte (28%), Nordeste (21%) e Sul (19%). Os terminais fluviais respondem por cerca de 30% de todas as instalações, sendo 3 dessas na região Centro-Oeste, que responde por apenas 2% do quantitativo total nacional.

O conjunto de instalações portuárias que responderam ao IDA representa grande parte da movimentação de cargas no país. Em 2018, 97% da tonelagem total de cargas movimentadas nos portos brasileiros ocorreram em portos sob avaliação do IDA, sendo que no caso das cargas containerizadas esse valor alcançou praticamente a totalidade da movimentação. Isso deve-se ao fato de quase todos os portos públicos, maiores movimentadores de contêineres, serem avaliados pelo IDA, e dos principais terminais privados movimentadores de granéis terem sido incluídos nos levantamentos. Antes de 2017, quando a pesquisa não incluía esses terminais (exceto o terminal do Pecém), o universo representativo do IDA alcançava 35% do total das cargas movimentadas, conforme ilustrado no Quadro 20.

Quadro 20 - Participação dos terminais públicos e privados avaliados pelo IDA no total de movimentação portuária por tipo de carga (em % de toneladas)- 2012-2018.

Ano	Carga Containerizada	Carga Geral	Granel Líquido e Gasoso	Granel Sólido	Total Geral
2012	84	31	21	33	35
2013	79	35	23	35	36
2014	77	35	23	35	36
2015	76	34	24	33	35
2016	72	35	25	32	35
2017	99	78	97	96	96
2018	100	94	95	98	97

Fonte: Autor, com dados da ANTAQ (2019).

Algumas considerações devem ser feitas a respeito do universo de instalações portuárias avaliadas pelo IDA. Desde o início do levantamento dos indicadores para a construção do IDA, apenas os portos públicos de Antonina (PA), Areia Branca (RN), Estrela (MT), Manaus (AM) e Pelotas (RS) não constaram em todos os questionários do índice. Em conjunto, esses complexos portuários representam cerca de 0,5% do total de cargas movimentadas anualmente, em toneladas. Já os portos públicos de Angra dos Reis e Forno, apesar de constar em todos os levantamentos, não declararam movimentação de carga em todos os períodos, inclusive em 2018.

Em relação aos terminais privados, três terminais responderam ao questionário em 2017, mas não movimentaram cargas, segundo o sistema de acompanhamento da Antaq: Brasco Logística Offshore (RJ), Terminal Aquaviário da Ilha Comprida (RJ) e o Terminal

Graneleiro de Barcarena (PA). Outros quatro TUPs deixaram de constar no levantamento de 2018, apesar de terem movimentado carga no período.

Apesar dessas observações, percebe-se que o universo de instalações pesquisadas expandiu-se consideravelmente e engloba, desde 2017, os principais portos públicos e terminais privados do país: dos 144 terminais privados com movimentação de carga declarada na Antaq em 2018, 93 constam no levantamento do IDA (65%). No caso dos portos públicos, apenas três pequenos complexos portuários que movimentaram cargas em 2018 não são pesquisados. O Quadro 21 resume esses dados.

Atualmente, as avaliações do IDA respondem por boa parte da realidade do setor portuário brasileiro, tanto em termos de participação no total movimentado quanto na quantidade de instalações. O índice é satisfatório também no que diz respeito aos objetivos de se ter uma medição quantitativa periódica de questões ambientais, enumerados por Melo e Pegado (2006) apud Luz et al. (2006) como os de sintetizar e comunicar o conjunto de informações necessárias à avaliação ambiental; identificar as ações ambientais prioritárias; e mensurar e comparar os níveis atuais de aderência ao desempenho ambiental desejado. Dessa forma, o IDA destaca-se positivamente em termos de abrangência e periodicidade dos levantamentos.

Quadro 21 - Relação de terminais seleccionados com movimentação de carga declarada na Antaq e com avaliação no IDA por tipo de instalação e por ano (totais por tipo de gestão e agregado em negrito)- 2012-2018.

Tipo	Nome da Instalação	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
		Carga	IDA	Carga	IDA	Carga	IDA	Carga	IDA	Carga	IDA	Carga	IDA	Carga	IDA
Público	Angra dos Reis	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x
	Antonina	x		x		x		x		x		x		x	
	Areia Branca	x		x		x		x		x		x		x	
	Estrela	x		x		x									
	Forno	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x
	Manaus							x		x		x		x	
	Pelotas	x		x		x		x		x		x	x	x	x
	Total de Terminais	33	29	33	29	33	29	33	29	32	29	32	30	31	30
Privado	Terminal CCPN											x	x	x	
	Carinhoso											x	x	x	
	Terminal Tergasul											x	x	x	
	Companhia Portuária Vila Velha											x	x	x	
	Brasco Logística Offshore												x	x	x
	Terminal Aquaviário da Ilha Comprida												x		
	Terminal Graneleiro de Barcarena												x		
	Total de Terminais	102	1	105	1	116	1	123	1	130	1	144	87	144	93
Total Geral	135	30	138	30	149	30	156	30	162	30	176	117	175	123	

Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019)

6.2.3 Eficácia do IDA no monitoramento do desempenho ambiental

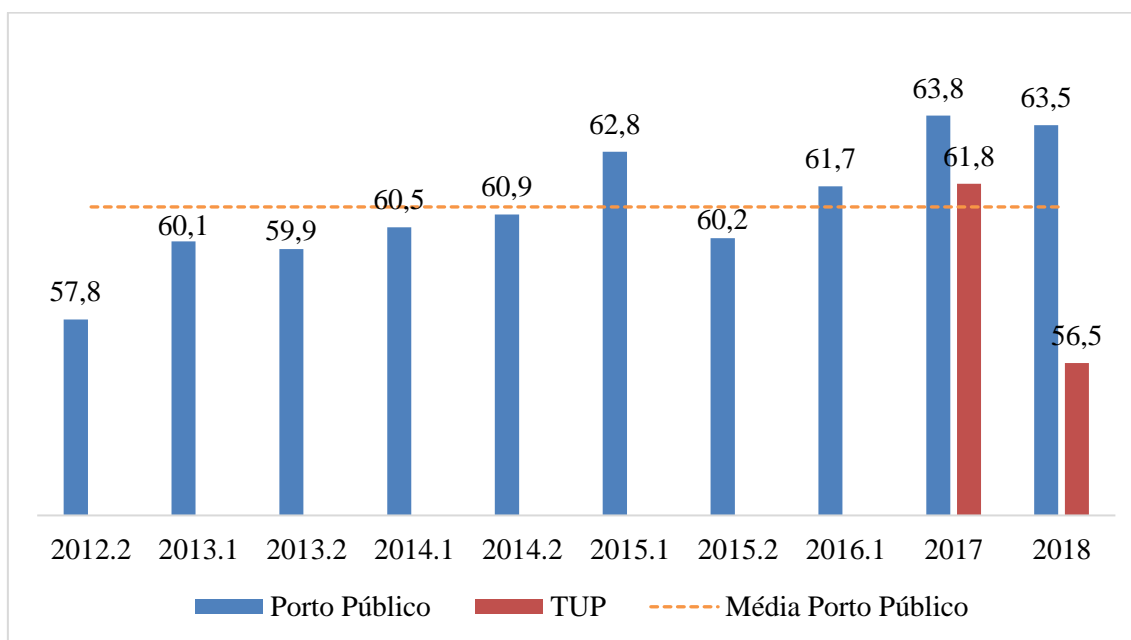
A avaliação eficaz da conformidade ambiental depende da capacidade do IDA identificar desempenhos satisfatórios ou negativos, não apenas dos terminais e instalações portuárias em individual, mas também de elementos específicos avaliados pelos indicadores. Nesse sentido, o IDA permite que as notas sejam agregadas para o conjunto de portos públicos e privados, ou mesmo para todos os terminais avaliados. O Anexo B apresenta o desempenho por atributo, em 2018, para cada um dos indicadores separado por tipo de gestão portuária. O Anexo C apresenta o desempenho específico para cada instalação no mesmo ano.

6.2.3.1 Avaliação por tipo de instalação portuária

A análise por tipo de instalação portuária mostra que os portos públicos apresentam um desempenho na média superior ao dos terminais privados no que se refere à eficiência e à qualidade da gestão ambiental. No ano de 2017 e 2018, períodos a partir dos quais os TUPs passaram a ser incorporados na avaliação da Antaq, os portos sob gestão pública apresentam um desempenho de dois e oito pontos acima da média dos portos privados, respectivamente⁶⁶.

O fato de os portos públicos serem avaliados desde 2012 pode ter contribuído para o desempenho mais satisfatório nesses últimos dois anos. De fato, foram os períodos com maiores médias para esse grupo, o que indica um efeito aprendizagem importante (Figura 21). Além disso, o grupo de portos públicos conta com menos instalações sob avaliação: são 30 portos organizados contra 93 terminais privados, em 2018, e 87, em 2017. No entanto, oito dos 38 indicadores que compõem o IDA não são avaliados no caso dos portos privados, por serem específicos de instalações administradas por autoridades portuárias (portos públicos), o que aumenta as exigências de atendimento de critérios de gestão e eficiência ambiental.

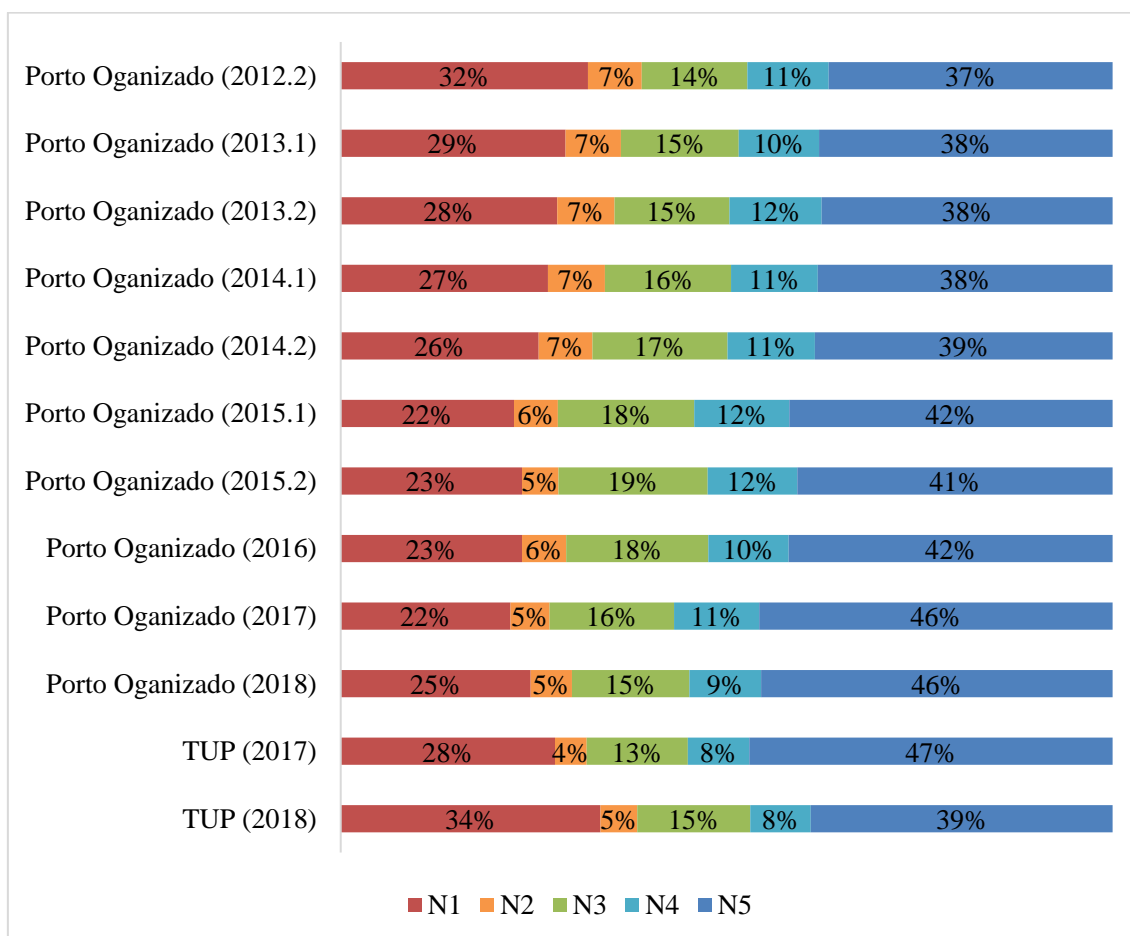
⁶⁶ O porto público de Pelotas (RS) passou a ser avaliado pelo IDA apenas em 2017, enquanto o terminal privado do Pecém consta nas pesquisas desde 2012. Nas avaliações agregadas por ano esses terminais serão analisados no conjunto de portos públicos.

Figura 21 - Evolução do IDA agregado por tipo de gestão portuária- 2012-2018.

Fonte: Autor, com base em dados da Antaq (2019b).

A evolução do desempenho ambiental pode ser avaliada pelo nível médio de atendimento dos indicadores por tipo de gestão portuária (Figura 22), e não apenas pela nota média global. No caso dos portos públicos, o percentual de atendimento aos critérios de desempenho máximo (N5) passou de 37%, no segundo semestre de 2012, para 46%, em 2018, enquanto no mesmo período o atendimento mínimo reduziu de 32% para 25%. Em relação aos TUPs, houve uma piora de 2017 para 2018 (únicos dois períodos de avaliação para esse tipo de terminal), quando o atendimento máximo caiu de 42% para 39% e o desempenho mínimo (N1) subiu de 28% para 34%.

Ressalta-se que a comparação entre instalações portuárias públicas e privadas apresenta limitações inerentes às diferentes exigências regulatórias, legais, operacionais e de gestão a que estão submetidas essas infraestruturas. Além dessas diferenças, os terminais privados tipicamente movimentam mais granéis, enquanto as instalações arrendadas em portos públicos também se destacam na movimentação de carga containerizadas. As particularidades do tipo de gestão e da natureza de carga predominante movimentada nos terminais incorre em riscos ambientais e necessidades de gestão diferenciados, o que também se reflete na conformidade aos indicadores do IDA.

Figura 22 - Evolução do desempenho do IDA por tipo de gestão portuária- 2012-2018.

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da Antaq (Antaq, 2019b).

6.2.3.2 Avaliação por região geográfica e instalação específica

O desempenho global do IDA pode ser analisado pela região geográfica em que se localizam os terminais ou por instalação individualmente. O desempenho do IDA em 2018 pode variar até 14 pontos entre a região com melhor desempenho (Nordeste) e com o pior desempenho (Norte), e, em 2017, 17 pontos entre a região com melhor desempenho (Sudeste) e pior desempenho (Norte). Percebe-se também uma grande variação entre os valores máximos e mínimos mapeados para as diferentes instalações por região (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho das instalações portuárias no IDA por região (2017 e 2018).

Região	Ano	Quantidade de Instalações	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Nordeste	2017	26	65,7	40,8	89,9	14,9
	2018	26	64	24,7	95,5	16,5
Sudeste	2017	31	70,4	53,6	93,9	11,4
	2018	36	62,6	32,6	87,3	14,6
Sul	2017	24	62,8	8,6	98,6	20,5
	2018	23	57,7	33,3	99,5	22,8
Centro-Oeste	2017	2	56,6	50	63,2	9,3
	2018	3	55,7	45	72,2	14,4
Norte	2017	34	52,9	26,9	89,1	15
	2018	35	50,2	9,1	74,3	15,9
Brasil	2017	117	62,5	8,6	98,6	16,6
	2018	123	58,3	9,1	99,5	17,8

Fonte: Autor, com base nos dados da Antaq (Antaq, 2019a), (Antaq, 2019b).

Em relação ao desempenho por instalação, os três primeiros colocados em 2018 foram os portos públicos de Itajaí (SC), Paranaguá (PR) e Itaqui (MA). O ranking revela que figuram na lista grandes complexos portuários que movimentam um conjunto de mercadorias a granel e containerizadas em seus diferentes berços (Santos/SP, Paranaguá/PR, Itajaí/SC) e outras instalações especializadas em um tipo de movimentação de carga, seja de contêineres, granel sólido ou líquido. A Tabela 3 destaca as 11 instalações mais bem posicionadas no ranking, com um detalhamento sobre o perfil das cargas movimentadas. O Anexo B apresenta a lista de desempenho completa por instalação portuária.

Com exceção do porto de Itajaí, que já contava com uma avaliação do IDA próximo do valor máximo desde a primeira pesquisa em 2012, esses portos apresentaram uma significativa melhora de desempenho no período, tendo o Porto de Paranaguá registrado um crescimento no índice de 185% e o de Itaqui de 33%. Vale destacar também o desempenho do Porto de Santos em 11º na avaliação de 2018, resultado do aumento em 33% na nota do IDA, desde 2012 (Tabela 3).

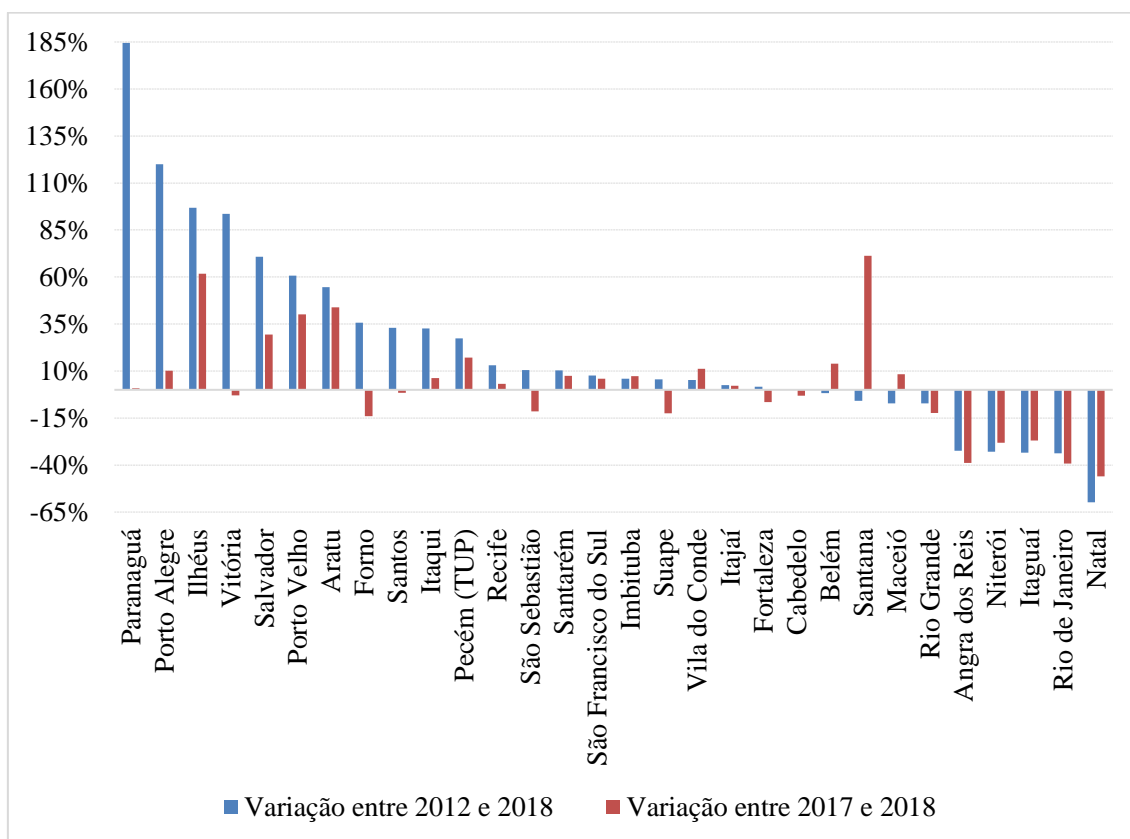
Tabela 3 - Movimentação de carga e de contêineres nos 11 portos com melhor avaliação no IDA 2018.

Tipo	Nome da Instalação/UF	IDA	Movimentação total de cargas em 2018		Movimentação total de Contêiner em 2018	
			Milhões de toneladas	Participação (%)	Milhões de TEUs	Participação (%)
Porto	Itajaí/SC	1º	4,0	0	0,4	4
	Paranaguá/PR	2º	48,5	4	0,8	8
	Itaquí/MA	3º	22,4	2	-	-
	Santos/SP	11º	107,5	10	3,2	32
TUP	Ponta da Madeira/MA	4º	198,1	18	-	-
	Pecém/CE	5º	17,2	2	0,3	3
	Portonave/SC	6º	8	1	0,7	7
	Terminal Guaíba/RJ	7º	41,2	4	-	-
	Almirante Barroso/SP	8º	44,1	4	-	-
	Cattalini/PR	9º	4,1	0	-	-
	Itapoá/PR	10º	7,1	1	0,6	6

Fonte: Autor, com base nos dados da Antaq (Antaq, 2019a), (Antaq, 2019b).

A lista inclui ainda sete terminais privados (TUPs), sendo o Terminal Ponta da Madeira responsável pelo escoamento de minério da mina da Vale em Carajás, o mais bem posicionado. Em seguida, os TUPs de Pecém e Portonave destacam-se na movimentação de contêineres, assim como o terminal de Itapoá. Os demais TUPs movimentam basicamente grãos sólidos (TIG) e líquidos (Almirante Barroso).

Em conjunto, os portos públicos e privados mais bem posicionados no ranking IDA representaram, em 2018, 45% da movimentação total de cargas e 60% da movimentação total de contêineres. Logo, pode-se afirmar que parte substancial das atividades portuárias no país ocorrem em instalações com bom desempenho em termos de atendimento dos critérios de gestão ambiental.

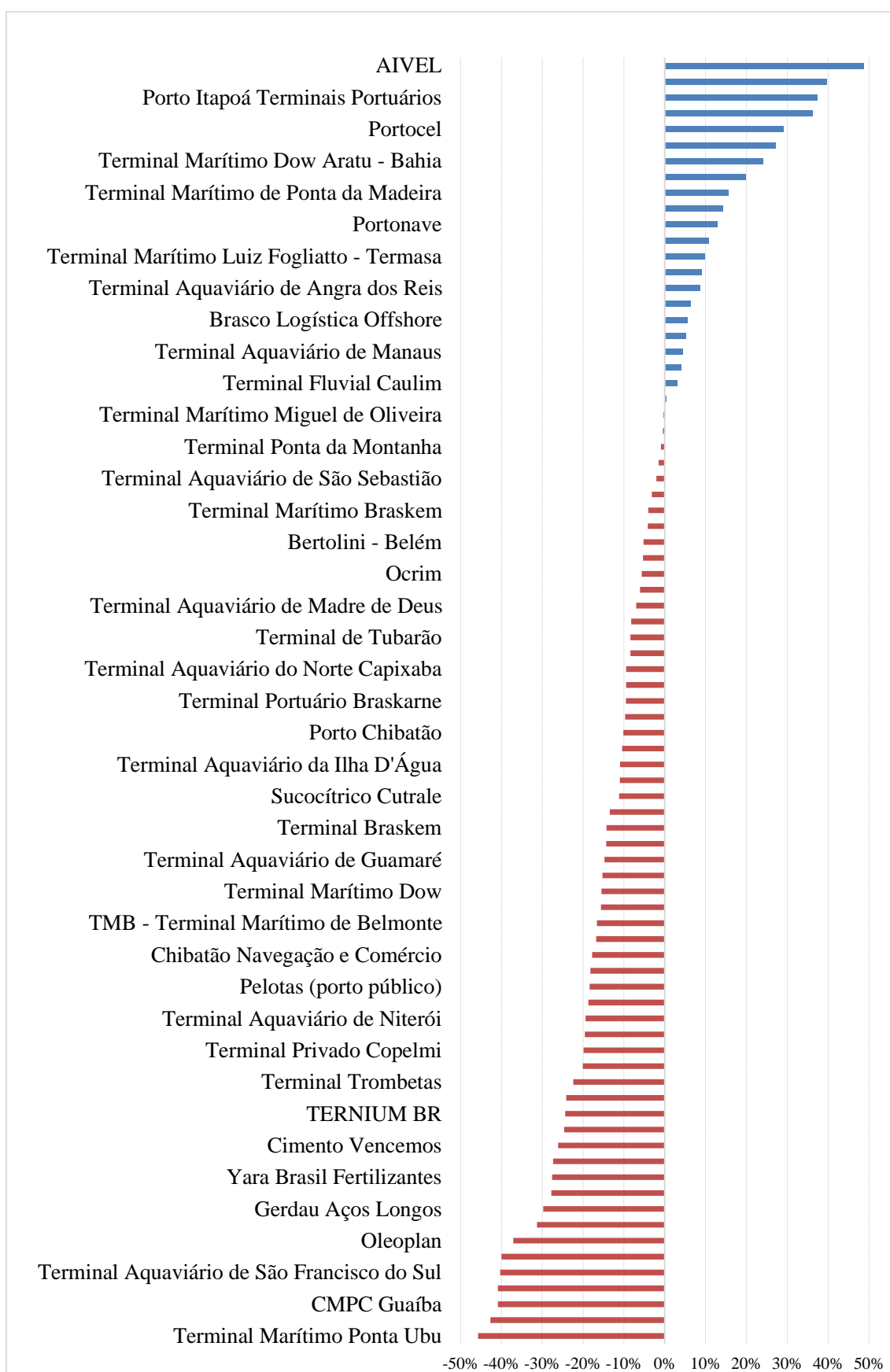
Figura 23 - Variação nas notas do IDA de instalações avaliadas desde 2012.

Fonte: Autor, com base em Antaq (2019b).

A avaliação do desempenho do IDA por instalação ao longo dos anos revela que, dentre as 30 instalações que foram pesquisadas desde 2012, 21 melhoraram o desempenho no índice na comparação de 2018 com o período inicial. Na comparação com 2017, 13 instalações apresentam uma piora de desempenho, sendo que 6 dessas também haviam reduzido os valores alcançados no IDA desde 2012. A Figura 23 apresenta esses dados.

Em relação às instalações que foram avaliadas a partir de 2017, todos terminais privados mais o porto público de Pelotas (RS), a preponderância é de um desempenho negativo: 59 reduziram os valores do IDA e 22 melhoraram o seu desempenho. Os dados podem ser observados no Figura 24. Ressalta-se que seis instalações foram pesquisadas apenas em 2017 e 12 apenas em 2018, o que não permite qualquer avaliação ao longo do tempo do desempenho no IDA nesses casos.

Figura 24 - Variação nas notas do IDA de instalações avaliadas desde 2017.



Fonte: Autor, com base em Antaq (2019b).

6.2.3.3 Avaliação por indicador específico

O IDA pode ser avaliado também pelo desempenho em cada um dos indicadores que compõem o índice. Uma análise inicial já demonstra uma divergência no desempenho por indicador entre os portos com gestão pública e privada, apresentada em detalhe no Anexo C. Em 2018, dentre os indicadores com melhor desempenho⁶⁷, destaca-se, em primeiro lugar, o referente ao licenciamento ambiental, com 84% dos portos organizados e 96% dos terminais privados possuindo licença de operação válida e vigente (Quadro 22). As demais instalações que não contam com essa habilitação ambiental já constam com processo de licenciamento para regularização, ou seja, o terminal aguarda a aprovação pelo órgão licenciador do estudo ambiental entregue⁶⁸. O alto nível de atendimento em relação ao licenciamento se manifesta no indicador de melhor desempenho dos portos públicos (Licenciamento ambiental das empresas), onde todos os terminais arrendados e/ou operadores avulsos nessas instalações estão com a habilitação ambiental em dia.

Outro indicador que figura dentre os de melhor desempenho para os dois tipos de gestão portuária é o referente ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). No caso dos portos públicos, 83% contam com PGRS em todos os terminais arrendados sob suas administrações. Em relação aos terminais privados, 62% de todos os terminais privados contam com coleta seletiva e reciclagem de resíduos e PGRS implementado e aprovado pelo órgão ambiental.

Dentre os indicadores com pior desempenho, constam em ambos os grupos o referente à existência nas instalações portuárias de sistema para fornecimento de energia aos navios (*Onshore Power Supply*- OPS), utilizados para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos e ruídos nas operações de carga e descarga. No caso, 95% dos terminais privados não contam com esse tipo de tecnologia e nem realizaram estudo para a sua implementação, sendo que nos terminais arrendados esse percentual é de 90%.

A redução das emissões de poluentes atmosféricos visa a melhorar a qualidade do ar nas instalações e nas cidades portuárias, já que, quando nessas localidades, os navios desligam os seus motores principais e utilizam os auxiliares, que são movidos a um tipo

⁶⁷ O indicador referente ao monitoramento ambiental da área dragada e de disposição consta como realizado para ambas as áreas em 85% dos portos públicos e 100% dos TUPs. No entanto, apenas um terminal privado foi avaliado nesse indicador (Terminal de Vila do Conde), sendo que o mesmo se repetiu para o indicador “Cargas Perigosas”. Ambos foram omitidos da lista no Anexo C de indicadores avaliados nos TUPs.

⁶⁸ Apenas o terminal privado Tergasul (Terminal de Gás do Sul) consta no levantamento de 2018 como sem licença e sem pedido de habilitação.

de combustível mais barato e com maiores níveis de poluição (ANTAQ, 2019b). Outro indicador que poderia contribuir para a redução de emissões e que também apresentou destaque negativo foi o referente aos tipos de energia utilizados nas instalações portuárias, onde 86% dos terminais privados não contam com energia limpa e renovável para atividades operacionais ou administrativas. Nos terminais arrendados em portos públicos, esse percentual é de 68%.

Um último indicador com baixo desempenho nos dois grupos foi referente a agenda ambiental local dos terminais. Do grupo de terminais privados, 72% sequer a elaboraram, sendo esse valor de 65% para os terminais arrendados. O Quadro 22 revela os indicadores de melhor e pior desempenho por tipo de gestão.

Quadro 22 - Indicadores de desempenho por tipo de gestão portuária.

	Porto público (Organizado)	Terminal Privado (TUP)
Ordem dos 5 indicadores com o melhor desempenho	Licenciamento ambiental das empresas	Licenciamento ambiental
	Papel da autoridade portuária	Ocorrência de acidentes ambientais
	Licenciamento ambiental	Auditoria ambiental
	Plano de Emergência Individual (PEI) dos terminais	Passivos Ambientais
	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) dos terminais	Plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS)
Ordem dos 5 indicadores com o pior desempenho	Fornecimento de energia para embarcações	Fornecimento de energia para embarcações
	Certificações voluntárias	Tipos de energia utilizados
	Tipos de energia utilizados	Comunicação das ações ambientais
	Agenda ambiental local	Agenda ambiental local
	Ações de redução e reuso de água	Espécies exóticas / invasoras

Fonte: Autor, com em Antaq (2019b).

Os resultados encontrados demonstram a necessidade de políticas e ações que conciliem os indicadores ambientais comuns aos tipos de gestão portuária, como é o caso da matriz energética nos terminais. A inexistência de legislação de referência para este indicador ambiental⁶⁹ para o baixo desempenho, especialmente para o caso de especificações voluntárias e para o fornecimento de energia.

⁶⁹ Os outros indicadores que não contam com legislação específica são: ações para redução e reuso da água; base de dados oceano meteorológicas; certificação das empresas; certificações voluntárias; consumo e eficiência no uso de energia; fornecimento de energia para embarcações; ocorrência de acidentes ambientais; quantidade e qualidade dos técnicos; tipos de energia utilizado; treinamento e capacitação ambiental.

A cooperação entre administrações públicas e privadas pode facilitar a melhora de indicadores com desempenho superior em um grupo, mas não em outro. Esse pode ser o caso das certificações voluntárias, em que 77% dos terminais arrendados em portos públicos não contam com nenhuma das certificações existentes⁷⁰ e tampouco com ações para obtê-las, contra apenas 28% do grupo total de terminais privados (TUPs). Ao mesmo tempo, o desempenho agregado superior dos portos organizados é inesperado, uma vez que as administrações portuárias públicas são costumeiramente caracterizadas por ineficiências de gestão, excesso de burocracia e reduzido volume de investimentos (CNI, 2018a; SANTOS e GONÇALVEZ, 2017). Esperar-se-ia mais agilidade e capacidade de resposta por parte dos terminais privados, incluindo para as questões ambientais.

Nesse sentido, pondera-se que algumas características possam ter contribuído para esse resultado. Primeiramente, vários dos indicadores que compõem o IDA dessas instalações dependem do desempenho satisfatório dos terminais arrendados em suas áreas, sob responsabilidade de terceiros. Logo, a avaliação dos portos públicos beneficia-se da eficiência dos terminais privados dentro de suas áreas, o que se verifica justamente nos indicadores de melhor desempenho desses grupos. Além disso, os portos públicos estão localizados em regiões urbanas e/ou de grande densidade populacional, o que aumenta a necessidade de atendimento das exigências sociais e da legislação ambiental. Os terminais privados, por sua vez, foram construídos com vistas ao escoamento da produção desde o ponto original de extração ou fabricação dos produtos até o porto, o que não necessariamente coincide espacialmente com grandes centros urbanos.

Ademais, como segundo ponto, vale mencionar o perfil de carga movimentado e os usuários que utilizam os serviços nesses terminais. Os portos públicos respondem por 33% da movimentação de cargas no país, com destaque para as cargas containerizadas, das quais 72% movimentam-se em instalações localizadas em portos administrados pelo Estado (Antaq, 2019a). Deles, partem serviços marítimos conhecidos como linhas regulares, com escalas programadas e uma grande quantidade de usuários a coletar e embarcar cargas. Logo, as empresas de navegação, os usuários nacionais e estrangeiros e os grupos empresariais que operam nos terminais dos portos organizados demandam constantes atualizações nas normas ambientais por parte das autoridades portuárias.

⁷⁰ São elas: Gestão da Qualidade (ISO 9001), Gestão Ambiental (ISO 14001), Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional (OHSAS 18001), Gestão da Responsabilidade Social (NBR 16001 / SA 8000). Outras certificações não listadas só são aceitas após análise pela ANTAQ.

Ainda em relação ao perfil da carga movimentada, vale ressaltar que, até a aprovação da lei 12.815/2013, conhecida como a “Nova Lei dos Portos”, uma série de definições legais e regulatórias impediram os terminais privados de movimentarem cargas de terceiros (CNI, 2014; BRASIL, 2013). A restrição de movimentação à carga própria tornava essas instalações em extensões de plantas fabris, desde a origem do produto até o ponto de escoamento. Essa limitação pode ter inibido o atendimento de critérios ambientais mais amplos ou mesmo a melhoria de desempenho.

Os portos públicos beneficiaram-se de aprendizagem e do incentivo positivo para aprimorar as ações e políticas ambientais em suas instalações, graças à existência do levantamento do IDA desde 2012. Os terminais privados, por sua vez, apenas responderam aos questionários em 2017 e 2018. No período, dos 38 indicadores levantados para os portos públicos, 29 tiveram um aumento no percentual de respostas com desempenho máximo (N3 ou N5). A quantidade de indicadores que perceberam uma queda na participação do intervalo de pior desempenho (N1) também foi de 29. A Tabela 4 resume o desempenho dos portos públicos no período em questão, enquanto a Tabela 5 faz o mesmo exercício para os portos privados, em que se indica a evolução do desempenho das instalações: redução no intervalo N1 e aumento no intervalo N3 ou N5.

O indicador que apresentou a melhor evolução no período foi o referente à disponibilidade nas instalações portuárias de um banco de dados oceano-meteorológicos sobre suas regiões de influência, seguido pelo licenciamento ambiental das empresas (discutido anteriormente) e pela auditoria ambiental dos terminais. A maior redução no intervalo de pior desempenho ocorreu no indicador referente ao levantamento e monitoramento de espécies invasoras ou exóticas, em que 65% dos portos públicos adotam ao tempo da pesquisa ações de fiscalização, monitoramento periódico e /ou combate a esses organismos.

Merece destaque, também, o fato de que 32% dos portos utilizam alguma fonte de energia renovável, em 2018, contra nenhum em 2012, e 61% passaram a adotar alguma ação para a redução do consumo de energia, especialmente pelo fato do indicador de matriz energética nos terminais apresentar um baixo desempenho para esse grupo de portos. As ações incluem o acompanhamento de indicadores de eficiência e adoção de medidas, metas e estratégias para redução do consumo de energia.

Tabela 4 - Variação nos indicadores levantados nos portos organizados entre 2012 e 2018 (em pontos percentuais).

Indicador	Pior intervalo (N1)	Melhor intervalo (N5 ou N3)
Base de dados Oceano Meteorológicas	-34	38
Licenciamento ambiental das empresas	-4	33
Auditoria ambiental dos terminais	-21	29
PEI dos terminais	-8	29
Internalização dos custos ambientais	-7	25
PGRS dos terminais	4	25
Tipos de energia utilizados	-32	23
Comunicação das ações ambientais	-18	22
Quantidade e qualidade dos técnicos	-8	22
Licenciamento ambiental	0	21
Consumo e eficiência no uso de energia	-31	17
Programa de EA nos terminais	-8	17
Drenagem pluvial	3	16
Poluentes atmosféricos	-8	16
Monitoramento Fauna e Flora	-21	15
Ações para redução e reuso água	-5	13
Papel da autoridade portuária	-4	12
Ações de retirada de resíduos dos navios	-7	12
Ocorrência de acidentes ambientais	3	8
Animais sinantrópicos	6	8
Espécies exóticas / invasoras	-41	6
Agenda ambiental local	-2	6
Promoção de Ações de EA	-1	5
Qualidade do corpo hídrico	0	5
Área dragada e de disposição	-11	4
Cargas Perigosas	-20	2
Poluição Sonora	-4	2
Passivos Ambientais	0	1
Plano de contingência de saúde	19	1
Fornecimento de energia para embarcações	-10	0
Certificações voluntárias	-9	-3
Agenda ambiental institucional	2	-8
Certificação das empresas	-17	-8
Auditoria ambiental	-20	-11
PGRS	0	-12
Prevenção de riscos	-7	-17
Treinamento e capacitação ambiental	26	-18
Ações de promoção da saúde	16	-22

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ (2019b).

Apesar dos avanços observados, a piora no desempenho dos portos públicos concentrou-se em quatro indicadores relacionados à prevenção de acidentes e de riscos à saúde. Em 2018, 32% dos portos não contavam com plano de contingência de saúde, 17% deixaram de ter todos os planos de prevenção de riscos e de atendimento emergencial⁷¹, 32% dos funcionários portuários ligados ao meio ambiental não receberam ou não realizaram o mínimo de treinamentos e de capacitação ambiental e 22% dos portos públicos deixaram de contar com ações diversas de promoção de saúde⁷².

Vale destacar que, em 2005, a Organização Mundial de Saúde (OMS) aprovou o Regulamento Sanitário Internacional (RSI) (LOURENÇO e ASMUS, 2015). O Regulamento, que vigora desde 2009 no Brasil, traz inovações quanto às responsabilidades das autoridades nacionais frente a alguma ocorrência de saúde pública que possa representar ameaça para a população nacional ou global. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 31,83% dos portos brasileiros estão aptos para exercer atividades fiscalização de rotina, de comunicação e de resposta em caso de alguma emergência à saúde⁷³.

Em relação aos terminais privados, a análise restringiu-se a apenas dois períodos (2017 e 2018). Mesmo assim, é possível identificar uma significativa variação no desempenho dessas instalações (Tabela 5): dos 28 indicadores avaliados para todos os terminais privados, apenas 10 aumentaram o percentual de respostas no intervalo de melhor desempenho, enquanto 22 tiveram uma expansão do percentual de respostas no intervalo de pior desempenho.

Os destaques positivos incluem o aumento da quantidade de instalações que contam com algum sistema de drenagem (81% do total) e o monitoramento de espécies exóticas ou invasoras, com metade dos terminais realizando algum tipo de acompanhamento periódico ou de controle. No entanto, os TUPs apresentaram variações mais negativas do que positivas: 72% dessas instalações não contam com uma agenda ambiental local elaborada ou implementada, mais da metade desses terminais não apresentaram ações para a redução e reuso de água ou para o monitoramento da fauna e

⁷¹ Plano de Ajuda Mútua – PAM; Plano de Controle de Emergência – PCE; Plano de Emergência Individual – PEI; Plano de Área; Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA

⁷²Exemplos de ações incluem: Realização da Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT), campanhas isoladas para conscientização sobre o uso de EPI, prevenção de DST, dengue, vacinação, exames de saúde preventiva, etc.

⁷³<http://portal.anvisa.gov.br/documents/375992/4011173/Fortalecimento+das+capacidades+b%C3%AAs+em+pontos+de+entrada.pdf/722ad8c6-875c-47f3-9989-3fec5a0f94e0>

flora, e 23% não contam com qualquer iniciativa de internalização dos custos ambientais em seus orçamentos.

Tabela 5 - Variação nos indicadores levantados nos terminais privados entre 2017 e 2018 (em pontos percentuais).

Indicador	Pior intervalo (N1)	Melhor intervalo (N5 ou N3)
Drenagem pluvial	1	7
Espécies exóticas / invasoras	-22	6
Animais sinantrópicos	1	4
Consumo e eficiência no uso de energia	10	3
Tipos de energia utilizados	-4	3
Ações de retirada de resíduos dos navios	3	2
Base de dados Oceano Meteorológicas	2	1
Ocorrência de acidentes ambientais	0	1
PGRS	7	0
Licenciamento ambiental	0	0
Comunicação das ações ambientais	18	0
Passivos Ambientais	6	-1
Certificações voluntárias	4	-2
Quantidade e qualidade dos técnicos	15	-3
Qualidade do corpo hídrico	8	-3
Fornecimento de energia para embarcações	2	-4
Ações para redução e reuso água	23	-5
Auditoria ambiental	0	-8
Prevenção de riscos	14	-8
Monitoramento Fauna e Flora	20	-8
Poluentes atmosféricos	2	-10
Agenda ambiental institucional	15	-12
Poluição Sonora	8	-16
Treinamento e capacitação ambiental	13	-17
Ações de promoção da saúde	4	-18
Internalização dos custos ambientais	17	-19
Promoção de Ações de EA	-15	-19
Agenda ambiental local	17	-36

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ (2019b).

Vale destacar que, ao longo dos anos, as perguntas nos questionários enviados aos portos públicos e privados sofreram algumas mudanças redacionais e de intervalos de escolha possíveis, especialmente entre 2017 e 2018. Apesar de não terem sido

substanciais, segundo a Antaq⁷⁴, tais alterações podem ter afetado o desempenho dos indicadores comparativamente.

6.3 Recomendações

Indicadores e índices ambientais são considerados instrumentos eficazes de propagação de conhecimento a respeito de questões ambientais e catalisadores de ações para a mitigação de atividades que o degradem (HAMMOND, 1995). Ações de monitoramento e fiscalização das atividades portuárias e de navegação vêm sendo tomadas em diversas esferas com base nesses instrumentos, tanto para a identificação de mudanças na estrutura do mercado (UNCTAD, 2019), quanto para o acompanhamento da aderência dos portos às ações de mitigação de impactos ambientais (ESPO, 2018).

A estruturação de índices compostos, como os Índices de Desempenho Ambiental (IDAs), apresenta vantagens metodológicas no sentido de concentrar em um mesmo exercício de mensuração diversos elementos de interesse, o que facilita a divulgação e comparação dos resultados encontrados. Esses instrumentos são objeto de diversas revisões metodológicas que indicam a relevância ao monitoramento de objetivos ambientais e capacidade de identificação de mudanças substanciais no atendimento às variáveis (ATHANASOGLU et al. 2014).

No Brasil, desde 2012, a autoridade regulatória (Antaq) adota indicadores que compõem um índice agregado para acompanhar o nível de atendimento dos portos às questões ambientais. Os parâmetros vão além de preocupações exclusivamente com a fauna e a flora e englobam questões relacionadas à saúde e segurança nessas instalações, por exemplo. O instrumento utilizado pela Agência apresenta questões metodológicas relacionados a subjetividade na definição dos pesos de indicadores e falta de rigor teórico na escolha dos indicadores. Infere-se que a existência de previsão legal para os elementos avaliados pelo IDA apresenta-se como uma justificativa à escolha dessas variáveis.

Apesar dessa e de outras fragilidades identificadas na construção do IDA, o instrumento apresenta robustez em relação a: (i) capacidade de abranger um universo significativo de instalações portuárias, tanto em termos de quantidade de infraestruturas,

⁷⁴ A Antaq confirmou a alteração no questionário apenas entre esses dois anos, mas não foi possível acessar o questionário de 2017 na íntegra para uma comparação detalhada de todos os indicadores, apesar da Agência informar que foram mudanças redacionais mínimas. As mudanças estruturais se limitaram a duas: o indicador referente ao licenciamento ambiental passou a ter três opções de respostas a partir da pesquisa ao final de 2015 e o indicador promoções de ações de EA passou a ter cinco respostas no questionário de 2018.

quanto em movimentação de carga; (ii) periodicidade na realização dos levantamentos; e (iii) capacidade de monitorar o desempenho ambiental por diferentes perspectivas (tipo de instalação, região geográfica, indicadores e terminais individuais). Em relação ao terceiro ponto e com base nas avaliações realizadas, foi possível identificar variáveis que apresentaram alguma influência no do desempenho do IDA ao longo das pesquisas realizadas até 2018 (Quadro 23).

Quadro 23 - Variáveis mapeadas pela investigação dos dados do IDA.

Variável	Tendência de efeito no IDA e em seus indicadores
Ano de realização da pesquisa	Melhoria no desempenho global do IDA entre 2012 e 2015, com uma piora significativa entre 2017 e 2018 para as instalações privadas.
Tipo de gestão portuária	Desempenho na média superior dos portos públicos em relação aos terminais privados
Localização das instalações	Diferenças no desempenho médio das instalações portuárias a depender da região em que se localizam
Tipo de carga movimentada	Terminais com bom desempenho no IDA apresentam especialização no tipo de carga movimentada
Concentração da movimentação	Terminais com bom desempenho no IDA respondem por grande parte da movimentação portuária anual

Fonte: Autor, com base em Antaq (2019b).

6.4 Considerações Finais

O Índice de Desempenho Ambiental (IDA) elaborado pela Antaq é um importante instrumento de monitoramento dos impactos ambientais das atividades portuárias e de navegação no Brasil. A periodicidade e a abrangência do levantamento do IDA, realizado ao menos uma vez ao ano desde 2012, consolidam o instrumento como o melhor mecanismo disponível para o acompanhamento dos diferentes indicadores de sustentabilidade no setor.

A modalidade de exploração público ou privada, a localização de instalação portuária, o tipo e a quantidade de cargas movimentadas e a participação das instalações no total de cargas movimentadas no país configuram variáveis de interesse para a explicação do desempenho no IDA e em seus indicadores. O mapeamento dessas variáveis pode contribuir para aprimorar a eficácia de ações, especialmente no âmbito da ANTAQ, voltadas para a mitigação da degradação ambiental ocasionada pelas diferentes atividades vinculadas ao setor de navegação.

Pesquisas futuras devem conduzir a avaliação do IDA ao nível de seus indicadores específicos. Além disso, é preciso analisar outras consequências ambientais do transporte marítimo além dos efeitos causados pelas operações portuárias, já que existem uma série de efeitos ambientais que decorrem da disponibilidade e configuração das atividades de navegação. No entanto, a dificuldade de encontrar e consolidar informações para a etapa de transporte ainda se impõe como um desafio de pesquisa.

Da mesma forma que em outros países e regiões, os agentes brasileiros responsáveis pela gestão ambiental dependem de subsídios técnicos para fundamentar a adoção de medidas que atuem sobre esses mercados. Espera-se que o setor de navegação e de portos continue a adotar medidas de mitigação em relação às adversidades ambientais como uma resposta às crescentes demandas sociais e de organismos multilaterais. A redução dos impactos ambientais contribuirá para atenuar os efeitos adversos causados, por exemplo, pelas mudanças climáticas no próprio setor de navegação, que sofre com o aumento das ocorrências de eventos extremos, responsáveis pela interrupção dos fluxos de cargas e das atividades em portos e da navegação em hidrovias e canais de acesso.

PARTE IV – ELOS EXISTENTES ENTRE ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

CAPÍTULO 7

ENSAIO SOBRE ELOS ENTRE ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA À LUZ DO ÍNDICE DE DESEMPENHO AMBIENTAL

7.1 Introdução

O transporte marítimo é estrategicamente importante para o desenvolvimento econômico dos países (UNCTAD, 2018), o que se reflete em seu protagonismo como principal modalidade de transporte do comércio internacional (RODRIGUE et al., 2016). Dentre as diferentes mercadorias e formas de acondicionamento das cargas transacionadas pelo modal aquaviário, destaca-se a crescente utilização dos contêineres, que, desde meados do século passado, proporcionou uma redução sem precedentes em custo, segurança e tempo de transporte (LEVINSON, 2006).

O processo de consolidação e integração das empresas que operam no mercado de transporte de contêineres (WANG et al., 2020; ÁLVAREZ-SANJAIME et. al, 2013; SLACK e FRÉMONT, 2009) manifesta-se, nas últimas décadas, pelo aumento da participação desses transportadores como acionistas de terminais portuários (UNCTAD, 2019). O processo de concentração é um dos elementos que motivam investigações a respeito de impactos econômicos e logísticos das atividades de navegação (TRAPP et al., 2020; CADE, 2018; LIPCZYNSKI et al., 2005). No Brasil, o processo iniciou-se em 2007, com a aquisição de participação acionária nas operações nos terminais de Itapoá e Portonave (DAUDT, 2007). Atualmente, nove terminais de contêineres brasileiros contam com a participação acionária de empresas de navegação.

A tendência de verticalização dos terminais, por sua vez, suscita avaliações a respeito de efeitos ambientais, uma vez que ultrapassa os impactos inerentes à atividade de transporte e provoca novas implicações ao meio ambiente. No Brasil, no entanto, as avaliações dos efeitos decorrentes da existência de poder de mercado usualmente não consideram variáveis ambientais (DE ARAUJO e NOGUEIRA, 2020).

No caso específico das instalações portuárias, o meio ambiente é afetado tanto pelas operações que ocorrem em suas áreas, quanto pela própria existência e provisão de sua infraestrutura, especialmente pela perda e ruptura dos habitats naturais (ARGYRIOU et al. 2021). Do ponto de vista das operações, geram-se resíduos como esgoto; e descarte de combustível, de água de lastro e de substâncias químicas diversas (WALKER, 2019). Nos principais terminais marítimos, que concentram cada vez mais cargas do comércio exterior, a pressão por obras de expansão e pelo aumento da quantidade de veículos e embarcações nas zonas portuárias agravam os níveis de emissão de poluentes (FRANSOO e LEE, 2013).

O trabalho em apreço tem como objetivo avaliar o desempenho ambiental de terminais de contêineres, com e sem a participação societária de empresas de navegação, no Índice de Desempenho Ambiental (IDA), elaborado pela ANTAQ (ANTAQ, 2012). O IDA, divulgado anualmente pela Agência desde 2012, é um índice composto construído com base em indicadores que avaliam a conformidade ambiental dos terminais e instalações portuárias em uma série de requisitos.

Com esse levantamento, almeja-se reunir indicativos dos efeitos ambientais derivados da verticalização de terminais portuários. Ressalta-se que não cabe a esse trabalho a avaliação da fragilidade ou robustez metodológico do IDA como instrumento de avaliação ambiental. Destina-se, portanto, à comparação entre o desempenho do Índice das instalações com ou sem participação acionária de armadores. A avaliação apresenta pertinência para investigações a respeito dos efeitos ambientais da concentração de mercado no setor de navegação.

7.2 Métodos e Procedimentos

O desempenho e a conformidade ambiental das instalações portuárias brasileiras podem ser avaliados por meio do Índice de Desempenho Ambiental (IDA), de forma agregada ou levando em consideração os seus indicadores específicos. Neste trabalho, as avaliações desses parâmetros de acompanhamento ambiental foram complementadas pela consideração se as instalações portuárias avaliadas pelo IDA consistem em terminais ou portos que contam com a participação acionária de empresas de navegação, um indicativo de concentração de mercado no setor.

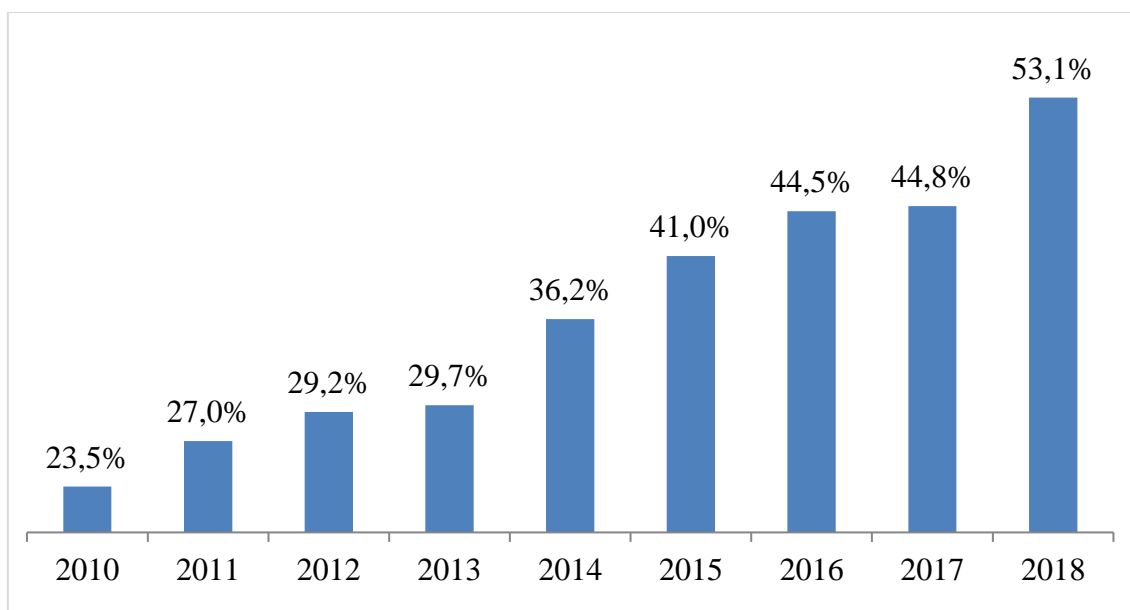
A participação das empresas de navegação como acionistas de terminais de contêineres tem se acentuado nas últimas décadas (UNCTAD, 2019). No Brasil o

processo se iniciou em 2007, com as operações nos terminais de Itapoá e Portonave (DAUDT, 2007), e, atualmente, os terminais de contêineres brasileiros com participação acionária de empresas de navegação são:

- Maersk (Grupo APM Terminals): Santos (BTP)/SP, Itajaí/SC, Pecém/CE e Vila do Conde/PA;
- Log-In: Terminal de Vitória (TVV)/ES;
- Aliança: Itapoá/SC;
- MSC (Terminal Investment Limited - TIL): Portonave/SC e MultiRio/RJ,
- CMA-CGM (*China Merchant Port Holdings*): Paranaguá/PR.

A participação desses nove terminais no total de contêineres movimentados no país cresce a cada ano. Em 2018, os terminais com participação acionista de empresas de navegação representaram 53% da movimentação total, contra menos de um quarto, em 2010. O crescimento da movimentação e da participação dessas instalações sinaliza a importância do processo de verticalização para as empresas (Figura 25) que não se restringe ao Brasil. Atualmente, as maiores empresas de navegação controlam terminais que representam 80% da movimentação global de contêineres (UNCTAD, 2019).

Figura 25 - Evolução da participação na movimentação de contêineres de instalações portuárias que contam com terminais com participação acionária de armadores- 2010-2018.



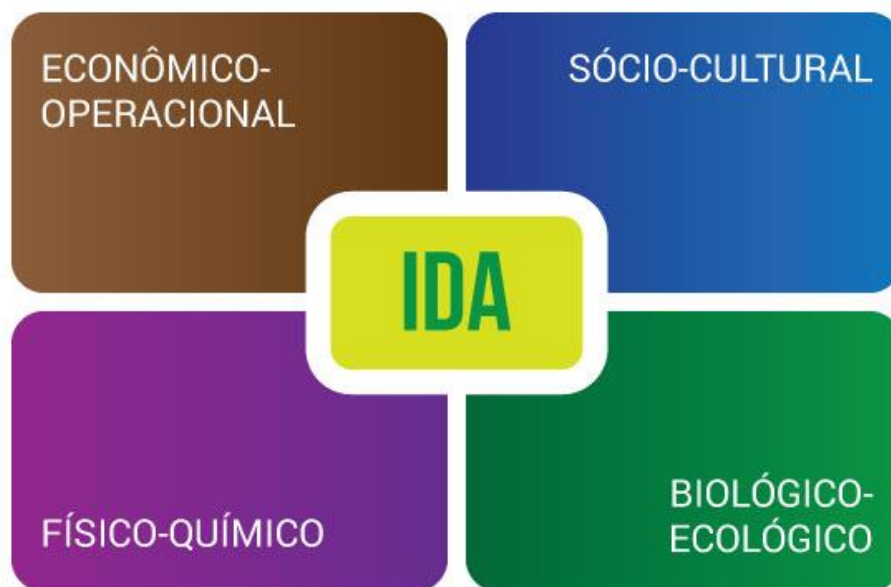
Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

Desde 2012, esses terminais são avaliados anualmente em termos de conformidade aos parâmetros ambientais por meio de questionários e levantamentos realizados pela Antaq para a elaboração do Índice de Desempenho Ambiental (IDA). O IDA é construído com base em indicadores divididos em 4 categorias (Figura 26): econômico-operacional, sociocultural, físico-química e biológico-ecológica.

Ao todo, são 14 indicadores globais que, por sua vez, se baseiam em 38 indicadores específicos. Os indicadores são detalhados no Anexo A, em termos da estrutura do levantamento específico a cada indicador, que pode ter três ou cinco respostas possíveis; no Anexo B, em relação aos valores alcançados por tipo de instalação portuária; e no Anexo C, em relação ao desempenho agregado no IDA de cada terminal e porto.

A análise dos atributos avaliados nos questionários de cada um dos indicadores revela que os elementos levantados apresentam vinculação a diversas questões relacionadas à sustentabilidade e meio ambiente. As instalações portuárias são questionadas a respeito de informações quantitativas ou qualitativas sobre o desempenho e a conformidade ambiental das infraestruturas, operações e áreas de influência dos terminais.

Figura 26 - Categorias que compõem o Índice de Desempenho Ambiental – IDA.



Fonte: <https://www.gov.br/antag/pt-br/assuntos/meio-ambiente/indice-de-desempenho-ambiental-ida-1/estrutura-e-indicadores> - Acessado em 23/11/2021.

No ano de 2018, último banco de dados do IDA disponível no momento da elaboração desse trabalho, 123 instalações portuárias responderam aos questionários da Agência, incluindo as nove instalações com participação societária de armadores. Nem todas as instalações respondem a todos os indicadores. Ao todo, 28 indicadores são comuns a todas as instalações pesquisadas em 2018. Esses parâmetros são detalhados no Quadro 24, que também apresenta dados referente ao:

- a) Desempenho de cada uma das nove instalações com participação acionária de armadores nos indicadores individuais;
- b) Nota no IDA para cada uma das nove instalações com participação acionária de armadores nos indicadores individuais;
- c) Nota média nos indicadores e no IDA para cada uma das nove instalações com participação acionária de armadores nos indicadores individuais; e
- d) Mediana e nota média no IDA e no desempenho nos indicadores do agregado para as 114 instalações portuárias sem participação acionária de armadores.

Cada indicador individual, assim como o desempenho no IDA agregado, foi avaliado para os terminais com participação acionária de empresas de navegação. Tal avaliação permite a identificação de possíveis elementos que influenciam no desempenho ambiental dessas instalações em comparação com as demais.

Quadro 24 - Desempenho em indicadores selecionados de instalações portuárias com participação acionário de armadores (em 2018).

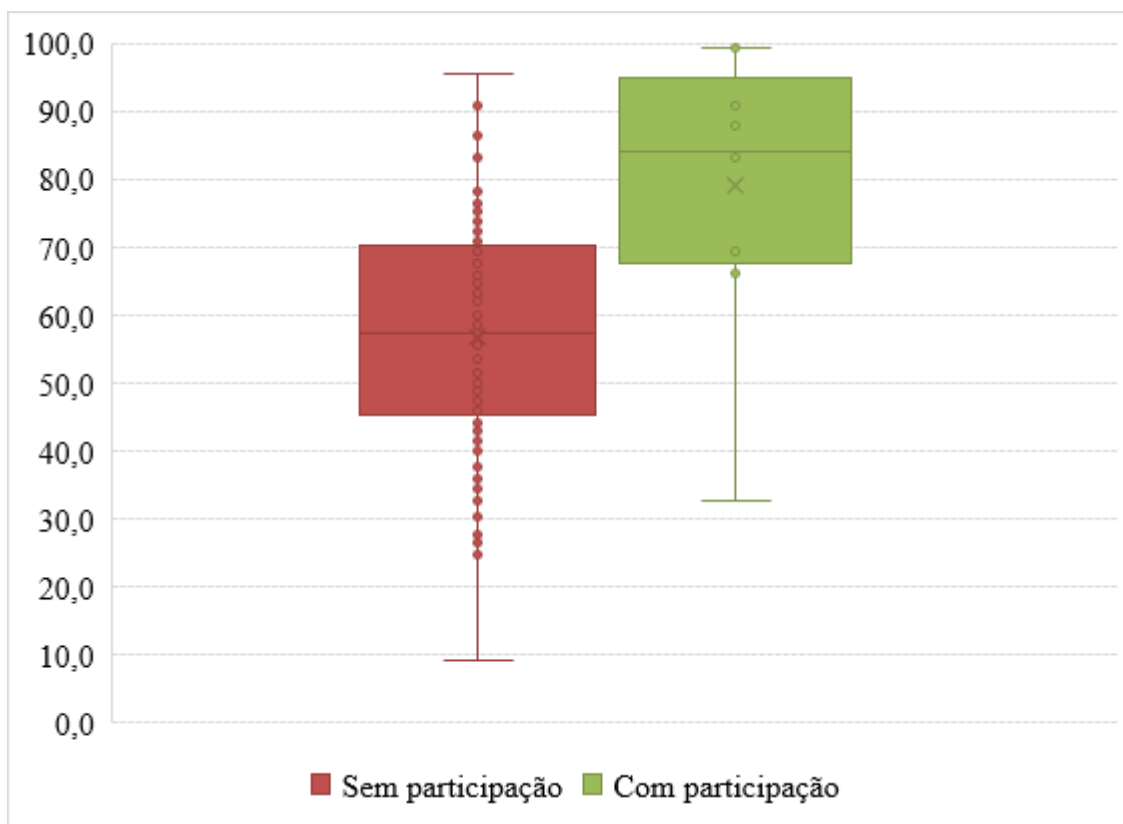
Indicador	Terminais com Participação Acionária de Armadores (n = 9)										Demais Terminais (n = 114)		
	Itajaí	Paranaguá	Pecém	Portonave	Itapoá	Santos	Vila do Conde	Vitória	Rio de Janeiro	Média	Média	Mediana	
Nota Máxima = 5	Ações de Promoção de Saúde	5	5	5	5	5	5	5	4	4,9	4,0	5,0	
	Ações de retirada de resíduos de Navios	5	5	5	4	4	5	5	4	4,7	2,5	2,0	
	Animais Sinantrópicos	5	5	5	5	5	5	5	2	4,7	3,1	4,0	
	Certificações voluntárias	4	4	1	5	5	2	1	1	2,7	2,9	3,0	
	Comunicação de Ações ambientais	5	5	5	3	1	5	2	3	3,4	1,6	1,0	
	Drenagem Pluvial	5	5	4	5	5	3	2	2	3,7	3,1	3,0	
	Internalização dos custos ambientais	5	5	5	5	5	5	4	5	3	4,7	3,1	3,0
	Ocorrência de Acidentes Ambientais	5	5	5	5	5	1	5	4	2	4,1	4,7	5,0
	Passivos Ambientais	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4,7	4,3	5,0
	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	5	5	5	5	5	4	5	3	2	4,3	4,1	5,0
	Poluentes Atmosféricos	5	5	5	5	4	4	3	4	1	4,0	2,9	3,0
	Prevenção de Riscos	5	5	4	5	4	5	4	3	3	4,2	3,1	3,0
	Promoção de ações de Educação Ambiental	5	5	5	5	5	5	3	5	1	4,3	3,2	3,0
	Qualidade ambiental do corpo hídrico	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4,9	3,6	4,0
Nota Máxima = 3	Ações para redução e reuso de água	3	3	1	3	1	2	2	1	1	1,9	1,6	1,0
	Agenda Ambiental Institucional	3	3	3	3	1	1	1	1	2	2,0	1,8	1,0
	Agenda Ambiental Local	3	3	3	1	1	3	1	1	1	1,9	1,5	1,0
	Auditoria Ambiental	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2,7	2,5	3,0
	Base de dados Oceano Meteorológicas	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2,8	1,8	1,0
	Consumo e Eficiência no Uso de Energia	3	3	3	2	3	2	1	1	2	2,2	2,0	2,0
	Espécies Exóticas / Invasoras	3	3	1	2	3	2	2	2	2	2,2	1,5	1,0
	Fornecimento de Energia para embarcações	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,1	1,0
	Licenciamento ambiental	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2,9	2,9	3,0
	Monitoramento de Fauna e Flora	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2,8	1,9	2,0
	Poluição Sonora	3	3	2	3	3	3	3	2	1	2,6	2,4	3,0
	Quantidade e Qualidade dos técnicos	3	3	3	3	3	3	1	3	1	2,6	2,0	2,0
	Tipos de Energia Utilizados	3	3	2	1	1	3	1	1	1	1,8	1,3	1,0
	Treinamento e Capacitação Ambiental	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2,4	2,2	2,5
Nota no IDA	99,5	99,3	90,8	87,8	84,2	83,3	69,4	66,1	32,6	79,2	57,4	56,9	

Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

7.3 Resultados

Em 2018, as instalações portuárias que contam com terminais de contêineres verticalizados (com participação acionária de empresas de navegação) apresentaram um desempenho comparativamente positivo nos valores alcançados no Índice de Desempenho Ambiental (IDA) (Figura 27). Em média, a nota dos nove terminais avaliados foi de 79,2, contra uma nota média de 56,9 dos demais 114 terminais. Seis das instalações em estudo figuram entre as com os melhores desempenho no IDA: Itajaí/SC (1º), Paranaguá/PR (2º), Pecém/CE (5º), Navegantes/SC (6º), Itapoá/SC (10º) e Santos (11º). O terminal de contêiner em Vila do Conde/PA e Vitória/ES figuram em posições intermediárias no universo avaliado pelo IDA em 2018, nas posições 36º e 44º, respectivamente. O único terminal com desempenho relativamente baixo no IDA foi o terminal de contêineres no porto do Rio de Janeiro /RJ, na posição 116º no ranking de maiores valores do IDA.

Figura 27 - Diagrama de caixa para o desempenho de instalações portuárias no IDA de terminais com e sem a participação acionária de armadores.



Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a)

A avaliação segregada por indicadores específicos utilizados na construção do IDA revela em que critérios esses terminais se destacam em termos de desempenho nos critérios avaliados pelo Índice. Pelo Quadro 24, a comparação das notas médias alcançadas pelo grupo de terminais com participação dos armadores foi inferior à média do grupo dos demais terminais para apenas dois dos 28 indicadores pesquisados para todas as instalações que compuseram o IDA em 2018.

As Figuras 28 e 29 revelam o desempenho nos indicadores com cinco e três possibilidades de resposta, respectivamente. Cada indicador específico conta com o desempenho para o grupo dos nove terminais com participação de empresas de navegação (denominado “armador”) e para o grupo das demais 114 instalações (denominado “demais”). Os valores em cada categoria do gráfico revelam a quantidade de respostas em cada caso.

Os indicadores foram ordenados de forma a revelar aqueles com maior quantidade de respostas com o desempenho máximo por parte dos terminais com participação societária dos armadores, denominado neste trabalho como “grupo de estudo”. O grupo dos demais terminais pode também ser referido como “grupo de controle”. Os indicadores serão analisados em detalhes de acordo com as categorias de segregação do IDA.

7.3.1 Categoria Econômico-Operacional

A categoria econômico-operacional é a que apresenta o maior peso no valor do IDA, com o conjunto de indicadores com peso equivalente a 0,718 da nota no índice. Os indicadores específicos da categoria estão agregados em parâmetros globais, divididos em avaliações sobre: (i) governança ambiental; (ii) segurança; (iii) gestão das operações portuárias; (iv) gerenciamento de energia; (v) custos e benefícios das ações ambientais; e (vi) agenda ambiental.

No grupo de indicadores sobre a governança ambiental, o indicador específico ao licenciamento ambiental, que equivale a 11,7% da nota do IDA, revela que a maioria das instalações possui licença operacional válida e vigente. No grupo de estudo, apenas o terminal MultiRio/RJ ainda aguardava o processo de regularização do licenciamento, enquanto, no grupo de controle, 93% das instalações apresentaram licenças válidas e vigentes. A adimplência com o licenciamento, além de ser fundamental à nota no IDA, é uma exigência legal básica ao funcionamento de qualquer empreendimento do tipo no país (BRASIL, 1981). Outra exigência legal essencial ao funcionamento dos terminais

portuários decorre da necessidade de auditorias ambientais a cada dois anos, conforme a lei nº 9.966/2000 (BRASIL, 2000b). Do grupo de estudo, apenas os terminais de Vila do Conde/PA, Vitória/ES e Rio de Janeiro/RJ constavam com auditorias realizadas há mais de dois anos.

Os terminais também são avaliados quanto ao treinamento, quantidade e qualificações de profissionais no núcleo ambiental. A ANTAQ define o número mínimo de profissionais com base na movimentação anual de carga das instalações⁷⁵, que devem ter formação e especialização em áreas voltadas à gestão ambiental, como em meio ambiente, áreas correlatas, ou ainda profissionais técnicos em segurança do trabalho e saúde (ANTAQ, 2019a). Os terminais com participação acionária dos armadores apresentaram um quantitativo de funcionários acima do exigido pela Agência, exceto no caso dos terminais de Vila do Conde/PA e MultiRio/RJ, que detinham menos especialistas do que o exigido. A dificuldade de encontrar mão de obra especializada (DAUDT, 2007) é observada no grupo dos demais terminais, onde 36% das instalações apresentaram uma quantidade abaixo do exigido pela Agência. Em relação ao treinamento dos profissionais, os terminais do grupo de estudo alcançaram ao menos 50% das equipes submetidos a cursos e capacitações anualmente, exceto o terminal MultiRio/RJ.

O grupo de indicadores relacionados à segurança das instalações portuárias refere-se à existência de banco de dados sobre características oceanográficas, hidrológicas, meteorológicas e climatológicas da região onde está inserido a instalação portuária, e que também monitore acidentes ambientais nas instalações. No caso do primeiro indicador, apenas o terminal de Navegantes/SC não conta com banco de dados, sendo que as demais instalações realizam atualizações semestrais em seus sistemas. O desempenho do grupo de estudo é consideravelmente superior ao das demais instalações, em que 64% não possui ou, caso possua, não atualiza os sistemas. O indicador pode contribuir para o desempenho no indicador referente a acidentes ambientais: seis instalações do grupo de estudo não verificaram qualquer ocorrência no ano em análise.

O indicador específico de ações de retirada de resíduos de navios integra o indicador global do IDA, referente à gestão das operações portuárias dos resíduos sólidos,

⁷⁵ 6 profissionais, para a instalação portuária que movimenta mais de 20.000.000 t/ano; 5 para a instalação portuária que movimenta entre 10.000.000 t/ano e 20.000.000 t/ano; 4 para a instalação portuária que movimenta entre 1.000.000 t/ano e 10.000.000 t/ano; 3 para a instalação portuária que movimenta entre 100.000 t/ano e 1.000.000 t/ano; 2 para a instalação portuária que movimenta até 100.000 t/ano (Antaq, 2019a).

conforme a resolução ANTAQ nº 2.190/2011 (ANTAQ, 2011). Segundo o normativo, as instalações podem possuir instalações próprias para recolhimento de resíduos de embarcações ou disponibilizar a prestação dos serviços de retirada desses resíduos por terceiros, com correto armazenamento, segregação e tratamento dos rejeitos. Todos os terminais do grupo de controle contam com meios adequados para o recebimento dos resíduos, além de iniciativas de reciclagem e monitoramento da disposição final dos rejeitos. Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Pecém/CE, Santos/SP, Vila do Conde/PA e Vitória/ES também enviaram informações à Antaq para atualização no sistema *Global Integrated Shipping Information System* (GISIS), gerenciado pela Organização Marítima Internacional (IMO), que permite o monitoramento de indicadores diversos, incluindo ambientais, em portos globais⁷⁶. Destaca-se que no grupo de outros terminais, apenas 15% enviam informações à Agência, sendo que 46% não realiza a retirada de resíduos dos navios.

Para a internalização dos custos ambientais, a Antaq considera, dentre outros elementos: (i) contratação de estudos e monitoramentos; (ii) salários dos funcionários da área ambiental; (iii) multas ambientais; (iv) equipamentos de contenção de poluição por óleo; (v) programas de educação ambiental (Antaq, 2019a). A Agência indica que o financiamento deve ocorrer, preferencialmente, pelo repasse de custos aos usuários, por meio de uma taxação (ou descontos) de acordo com o potencial poluidor do navio ou carga, e cita os descontos aplicados em portos estrangeiros para navios com certificados de eficiência ambiental (*Ship Index* (ESI); *Clean Shipping Index* (CSI), dentre outros).

Os terminais do grupo de estudo se destacam no indicador de internalização dos custos ambientais por: (i) oferecerem descontos para navios ou cargas menos poluentes; (ii) acompanhar e detalhar os custos ambientais; (iii) discriminar os componentes ambientais nos preços cobrados aos usuários; (iv) apresentar dotação orçamentária específica para o Núcleo Ambiental; e (v) aumentaram o orçamento anual destinado às áreas ambientais. Dentre o grupo de outros terminais, 22% das instalações não realizaram nenhuma das ações elencadas.

Os terminais poderiam incluir nos cálculos voltados à internalização de custos ambientais iniciativas voltadas a melhoria do gerenciamento do consumo energético, uma vez que a maioria das instalações não possui sistemas de fornecimento de energia (*Onshore Power Supply* – OPS) aos navios. Nenhum dos terminais de grupo de estudo

⁷⁶ <https://gis.imo.org/Public/Default.aspx> - Acessado em 26/11/2021.

conta com sistemas disponíveis às embarcações, e apenas o terminal de Paranaguá/PR realizou estudo de viabilidade para a sua implantação. No caso das demais instalações portuárias, apenas 3 das 114 possuem esse tipo de sistema: Terminal de Barcaças Oceânicas/ES, Terminal Marítimo de Belmonte/BA, Bianchini Canoas/RS.

A agenda ambiental nas instalações portuárias também é monitorada pelo IDA. O indicador “Agenda Ambiental Local” acompanha o planejamento e execução de ações de âmbito regional acordadas entre a administração portuária e os demais agentes intervenientes (órgão ambiental, ANVISA, MAPA, Marinha, Receita Federal, Polícia Federal, governos estaduais e municipais, usuários do porto, sociedade civil, universidades e prestadores de serviços) (ANTAQ, 2019a). Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Pecém/CE e Santos/SP contam com agendas elaboradas e implementadas, enquanto os demais terminais com participação societária de armadores não elaboraram agenda local, o que se verifica em 71% das demais instalações do grupo de controle.

O indicador para a agenda ambiental institucional, por sua vez, avalia os compromissos e ações da instalação portuária relacionadas às questões ambientais dentro de sua área administrada, como ações para redução do consumo de água e energia, controle de ruídos, tratamento e disposição de resíduos, educação ambiental dos funcionários (ANTAQ, 2019a). Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Pecém/CE e Navegantes/SC contam com a agenda implantada, o que ocorre em 37% das demais instalações.

A agenda ambiental também é monitorada pela Antaq do ponto de vista das certificações voluntárias possuídas pelas instalações⁷⁷. Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Navegantes/SC e Itapoá/SC possuem ao menos uma certificação voluntária vigente, o que não se verifica em mais da metade das instalações sem participação societária de armadores.

7.3.2 Categoria Sociocultural

O Indicador sociocultural conta com avaliações de ações de educação ambiental e promoção da saúde nas instalações portuárias. O conceito adotado pela Antaq para educação ambiental de refere-se aos processos por meio dos quais o indivíduo e a

⁷⁷ São consideradas as seguintes certificações: Gestão da Qualidade (ISO 9001), Gestão Ambiental (ISO 14001), Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional (OHSAS 18001), Gestão da Responsabilidade Social (NBR 16001 / SA 8000), Sistema de Gestão de Energia (ISO 50001) (Antaq, 2019a).

coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (ANTAQ, 2019a).

A agência define quatro ações possíveis por parte dos terminais: (i) mensura e divulga os resultados dos programas e/ou projetos de educação ambiental, tanto aqueles internos quanto aqueles externos; (ii) executa de modo frequente ações de conscientização e capacitação técnica dos profissionais da instalação em temas de meio ambiente e sustentabilidade; (iii) estabelece parcerias com escolas, universidades e/ou ONGS para as ações de educação ambiental internas e externas à instalação portuária; e (iv) desenvolve programas e/ou projetos de educação ambiental voltados para a comunidade externa à instalação portuária. Com exceção dos terminais de Vila do Conde/PA e MultiRio/RJ, todos os terminais com participação societária dos armadores executam as quatro ações elencadas pela Agência. Para o grupo das demais instalações, esse o caso de 36 instalações portuárias.

De forma similar, o acompanhamento pela Agência de ações de promoção de saúde, definida como “educação e capacitação, por meio de cursos e treinamentos, a fim de possibilitar o comprometimento dos trabalhadores, em seu ambiente de trabalho, a desempenhar de forma segura e saudável suas atividades laborativas” (ANTAQ, 2019a), consiste na adoção de uma série ações pré-definidas, a saber: (i) implementar ações relacionadas com as políticas voltadas à saúde do trabalhador, à emergência em saúde pública, à redução da entrada e da disseminação de vetores endêmicos e ao controle de pandemias, no que couber; (ii) promover ações de autocuidado e boas práticas de segurança e saúde no trabalho; (iii) incentivar e promover campanhas de vacinação e atualização da carteira vacinal; (iv) promover ações de promoção de saúde relacionadas à hipertensão, DST/AIDS, Hepatites Virais, Sífilis, Diabetes, ergonomia e saúde bucal, entre outras; (v) promover ações de prevenção a doenças imunopreveníveis (ex.: Hepatite B, Febre Amarela, Difteria, Tétano Acidental, Sarampo, Caxumba e Rubéola); e (vi) promover atividades de prevenção de riscos de acidentes e na saúde do trabalhador. Todos os terminais do grupo de estudo realizaram ao menos três ações elencadas pela Antaq no ano de pesquisa, o que ocorreu em 75% dos terminais que constituem o grupo de controle.

Verifica-se que os terminais com participação societária de armadores apresentaram avaliações nos indicadores superiores ao grupo das demais instalações portuárias. As ações de educação são adotadas, em determinados casos, como medida mitigadora e compensatória de impactos ambientais relacionados ao processo de licenciamento ou operação dessas instalações. O Programa de Educação Ambiental

(PEA) da Autoridade Portuária de Santos é um desses casos, com ações voltadas aos funcionários e às comunidades em áreas de influência do porto⁷⁸.

7.3.3 Categoria Físico-química

A categoria físico-química engloba avaliações sobre o monitoramento (i) da água; (ii) do solo; (iii) do ar e poluição sonora; e (iv) de resíduos sólidos.

A poluição dos corpos hídricos é um dos principais impactos ambientais oriundos da operação e construção de instalações portuárias, na medida em que se verifica o despejo de substâncias diversas⁷⁹ (GUEDES, 2005). O indicador do IDA, voltado ao monitoramento deste impacto, avalia o monitoramento de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da área diretamente afetada, ou de influência direta do corpo hídrico em que as instalações portuárias estão inseridas. Todos os terminais com participação dos armadores, exceto o MultiRio/RJ, executam programa de monitoramento contínuo ou periódico da qualidade da água e possuem registro sistematizado das informações na forma de um banco de dados. No grupo sem participação dos armadores, 41 instalações (36% do total) limitam-se a promover levantamentos esporádicos da qualidade da água com o objetivo de atender o licenciamento de intervenções de infraestrutura específicas, como dragagens e obras de ampliações.

O monitoramento adequado dos corpos hídricos, segundo a ANTAQ, depende da descrição e documentação dos dados em Programas de Monitoramento da Qualidade da Água (PMQAs), de acordo com parâmetros estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005. O PMQA do Porto de Paranaguá é uma iniciativa de destaque, com análises periódicas em 32 pontos de coleta na baía e no mar aberto sob influência do porto, com amostras destinadas a análises laboratoriais para mais 60 parâmetros⁸⁰.

O IDA da Antaq também monitora se as instalações portuárias contam com sistema para drenagem pluvial composto por estruturas e instalações de engenharia destinadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final dos resíduos coletados.

⁷⁸ <http://www.portodesantos.com.br/comunidade-sustentabilidade/sustentabilidade/nucleo-ambiental/educacao-ambiental-e-aco-es-socioambientais/> - Acessado em 25/11/2021

⁷⁹ Essas substâncias são divididas em quimicamente inativas (petróleo, plásticos, minérios e resíduos metálicos); quimicamente ativas putrescíveis (esgotos e da manipulação de matérias de origem animal e vegetal); quimicamente não putrescíveis (álcalis, sais, cloro, corantes); e térmicas (efluentes diretos, autorizados ou não, das indústrias e de tratamentos de águas residuais).

⁸⁰ <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/Meio-Ambiente/Pagina/Monitoramento-da-Qualidade-das-Aguas> - Acessado em 24/11/2021

Todos os terminais do grupo de estudo apresentam sistema de drenagem de águas pluviais, enquanto 20 instalações do grupo de controle não contam com sistemas do tipo. Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Portonave/SC e Itapoá/SC possuem sistemas de drenagem plenamente adequados aos padrões ambientais, incluindo plantas atualizadas, monitoramento da qualidade das águas e mecanismos de controle de poluição e tratamento dos efluentes coletados. Tal situação ocorre em 33% dos terminais do grupo de controle.

As instalações portuárias são igualmente monitoradas a respeito de ações de redução e reuso da água. No grupo de estudo, apenas os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR e Portonave/SC contam com sistemas de acompanhamento e indicadores de eficiência mensal do custo e consumo de água, em conjunto com medidas para a sua redução. No caso do grupo de terminais sem participação societária dos armadores, 67 instalações não contam com nenhum tipo de acompanhamento ou medida de redução do consumo.

Em relação ao monitoramento do solo, o IDA avalia a situação de possíveis passivos ambientais relacionados às instalações portuárias, entendidos como obrigações de mitigação de efeitos ambientais por elas ocasionados (SÁNCHEZ, 2005). O principal impacto comumente associado aos terminais derivada das obras de dragagem, incluindo a destinação dos rejeitos (GUEDES, 2005), nos quais se incluem compostos orgânicos diversos, plásticos, mercúrio, óleos, arsênio, zinco, cobre, pesticidas e outros poluentes (CASTRO e ALMEIDA, 2012). Do grupo de terminais com participação acionária de armadores, nenhuma instalação enfrentou passivos ambientais, ou, quando existentes, esses passivos foram remediados ou estão em processo de adequação. No caso das demais instalações, 85% apresentam a mesma situação.

As instalações portuárias também apresentam altos níveis de poluentes atmosféricos, decorrentes da utilização de equipamentos e operações de carga e descarga (KOILO, 2019). Destacam-se as emissões de dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio (ZHU et al., 2018) e poluentes e materiais particulados originários de operações nos terminais de granéis sólidos, líquidos e gasosos (GUEDES, 2005). O IDA monitora esses e outros poluentes, como partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, monóxido de carbono e ozônio, conforme exigências da resolução CONAMA nº 3/1990 (BRASIL, 1990).

Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR, Portonave/SC e Pecém/CE realizam todas as medidas de acompanhamento definidas pela Antaq, como a realização de

inventário, monitoramento regular e a definição de medidas de mitigação a poluição por gases e materiais particulados. Apenas 23% das demais instalações realizam todas essas ações. As medidas de mitigação adotadas pelos terminais incluem sistemas de aspersão, barreiras físicas contra dispersão, fornecimento de energia para embarcações, uso de guindastes elétricos, treinamento de operadores, dentre outras.

O monitoramento do IDA relacionado à poluição sonora visa a reduzir os riscos de acidentes de trabalho. Os terminais são avaliados quanto à existência de inventário das fontes e níveis de ruído e se há monitoramento periódico dos níveis de emissão desses poluentes. No grupo de estudo, o terminal Multirio/RJ não realiza nenhuma das duas ações, enquanto o terminal do Pecém/CE conta apenas com inventário de ruídos. No grupo das demais instalações, 80% contam ao menos com o inventário de ruídos realizado.

Um último aspecto monitorado na categoria físico-química refere-se à existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) nas instalações portuárias. A maioria (72) das instalações do grupo de estudo e de controle conta com PGRSs elaborados, implementados e aprovados pelo órgão ambiental, além de norma com procedimento interno e campanhas periódicas para incentivar o gerenciamento de resíduos produzidos. Destaca-se que os Planos devem tratar de resíduos gerados nas instalações e retirados das embarcações, incluído rejeitos perigosos. Os planos são fundamentais para mitigar o risco com a contaminação do solo em função das operações nos terminais e manuseio de substâncias químicas e perigosas, em especial de operações de demolição, ou reaproveitamento, dos navios (DEMARIA, 2010).

7.3.4 Categoria Biológica-Ecológica

Os indicadores que compõem a categoria biológica-ecológica do IDA dizem respeito ao monitoramento da biodiversidade nas áreas de influência das instalações portuárias. Todos os terminais avaliados responderam aos três indicadores específicos da categoria, referentes ao monitoramento de (i) animais sinantrópicos; (ii) fauna e flora; e (iii) espécies aquáticas exóticas/invasoras.

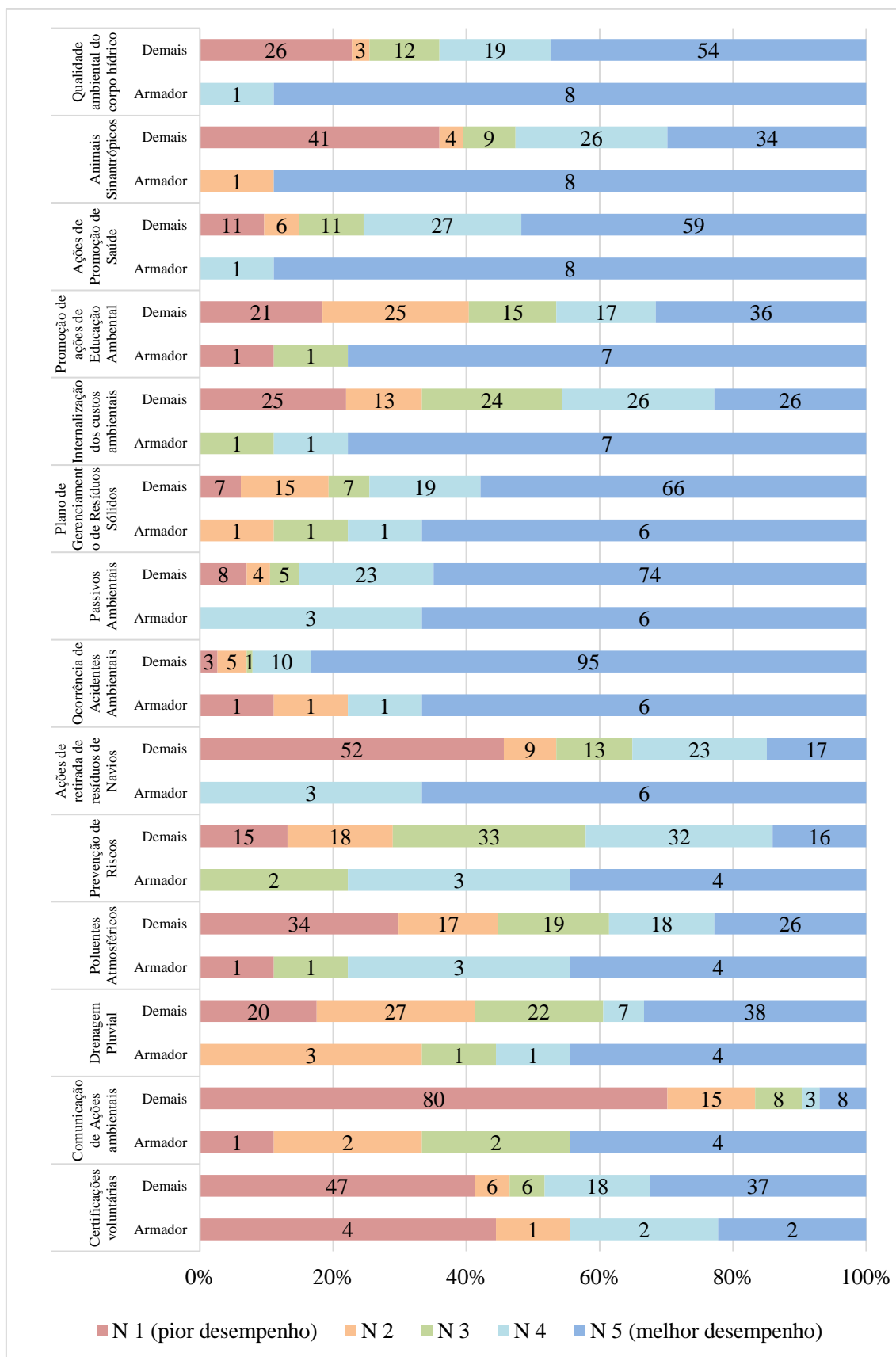
A fauna sinantrópica consiste em populações de espécies silvestres nativas ou exóticas, que utilizam recursos de áreas antrópicas de forma transitória, como via de passagem e local de descanso, ou permanente (IBAMA, 2006). O indicador do IDA consiste na avaliação de programa de controle e monitoramento da fauna sinantrópica

nociva, ou seja, com potencial de doenças e impactos para a saúde pública. Dos terminais com participação acionária de armadores, oito contam com programas voltados a espécies exóticas elaborados, implementados, atualizados e com envio trimestral às autoridades sanitárias de relatórios descritivos das atividades de controle e monitoramento. O terminal MultiRio/RJ constava, em 2018, com programa de monitoramento elaborado, mas ainda sem implementação. Dentre os demais terminais, 54 instalações apresentavam tanto programas parcialmente implementados, quanto aqueles não atualizados ou desprovidos de envio de relatórios semestrais.

O indicador do IDA para o monitoramento da fauna e flora contempla o levantamento da biota (terrestre e aquática) e de “animais bioindicadores”, que consistem em espécies indicadores de alterações na qualidade ambiental (DARONCO et al., 2020), no caso, decorrentes da operação da instalação portuária. Exceto o terminal de Portonave/SC, todos os demais terminais do grupo de estudo apresentaram as duas modalidades de monitoramento. Apesar do indicador mensurar um elemento do Relatório de Controle Ambiental (RCA) essencial à regularização das atividades portuárias, 52 instalações do grupo sem participação societárias de armadores não realizaram levantamentos da biota ou monitoramento de bioindicadores em 2018.

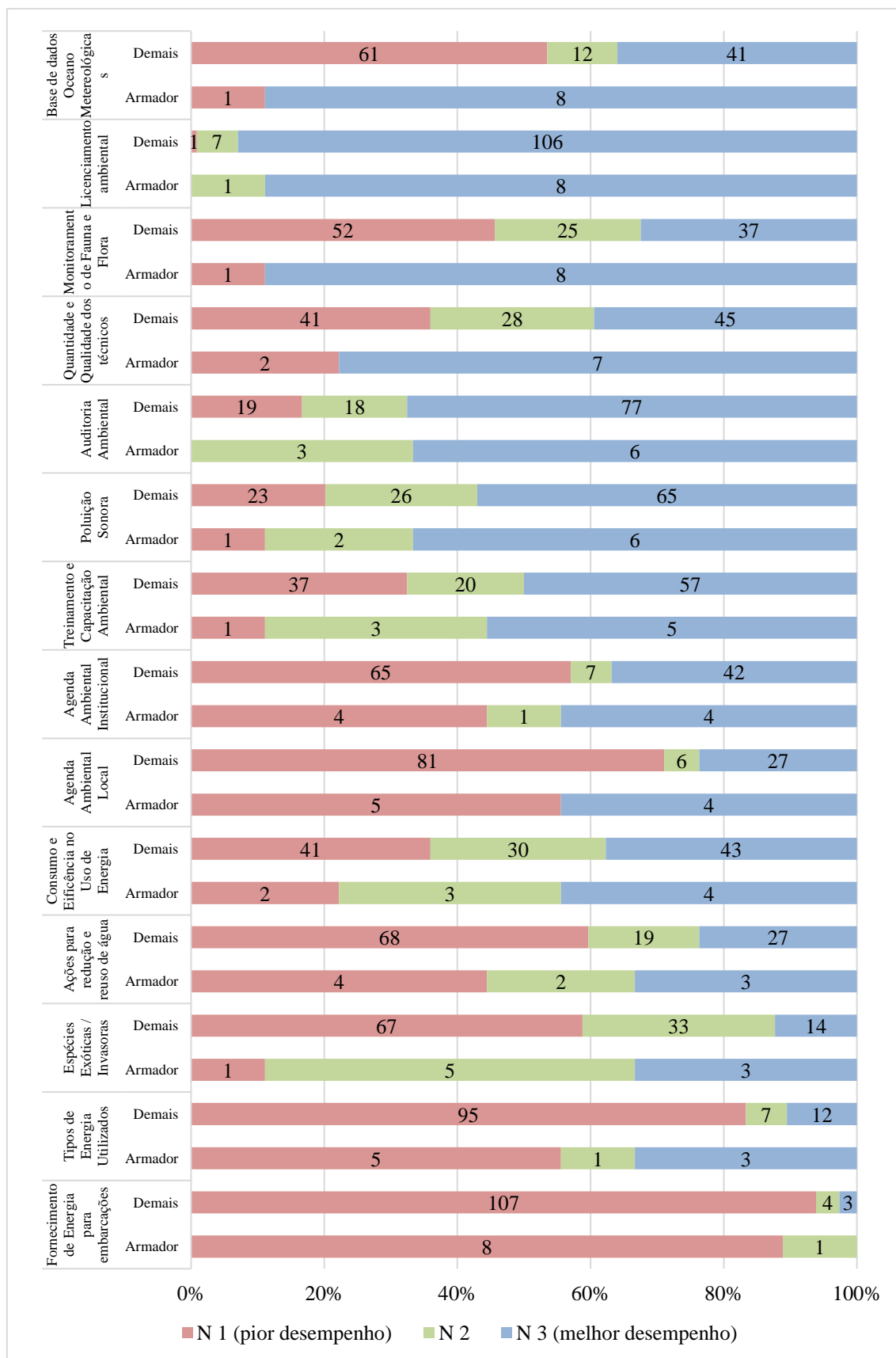
O indicador de monitoramento de espécies invasoras é voltado para as ações de gerenciamento da água de lastro dos navios. Os terminais de Itajaí/SC, Paranaguá/PR e Itapoá/SC, além de realizarem monitoramentos regulares de espécies exóticas, também adotam ações de combate e mitigações de proliferação aos organismos invasores. Os demais terminais do grupo de estudo conduziram pelo menos levantamentos sobre espécies invasoras, exceto o terminal do Pecém/CE, que, até 2018, não havia adotado nenhum tipo de levantamento. Do grupo de instalações sem participação societária de armadores, chama a atenção o fato de que 67 instalações nunca realizaram nenhum tipo de levantamento a respeito da presença de espécies invasoras, e apenas 14 (12% do total) adotaram medidas de controle e combate a esses organismos.

Figura 28 - Desempenho nos indicadores com até cinco respostas de instalações portuárias com e sem participação acionária de armadores.



Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

Figura 29 - Desempenho nos indicadores com até três respostas de instalações portuárias com e sem participação acionária de armadores.



Fonte: Autor, com dados da Antaq (2019a).

7.4 Discussão

Ações de redução dos impactos ocasionados pelo setor de navegação são cada vez mais realizadas, seja no Brasil, seja internacionalmente (BALCOMBE et al., 2019); BOUMAN et al., 2017). As referidas ações são, ainda, adotadas a nível de autoridades e instalações portuárias (AZARKAMAND et al., 2020; NUNES, 2019). As estratégias de mitigação do ponto de vista da provisão e operação das infraestruturas necessárias às atividades de navegação revelam os esforços de atendimento por parte dessas instalações de (i) obrigações legais e regulatórias em diferentes níveis; (ii) de demandas sociais e de *stakeholders*; (iii) de critérios para obtenção de certificados de qualidade ambiental; e (iv) de demandas por dados para planos de redução de emissão (YU et al., 2020).

No Brasil, o Índice de Desempenho Ambiental (IDA), desenvolvido pela ANTAQ, permite o monitoramento do desempenho ambiental das infraestruturas portuárias do país, tanto em termos dos impactos gerados, quanto em relação às medidas de mitigação adotadas. A avaliação dos resultados disponibilizados para o IDA, em 2018, revelam um desempenho mais satisfatório de instalações portuárias que possuem terminais de contêineres com participação acionária de empresa de navegação.

As instalações que contam com terminais de contêineres com participação societária das empresas de navegação apresentaram notas agregadas no IDA, em média, superiores ao grupo das demais instalações. Destacaram-se, ainda, em indicadores específicos do índice, como ações de treinamento, promoção de saúde e educação ambiental; de monitoramento da qualidade do corpo hídrico; e de monitoramento de indicadores ambientais diversos em suas áreas influência (qualidade do corpo hídrico, situação da fauna e flora, dentre outros).

De todos os indicadores específicos utilizados na construção do IDA, e que foram respondidos por todas as instalações portuárias, apenas dois apresentaram notas médias inferiores no grupo de instalações com terminais de contêineres em que as empresas de navegação possuam participação societária: certificações voluntárias e ocorrência de acidentes ambientais.

A obtenção das certificações internacionais, emitidas pela *International Organization for Standardization* (ISO), são utilizadas como um padrão de qualidade da política e do sistema de gestão ambiental adotados pelas instalações portuárias em todo mundo (ANTAQ, 2019b). Faltam iniciativas por parte das instalações brasileiras de

obtenção dessas licenças voltadas a melhorias na gestão ambiental, de segurança e saúde do trabalho, por exemplo.

Os indicadores de monitoramento da biodiversidade referentes ao monitoramento da fauna sinantrópica e de “animais bioindicadores” indicam um desempenho positivo para os terminais com participação societária de armadores. No entanto, o monitoramento de espécies exóticas é insuficiente nos dois grupos de instalações. A baixa aderência às medidas de mitigação dos efeitos ambientais nocivos derivados da eliminação da água de lastro desperta preocupação, por ser um rejeito de grande ameaça para a biodiversidade global (UNCTAD, 2016; LINDGREN et al., 2016) e apresentar alto impacto econômico (PEREIRA, 2012) e para a saúde humana (PEREIRA et al., 2014; TAKAHASHI et al. 2008).

Apesar de existirem diversas iniciativas multilaterais voltadas para seu controle, como a Convenção Internacional para o Controle e Gerenciamento da Água de Lastro e Sedimentos dos Navios (BAILEY, 2015) e o Programa GloBallast para assistência técnica aos países (SZÉCHY et al., 2005), as instalações portuárias brasileiras ainda apresentam um desempenho aquém do necessário à mitigação dos efeitos negativos para o seu descarte. Vale destacar que o tratamento em terra com a utilização de tanques disponibilizados nos próprios portos, apesar de não ser o mais usual ou o de maior facilidade de implementação (PEREIRA et al., 2014), é mais eficaz na prevenção de impactos ambientais ocasionados (WALKER, 2019) e pode apresentar um custo inferior a outros métodos (PEREIRA, 2012).

Os indicativos do desempenho das instalações portuárias aponta o potencial da utilização do IDA como um instrumento de monitoramento ambiental que pode ser utilizado em mais trabalhos científicos, uma vez que a investigação quantitativa de questões ambientais com o auxílio de indicadores e índices é extensa na literatura. Muitos desses trabalhos dedicam-se a testar a validade da Curva de Kuznets Ambiental (FANG et al., 2018; TAO et al., 2008; STERN, 2004, SHAFIK, 1994), ou de outros indicadores como o nível de investimentos diretos (LIU et al., 2018; LAU et al., 2014), de abertura comercial (SHAHBAZ et al. (2018), mas a utilização de indicadores e índices como variáveis explicativas nos modelos também ocorre em outras aplicações na área ambiental. Salama (2005) tenta explicar o desempenho no índice de performance financeira de empresas britânicas em função do desempenho em um índice de performance ambiental para as mesmas empresas. Eliste e Fredriksson (2004) utilizam um índice que mensura o rigor da regulação ambiental para 62 países como variável

dependente em um modelo econométrico que tem como variáveis de controle o nível de renda per capita, a densidade populacional e variáveis *dummies* para países em regimes democráticos e com abertura comercial, dentre outras. O trabalho revela que os países definem suas políticas ambientais tendo como referência as práticas em outras nações.

Esty e Porter (2005) realizam uma série de regressões para identificar variáveis, dentre as quais dois índices de competitividade e de conformidade regulatória, que possam influenciar no desempenho de um índice de performance ambiental desenhado pelos autores. Tevie et al. (2011) utilizam um modelo OLS para investigar os efeitos da renda per capita em um indicador de risco para a biodiversidade específico para cada estado dos EUA. Mozunder et al. (2006) fazem uma investigação similar para um *cross-section* de países também com base em um indicador de risco à biodiversidade. Earnhart (2004) faz uma avaliação empírica sobre os fatores regulatórios que influenciam o desempenho ambiental de unidades poluidoras.

Esse trabalho trouxe contribuições a respeito dos efeitos ambientais do aumento da concentração de mercado, pela avaliação do desempenho de terminais de contêineres verticalizados no Índice de Desempenho Ambiental (IDA) da Antaq. Tal investigação é relevante, já que a literatura aponta que, em determinados mercados, a quantidade socialmente ótima de firmas apresenta um limite quantitativo, em que mais competição e produção resultam em um nível de bem-estar social inferior, em função dos efeitos adversos causados pela intensificação da exploração de recursos (LAMBERTI, 2013).

No setor de navegação, apesar dos ganhos do ponto de vista econômico, menores níveis de poder de mercado, tanto entre as empresas de navegação, quanto entre as instalações portuárias, podem resultar em maiores impactos ambientais, especialmente no que se refere ao aumento das emissões e do consumo de combustíveis (TRAPP et al., 2020). Assim como em outros setores da economia, a tendência de verticalização dos terminais portuários vem demandando investigações das autoridades concorrências brasileiras (CADE, 2018). No entanto, tais avaliações usualmente não consideram variáveis ambientais (DE ARAUJO e NOGUEIRA, 2020), o que ressalta a pertinência de investigações e levantamentos pela perspectiva do meio ambiente.

7.5 Considerações Finais

Nas últimas décadas, o setor de navegação vivencia significativas mudanças estruturais, baseadas, principalmente, na crescente containerização das cargas e no processo de fusões e consolidações entre as empresas que operam no transporte e em terminais portuários. O aumento da concentração de mercado, manifestado inclusive pela verticalização das atividades de navegação e dos terminais de contêiner, motiva diversas investigações a respeito dos efeitos aos usuários dos serviços e ao meio ambiente.

O *trade-off* entre sustentabilidade e competição é de particular relevância para a navegação internacional. A indústria em apreço apresenta papel fundamental para o comércio internacional e crescentes evidências de concentração de mercado, o que traz preocupações a respeito dos efeitos econômicos aos usuários desses serviços, ao mesmo tempo que produz resultados ambientais específicos. As políticas ambientais e de regulação devem ser condizentes com as particularidades do setor, tendo em vista a multiplicidade de resultados decorrentes da organização do mercado de navegação.

Da mesma forma que em outros países e regiões, os agentes brasileiros responsáveis pela manutenção e promoção de condições de concorrência e pela gestão ambiental nos diferentes mercados que compõem a economia dependem de subsídios técnicos para fundamentar a adoção de medidas que atuem sobre essas estruturas de poder de mercado. O Índice de Desempenho Ambiental (IDA) estruturado para os portos brasileiros é o melhor instrumento disponível atualmente, no que diz respeito a identificação de indicadores ambientais nas diferentes instalações portuárias do país, inclusive aquelas verticalizadas.

O potencial de utilização do Índice da Antaq para além da avaliação realizada neste trabalho e inclui a utilização de outras variáveis explicativas ao desempenho ambiental das instalações portuárias, tais como: (i) ano de realização da pesquisa, (ii) tipo de gestão portuária; (iii) localização das instalações; (iv) tipo de carga movimentada. É preciso aprofundar essas e outras as ações de avaliação e mitigação de impactos indesejados, incluindo os efeitos do aumento da concentração das empresas de navegação que operam nas rotas marítimas internacionais conectadas ao Brasil, e avançar na agenda de redução específica aos impactos ambientais causados pela navegação marítima, especialmente no contexto dos portos.

CAPÍTULO 8

ELOS ANALITICAMENTE OCULTOS ENTRE MEIO AMBIENTE E TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA

8.1 A evolução dos impactos ambientais e das medidas de mitigação no setor de navegação

O setor de transporte marítimo é responsável por uma série de impactos nocivos ao meio ambiente, desde a operação, construção, reparação e demolição dos navios, até a provisão de infraestrutura e prestação de serviços nas instalações portuárias. Na medida em que o volume de cargas movimentadas pelo modal se expande (UNCTAD, 2019), esses impactos se agravam (KOIOLO, 2019; CADARSO et al., 2010), especialmente nos casos em que há lacunas de regulação ou de definição de instrumentos compensatórios (MIOLA et al., 2009). A mudança no perfil do comércio mundial, com o crescente protagonismo dos países em desenvolvimento, aumenta a preocupação dos impactos ambientais, em particular pela interferência em espaços naturais sem ocupação antrópica e com importantes funções ambientais (SKINNER, 2010).

Parte dos impactos são mais conhecidos e identificáveis, como as emissões de poluentes atmosféricos, que afetam a saúde humana e causam o efeito estufa, a acidificação e eutrofização dos oceanos (LINDSTAD et al., 2016, apud WALKER et al., 2019; IŞIKLI et al., 2020; CULLINANE et al., 2014; CRIST, 2009; MIOLA et al., 2009), ou a introdução de espécies com o descarte da água de lastro (DALMAZZONE e GIACCARIA, 2014). Existem também impactos negativos derivados de outras atividades, como os decorrentes de derramamentos acidentais ou não de resíduos gerados nas embarcações (VOLLAARD, 2017) e a emissão de poluição sonora (LLORET et al., 2021; SLABBEKOORN et al., 2010). Em geral, as estimativas relacionadas ao volume desses impactos são escassas e apresentam grandes discrepâncias (IŞIKLI et al., 2020; VAKILI et al., 2020; ENDRESEN et al., 2018).

Como respostas à intensificação dos impactos ambientais, iniciativas e exigências de mitigação dos efeitos nocivos ao meio ambiente são cada vez mais comuns, tanto no âmbito multilateral, quanto à nível de países, empresas e segmentos da indústria de construção naval e do transporte marítimo. Nesse contexto, a Organização Marítima Internacional (IMO) desempenha um papel fundamental, apesar de sua atuação reativa em relação às principais questões ambientais no contexto da navegação. Com a redução

de acidentes relacionados à vazamentos de petróleo, principal catalisador de ações e compromissos ambientais multilaterais até o final do século passado (STOPFORD, 2017; BROEKEMA, 2016), e o aumento do comércio global e da preocupação da sociedade com as mudanças climáticas, atualmente a IMO concentra seus esforços em prol de ações e exigências de redução das emissões de poluentes atmosféricos (BALCOMBE et al., 2019).

Tendo como base o cenário atual, as previsão é que as emissões CO₂ alcance 1.800 milhões de toneladas, em 2050 (MÜLLER-CASSERES et al., 2021a). No entanto, o alcance da meta de redução de 50% das emissões de gases causadores do efeito estufa até meados deste século ainda não está garantido pelas tendências atuais das atividades e ações de mitigação no setor (BALCOMBE et al., 2019).

A queda nas emissões de poluentes atmosféricos depende da adoção de medidas conjuntas, principalmente por mudanças na tecnologia e nos combustíveis das embarcações e aprimoramento na regulação setorial (TRAPP et al., 2020). Além de compromissos multilaterais formais, os agentes envolvidos nas variadas etapas da cadeia de transporte marítimo adotam ações voluntárias ou específicas para a mitigação dos impactos ambientais. Dentre elas, os índices de eficiência energética para a construção de embarcações, alinhados a outras práticas, são fundamentais para a redução das emissões anuais de CO₂.

No Brasil, o foco da gestão ambiental no setor portuário está na mitigação de impactos ambientais já existentes, tendo como principal ferramenta instrumentos de comando e controle, especialmente pela conformidade legal de obtenção do licenciamento ambiental (LOURENÇO e ASMUS, 2015). Nesse contexto, a criação da Antaq (BRASIL, 2001), agência reguladora setorial responsável por compatibilizar os transportes com a preservação do meio ambiente, representou um importante avanço. No entanto, o país ainda carece de uma efetiva coordenação tática e de diretrizes estratégicas para ações de resposta na eventualidade de acidentes ambientais (DE OLIVEIRA LIRA et al., 2021), além de garantias de manutenção orçamentária que reduzam o risco de cortes em planos de contingência e prevenção de acidentes ambientais (SOARES et al., 2020). No âmbito das atribuições entre as autoridades portuária públicas e os terminais privados, é preciso aumentar a troca de informações e avançar em uma agenda ambiental comum (KOEHLER e ASMUS, 2010).

A importância do desempenho ambiental do setor de transportes, principalmente o de cargas, decorre do fato deste ser o que apresenta o maior potencial de redução de

emissões de CO₂ para o Brasil cumprir os compromissos assumidos pelo país como contribuições voluntárias às metas do Acordo de Paris (KOBBERLE et al., 2020). O país apresenta uma posição de vantagem na mitigação das emissões de CO₂ no setor de navegação, no que se refere às possibilidades de utilização nos navios de fontes alternativas de combustíveis com menores emissões de poluentes, tendo em vista a experiência brasileira com a produção de biocombustíveis (CARVALHO et al., 2021). No entanto, o aumento das emissões causadas para a viabilização de quantidades suficientes desses insumos energéticos, principalmente aquelas relacionadas ao uso do solo e por efeitos externos negativos (desmatamento), podem eliminar os benefícios de uma transição energética pautada exclusivamente na substituição do combustível (MÜLLER-CASSERES et al., 2021b).

Do ponto de vista do monitoramento do impacto ambiental ocasionado pelas instalações portuárias brasileiras, merece destaque a instituição do Índice de Desempenho Ambiental (IDA) (ANTAQ, 2012). A iniciativa, além de fomentar a adequação das instalações portuárias às legislações e regulamentos ambientais nacionais, é uma tentativa de aproximar o país às melhores práticas internacionais de regulação e acompanhamento no setor. Esse e outros índices de desempenho ambiental utilizados em diferentes setores são objeto de diversas revisões metodológicas que indicam a relevância ao monitoramento de objetivos ambientais e capacidade de identificação de mudanças substanciais no atendimento às variáveis (ATHANASOGLU et al., 2014).

A iniciativa de gerenciamento ambiental da Antaq, baseada em indicadores quantitativos, é uma resposta do poder público e do setor produtivo a demandas sociais e políticas por ações de monitoramento do meio ambiente (LUZ et al., 2006). O Índice monitora os esforços das instalações portuárias em atender a obrigações legais e regulatórias em diferentes níveis; critérios para obtenção de certificados de qualidade ambiental; e demandas por dados para planos de redução de emissão (YU et al., 2020).

O IDA utilizado pela Antaq apresenta questões metodológicas relacionados a subjetividade na definição dos pesos de indicadores e falta de rigor teórico na escolha dos indicadores, questões comuns a outras aplicações de índices compostos (PAULVANNAN et al., 2020; WITULSKI e DIAS, 2020; OŢOIU e GRĂDINARU, 2018; OŢOIU e TITAN, 2018; GARLAND et al., 2017; HSU et al., 2012; MAMAT et al., 2016; LIU et al., 2017, POPESCU et al., 2017). Apesar dessa e de outras fragilidades identificadas na construção do IDA, o instrumento, além de auxiliar na adequação das instalações portuárias às legislações e regulamentos ambientais nacionais, apresenta

robustez em relação a: (i) capacidade de abranger um universo significativo de instalações portuárias, tanto em termos de quantidade de infraestruturas, quanto em movimentação de carga; (ii) periodicidade na realização dos levantamentos; e (iii) capacidade de monitorar o desempenho ambiental por diferentes perspectivas (tipo de instalação, região geográfica, indicadores e terminais individuais).

8.2 A evolução dos níveis de concentração no mercado de navegação

Nas últimas décadas, é possível identificar um processo de consolidação e integração entre as empresas que operam no mercado de navegação (WANG et al., 2020; SLACK e FRÉMONT, 2009). Apesar das estatísticas referentes à quantidade e ao tamanho das empresas de navegação indicarem uma tendência de concentração, especialmente quando analisado por rotas e mercados específicos, não existe consenso na literatura se de fato a navegação internacional de contêineres pode ser caracterizada como um setor onde as empresas detêm e exercem poder de mercado (SYS, 2009).

No mercado de navegação, é possível identificar resultados positivos, em termos de melhorias operacionais, decorrentes do processo de integração horizontal (fusões) entre as empresas de navegação, especialmente na presença de economias de escala (ÁLVAREZ-SANJAIME et al., 2013). Os ganhos de eficiência também se verificam no processo de integração logística e cooperação entre terminais portuários e empresas de navegação (TONGZON e NGUYEN, 2021).

Apesar de aspectos positivos do ponto de vista da operação das empresas ofertantes de serviços de transportes, os usuários demandantes das atividades de navegação se queixam, cada vez mais, de práticas abusivas e anticompetitivas relacionados ao poder de mercado adquiridos pelos armadores e terminais portuários (BORCA et al., 2021, UNCTAD, 2018). Se, por um lado, os altos custos fixos e de investimento inicial em capital e frequentes excedentes de capacidade favorecem o processo de concentração, o funcionamento do mercado de navegação mostrou-se equivalente ao de outros setores da economia, no sentido de não necessitar de isenções regulatórias às leis de incentivo à competição (DROZHZHYN e REVENKO, 2018; UNCTAD, 2016).

No Brasil, também existem evidências do poder de mercado das empresas de navegação, que, entre os anos de 1998 e 2018, foram objetos 38 julgamentos pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica - CADE (CADE, 2018). Como o país não

possui empresas de navegação nacional operando nas rotas marítimas do comércio exterior (exceto em tráfegos na América do Sul) (SOLVE, 2019), é natural que o crescimento da concentração no mercado internacional de contêineres se reflita nos níveis de concentração das rotas vinculadas ao País: enquanto os índices de Herfindahl-Hirschman para o mercado mundial não indicam a existência de poder de mercado, os cálculos para as rotas de serviços regulares partindo do Brasil apresentam altos níveis de concentração, onde se verifica a existência de uma estrutura de oligopólio rígido. Em 2018, 18 empresas de navegação operaram nas exportações de contêineres do Brasil, sendo que 14 empresas deixaram de operar no país desde 2008. Atualmente, as quatro maiores empresas de navegação responderam por 75% da movimentação de contêineres nas exportações do Brasil.

As concentrações mais elevadas nos fluxos regionais por empresas de navegação também se manifestam na concentração regional das operações dos terminais portuários: para todas as rotas, os cálculos do indicador de Herfindahl-Hirschman indicam a existência de concentração, sendo a rota para a América do Sul a mais concentrada, o que também foi atestado pelo cálculo de coeficiente de entropia relativa e do índice de Gini. Em conjunto, esses dados revelam a existência de especialização dos terminais portuários, em prol de determinados fluxos. Tal resultado relaciona-se com a queda, nos últimos anos, das escalas e dos serviços nos portos brasileiros, e o aumento da verticalização dos terminais, o que reforçaria a centralização da operação em portos específicos.

8.3 Evidências dos efeitos ambientais da concentração no mercado de navegação

O aumento da concentração no mercado de navegação de contêineres incorre em impactos ambientais distintos daqueles de uma indústria em competição perfeita. A literatura aponta que a existência de poder de mercado pode mitigar os impactos ambientais negativos (LAMBETI, 2013) e há indícios de que a concentração de mercado encontrado no setor de navegação é positivo do ponto de vista ambiental (TRAPP et al., 2021). No entanto, existem impactos nocivos relacionados a tendência de concentração horizontal e vertical no mercado de navegação, como o aumento do congestionamento nas instalações portuária (FRANSOO e LEE, 2013), a pressão por obras de infraestrutura (AMBROSINO e SCIOMACHEN, 2021) e o aumento da produção de embarcações cada vez maiores (DEMARIA, 2010).

Para o caso brasileiro, as instalações portuárias com terminais de contêineres verticalizados apresentaram, em geral, um desempenho mais elevado nos indicadores específicos e na nota global do Índice de Desempenho Ambiental (IDA), desenvolvido pela ANTAQ. Terminais portuários com participação acionária de armadores se destacam em ações de treinamento, promoção de saúde e educação ambiental; de monitoramento da qualidade do corpo hídrico; e de monitoramento de indicadores ambientais diversos em suas áreas influência (qualidade do corpo hídrico, situação da fauna e flora).

Além de apresentarem notas agregadas no IDA, em média, superiores ao grupo das demais instalações, o desempenho das instalações verticalizadas em indicadores específicos do índice foi superior em todos os casos, exceto para dois indicadores. Um deles, referente a obtenção das certificações internacionais, emitidas pela *International Organization for Standardization* (ISO), utilizadas como um padrão de qualidade da política e do sistema de gestão ambiental adotados pelas instalações portuárias em todo mundo (ANTAQ, 2019b). O baixo desempenho indica a falta de iniciativas de estímulo no Brasil a melhores padrões de gestão ambiental, de segurança e saúde do trabalho. Outro ponto de atenção para os grupos de terminais refere-se ao monitoramento da eliminação da água de lastro, uma das maiores ameaças para a biodiversidade global (UNCTAD, 2016; LINDGREN et al., 2016), de alto impacto econômico (PEREIRA, 2012) e para a saúde humana (PEREIRA et al., 2014; TAKAHASHI et al. 2008).

O Índice de Desempenho Ambiental da Antaq IDA, apesar de apresentar questionamentos metodológicos relevantes, apresenta eficácia como um instrumento de monitoramento ambiental e pode ser considerado como o melhor instrumento disponível nacionalmente para monitoramento de ações de prevenção aos impactos ambientais oriundos das atividades de navegação. Os resultados encontrados neste trabalho indicam a necessidade de uma incorporação eficaz de questões ambientais em futuras avaliações dos efeitos da concentração de mercado, algo que atualmente não se verifica na atuação do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) em relação aos processos analisados (DE ARAUJO e NOGUEIRA, 2020).

Para além dos efeitos da concentração, é possível identificar outros elementos explicativos ao desempenho ambiental das instalações portuárias no Índice, tais como: (i) ano de realização da pesquisa, (ii) tipo de gestão portuária; (iii) localização das instalações; (iv) tipo de carga movimentada. Outros estudos devem abordar essas questões.

CONCLUSÃO

A navegação marítima internacional vivenciou importantes transformações nas últimas quatro décadas, resultando na expansão da movimentação de contêineres e de carga geral e na redução da participação do petróleo e seus derivados. Entre 1980 e 2017 ocorreu um crescimento de 189% no total de cargas embarcadas. Os países desenvolvidos, que no passado representavam a maior parcela do total de cargas embarcadas, hoje respondem por apenas 34% do total.

Como reflexo desse aumento, se agravaram os efeitos e as preocupações com os impactos ambientais ocasionados pelo setor portuário e de navegação, especialmente a partir de meados do século XX. Inicialmente focada na prevenção e punição de acidentes e com a geração de rejeitos, a regulação ambiental evoluiu para mecanismos de estímulo à redução na emissão de poluentes e para eficiência energética. Atualmente, existe uma série de ações em resposta às demandas ambientais, tanto no âmbito multilateral, quanto na jurisdição de cada país e em diferentes etapas da indústria (portos, empresas de navegação e estaleiros). Essas estratégias complementam-se e fomentam-se umas às outras e traduzem a pressão social por ações de mitigação da degradação ambiental em suas diferentes escalas. No longo prazo, inovações tecnológicas, como a utilização de baterias e de novos combustíveis, se configuram como a base para sustentar a mudança estrutural da indústria para um maior nível de sustentabilidade ambiental.

O Brasil apresenta uma posição tanto de protagonista quanto de espectador dessas transformações. Por um lado, o país representa 7% do total de cargas carregadas no mercado global, e chega a 11% dos embarques totais, no caso dos minérios. No entanto, no mercado de contêineres, os portos brasileiros representam apenas 1,3% da movimentação mundial e não existem empresas de navegação brasileiras atuando nos serviços internacionais fora da América do Sul. Tal configuração do mercado global e brasileiro altera uma série de impactos ambientais ocasionados pelas atividades vinculadas ao transporte marítimo. Apesar do conjunto de ações de mitigação dos efeitos ambientais adversos, especialmente no âmbito da Organização Marítima Internacional (IMO), ainda é preciso avançar na regulação e legislação ambiental dos países.

Com os exercícios conduzidos nesse trabalho, foram encontradas evidências empíricas de que o mercado de navegação, no Brasil e no mundo, apresenta níveis de concentração, que variam de acordo com as rotas. De forma agregada, o mercado global

de navegação marítima de contêineres apresenta um processo de crescente concentração, que se acelerou nos últimos anos, inclusive com configurações de poder de mercado.

Os efeitos ambientais do aumento da concentração nos mercados apresentam ampla discussão teórica. É possível que a degradação ambiental gerada por uma estrutura de mercado com concentração seja inferior ao observado em um mercado em competição perfeita, em função de diversos elementos: efeitos adversos causados pela intensificação da exploração de recursos com impactos ambientais superior aos benefícios gerados à sociedade; prolongamento do tempo de existência de recursos finitos pelo nível de produção inferior sob monopólio; ineficiências de correção do mercado em competição imperfeita pela estipulação de licenças negociáveis ou taxaço; maior articulação e eficiência operacional entre as empresas ofertantes de serviços de transportes.

Em se tratando especificamente do mercado de navegação, existem preocupações referentes a três grupos de impactos ambientais decorrentes do aumento da concentração:

- I. A definição cada vez maior dos fluxos de cargas em poucos portos, que agrava as emissões nessas localidades em função do aumento dos níveis de congestionamento e pressiona por obras de infraestrutura para adequação dos berços e canais de acesso para receber embarcações de grande escala;
- II. A necessidade de deslocamento das cargas em longas distâncias pelo transporte doméstico para alcançar os portos concentradores de carga, com impactos nos níveis de acidentes e emissões, especialmente pelo transporte rodoviário;
- III. Os efeitos derivados da redução das escalas dos navios navegação de longo curso, que resulta no aumento absoluto do consumo de combustíveis, do excedente de capacidade dos navios e da quantidade de encomendas e de demolição das embarcações;

Do ponto de vista das operações das instalações portuárias, os efeitos da concentração foram avaliados em relação ao desempenho no Índice de Desempenho Ambiental (IDA), elaborado anualmente pela Antaq, dos terminais de contêineres brasileiros com participação acionária de empresas de navegação. As instalações que contam com terminais de contêineres com participação societária das empresas de navegação, além de apresentarem notas agregadas no IDA, em média, superiores ao grupo das demais instalações, se destacaram em uma série de indicadores específicos do Índice: dos 28 indicadores ambientais utilizados na construção do IDA e que foram respondidos por todas as instalações portuárias, apenas dois apresentaram notas médias inferiores no

grupo de instalações com terminais de contêineres em que as empresas de navegação possuam participação societária.

Pesquisas futuras devem conduzir a avaliação de outros efeitos que possam influenciar o desempenho do IDA agregado e de seus indicadores específicos. Também é preciso analisar outras consequências ambientais do transporte marítimo e do aumento da sua concentração além dos efeitos causados pelas operações portuárias, já que os principais efeitos do aumento da concentração se manifestam na disponibilidade e configuração das atividades de navegação. No entanto, a dificuldade de encontrar e consolidar informações sobre o tema ainda se impõe como um desafio de pesquisa.

A demanda por avaliações referentes a qualidade e sustentabilidade ambiental reflete a percepção sobre a importância dos recursos ambientais e de seus serviços para os sistemas econômicos. Ao longo das décadas, a discussão a respeito da inclusão de questões de sustentabilidade e bem-estar na teoria econômica apontou a necessidade de desenvolvimento de múltiplos exercícios de mensuração do nível atual e previsto dos bens e serviços ambientais. Além dos cálculos baseados em valores monetários, a literatura ressalta a importância de indicadores, painéis e índices compostos, estruturados fundamentalmente com valores quantitativos não-monetários que abarque os diversos elementos que compõem a avaliação de sustentabilidade.

Da mesma forma que em outros países e regiões, os agentes brasileiros responsáveis pela manutenção e promoção de condições de concorrência e pela gestão ambiental nos diferentes mercados que compõem a economia dependem de subsídios técnicos para fundamentar a adoção de medidas que atuem sobre essas estruturas de poder de mercado. Sendo assim, é preciso aprofundar as ações de avaliação e mitigação dos efeitos adversos do aumento da concentração das empresas de navegação que operam nas rotas marítimas internacionais conectadas ao Brasil, e avançar na agenda de redução dos impactos ambientais causados pela navegação marítima, especialmente no contexto dos portos.

Espera-se que o setor de navegação e de portos continue a adotar medidas de mitigação em relação às adversidades ambientais como uma resposta às crescentes demandas sociais e de organismos multilaterais. A mitigação dos impactos ambientais contribuirá para atenuar os efeitos adversos causados, por exemplo, pelas mudanças climáticas no próprio setor de navegação, que sofre com o aumento das ocorrências de eventos extremos, responsáveis pela interrupção dos fluxos de cargas e das atividades em portos e da navegação em hidrovias e canais de acesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABID, M.; BENZERROUK, Z.; SEKRAFI, H. Pollution haven or halo effect? A comparative analysis of developing and developed countries. **Energy Reports**, [s.l.], v. 7, p. 4862–4871, nov. 2021. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721005436#!>. Acesso em: 13 out. 2021.

ADEEL-FAROOQ, R. M.; ABU BAKAR, N. A. ; OLAJIDE RAJI, J. Green field investment and environmental performance: A case of selected nine developing countries of Asia. **Environmental Progress Sustainable**, [s.l.], v. 37, n. 3, p. 1085–1092, 2018.

ADEEL-FAROOQ, R. M.; RIAZ, M. F.; ALI, T.. Improving the environment begins at home: Revisiting the links between FDI and environment. **Energy**, [s.l.], v. 215, p. 119150, 2021.

AFSA, C., BLANCHET, D., MARCUS, V., MIRA D'ERCOLE, M., PIONNIER, P., RANUZZI, G., RIOUX, L., SHREYER, P. **Survey of existing approaches to measuring socio-economic progress**. Paper for the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2008.

ALVAREZ GUEDES, S. **Contribuições para a gestão ambiental do sistema portuário brasileiro**. 2018. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ÁLVAREZ-SANJAIME, Ó.; CANTOS-SÁNCHEZ, P.; MONER-COLONQUES, R.; SEMPERE-MONERRIS, J. The impact on port competition of the integration of port and inland transport services. **Transportation Research Part B: Methodological**, [s.l.], v. 80, p. 291–302, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191261515001587>. Acesso em: 17 nov. 2021.

ÁLVAREZ-SANJAIME, Ó.; CANTOS-SÁNCHEZ, P.; MONER-COLONQUES, R.; SEMPERE-MONERRIS, J.; Competition and horizontal integration in maritime freight transport. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [s.l.], v. 51, p. 67–81, 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/46470790_Competition_and_horizontal_integration_in_maritime_freight_transport. Acesso em: 17 nov. 2021.

AMBROSINO, D.; SCIOMACHEN, A. Impact of Externalities on the Design and Management of Multimodal Logistic Networks. **Sustainability**, [Suíça], v. 13, n. 9, p. 5080, 2021. Disponível em: <https://www.mendeley.com/catalogue/caacffec-fa42-3e1f-b8b1-3ccc5af11afd/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

ANTAQ. Resolução nº 517, de 18 de outubro de 2005. Disponível em:

<http://sophia.antaq.gov.br/terminal/Resultado/ListarLegislacao?guid=1572632122307>.

Acesso em: 01 nov. 2019.

ANTAQ. **Uma nova proposta para a Agenda Ambiental Portuária**. 2008. Disponível em: <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/“Uma-Nova-Proposta-para-a-Agenda-Ambiental-Portuária”-Marcos-Maia-Porto.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019

ANTAQ. Resolução nº 2.190, de 28 de julho de 2011. Disponível em: <http://sophia.antaq.gov.br/terminal/Resultado/ListarLegislacao?guid=1572631927570>. Acesso em: 26 nov. 2021.

ANTAQ. Resolução nº 2.650, de 26 de setembro de 2012. Disponível em: <http://sophia.antaq.gov.br/terminal/acervo/detalhe/7673?guid=1637414481982returnUrl=%2fterminal%2fresultado%2flistarlegislacao%3fguid%3d1637414481982%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d7673%237673i=1>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ANTAQ. **Índice de Desempenho Ambiental (IDA)**. 2016. Disponível em: http://web.antaq.gov.br/Portal/pdf/IDA/2016/O_Indice_IDA_Indice_Desempenho_Ambiental_Instalacoes_Portuarias.pdf. Acesso em: 20 jul. 2019.

ANTAQ. Resolução Normativa nº 18, de 21 de dezembro de 2017. Disponível em: <http://sophia.antaq.gov.br/terminal/Resultado/ListarLegislacao?guid=1572614898570>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ANTAQ. **Anuário**. 2019a. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/Anuario/>. Acesso em: 20 jul. 2019.

ANTAQ. **Índice de Desempenho Ambiental (IDA)**. 2019b. Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/ResultadosIda/>. Acesso em: 10 jan. 2020.

ANTWEILER, W.; COPELAND, B.; TAYLOR, M.; Is free trade good for the environment? **American Economic Review**, [s.l.], v. 91, n. 4, p. 877–908, 2001.

ARAÚJO, F. **Sistema portuário brasileiro: evolução e desafios**. 2013. Monografia (Especialização) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

ARBOLINO, R.; CARLUCCI, F.; DE SIMONE, L.; IOPPOLO, G.; YIGITCANLAR, T. The policy diffusion of environmental performance in the European countries. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 89, p. 130–138, jun. 2018.

ARGYRIOU, I.; SIFAKIS, N.; TSOUTSOS, T. Ranking measures to improve the sustainability of Mediterranean ports based on multicriteria decision analysis: a case study of Souda port, Chania, Crete. **Environment, Development and Sustainability**, [s.l.], p. 1–18, 2021.

ATHANASOGLU, S.; WEZIAK-BIALOWOLSKA, D.; SAISANA, M. **Environmental performance index 2014 JRC analysis and recommendations**. Luxemburgo: Escritório de Publicações da União Europeia, 2014.

AZARKAMAND, S.; WOOLDRIDGE, C, DARBRA, R. Review of initiatives and methodologies to reduce CO2 emissions and climate change effects in ports. **International journal of environmental research and public health**, [s.l.], v. 17, n. 11, p. 3858, 2020.

- BAILEY, S. An overview of thirty years of research on ballast water as a vector for aquatic invasive species to freshwater and marine environments. **Aquatic Ecosystem Health Management**, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 261–268, 2015.
- BAINE, M. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. **Ocean Coastal Management**, [s.l.], v. 44, n. 3–4, p. 241–259, 2001.
- BALCOMBE, P.; BRIERLEY, J.; LEWIS, C.; SKATVEDT, L.; SPEIRS, J.; HAWKES, A.; STAFFELL, I. How to decarbonise international shipping: Options for fuels, technologies and policies. **Energy conversion and management**, [s.l.], v. 182, p. 72–88, 2019.
- BALL, E.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; ZAIM, O. Accounting for externalities in the measurement of productivity growth: the Malmquist cost productivity measure. **Structural change and economic dynamics**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 374–394, 2005.
- BARNHART, B.; BOSTIAN, M.; WHITTAKER, G.; GROSSKOPF, S.; FÄRE, R. Prioritizing conservation for the reduction of Gulf hypoxia using an environmental performance index. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 66, p. 235–241, 2016.
- BARROS, C.P.; MANAGI, S.; MATOUSEK, R. The technical efficiency of the Japanese banks: non–radial directional performance measurement with undesirable output. **Omega**, v. 40, n. 1, p. 1–8, 2012.
- BATRA, R.; BELADI, H.; FRASCA, R. Environmental pollution and world trade. **Ecological economics**, [s.l.], v. 27, n. 2, p. 171–182, 1998.
- BAUMOL, W. J.; OATES, W. E.; BAWA, W. S.; BRADFORD, D. F. **The theory of environmental policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- BECKER, B. Reflexões sobre Hidrelétricas na Amazônia: Água, Energia e Desenvolvimento. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi (Ciências Humanas)**, Belém, v. 7, n. 3, p. 783–790, 2012.
- BENGTSSON–PALME, J.; GUNNARSSON, L.; LARSSON, J. Can branding and price of pharmaceuticals guide informed choices towards improved pollution control during manufacturing? **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 171, p. 137–146, 2018.
- BÖHRINGER, C.; JOCHEM, P. Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. **Ecological economics**, [s.l.], v. 63, n. 1, p. 1–8, 2007.
- BOLETI, E.; GARAS, A.; KYRIAKOU, A.; LAPATINAS, A. Economic Complexity and Environmental Performance: Evidence from a World Sample. **Environmental Modeling Assessment**, v. 26, n. 3, p. 251–270, 2021.
- BORCA, B.; PUTZ, L.; HOFBAUER, F. Crises and Their Effects on Freight Transport Modes: A Literature Review and Research Framework. **Sustainability**, [s.l.], v. 13, n. 10, p. 5740, 2021.

BORJA, A.; ELLIOTT, M.; ANDERSEN, J.; BERG, T.; CARSTENSEN, J.; HALPERN, B.; RODRIGUEZ–EZPELETA, N. Overview of integrative assessment of marine systems: the ecosystem approach in practice. **Frontiers in Marine Science**, [s.l.], v. 3, p.20, 2016.

BORRELLE, S.; RINGMA, J.; LAW, K.; MONNAHAN, C.; LEBRETON, L.; MCGIVERN, A.; ROCHMAN, C. Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. **Science**, [s.l.], v. 369, n. 6510, p. 1515–1518, 2020.

BOUMAN, E.; LINDSTAD, E.; RIALLAND, A.; STRØMMAN, A. State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping — A review. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 52, p. 408–421, 2017.

BOYLAN, B. Increased maritime traffic in the Arctic: Implications for governance of Arctic sea routes. **Marine Policy**, [s.l.], v. 131, p. 104566, 2021.

BOZDOĞAN, A.; DEMIR, A.; ŞAHİNPINAR, D. Bibliometric Assessment Based on Web of Science Database: Educational Research Articles on Botanic Gardens, National Parks, and Natural Monuments. **Participatory Educational Research**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 303–323, 2021.

BRASIL. Decreto nº 74.557, de 12 de setembro de 1974. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 13 set. 1974. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D74557.htm . Acesso em: 17 out. 2019.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm Acesso em: 17 out. 2019.

BRASIL. **Constituição** (1988), Capítulo VI – Do Meio Ambiente, art. 225. Disponível em: https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_26.06.2019/art_225_.asp. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

BRASIL. Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 25 fev. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8630.htm. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

BRASIL. Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 11 dez. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19537.htm. Acesso em: 14 de out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Decreto nº 3.402, de 4 de abril de 2000a. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 4 abr. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3402.htm . Acesso em: 14 out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000b. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 28 abr. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19966.htm. Acesso em: 01 de nov. de 2019.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000c. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 10.233, de 05 de junho de 2001. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 05 jun. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10233.htm. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Decreto nº 6.620, de 29 de outubro de 2008. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 28 out. 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6620.htm Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013a. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 5 jun. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm. Acesso em: 01 nov. 2019.

BRASIL. Decreto nº 8.127, de 22 de outubro de 2013b. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 23 out. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D8127.htm . Acesso em: 11 out. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.121, de 21 de novembro de 2019. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 22 nov. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10121.htm Acesso em: 17 jan. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.786, de 6 de setembro de 2021. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: Brasília, DF, 22 nov. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.786-de-6-de-setembro-de-2021-343220059>. Acesso em: 06 out. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana: Plano de Combate ao Lixo no Mar**, [s.l.], v.1, p. 40, 2019.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão 1439/2016 — Plenário**. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura Portuária, Hídrica e Ferroviária (SeinfraHidroFerrovia), 2016. Disponível em: https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/#/documento/acordao-completo/*/KEY%253AACORDAO-COMPLETO-

[1654135/DTRELEVANCIA%2520desc/0/sinonimos%253Dfalse](#). Acesso em: 01 nov. 2019.

BROEKEMA, W. Crisis-induced learning and issue politicization in the EU: The braer, sea empress, erika, and prestige oil spill disasters. **Public Administration**, [s.l.], v. 94, n. 2, p. 381–398, 2016.

BROWNE, D.; RYAN, L. Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies. **Environmental Impact Assessment Review**, [s.l.], v. 31, n. 3, p. 226–233, 2011.

BRUNDTLAND, G. H. **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987. Disponível em http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf. Acesso em: 04 mar. 2013.

BUCHANAN, J. M. External diseconomies, corrective taxes, and market structure. **The American Economic Review**, [s.l.], v. 59, n. 1, p. 174–177, 1969.

BUCHER, S. Environmental performance as one of the indicators of sustainable development in Asia. **Journal of Environmental Biology**, [s.l.], v. 38, n. 1, p. 67, 2017.

BUCHER, S. Measuring of Environmental Performance Index in Europe. **Rocznik Ochrona Środowiska**, [s.l.], v. 18, n. cz. 1, p. 46—64, 2016.

BURGHERR, P. In-depth analysis of accidental oil spills from tankers in the context of global spill trends from all sources. **Journal of hazardous materials**, [s.l.], v. 140, n. 1–2, p. 245–256, 2007.

BUTT, N. The impact of cruise ship generated waste on home ports and ports of call: A study of Southampton. **Marine Policy**, [s.l.], v. 31, n. 5, p. 591–598, 2007.

CADARSO, M.; LÓPEZ, L.; GÓMEZ, N.; TOBARRA, M. CO2 emissions of international freight transport and offshoring: Measurement and allocation. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 69, n. 8, p. 1682–1694, 2010.

CADE. **Cadernos do Cade**: Mercado de transporte marítimo de contêineres. Brasília, 2018.

CARVALHO, F.; PORTUGAL-PEREIRA, J.; JUNGINGER, M.; SZKLO, A. Biofuels for Maritime Transportation: A Spatial, Techno-Economic, and Logistic Analysis in Brazil, Europe, South Africa, and the USA. **Energies**, v. 14, n.16, p. 4980, 2021.

CASTRO, Matheus Braga de. **Avaliação ambiental estratégica**: eficácia no planejamento público de transportes? 2014. 103 f., il. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CASTRO, S. M.; ALMEIDA, J. R. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. **Sociedade Natureza**, Uberlândia, ano 24, n. 3, p. 519–534, set/dez. 2012.

CEBRI. **Energy transition in the maritime sector**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: http://midias.cebri.org/arquivo/CEBRI_Relatorio%20Transicao%20Energetica%20Setor%20Maritimo_Jul2019.pdf . Acesso em: 27 set. 2019.

CHAKRABORTY, D.; MUKHERJEE, S. How do trade and investment flows affect environmental sustainability? Evidence from panel data. **Environmental Development**, [s.l.], v. 6, p. 34–47, 2013.

CHALASTANI, V.; TSOUKALA, V.; COCCOSSIS, H.; DUARTE, C. A bibliometric assessment of progress in marine spatial planning. **Marine Policy**, [s.l.], v. 127, p. 104329, 2021.

CHARŁAMPOWICZ, J. Analysis of the market concentration of the container shipping markets — selected issues. **SHS Web of Conferences**, [s.l.], v.58, 2018.

CHEN, D.; FU, X.; GUO, X.; LANG, J.; ZHOU, Y.; LI, Y.; WANG, W. The impact of ship emissions on nitrogen and sulfur deposition in China. **Science of the Total Environment**, v. 708, p. 134636, 2020.

CHERNIWCHAN, J. Trade liberalization and the environment: Evidence from NAFTA and US manufacturing. **Journal of International Economics**, v. 105, p. 130–149, 2017.

CHOIJIL, E.; MÉNDEZ, C.; WONG, W.; VIEITO, J.; BATMUNKH, M. Thirty years of herd behavior in financial markets: A bibliometric analysis. **Research in International Business and Finance**, v. 59, p. 101506, 2022.

CHUVIECO, E.; BURGUI, M.; GALLEGO-ÁLVAREZ, I. Impacts of Religious Beliefs on Environmental Indicators: Is Christianity More Aggressive Than Other Religions? **Worldviews: Global Religions, Culture, and Ecology**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 251–271, 2016.

CNI. **Portos**: o que foi feito, o que falta fazer. Confederação Nacional da Indústria: Brasília, 2014.

CNI. **Sistema portuário**: avanços, problemas e agenda. Confederação Nacional da Indústria: Brasília, 2018a.

CNI. **Transporte Marítimo de Contêineres e a Competitividade das Exportações**. Confederação Nacional da Indústria: Brasília, 2018b.

COASE, R.H. The Problem of Social Cost. **Journal of Law and Economics**, [s.l.], v. 3, p. 1–44, 1960.

COBO, M.; LÓPEZ-HERRERA, A.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. SciMAT: A new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, [s.l.], v. 63, n. 8, p. 1609–1630, 2012.

COCCO, G.; SILVA, G. **Cidades e portos**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

COELHO, H. M. G.; LANGE, L.C.; COELHO, L. M. G. Proposal of an environmental performance index to assess solid waste treatment technologies. **Waste management**, [s.l.], v. 32, n. 7, p. 1473–1481, 2012.

COLBY, M. Environmental management in development: the evolution of paradigms. **Ecological Economics**, v. 3, n. 3, p. 193-213, 1991.

COLE, M. A.; ELLIOTT, R. JR. Determining the trade-environment composition effect: the role of capital, labor and environmental regulations. **Journal of Environmental Economics and Management**, [s.l.], v. 46, n. 3, p. 363–383, 2003.

COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR. **Resolução nº6**, de 02 de dezembro de 1998. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80033/Plano%20de%20Acao%20Federal%20PAF-ZC/Res.CIRM%20006-98%20AAP.pdf> Acesso em: 01 nov. 2019.

COMTOIS, C.; SLACK, B. **Restructuring the maritime transportation industry: Global overview of sustainable development practices**. 2007.

CONAMA. **Resolução nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 01 nov. 2019.

COPELAND, B. R.; TAYLOR, M. S. Trade, growth, and the environment. **Journal of Economic Literature**, [s.l.], v. 42, p. 7–71, 2004.

COSTANTINI, V.; MONNI, S.. Environment, human development and economic growth. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 64, n. 4, p. 867–880, 2008.

Coyle, D. **GDP: A Brief but Affectionate History**. Princeton: Princeton University Press, 2014

CRIST, P. **Greenhouse gas emissions reduction potential from international shipping**. Joint Transport Research Centre of the OECD and the International Transport Forum: [s.l.], 2009.

CULLINANE, K.; BERGQVIST, R. Emission control areas and their impact on maritime transport. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 28. 2014.

CURRY, B.; GEORGE, K. D. Industrial concentration: a survey. **The Journal of Industrial Economics**, [s.l.], p. 203–255, 1983.

CURTIS, F. Peak globalization: Climate change, oil depletion and global trade. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 69, n. 2, p. 427–434, 2009.

DA SILVA, J. V.; CYPRIANI, L. P. A atividade portuária e as questões ambientais: abordagem jurídica. **Revista eletrônica Direito e Política**, Itajaí, v.1, n.1, 2008.

DA SILVA, L. C. S.; FERREIRA, D. H. L.. Índice de desempenho ambiental (IDA): avaliação do desempenho ambiental dos portos brasileiros. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 80–94, 2020.

DALMAZZONE, S.; GIACCARIA, S. Economic drivers of biological invasions: A worldwide, bio-geographic analysis. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 105, p. 154–165, 2014.

DALTO, E. J.; VICTORINO, D. R. Impactos da lei 8.630 sobre a infra-estrutura de terminais de contêineres e na viabilização da navegação de cabotagem no Brasil. **Transportes**, [s.l.], v. 16, n. 1, 2008.

DARONCO, C. R.; BÁRTA, R. L.; DA SILVA, J. A. G.; DE FÁTIMA COLET, C.; STUMM, E. M. F. Bioindicadores alternativos da qualidade da água para consumo humano. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 9, n. 9, p. e51996824–e51996824, 2020.

DAS NEVES ALMEIDA, T. A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, I. M. A comparative analysis between composite indexes of environmental performance: An analysis on the CIEP and EPI. **Environmental science policy**, [s.l.], v. 64, p. 59–74, 2016.

DASGUPTA, P. Nature's role in sustaining economic development. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 365, p. 5–11, 2010.

DATAMAR. **Dados e Inteligência** – DataLiner. 2019. Disponível em: <https://www.datamar.com.br/data-solutions/> Acesso em: 25/10/2019

DAUDT, C. **Análise das estratégias competitivas dos terminais privados de contêineres da região Sul do Brasil**: contribuições e aprendizado a partir de um exemplo internacional. 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado) — Curso de Administração, UNISINOS, São Leopoldo, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/2696/analise%20das%20estrategias.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 nov. 2021.

Daly, H. Allocation, distribution, and scale: Towards an economics that is efficient, just and sustainable. **Ecological Economics**, 6, 185–193, 1992.

DE ARAÚJO NASCIMENTO, F.; RODRIGUES, F. M.. Growth trend of scientific literature on genetic improvement through the database Scopus. **Scientometrics**, [s.l.], v. 105, n. 2, p. 805–816, 2015.

DE ARAUJO, R.; NOGUEIRA, J. Environmental law & competition law: conflicts & complementarities from an environmental economics perspective. **Direito e Desenvolvimento**, v. 11, n. 1, p. 92-105, 2020.

DE OLIVEIRA LIRA, A.; CRAVEIRO, N.; DA SILVA, F.; ROSA FILHO, J. Effects of contact with crude oil and its ingestion by the symbiotic polychaete *Branchiosyllis* living in sponges (*Cinachyrella* sp.) following the 2019 oil spill on the tropical coast of Brazil. **Science of The Total Environment**, [s.l.], v. 801, p.149655, 2021.

DE OLIVEIRA SOARES, M.; TEIXEIRA, C.; BEZERRA, L.; PAIVA, S.; TAVARES, T.; GARCIA; CAVALCANTE, R. Oil spill in South Atlantic (Brazil): environmental and governmental disaster. **Marine Policy**, [s.l.], v. 115, p. 103879, 2020.

DE OLIVEIRA, O.; DA SILVA, F.; JULIANI, F.; BARBOSA, L.; NUNHES, T. Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps and

trends in literature: an essential instrument to support the development of scientific projects. **Scientometrics Recent Advances**. IntechOpen: [s.l.], 2019.

DEL CARMEN VERA–DÍAZ, M.; KAUFMANN, R.; NEPSTAD, D.; SCHLESINGER, P. An interdisciplinary model of soybean yield in the Amazon Basin: the climatic, edaphic, and economic determinants. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 65, n.2, p. 420–431, 2008.

DEMARIA, F. Shipbreaking at Alang–Sosiya (India): an ecological distribution conflict. **Ecological economics**, [s.l.], v. 70, n. 2, p. 250–260, 2010.

DIGKOGLOU, P.; PAPATHANASIOU, J. Ranking the EU countries according to the environmental performance index using PROMETHEE. **International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics**, [s.l.], v. 4, n. 3–4, p. 290–305, 2018.

DKHILLI, Hichem. Environmental performance and economic growth in middle east and north Africa countries. **Journal of Health and Pollution**, [s.l.], v. 9, n. 24, 2019.

DLUHOPOLSKYI, O. *et al.* Environmental welfare: quality of policy vs. society's values. **Problemy Ekorożwoju**, [s.l.], v. 14, n. 1, 2019.

DOS SANTOS, S. F.; BRANDI, H. S. A canonical correlation analysis of the relationship between sustainability and competitiveness. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s.l.], v. 16, n. 8, p. 1735–1746, 2014.

DRAGOS, C.; DRAGOS, S. Bibliometric approach of factors affecting scientific productivity in environmental sciences and ecology. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 449, p. 184–188, 2013.

DREHER, A.; GASTON, N. Has globalization increased inequality? **Review of International Economics**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 516–536, 2008.

DROZHZHYN, O.; REVENKO, O. Container shipping in period of Freight Conference breakup. **Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 53–59, abr. 2018.

EARNHART, D. Panel data analysis of regulatory factors shaping environmental performance. **Review of Economics and Statistics**, [s.l.], v. 86, n. 1, p. 391–401, 2004.

EISENSTADT, T. A.; FIORINO, D. J.; STEVENS, D.. National environmental policies as shelter from the storm: specifying the relationship between extreme weather vulnerability and national environmental performance. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 96–107, 2019.

EL KALLA, M, ZEC, D.; JUGOVIĆ, A.; Container ports competition in light of contemporary liner shipping market dynamics. **Pomorstvo**, [s.l.], v. 31, n. 2, p. 128–136, 2017.

ELISTE, P.; FREDRIKSSON, P. G. Does trade liberalization cause a race-to-the-bottom in environmental policies? A spatial econometric analysis. **Advances in spatial econometrics**. Springer: Berlin, Heidelberg, 2004. p. 383–396.

EMBRAPA. **O agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>. Acesso em: 05 out. 2021.

EMERSON, J.; ESTY, D. C.; LEVY, M. A.; KIM, C. H.; MARA, V.; de SHERBININ, A.; SREBOTNJAK, T. **Environmental performance index.** New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy, 87, 2010

ENDRESEN, Ø.; DALSGØREN, S.; EIDE, M.; ISAKSEN, I. S.; SØRGÅRD, E. The environmental impacts of increased international maritime shipping, past trends and future perspectives. **Proceedings of the Global Forum on Transport and Environment in a Globalising World**, Guadalajara, Mexico, p. 10–12, nov. 2018.

ESPO. **ESPO Environmental Report 2018** — EcoPortsinSights 2018. 2018. Disponível em: <https://www.ecoport.com/publications/environmental-report-2018> – Acesso em: 26 set. 2018.

ESTY, D. C.; PORTER, M. E. National environmental performance: an empirical analysis of policy results and determinants. **Environment and development economics**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. 391–434, 2005.

FANG, Z.; HUANG, B.; YANG, Z. Trade openness and the environmental Kuznets curve: Evidence from Chinese cities. **The World Economy**, [s.l.], 2018.

FARE, R.; GROSSKOPF, S.; HERNANDEZ-SANCHO, F.; Environmental performance: An index number approach. **Resource and Energy Economics**, v. 26 n. 4, p. 343–352, 2004. Disponível em: <http://econpapers.repec.org/RePEc:eee:resene:v:26:y:2004:i:4:p:343-352>. Acesso em: 17 out. 2021.

FILLOL, A. G.; ROSA, F. S.; LUNKES, R. J.; FELIU, V. M. R.; SOLER, C. C. Sustentabilidade ambiental: um estudo na autoridade portuária de Valencia, Espanha. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 2, n. 1, p. 02–20, 2012.

FINK, C.; MATTOO, A.; NEAGU, I. Trade in international maritime services: how much does policy matter? **The World Bank Economic Review**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 81–108, 2002.

FRANK, A. G.; DALLE MOLLE, N.; GERSTLBERGER, W.; BERNARDI, J. A. B.; PEDRINI, D. C. An integrative environmental performance index for benchmarking in oil and gas industry. **Journal of cleaner production**, v. 133, p. 1190–1203, 2016.

FRANKEL, J. A.; ROMER, D. H. Does trade cause growth? **American economic review**, [s.l.], v. 89, n. 3, p. 379–399, 1999.

FRANSOO, J.; LEE, C. The critical role of ocean container transport in global supply chain performance. **Production and Operations Management**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 253–268, 2013.

- FREDERICKS, S. E. Justice in sustainability indicators and indexes. **International Journal of Sustainable Development World Ecology**, [s.l.], v. 19, n. 6, p. 490–499, 2012.
- FRÉMONT, A.; Empirical Evidence for Integration and Disintegration of Maritime Shipping, Port and Logistics Activities. **Integration and Competition between Transport and Logistics Businesses**, OECD Publishing, Paris, 2010.
- FRIEDMAN, M. The permanent income hypothesis. In: A theory of the consumption function. **Princeton University Press**, p. 20-37, 1957.
- FTC. 2007 **Report on Ethanol Market Concentration. Federal Trade Commission**. Disponível em: <https://www.ftc.gov/sites/default/files/documents/reports/2007-federal-trade-commission-report-ethanol-market-concentration/2007ethanol.pdf> . Acesso em: 20 out. 2019.
- GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, L.; GARCÍA-RUBIO, R. Analysis of environmental issues worldwide: a study from the biplot perspective. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 42, p. 19–30, 2013.
- GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; VICENTE-GALINDO, M.; GALINDO-VILLARDÓN, M.; RODRÍGUEZ-ROSA, M. Environmental performance in countries worldwide: Determinant factors and multivariate analysis. **Sustainability**, [s.l.], v. 6, n. 11, 7807–7832, 2014.
- GARCIA, D. S. S.. A atividade portuária como garantidora do Princípio da Sustentabilidade. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, [s.l.], v. 3, n. 2, p. 375–399, 2012.
- GARCÍA-SÁNCHEZ, I.M.; ALMEIDA, T.A.N.; CAMARA, R.P.B. A proposal for a composite index of environmental performance (CIEP) for countries. **Ecol. Indic.**, n. 48, p. 171–188, 2015.
- GARLAND, R. M.; NAIDOO, M.; SIBIYA, B. A.; OOSTHUIZEN, R. Air quality indicators from the Environmental Performance Index: potential use and limitations in South Africa. **Clean Air Journal**, [s.l.], v. 27, n. 1, 2017.
- GE, J.; ZHU, M.; SHA, M.; NOTTEBOOM, T.; SHI, W.; WANG, X. Towards 25,000 TEU vessels? A comparative economic analysis of ultra-large containership sizes under different market and operational conditions. **Maritime Economics Logistics**, [s.l.], p. 1–28, 2019.
- GERMOND, B.; MAZARIS, A. Climate change and maritime security. **Marine Policy**, [s.l.], v. 99, p. 262–266, 2019.
- GLANZEL, W. **Bibliometrics as a research field a course on theory and application of bibliometric indicators**. [S.l.]: 2003.
- GOLDBERG, D. J. K. **Regulação do setor portuário no Brasil: análise do novo modelo de concessão de portos organizados**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.3.2009.tde-27012010-144312. Acesso em: 15 nov. 2021.

GOMES, A. Legislação ambiental e direito: um olhar sobre o artigo 225 da constituição da república federativa do Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Administração**, [s.l.], Ano VIII, 2008.

GONZÁLEZ-TORRE, P.; SARKIS, J.; ADENSO-DÍAZ, B. Shipping agents and container management: an exploratory analysis of infrastructural and cost concerns. **International Journal of Shipping and Transport Logistics**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 322–349, 2013.

GORDON, H. S. The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery. **Journal of Political Economy**, [s.l.], v. 62, p. 124–42, 1954.

GOULARTI, F. A. A trajetória da Marinha Mercante Brasileira: administração, regime jurídico e planejamento. Pesquisa & Debate. **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política**, v. 21, n. 2 (38), 2010.

GOULARTI, F. A. Estado, crédito e planejamento no desempenho da indústria da construção naval brasileira 1990–2010. **Economia e Sociedade**, v. 23, n. 2, p. 287–317, 2014.

GRÁCIO, M. C. C. Acoplamento bibliográfico e análise de cocitação: revisão teórico-conceitual. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, [s.l.], v. 21, n. 47, p. 82–99, 2016.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. Economic growth and the environment. **The Quarterly Journal of Economics**, [s.l.], v. 110, p. 353–377, 1995.

GROSSMAN, G. M.; KRUEGER, A. B. **Environmental impacts of a North American free trade agreement**. National Bureau of Economic Research, 1991.

GUEDES, L. F. O. **Subsídios para a implantação do sistema de gestão ambiental em portos organizados**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2005.

GUERRERO, D.; RODRIGUE, J.; The waves of containerization: shifts in global maritime transportation. **Journal of Transport Geography**, [s.l.], v. 34, p. 151–164, 2014.

HAGEN, E. An economic justification of protectionism. **The Quarterly Journal of Economics**, [s.l.], v. 72, n. 4, p. 496–514, 1958.

HALFF, A.; YOUNES, L.; BOERSMA, T. The likely implications of the new IMO standards on the shipping industry. **Energy policy**, [s.l.], v. 126, p. 277–286, 2019.

HALICIOGLU, F. An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. **Energy Policy**, [s.l.], v. 37, p.1156–1164, 2009.

HALKOS, G.; ZISIADOU, A. Relating environmental performance with socioeconomic and cultural factors. **Environmental Economics and Policy Studies**, [s.l.], v. 20, n. 1, p. 69–88, 2018.

HAMILTON, C.; TURTON, H. Determinants of emissions growth in OECD countries. **Energy Policy**, [s.l.], v. 30, p. 63–71, 2002.

- HAMMOND, A. **Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. Washington, DC: World Resources Institute, 1995.
- HANLEY, N.; MCGREGOR, P.; TURNER, K.; WILSON, M. Greening the national accounts for Scotland. Project Report. **Scottish Economic Policy Network**, Edinburgh, Scotland, 2002.
- HARRIS, J. Green Keynesianism: Beyond Standard Growth Paradigms. **GLOBAL Development And Environment Institute**. Working Paper n° 13-02, 2013.
- HELLIWELL, J. How's life? Combining individual and national variations to explain subjective well-being. **Economic Modelling**, 20: 331-360, 2003.
- HOBBSAWM, E. **Age of empire: 1875–1914**. Hachette UK, 2010.
- HOEN, K.; TAN, T.; FRANSOO, J.; VAN HOUTUM, G. Effect of carbon emission regulations on transport mode selection under stochastic demand. **Flexible Services Manuf. J.**, v. 26, n.1–2, p. 170–195, 2014.
- HOFFMANN, J. **Concentration in liner shipping**: its causes and impacts for ports and shipping services in developing regions. United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean — ECLAC, 1998.
- HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources. **Journal of political Economy**, v. 39, n. 2, p. 137-175, 1931.
- HSU, A.; DE SHERBININ, A.; SHI, H. Seeking truth from facts: the challenge of environmental indicator development in China. **Environmental Development**, [s.l.], v. 3, p. 39–51, 2012.
- HSU, A.; LLOYD, A.; EMERSON, J. W. What progress have we made since Rio? Results from the 2012 Environmental Performance Index (EPI) and Pilot Trend EPI. **Environmental Science Policy**, [s.l.], v. 33, p. 171–185, 2013.
- HSU, A.; ZOMER, A.. Environmental performance index. **Wiley StatsRef: Statistics Reference Online**, [s.l.], p. 1–5, 2014.
- HUANG, H.; LO, S.. Analysis of international GHGs-related indicators in Taiwan. **Sustainable Environment Research**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 53–60, 2012.
- HUANG, L.; YAN, L.; WU, J. Assessing urban sustainability of Chinese megacities: 35 years after the economic reform and open-door policy. **Landscape and Urban Planning**, [s.l.], v. 145, p. 57–70, 2016.
- HUMMELS, D.; LUGOVSKYY, V.; SKIBA, A. The trade reducing effects of market power in international shipping. **Journal of Development Economics**, [s.l.], v. 89, n. 1, p. 84–97, 2009.
- IAPH. **Port Emissions Toolkit Guide No.2**: Development of port emissions reduction strategies, 2018. Disponível em: <https://gmn.imo.org/wp-content/uploads/2018/10/port-emissions-toolkit-g2-online-1.pdf> . Acesso em: 10 jan. 2020.

IBAMA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 141**, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2006.

IBAMA. **Manchas de óleo no litoral do Nordeste**. 2019. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/notas/2047-manchas-de-oleo-no-litoral-do-nordeste> – Acesso em: 20 out. 2019.

IEA. **International shipping**: Tracking Clean Energy Progress. 2019. Disponível em: <https://www.iea.org/tcep/transport/shipping/>. Acesso em: 29 set. 2019.

IORIS, A. Socioecological economics of water development in the Brazilian Amazon: Elements for a critical reflection. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 173, 2020.

IŞIKLI, E.; AYDIN, N.; BILGILI, L.; TOPRAK, A. Estimating fuel consumption in maritime transport. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 275, p. 124142, 2020.

JACOB, A. Mind the gap: Analyzing the impact of data gap in Millennium Development Goals'(MDGs) indicators on the progress toward MDGs. **World Development**, [s.l.], v. 93, p. 260–278, 2017.

JAIN, P.; JAIN, P. Population and development: impacts on environmental performance. **Chinese Journal of Population Resources and Environment**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 208–214, 2016.

JASCH, C. Environmental performance evaluation and indicators. **Journal of cleaner production**, v. 8, n. 1, p. 79-88, 2000.

JAZAIRY, A. Aligning the purchase of green logistics practices between shippers and logistics service providers. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 82, p. 102305, 2020.

JEFFORDS, C.; MINKLER, L. Do constitutions matter? The effects of constitutional environmental rights provisions on environmental outcomes. *Kyklos*, [s.l.], v. 69, n. 2, p. 294–335, 2016.

JORGENSON, D. Production and welfare: progress in economic measurement. **Journal of Economic Literature**, v. 56, n. 3, p. 867-919, 2018.

KAKLAUSKAS, A.; HERRERA-VIEDMA, E.; ECHENIQUE, V.; ZAVADSKAS, E. K.; UBARTE, I.; MOSTERT, A.; PODVIEZKO, A. Multiple criteria analysis of environmental sustainability and quality of life in post-Soviet states. **Ecological indicators**, [s.l.], v. 89, p. 781–807, 2018.

KESSLER, M. Bibliographic coupling between scientific papers. **American documentation**, [s.l.], vol. 14, no 1, p. 10–25, 1963.

KIM, D.; GO, S. Human Capital and Environmental Sustainability. **Sustainability**, [s.l.], v. 12, n. 11, p. 4736, 2020.

KÖBERLE, A.; ROCHEDO, P.; LUCENA, A.; SZKLO, A.; SCHAEFFER, R. Brazil's emission trajectories in a well-below 2° C world: the role of disruptive technologies versus land-based mitigation in an already low-emission energy system. **Climatic Change**, v. 162, n. 4, p. 1823–1842, 2020.

KOEHLER, P. H. W.; ASMUS, M. L. Gestão ambiental integrada em Portos Organizados: uma análise baseada no caso do porto de Rio Grande, RS–Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada** — Journal of Integrated Coastal Zone Management, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 201–215, 2010.

KOENING, M. L.; ESKINAZI–LEÇA, E.; NEUMANN–LEITÃO, S.; MACÊDO, S. D. Impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco–Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, [s.l.], v. 16, n. 4, p. 407–420, 2002.

KOILO, V. Sustainability issues in maritime transport and main challenges of the shipping industry. **Environmental Economics**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 48, 2019.

KONTOVAS, C. Integration of air quality and climate change policies in shipping: the case of sulphur emissions regulation. **Marine Policy**, [s.l.], v. 113, p. 103815, 2020.

LAMBERTINI, L. **Oligopoly, the environment and natural resources**. Routledge, 2013.

LAU, L.; CHOONG, C.; ENG, Y. Investigation of the environmental Kuznets curve for carbon emissions in Malaysia: do foreign direct investment and trade matter? **Energy Policy**, [s.l.], v. 68, p. 490–497, 2014.

LEE, C.; SONG, D. Ocean container transport in global supply chains: Overview and research opportunities. **Transportation Research Part B: Methodological**, [s.l.], v. 95, p. 442–474, 2017a.

LEE, S.; THIEL, M. Relations between GDP growth and environmental performance using latent growth curve model applied for environmental Kuznets curve. **International Journal of Sustainable Economy**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 87–104, 2017b.

LEE, T.; NAM, H. A study on green shipping in major countries: in the view of shipyards, shipping companies, ports, and policies. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, [s.l.], v. 33, n. 4, p. 253–262, 2017c.

LEE, T.; YEO, G.T.; THAI, V.V. Changing concentration ratios and geographical patterns of bulk ports: the case of the Korean west coast. **Asian J. Shipp Logist**, v. 30, p. 155–173, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2014.09.002>.

LEVINSON, M. **The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World Economy Bigger**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2006.

LIMA, L. R. S. **Dragagem, transporte e disposição final de sedimento de leito de rio** — estudo de caso: Calha do Rio Tietê — Fase II. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/D.3.2008.tde-30092008-155243. Acesso em: 15 nov. 2021.

LINDGREN, J. F.; GRANHAG, L.; SVENSSON, E.; KARIN ANDERSSON, F. B. Shipping and the Environment: **Improving Environmental Performance in Marine Transportation**, [s.l.], p. 1, 2016.

LINDSTAD, H. E.; ESKELAND, G. S. Environmental regulations in shipping: Policies leaning towards globalization of scrubbers deserve scrutiny. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 47, p. 67–76, 2016.

LIPCZYNSKI, J.; WILSON, J. O.; GODDARD, J. A.; GODDARD, J. **Industrial organization: competition, strategy, policy**. Pearson Education, 2005.

LISCIANDRA, M.; MIGLIARDO, C. An empirical study of the impact of corruption on environmental performance: Evidence from panel data. **Environmental and Resource Economics**, [s.l.], v. 68, n. 2, p. 297–318, 2017.

LIU, G.; BROWN, M. T.; CASAZZA, M.. Enhancing the sustainability narrative through a deeper understanding of sustainable development indicators. **Sustainability**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 1078, 2017.

LIU, Q. *et al.* Does foreign direct investment affect environmental pollution in China's cities? A spatial econometric perspective. **Science of the total environment**, [s.l.], v. 613, p. 521–529, 2018.

LLORET, J.; CARREÑO, A.; CARIC, H.; SAN, J.; FLEMING, L. Environmental and human health impacts of cruise tourism: A review. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 173, p. 112979, 2021.

LOURENÇO, A. V.; ASMUS, M. L. Gestão Ambiental Portuária: fragilidades, desafios e potencialidades no porto do Rio Grande, RS, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 223–235, 2015.

LUO, F.; LI, R.; CRABBE, M.; PU, R. Economic development and construction safety research: A bibliometrics approach. **Safety Science**, [s.l.], 145, 105519, 2022

LUZ, S. O. C.; SELLITTO, M. A.; GOMES, L. P. Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: estudo de caso na indústria automotiva. **Gestão Produção**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 557–570, 2006.

MACHADO, C. S.; ALMEIDA, R. J. Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão. **Sociedade Natureza**, [s.l.], v. 24, n. 3, 2012.

MALLAS, D. Os portos brasileiros na globalização: uma nova geografia portuária. **Encontro De Geógrafos Da América Latina**, [s.l.], v. 12, 2009.

MAMAT, L.; BASRI, N. E. A.; ZAIN, S. M.; RAHMAH, E. Environmental sustainability indicators as impact tracker: a review. **Journal of Sustainability Science and Management**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 29–42, 2016.

MANN, M.; KAUFMANN, R.; BAUER, D.; GOPAL, S.; VERA-DIAZ, M.; NEPSTAD, D.; AMACHER, G. The economics of cropland conversion in Amazonia: The importance of agricultural rent. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 69, n. 7, p. 1503–1509, 2010

MARIANO, A. M.; GARCÍA CRUZ, R.; ARENAS GAITÁN, J. Meta análises como instrumento de pesquisa: Uma revisão sistemática da bibliografia aplicada ao estudo das alianças estratégicas internacionais. **Gestão Estratégica: Inovação Colaborativa e**

Competitividade. Congresso Internacional de Administração — Inovação Colaborativa e Competitividade. 2011.

MARIANO, A. M.; ROCHA, M. S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. **AEDEM International Conference**, [s.l.], p. 427–442, 2017.

MAVRAGANI, A.; NIKOLAOU, I. E.; TSAGARAKIS, K. P. Open economy, institutional quality, and environmental performance: A macroeconomic approach. **Sustainability**, [s.l.], v. 8, n. 7, p. 601, 2016.

MEEK, M. **Operational experience of large container ships. Institute of Engineers and Shipbuilders**. Escócia, 1985.

MEINARD, Y.; PHILIPPE, G. The economic valuation of biodiversity as an abstract good. **Ecological Economics**, v. 70, p. 1707-1714, 2011.

MIOLA, A.; PACCAGNAN, V.; MANNINO, I.; MASSARUTTO, A.; PERUJO, A.; TURVANI, M. **External costs of Transportation**. Case study: maritime transport. Luxemburgo: JRC. 2009.

MOHAPATRA, G.; GIRI, A. K. Economic development and environmental quality: an econometric study in India. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, [s.l.], 2009.

MORAES, A. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. Annablume, 2007.

MOZUMDER, P.; BERRENS, R.; BOHARA, A.K. Is there an environmental Kuznets curve for the risk of biodiversity loss? **J. Dev. Areas**, [s.l.], v. 39, p. 175–190, 2006.

MUELLER, C. Sustainable development: conceptualizations and measurement. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 28, p. 207-225, 2008.

MÜLLER–CASSERES, E.; CARVALHO, F.; NOGUEIRA, T.; FONTE, C.; IMPÉRIO, M.; POGGIO, M.; SCHAEFFER, R. Production of alternative marine fuels in Brazil: An integrated assessment perspective. **Energy**, [s.l.], v. 219, p. 119444, 2021a.

MÜLLER–CASSERES, E.; EDELENBOSCH, O, SZKLO, A.; SCHAEFFER, R.; VAN VUUREN, D. Global futures of trade impacting the challenge to decarbonize the international shipping sector. **Energy**, [s.l.], v. 237, p. 121547, 2021b.

MUNDA, G. Multiple criteria decision analysis and sustainable development. **Multiple criteria decision analysis**. Nova York: Springer, p. 1235–1267, 2016.

MURTY, M.N.; KUMAR, S.; DHAVALA, K.K. Measuring environmental efficiency of industry: a case study of thermal power generation in India. **Environ. Resour. Econ.**, v. 38, n. 1, p. 31–50, 2007.

NALDI, M.; FLAMINI, M. The CR4 index and the interval estimation of the Herfindahl. **Hirschman Index**: an empirical comparison. 2014. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01008144/document>. Acesso em: 20 out. 2019.

- NETO, R. F. M.; PARIS, L. E.; JUNIOR, F. A.; FERNANDES, A. N. Environmental performance index for Brazilian public airports: the Infraero experience. **Environmental Science Policy**, [s.l.], v. 112, p. 164–171, 2020.
- NEVES ALMEIDA, T. A.; GARCÍA-SÁNCHEZ, I. A comparative analysis between composite indexes of environmental performance: An analysis on the CIEP and EPI. **Environmental science policy**, [s.l.], v. 64, p. 59–74, 2016.
- NGUYEN, P.; WOO, S.; BERESFORD, A.; PETTIT, S. Competition, market concentration, and relative efficiency of major container ports in Southeast Asia. **Journal of Transport Geography**, [s.l.], v. 83, p.102653, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo>.
- NIEMEIJER, D. Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. **Environmental Science Policy**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 91–103, 2002.
- NIEMEIJER, D.; DE GROOT, R. S. A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. **Ecological indicators**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 14–25, 2008.
- NIU, J.; CHANG, C. P.; YANG, X. Y.; WANG, J. S. The long–run relationships between energy efficiency and environmental performance: Global evidence. **Energy Environment**, [s.l.], v. 28, n. 7, p. 706–724, 2017.
- NIU, J.; WEN, J.; YANG, X. Y.; CHANG, C. P. Trade Openness, Political Stability and Environmental Performance: What Kind of Long–Run Relationship? **Problemy Ekorożwoju**, v. 13, n. 2, 2018.
- NORDHAUS, D.; TOBIN, J. **Is Growth Obsolete?** New York: National Bureau of Economic Research, 1972
- NORTON, B.; COSTANZA, R; BISHOP, R. The evolution of preferences: why sovereign' preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. **Ecological economics**, v. 24, n. 2-3, p. 193-211, 1998.
- NOTTEBOOM, T. E. Container Shipping And Ports: An Overview. **Review of Network Economics**, [s.l.], v. 3, n. 2, 2004
- NOTTEBOOM, T.; PALLIS, T.; RODRIGUE, J. Disruptions and resilience in global container shipping and ports: the COVID–19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis. **Maritime Economics Logistics**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 179–210, 2021.
- NUNES, R. A. O. *et al.* Environmental and social valuation of shipping emissions on four ports of Portugal. **Journal of environmental management**, [s.l.], v. 235, p. 62–69, 2019.
- OCDE. **Competition issues in liner shipping**. Note by the Secretariat DAF/COMP/WP2, 2015.
- OJEDA–PEREIRA, I.; CAMPOS–MEDINA, F. International trends in mining tailings publications: A descriptive bibliometric study. **Resources Policy**, [s.l.], v. 74, p. 102272, 2021.

- OMRI, A.; DALY, S.; RAULT, C.; CHAIBI, A. Financial development, environmental quality, trade and economic growth: what causes what in MENA countries. **Energy Econ.**, v. 48, p. 242–252, 2015.
- ONEL, N.; MUKHERJEE, A. The effects of national culture and human development on environmental health. **Environment, development and sustainability**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 79–101, 2014.
- OȚOIU, A.; GRĂDINARU, G. Proposing a composite environmental index to account for the actual state and changes in environmental dimensions, as a critique to EPI. **Ecological indicators**, [s.l.], v. 93, p. 1209–1221, 2018.
- OȚOIU, A.; ȚIȚAN, E. Are Major Events Capable of Affecting Country Rankings? Validating Composite Indexes of Human Progress and Environmental Performance. **Social Indicators Research**, [s.l.], v. 140, n. 3, p. 953–974, 2018.
- OZCAN, B.; TZEREMES, P.; DOGAN, E.. Re-estimating the interconnectedness between the demand of energy consumption, income, and sustainability indices. **Environmental Science and Pollution Research**, [s.l.], v. 26, n. 26, p. 26500–26516, 2019.
- OZYMY, J.; REY, D. Wild spaces or polluted places: contentious policies, consensus institutions, and environmental performance in industrialized democracies. **Global Environmental Politics**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 81–100, 2013.
- PANAYIDES, P.; WIEDMER, R. Strategic alliances in container liner shipping. **Research in transportation Economics**, [s.l.], v. 32, n.1, p. 25–38, 2011.
- PANAYOTOU, T. **Globalization and environment**. CID Working Paper Series, 2000.
- PARRIS, T.M.; KATES, R.W. Characterizing and Measuring Sustainable Development. **Annual Review of Environmental Resources**, [s.l.], v. 28, n. 13, p. 1–28, 2003.
- PAULVANNAN KANMANI, A.; OBRINGER, R.; RACHUNOK, B.; NATEGHI, R. Assessing global environmental sustainability via an unsupervised clustering framework. **Sustainability**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 563, 2020.
- PAULVANNAN, A.; OBRINGER, R.; RACHUNOK, B.; NATEGHI, R. Assessing global environmental sustainability via an unsupervised clustering framework. **Sustainability**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 563. (2020).
- PEGADO, C.; MELO, J.; RAMOS, T. **Ecoblock**: Método de avaliação do desempenho ambiental. 2006.
- PEREIRA, G.; BOTTER, R.; ROBLES, L. Port Terminal in the Northern Region of Brazil: Decision About Public Port or Private Use Terminal. **International Journal of The Analytic Hierarchy Process**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 195–214, 2019.
- PEREIRA, N. **Alternativas de tratamento da água de lastro em portos exportadores de minério de ferro**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica) —

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

doi:10.11606/T.3.2012.tde-07062012-174800. Acesso em: 15 nov. 2021.

PEREIRA, N.; BOTTER, R.; FOLENA, R.; PEREIRA, J.; DA CUNHA, A. Ballast water: A threat to the Amazon Basin. **Marine pollution bulletin**, [s.l.], v. 84, n. 1–2, p. 330–338, 2014.

PERMAN, R.; Ma, Y.; MCGILVRAY, J.; COMMON, M. **Natural resource and environmental economics**. [S.l.]: Pearson Education, 2003.

PFAFF, A.; ROBALINO, J.; WALKER, R.; ALDRICH, S.; CALDAS, M.; REIS, E.; KIRBY, K. Road investments, spatial spillovers, and deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of regional Science**, [s.l.], v. 47, n. 1, p. 109–123, 2007.

PHAM, T.Y.; JEON, J.W.; DANG, V.L.; CHA, Y.D.; YEO, G.T. A longitudinal analysis of concentration developments for container terminals in northern Vietnam. *Asian J. Shipp. Logist*, v. 32, p. 157–164, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2016.09.004>.

PICAZO–TADEO, A.; PRIOR, D. Environmental externalities and efficiency measurement. **Journal of environmental management**, v. 90, n. 11, p. 3332–3339, 2009.

PILLARISETTI, J.; VAN DEN BERGH, J. Sustainable nations: what do aggregate indexes tell us? **Environment, Development and Sustainability**, v. 12, p. 49–62, 2010.

PINHEIRO, L.; JUNIOR, E. , DENUNCIO, P.; MACHADO, R. Fishing plastics: A high occurrence of marine litter in surf–zone trammel nets of Southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 173, p. 112946, 2021.

POLLESCH, N. L.; DALE, V. H. Normalization in sustainability assessment: Methods and implications. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 130, p. 195–208, 2016.

POPESCU, G.; BOBOC, D.; STOIAN, M.; ZAHARIA, A.; LADARU, G. R. A CROSS-SECTIONAL STUDY OF SUSTAINABILITY ASSESSMENT. **Economic Computation Economic Cybernetics Studies Research**, v. 51, n. 1, 2017.

PORTER, M. E. America s green strategy. **Reader in Business and the Environment**, [s.l.], v. 33, 1991.

POSEIDON. **Poseidon Principles** — A Global Framework for responsible ship finance. Disponível em: https://www.poseidonprinciples.org/download/Poseidon_Principles.pdf. Acesso em: 27 set. 2019.

PURNELL, K. Are HNS spills more dangerous than oil spills. **A white paper for the Interspill Conference**. The 4th IMO RD Forum, Marselha. 2009.

QAZI, U.; JAHANZAIB, M.; AHMAD, W.; HUSSAIN, S. An institutional framework for the development of sustainable and competitive power market in Pakistan. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s.l.], v. 70, p. 83–95, 2017.

- QI, C.; WEINELL, C.; DAM-JOHANSEN, K.; WU, H. A review of blasting waste generation and management in the ship repair industry. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 300, p. 113714, 2021.
- RACHISAN, R.; BOTA-AVRAM, C.; IVAN, R.; GROSANU, A. Assessing the impact of corporate governance and economic development on environmental performance: empirical evidence from cross-country survey. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 16, n. 3, p. 399–409, 2015.
- RADU, M. Empirical study on the indicators of sustainable performance—the sustainability balanced scorecard, effect of strategic organizational change. **Amfiteatru Economic Journal**, [s.l.], v. 14, n. 32, p. 451–469, 2012.
- REYES-BELMONTE, M. The energy and environment connection, research trends based on a bibliometric analysis. **Energy, Ecology and Environment**, [s.l.], p. 1–17, 2021.
- ROCHA, C. H.; SILVA, G.; ABREU, L.. Análise da evolução do desempenho ambiental nos portos brasileiros. **Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da Anpet**. 2017.
- RODRIGUE, J.; COMTOIS, C.; SLACK, B. The geography of transport systems. [S.l.]: Routledge, 2016.
- RODRIGUE, J.; NOTTEBOOM, T. Containerization, box logistics and global supply chains: the integration of ports and liner shipping networks. **Port management**. Londres: Palgrave Macmillan, p. 5–28, 2013.
- RODRIGUES, K.; FERREIRA, C.; MURTA, A.; MURTA, M. A dicotomia portuária brasileira e a carência por sistemas eficientes. **Holos**, v. 7, p. 110–126, 2017.
- RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, C. C.; GARCÍA-SÁNCHEZ, I. M.; VICENTE-GALINDO, P.; GALINDO-VILLARDÓN, P. Exploring Relationships between Environmental Performance, E-Government and Corruption: A Multivariate Perspective. **Sustainability**, [s.l.], v. 11, n. 22, 6497. (2019).
- ROGGE, N. Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The Environmental Performance Index. **Ecological indicators**, [s.l.], v. 23, p. 143–154, 2012.
- ROJON, I.; LAZAROU, N.; REHMATULLA, N.; SMITH, T. The impacts of carbon pricing on maritime transport costs and their implications for developing economies. **Marine Policy**, [s.l.], v. 132, p. 104653, 2021.
- SADLER, B.; DUSIK, J.; FISCHER, T.; PARTIDARIO, M.; TOMLINSON, P.; VERHEEM, R.; ASCHEMANN, R. **Handbook of Strategic Environmental Assessment, Chapter 11: SEA and Transport Planning**. [S.l.]: Routledge, v n.a., p. 177 – 190, 2010.
- SALAMA, A. A note on the impact of environmental performance on financial performance. **Structural change and economic dynamics**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 413–421, 2005.

- SÁNCHEZ, L. Danos e passivo ambiental. **Curso Interdisciplinar de Direito Ambiental**. Barueri: Ed. Manole, p. 261–293, 2005.
- SANTOS, A. P. A.; GONÇALVES, B. R. **A sustentabilidade aplicada ao cenário portuário brasileiro**. 2017. xii, 92 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- SCHARIN, H.; ERICSDOTTER, S.; ELLIOTT, M.; TURNER, R.; NIIRANEN, S.; BLECKNER, T.; ROCKSTRÖM, J. Processes for the sustainable stewardship of marine environments. **Ecological Economics**, 128, 55-67, 2016.
- SCHWAB, K. The global competitiveness report 2018. **World Economic Forum**. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018>. Acesso em: 24 nov. 2021.
- SERAFIN, I. T.; HENKES, J. A. Água de lastro: um problema ambiental. **Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 92–112, 2013.
- SERRANO, A. L. M. **Ensaio sobre evidências empíricas da relação entre renda, desigualdade e meio ambiente**. 2012. 141 f., il. Tese (Doutorado em Economia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- SHAHABADI, A.; SHAYGANMEHR, S. The Impact of Technology Spillover through Foreign Direct Investment and Product Import on the Production Share of Renewable Energies in Total Energy. **Journal of Technology Development Management**, v. 5, n. 2, p. 99-122, 2017.
- SHAFIK, N. **Economic development and environmental quality**: an econometric analysis. Oxford: Oxford economic papers, p. 757–773, 1994.
- SHAHBAZ, M.; SHAHZAD, S. J. H.; MAHALIK, M. K.; HAMMOUDEH, S. Does globalisation worsen environmental quality in developed economies? **Environmental Modeling Assessment**, [s.l.], v. 23, n. 2, p. 141–156, 2018.
- SHAKER, R. R.; ZUBALSKY, S. L. Examining patterns of sustainability across Europe: a multivariate and spatial assessment of 25 composite indices. **International Journal of Sustainable Development World Ecology**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 1–13, 2015.
- SHI, K.; WENG, J.; LI, G. Exploring the effectiveness of ECA policies in reducing pollutant emissions from merchant ships in Shanghai port waters. **Marine pollution bulletin**, [s.l.], v. 155, p. 111164, 2020.
- SHI, Y. Reducing greenhouse gas emissions from international shipping: Is it time to consider market-based measures? **Marine Policy**, [s.l.], v. 64, p. 123–134, 2016.
- SHITTU, W.; ADEDOYIN, F. F.; SHAH, M. I.; MUSIBAU, H. O. An investigation of the nexus between natural resources, environmental performance, energy security and environmental degradation: Evidence from Asia. **Resources Policy**, v. 73, p. 102227, 2021.
- SINEVICIENE, L.; KUBATKO, O.; DERYKOLENKO, O.; KUBATKO, O. The impact of economic performance on environmental quality in developing countries.

International Journal of Environmental Technology and Management, v. 21, n. 5–6, p. 222–237, 2018.

SINGH, S.; RAMBARATH–PARASRAM, V. Considerations for the Latin American and Caribbean region in light of the global move towards low carbon shipping. **Best Practices in Manufacturing Processes**. Springer: Cham, p. 53–73, 2019.

ŠIROKA, M.; PILIČIĆ, S.; MILOŠEVIĆ, T.; LACALLE, I.; TRAVEN, L. A novel approach for assessing the ports' environmental impacts in real time — The IoT based port environmental index. **Ecological Indicators**, v. 120, p. 106949, 2021.

SKINNER, J. A Green Road to Development: Environmental Regulations and Developing Countries in the WTO. **Duke Envtl. L. Pol'y F.**, [s.l.], v. 20, p. 245, 2010.

SLABBEKOORN, H.; BOUTON, N.; VAN OPZEELAND, I.; COERS, A.; TEN CATE, C.; POPPER, A. N. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. **Trends in ecology evolution**, [s.l.], v. 25, n. 7, p. 419–427, 2010.

SLACK, B.; FRÉMONT, A. Fifty years of organisational change in container shipping: regional shift and the role of family firms. **GeoJournal**, [s.l.], v. 74, n. 1, p. 23–34, 2009.

SMALL, H. Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents. **Journal of the American Society for information Science**, [s.l.], vol. 24, no 4, p. 265–269, 1973.

SMITH, C. **Coal, Steam and Ships**: Engineering, enterprise and empire on the nineteenth-century seas. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

SMITH, T. W. P.; JALKANEN, J. P.; ANDERSON, B. A.; CORBETT, J. J.; FABER, J.; HANAYAMA, S.; HOEN, M. Third IMO greenhouse gas study 2014. **Int. Marit. Organ**, [s.l.], v. 327, 2014.

SMITH, T. W. P.; JALKANEN, J. P.; ANDERSON, B. A.; CORBETT, J. J.; FABER, J.; HANAYAMA, S.; RAUCCI, C. **Third imo ghg study**. 2015. Disponível em: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

SOARES, M.; TEIXEIRA, C.; BEZERRA, L.; ROSSI, S.; TAVARES, T.; CAVALCANTE, R. Brazil oil spill response: Time for coordination. **Science**, [s.l.], v. 367, n. 6474, p. 155–155, 2020.

SOLOW, R. An Almost Practical Step Toward Sustainability. **Resources for the Future**, Washington, DC, 1992.

SOLVE. **Shipping Intelligence Platform**. 2019. Disponível em: <http://solveshipping.com/>. Acesso em: 29 out. 2019.

SPBP. **Clean air action plan 2017**. 2017. Disponível em: <http://www.cleanairactionplan.org/documents/final-2017-clean-air-action-plan-update.pdf>. Acesso em: 12 out. 2021.

- STERN, D. I. The rise and fall of the environmental Kuznets curve. **World development**, [s.l.], v. 32, n. 8, p. 1419–1439, 2004.
- STERNER, T.; CORIA, J. **Policy instruments for environmental and natural resource management**. [S.l.]: Routledge, 2013.
- STIGLITZ, J.; SEN, A.; FITOUSSI, J.; **Report by the commission on the measurement of economic performance and social progress**, 2009.
- STF. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPF) nº 139**, de 02 de abril de 2008. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=2607867> Acesso em: 01 nov. 2019.
- STOCKER, M. Fish, mollusks and other sea animals' use of sound, and the impact of anthropogenic noise in the marine acoustic environment. **Journal of the Acoustical Society of America**, [s.l.], v. 112, n. 5, p. 2431, 2002.
- STOPFORD, M. **Economia Marítima**, 3ª Edição. São Paulo: Blucher, 2017
- SYS, C. Is the container liner shipping industry an oligopoly? **Transport Policy**, [s.l.], v. 16, p. 259–270, 2009.
- SZÉCHY, M.; AMADO FILHO, G.; CASSANO, V.; DE-PAULA, J.; BARRETO, M. , REIS, R.; MOREIRA, F. Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, p. 587–596, 2005.
- TAKAHASHI, C. K.; LOURENCO, N. G. G. S.; LOPES, T. F.; RALL, V. L. M.; LOPES, C. A. M. Ballast water: A review of the impact on the world public health. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 14, n.3, p. 393–408, 2008.
- TAO, S.; ZHENG, T.; LIANJUN, T. An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: a panel cointegration approach. **China Economic Review**, [s.l.], v. 19, n. 3, p. 381–392, 2008.
- TEVIE, J.; GRIMSRUD, K. M.; BERRENS, R. P. Testing the environmental Kuznets curve hypothesis for biodiversity risk in the US: A spatial econometric approach. **Sustainability**, [s.l.], v. 3, n. 11, p. 2182–2199, 2011.
- THOMAKOS, Dimitrios D.; ALEXOPOULOS, Thomas A. Carbon intensity as a proxy for environmental performance and the informational content of the EPI. **Energy Policy**, [s.l.], v. 94, p. 179–190, 2016.
- TIAN, Y.; FENG, X. Analysis on the ecological performance management of operating enterprises in port city under the transitional economic environment. **Feb Fresenius Environmental Bulletin**, [s.l.], v. n.a., p. 943, 2021.
- TONGZON, J.; NGUYEN, H.; Effects of port–shipping logistics integration on technical and allocative efficiency. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, [s.l.], v. 37, n. 2, p. 109–116, 2021.

TRAN, N.; HAASIS, H. An empirical study of fleet expansion and growth of ship size in container liner shipping. **International Journal of Production Economics**, [s.l.], v. 159, p. 241–253, 2015.

TRAPP, A.; HARRIS, I.; RODRIGUES, V.; SARKIS, J. Maritime container shipping: Does coepetition improve cost and environmental efficiencies? **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 87, p. 102507, 2020.

UNCTAD. **50 years of Review of Maritime Transport, 1968–2018 – Reflecting on the past, exploring the future**. UNCTAD, 2018.

UNCTAD. **Concentration in liner shipping its causes and impacts for ports and shipping services in developing regions**. LC/G.2027, 1998.

UNCTAD. **Liner shipping: is there a way for more competition?** Discussion Papers, n° 224, 2016.

UNCTAD. **Review of Maritime Transport – 2019**. UNCTAD, 2019.

UNCTAD. **Review of Maritime Transport**. UNCTAD, 2020. Disponível em: [https://unctad.org/publications-search?f\[0\]=product%3A393](https://unctad.org/publications-search?f[0]=product%3A393). Acesso em: 04 out. 2021.

UNITED NATIONS. **Glossary of environment statistics**, studies in methods. 1997.

VAKILI, S.; ÖLÇER, A.; BALLINI, F. The development of a policy framework to mitigate underwater noise pollution from commercial vessels: The role of ports. **Marine Policy**, [s.l.], v. 120, p. 104132, 2020.

VAN DEN BERGH, J.; FERRER-I-CARBONELL, A. **Economic Theories of Sustainable Consumption: Empirical and Policy Implications**. In: ESEE Conference, 2000.

VAN DEN BERGH, J. The GDP paradox. **Journal of Economic Psychology**. 30, 117–135, 2009.

VAN DE VOORDE, E.; VANELSLANDER, T. **Market power and vertical and horizontal integration in the maritime shipping and port industry**. [S.l.]: 2010.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer manual**. Leiden: Univeriteit Leiden, v. 1, n. 1, p. 1–53, 2013.

VAN WAEREBEEK, K.; LEAPER, R.; **Second report of the IWC vessel strike standardisation working group**. Conference paper, IWC 60th Annual Meeting, Santiago, Chile, 2008.

VOGEL, R. GÜTTEL, W. The dynamic capability view in strategic management: A bibliometric review. **International Journal of Management Reviews**, [s.l.], v. 15, n. 4, p. 426–446, 2013.

VOLLAARD, B. Temporal displacement of environmental crime: Evidence from marine oil pollution. **Journal of Environmental Economics and Management**, [s.l.], v. 82, p. 168–180, 2017.

- WALKER, T. R.; ADEBAMBO, O.; FEIJOO, M. C. D. A.; ELHAIMER, E.; HOSSAIN, T.; EDWARDS, S. J.; ZOMORODI, S. Environmental effects of marine transportation. **World Seas: An Environmental Evaluation**. Academic Press, p. 505–530, 2019.
- WAN, X.; YANG, X.; WEN, Q.; GANG, J.; GAN, L. Sustainable development of industry — environmental system based on resilience perspective. **International journal of environmental research and public health**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 645, 2020.
- WAN, Z.; ZHOU, X.; ZHANG, Q.; CHEN, J. Do ship emission control areas in China reduce sulfur dioxide concentrations in local air? A study on causal effect using the difference-in-difference model. **Marine pollution bulletin**, [s.l.], v. 149, p. 110506, 2019.
- WANG, L.; ZHANG, N.; YE, F.; LAU, Y. Y.; DUCRUET, C. The complex network analysis of liner shipping networks: Lessons from the merger between COSCO and CSCCL. **Growth and Change**, [s.l.], v. 51, n. 4, p. 1877–1893, 2020.
- WELLS, P. G. **The iconic Torrey Canyon oil spill of 1967** — Marking its legacy. [S.l.]: 2017.
- WENDLING, Z.A.; EMERSON, J.W.; DE SHERBININ, A.; ESTY, D.C.; *et al.* **2020 Environmental Performance Index**. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law Policy, 2020.
- WITULSKI, N.; DIAS, J. G. The sustainable society index: Its reliability and validity. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 114, p. 106190, 2020.
- WU, Z.; YANG, L.; CHEN, Q.; YE, Q. The impacts of international trade on global greenhouse gas emissions: A thought experiment based on a novel no-trade analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 300, p. 113836, 2021.
- YANG, D.; GAO, X.; XU, L.; GUO, Q. Constraint-adaptation challenges and resilience transitions of the industry–environmental system in a resource–dependent city. **Resources, Conservation and Recycling**, [s.l.], v.134, p. 196–205, 2018.
- YU, J.; HEILIG. CAMMIN, P.; L.; VOß, S. Monitoring of air emissions in maritime ports. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s.l.], v. 87, p. 102479, 2020.
- ZAIM, O. Measuring environmental performance of state manufacturing through changes in pollution intensities: a DEA framework. **Ecological Economics**, [s.l.], v. 48, n. 1, p. 37–47, 2004.
- ZANELLA, T. Água de lastro e bioinvasão no Brasil: Uma análise do posicionamento do Brasil frente ao risco de bioinvasão de espécies exóticas via água de lastro dos navios. **Revista Jurídica Luso–Brasileira**, [s.l.], v. 6, p. 1639–1671, 2015.
- ZHANG, W; WANG, N. Decomposition of energy intensity in Chinese industries using an extended LMDI method of production element endowment. **Energy**, v. 221, p. 119846, 2021.

ZHANG, J. Q.; LEE, J. Y.; WOO, S. H. A Study on the Concentration and Responses of Container Ports in China. *J. Korea Port Econ. Assoc.*, [s.l.], v. 31, n. 4, p. 169–187, 2015.

ZHANG, N.; CHOI, Y. A note on the evolution of directional distance function and its development in energy and environmental studies 1997–2013 *Renew. Sustain. Energy Rev.*, v. 33, p. 50–59, 2014.

ZHENG, S.; LUO, M.; Competition or cooperation? Ports' strategies and welfare analysis facing shipping alliances. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, [s.l.], v. 153, p. 102429, 2021.

ZHENG, W.; LI, B.; SONG, D. Effects of risk–aversion on competing shipping lines' pricing strategies with uncertain demands. *Transportation Research Part B: Methodological*, [s.l.], v. 104, p. 337–356, 2017.

**ANEXO A – DETALHAMENTO DO QUESTIONÁRIO E RESPOSTAS
POSSÍVEIS PARA CADA INDICADOR DO IDA**

Indicador	Questionários e respostas possíveis
Licenciamento ambiental	1.1.1 Qual a situação do Licenciamento Ambiental na instalação portuária?
	N1 - A instalação portuária não possui Licença de Operação.
	N2 - A instalação portuária ainda não possui Licença de Operação, mas existe processo de licenciamento para regularização, o empreendedor já entregou ao órgão ambiental licenciador o estudo ambiental exigido e atualmente aguarda manifestação do mesmo.
	N3 - A instalação portuária possui Licença de Operação válida e vigente.
Quantidade e qualidade dos técnicos	1.1.2 Há quantos profissionais de interesse no Núcleo Ambiental?
	N1 - Abaixo do número mínimo de profissionais no Núcleo Ambiental.
	N2 - Possui o número mínimo de profissionais no Núcleo Ambiental.
	N3 - Acima do número mínimo de profissionais no Núcleo Ambiental.
Treinamento e capacitação ambiental	1.1.3 Quantos treinamentos/capacitações ambientais os funcionários do Núcleo Ambiental recebem por ano?
	N1 - Não participaram de treinamento/capacitação ou não foi atingido o mínimo de horas/pessoa.
	N2 - Menos de 50% dos funcionários participaram de treinamento/capacitação.
	N3 - Mais de 50% dos funcionários participaram de treinamento/capacitação.
Auditoria ambiental	1.1.4 Qual a situação atual da Auditoria Ambiental na instalação portuária?
	N1 - Nunca foi realizada auditoria ambiental.
	N2 - A auditoria ambiental foi realizada há mais de dois anos atrás.
	N3 - A auditoria ambiental foi realizada até dois anos atrás.
Base de dados Oceano Meteorológicas	1.2.1 A instalação portuária possui banco de dados oceanográficos/hidrológicos e meteorológicos/ climatológicos próprio?
	N1 - Não existe banco de dados.
	N2 - Existe banco de dados, mas não há atualização mínima semestral.
	N3 - Existe banco de dados com atualização mínima semestral.
Prevenção de riscos	1.2.2 Quantos planos foram elaborados e implementados na instalação portuária em relação à prevenção de riscos e atendimento a emergência?
	N1 - Atende um dos planos/programas listados abaixo.
	N2 - Atende dois dos planos/programas listados abaixo.
	N3 - Atende três dos planos/programas listados abaixo.
	N4 - Atende quatro dos planos/programas listados abaixo.
N5 - Atende todos os planos/programas listados abaixo.	
Ocorrência de acidentes ambientais	1.2.3 Quantos acidentes ambientais ocorreram na área da instalação portuária e em seus arredores no último ano?
	N1 - Acima de três acidentes ambientais além dos limites da área da instalação portuária ou não é realizado o registro de acidentes.
	N2 - De um a três acidentes ambientais além dos limites da área da instalação portuária.
	N3 - Acima de três acidentes ambientais dentro do limite da área da instalação portuária.
	N4 - De um a três acidentes ambientais dentro do limite da área da instalação portuária.
	N5 - Nenhum acidente ambiental.
	1.3.1 Quais as ações de retirada dos resíduos de navios na instalação portuária?

Ações de retirada de resíduos dos navios	N1 - Não há retirada de resíduos dos navios na instalação portuária.
	N2 - Atende uma das opções listadas.
	N3 - Atende duas das opções listadas.
	N4 - Atende três das opções listadas.
	N5 - Atende todas as opções listadas.
Cargas Perigosas	1.3.2 Quais as ações relacionadas às operações de movimentação e armazenamento de contêineres com produtos perigosos?
	N1 - Não atende nenhuma das ações listadas.
	N2 - Atende uma das ações listadas.
	N3 - Atende duas das ações listadas.
	N4 - Atende três das ações listadas.
N5 - Atende todas as ações listadas.	
Consumo e eficiência no uso de energia	1.4.1 A instalação portuária busca reduzir o seu consumo de energia?
	N1 - Não atende qualquer das opções listadas.
	N2 - Atende duas das opções listadas.
Tipos de energia utilizados	N3 - Atende todas as opções listadas.
	1.4.2 Há geração de energia limpa e renovável pela instalação portuária para a sua utilização em atividades operacionais e/ou administrativas?
	N1 - Não há geração de energia limpa e renovável pela instalação portuária.
Fornecimento de energia para embarcações	N2 - Sim, utilizada somente em atividades administrativas.
	N3 - Sim, utilizada em atividades operacionais e administrativas.
	1.4.3 A instalação portuária dispõe de sistema para fornecimento de energia (<i>Onshore Power Supply</i> - OPS) aos navios?
Internalização dos custos ambientais	N1 - Não possui sistema OPS.
	N2 - Realizou estudo de viabilidade para implantação de um sistema OPS.
	N3 - Dispõe de sistema OPS.
	1.5.1 Como a internalização dos custos ambientais no orçamento é feita pela instalação portuária?
	N1 - Não atende nenhuma das opções listadas.
Comunicação das ações ambientais	N2 - Atende uma das opções listadas.
	N3 - Atende duas das opções listadas.
	N4 - Atende três das opções listadas.
	N5 - Atende todas as opções listadas.
	1.6.1 Qual o nível de divulgação de informações ambientais da instalação portuária através do seu sítio eletrônico na Internet?
Agenda ambiental local	N1 - Até 6 dos itens listados.
	N2 - De 7 a 11 dos itens listados.
	N3 - De 12 a 17 dos itens listados.
	N4 - De 18 a 22 dos itens listados.
	N5 - Mais de 22 dos itens listados.
Agenda ambiental institucional	1.6.2 Em qual situação se encontra a Agenda Ambiental Local da instalação portuária?
	N1 - Não foi elaborada agenda ambiental local.
	N2 - Há agenda ambiental local, mas não há ações de implantação.
Agenda ambiental institucional	N3 - Há agenda ambiental local e há ações de implantação.
	1.6.3 Em qual situação se encontra a Agenda Ambiental Institucional da instalação portuária?
Agenda ambiental institucional	N1 - Não foi elaborada agenda ambiental institucional.
	N2 - Há agenda ambiental institucional, mas não há ações de implantação.

	N3 - Há agenda ambiental institucional e há ações de implantação.
Certificações voluntárias	1.6.4 Quantas certificações voluntárias a instalação portuária possui?
	N1 - Não atende a nenhuma das opções acima.
	N2 - Há planejamento formal para requisição de certificação voluntária.
	N3 - Há certificação voluntária em processo de desenvolvimento.
	N4 - A instalação portuária possui uma certificação voluntária.
	N5 - A instalação portuária possui duas ou mais certificações voluntárias.
Papel da autoridade portuária	1.7.1 A Autoridade Portuária acompanha e controla o desempenho ambiental dos terminais arrendados e/ou operadores avulsos?
	N1 - A Autoridade Portuária apresenta planilha com informações sobre até duas das opções listadas.
	N2 - A Autoridade Portuária apresenta planilha(s) com informações sobre três das opções listadas.
	N3 - A Autoridade Portuária apresenta planilha(s) com informações sobre quatro das opções listadas.
	N4 - A Autoridade Portuária apresenta planilha(s) com informações sobre cinco das opções listadas.
	N5 - A Autoridade Portuária apresenta planilha(s) com informações atuais sobre a situação das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) quanto a todas as opções listadas.
Licenciamento ambiental das empresas	1.7.2 Qual a situação do licenciamento ambiental das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos)?
	N1 - Menos de 25% das empresas que movimentam/armazenam carga (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem licença adequada ao seu status (LP/LI/LO) e vigente.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) das empresas que movimentam/armazenam carga (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem licença adequada ao seu status (LP/LI/LO) e vigente.
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) das empresas que movimentam/armazenam carga (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem licença adequada ao seu status (LP/LI/LO) e vigente.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) das empresas que movimentam/armazenam carga (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem licença adequada ao seu status (LP/LI/LO) e vigente.
	N5 - Todas as empresas (100%) que movimentam/armazenam carga (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem licença adequada ao seu status (LP/LI/LO) e vigente.
PEI dos terminais	1.7.3 Qual a situação do Plano de Emergência Individual - PEI dos terminais arrendados?
	N1 - Menos de 25% dos terminais arrendados possuem PEI e apresentam capacidade operacional adequada ao atendimento às emergências envolvendo vazamentos de óleo.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) dos terminais arrendados possuem PEI e apresentam capacidade operacional adequada ao atendimento às emergências envolvendo vazamentos de óleo.
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) dos terminais arrendados possuem PEI e apresentam capacidade operacional adequada ao atendimento às emergências envolvendo vazamentos de óleo.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) dos terminais arrendados possuem PEI e apresentam capacidade operacional adequada ao atendimento às emergências envolvendo vazamentos de óleo.
	N5 - Todos (100%) os terminais arrendados possuem PEI e apresentam capacidade operacional adequada ao atendimento às emergências envolvendo vazamentos de óleo.
Auditoria ambiental dos terminais	1.7.4 Qual a situação das auditorias ambientais dos terminais arrendados?
	N1 - Menos de 25% dos terminais arrendados realizaram auditoria ambiental dentro do prazo dos dois últimos anos.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) dos terminais arrendados realizaram auditoria ambiental dentro do prazo dos dois últimos anos.

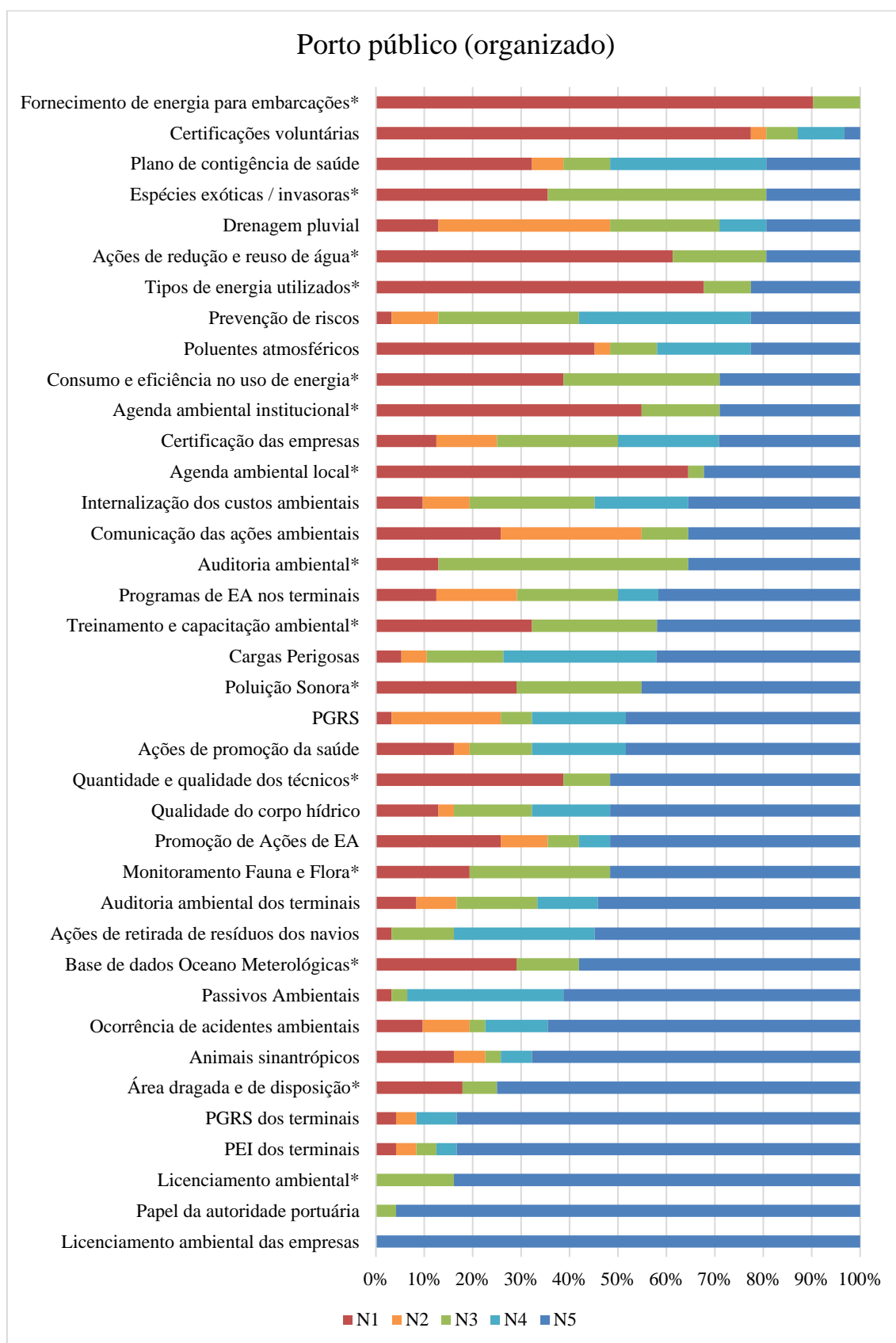
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) dos terminais arrendados realizaram auditoria ambiental dentro do prazo dos dois últimos anos.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) dos terminais arrendados realizaram auditoria ambiental dentro do prazo dos dois últimos anos.
	N5 - Todos (100%) os terminais arrendados realizaram auditoria ambiental dentro do prazo dos dois últimos anos.
PGRS dos terminais	1.7.5 Qual a situação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos- PGRS dos terminais arrendados?
	N1 - Menos de 25% dos terminais arrendados possuem seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) dos terminais arrendados possuem seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) dos terminais arrendados possuem seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) dos terminais arrendados possuem seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
	N5 - Todos (100%) os terminais arrendados possuem seus respectivos planos de gerenciamento de resíduos sólidos.
Certificação das empresas	1.7.6 Qual a situação das certificações voluntárias dos terminais arrendados?
	N1 - Menos de 25% das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem pelo menos duas certificações.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem pelo menos duas certificações.
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem pelo menos duas certificações.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) das empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem pelo menos duas certificações.
	N5 - Todas (100%) as empresas (terminais arrendados e/ou operadores avulsos) possuem pelo menos duas certificações
Programa de EA nos terminais	1.7.7 Existem programas de educação ambiental promovidos pelos terminais arrendados?
	N1 - Menos de 25% dos terminais arrendados desenvolvem programas de educação ambiental.
	N2 - Entre 25% e 50% (25% = e < 50%) dos terminais arrendados desenvolvem programas de educação ambiental.
	N3 - Entre 50% e 75% (50% = e < 75%) dos terminais arrendados desenvolvem programas de educação ambiental.
	N4 - Entre 75% e 100% (75% = e < 100%) dos terminais arrendados desenvolvem programas de educação ambiental.
	N5 - Todos (100%) os terminais arrendados desenvolvem programas de educação ambiental.
Promoção de Ações de EA	2.1.1 Há na instalação portuária a promoção de ações de educação ambiental?
	N1 - Atende uma das opções listadas.
	N2 - Atende duas das opções listadas
	N3 - Atende todas as opções listadas.
Ações de promoção da saúde	2.2.1 Quantas ações de promoção da saúde existem na instalação portuária?
	N1 - Não realizou qualquer ação de promoção de saúde no último ano.
	N2 - Realizou uma ação de promoção de saúde no último ano.
	N3 - Realizou duas ações de promoção de saúde no último ano.
	N4 - Realizou três ações de promoção de saúde no último ano.
	N5 - Realizou quatro ou mais ações de promoção de saúde no último ano.
Planos de contingência de Saúde	2.2.2 Há plano de contingência de saúde no porto?
	N1 - Não atende nenhuma das opções listadas.
	N2 - Atende uma das opções listadas.

	N3 - Atende duas das opções listadas.
	N4 - Atende três das opções listadas.
	N5 - Atende todas as opções listadas.
Qualidade do corpo hídrico	3.1.1 A instalação portuária realiza o monitoramento da qualidade da água do ambiente onde está inserida?
	N1 - A instalação portuária não conhece ou dispõe de qualquer informação sobre a qualidade da água.
	N2 - Não faz monitoramento ou promove estudos, mas possui dados secundários gerados por terceiros sem qualquer vínculo com o porto.
	N3 - A instalação portuária apenas promove estudos ou levantamentos esporádicos da qualidade da água para atender o licenciamento de obras específicas (dragagens, ampliações, novas estruturas).
	N4 - A instalação portuária executa um programa de monitoramento contínuo ou periódico da qualidade da água, mas não possui o banco de dados
	N5 - A instalação portuária executa um programa de monitoramento contínuo ou periódico da qualidade da água e possui o registro sistematizado das informações na forma de um banco de dados.
Drenagem pluvial	3.1.2 Há drenagem pluvial na instalação portuária?
	N1 - Não há sistema de drenagem pluvial na instalação portuária.
	N2 - Sim. Há um sistema de micro drenagem e um sistema de macro drenagem que atende parcialmente a área da instalação portuária. O sistema de macro drenagem não é composto por medidas compensatórias (medidas de remediação).
	N3 - Sim. Há um sistema de micro drenagem e um sistema de macro drenagem que atende parcialmente a área da instalação portuária. O sistema de macro drenagem é composto por medidas compensatórias (medidas de remediação).
	N4 - Sim. Há um sistema de micro drenagem e um sistema de macro drenagem que atende 100% da área da instalação portuária. O sistema de macro drenagem não é composto por medidas compensatórias (medidas de remediação).
	N5 - Sim. Há um sistema de micro drenagem e um sistema de macro drenagem que atende 100% da área da instalação portuária. O sistema de macro drenagem é composto por medidas compensatórias (medidas de remediação).
Ações para redução e reuso água	3.1.3 Qual a situação das ações de redução e reuso da água na instalação portuária?
	N1 - Não há controle das ações.
	N2 - Há controle das ações.
Área dragada e de disposição	N3 - Há acompanhamento, indicadores de eficiência, metas de desempenho e ações de reuso.
	3.2.1 Qual a situação atual da área dragada e sua disposição na instalação portuária?
	N1 - Não há monitoramento ambiental das dragagens.
Passivos Ambientais	N2 - Há monitoramento ambiental da área dragada ou da área de disposição.
	N3 - Há monitoramento ambiental da área dragada e da área de disposição
	3.2.2 Há passivos ambientais relacionados na instalação portuária?
	N1 - A instalação portuária possui passivos ambientais, mas não fez diagnóstico e nem adotou medidas de remediação.
	N2 - A instalação portuária realizou diagnóstico dos passivos ambientais, mas não tomou medidas de remediação.
	N3 - A instalação portuária realizou remediação parcial dos passivos existentes ou a remediação ainda está em curso.
Poluentes atmosféricos	N4 - A instalação portuária teve passivos ambientais, que já foram remediados.
	N5 - A instalação portuária nunca teve passivos ambientais.
	3.3.1 Há monitoramento dos poluentes atmosféricos (gases e particulado) emitidos pela instalação portuária?
	N1 - Não atende a nenhuma das opções acima.
	N2 - É feito apenas o monitoramento das emissões de materiais particulados OU de gases com periodicidade regular.

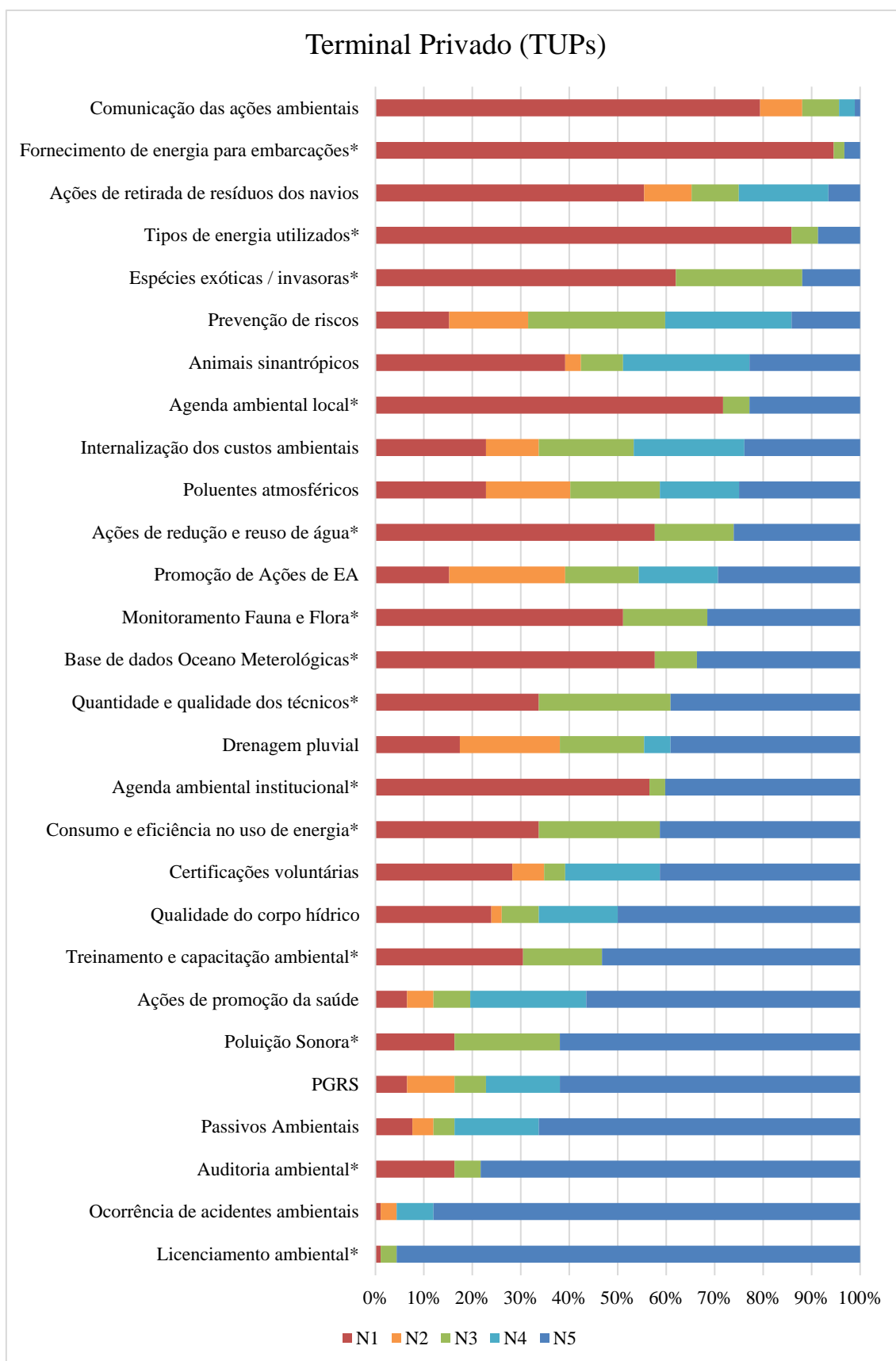
	N3 - É feito apenas o monitoramento das emissões de materiais particulados E de gases com periodicidade regular.
	N4 - É feito o monitoramento das emissões de materiais particulados OU de gases com periodicidade regular e foi elaborado o Inventário de Emissões com identificação das fontes e quantificação dos gases de efeito estufa.
	N5 - É feito o monitoramento das emissões de materiais particulados E de gases com periodicidade regular e foi elaborado o Inventário de Emissões com identificação das fontes e quantificação dos gases de efeito estufa.
Poluição Sonora	3.3.2 Há monitoramento da poluição sonora emitida pela instalação portuária?
	N1 - Não atende a nenhuma das opções anteriores.
	N2 - Foi elaborado o mapa de riscos, mas não é feito monitoramento dos ruídos com periodicidade regular.
	N3 - Há monitoramento periódico de ruídos e existe inventário com identificação das fontes e respectivos níveis de ruído para elaboração de mapa de riscos (PPRA).
PGRS	3.4.1 Há gerenciamento de resíduos sólidos na instalação portuária?
	N1 - Não atende nenhuma das opções listadas.
	N2 - Atende uma das opções listadas.
	N3 - Atende duas das opções listadas.
	N4 - Atende três das opções listadas.
	N5 - A instalação portuária atende todas as opções listadas.
Monitoramento Fauna e Flora	4.1.1 Há monitoramento da fauna e flora na instalação portuária?
	N1 - Não atende a nenhuma das opções anteriores.
	N2 - Foi realizada a caracterização da biota OU são utilizados bioindicadores.
	N3 - Já foi realizado levantamento das espécies para caracterização da biota (terrestre e/ou aquática) existente na área de influência direta da instalação portuária E há monitoramento de espécies ou grupo de espécies indicadoras de alterações da qualidade ambiental decorrentes da operação da instalação portuária (uso de bioindicadores).
Animais sinantrópicos	4.1.2 Existe na instalação portuária um Programa Integrado de Controle e Monitoramento da Fauna Sinantrópica Nociva contemplando todas as espécies potencialmente transmissoras de doenças de importância para a saúde pública que façam parte do contexto local?
	N1 - Não atende nenhuma das opções listadas.
	N2 - Atende uma das opções listadas.
	N3 - Atende duas das opções listadas.
	N4 - Atende três das opções listadas.
	N5 - Atende todas as opções listadas.
Espécies exóticas / invasoras	4.1.3 Há levantamento ou monitoramento de espécies aquáticas exóticas/invasoras na instalação portuária?
	N1 - Atende uma das opções listadas.
	N2 - Atende duas das opções listadas.
	N3 - Atende todas as opções listadas.

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ. <http://web.antaq.gov.br/ResultadosIda/> - Acessado em 19/07/2019

ANEXO B – AVALIAÇÃO DOS INDICADORES ESPECÍFICOS DO IDA POR TIPO DE GESTÃO PORTUÁRIA - em 2018



* N2 considerado como N3 e N3 considerado como N5, por ser o desempenho máximo do indicador

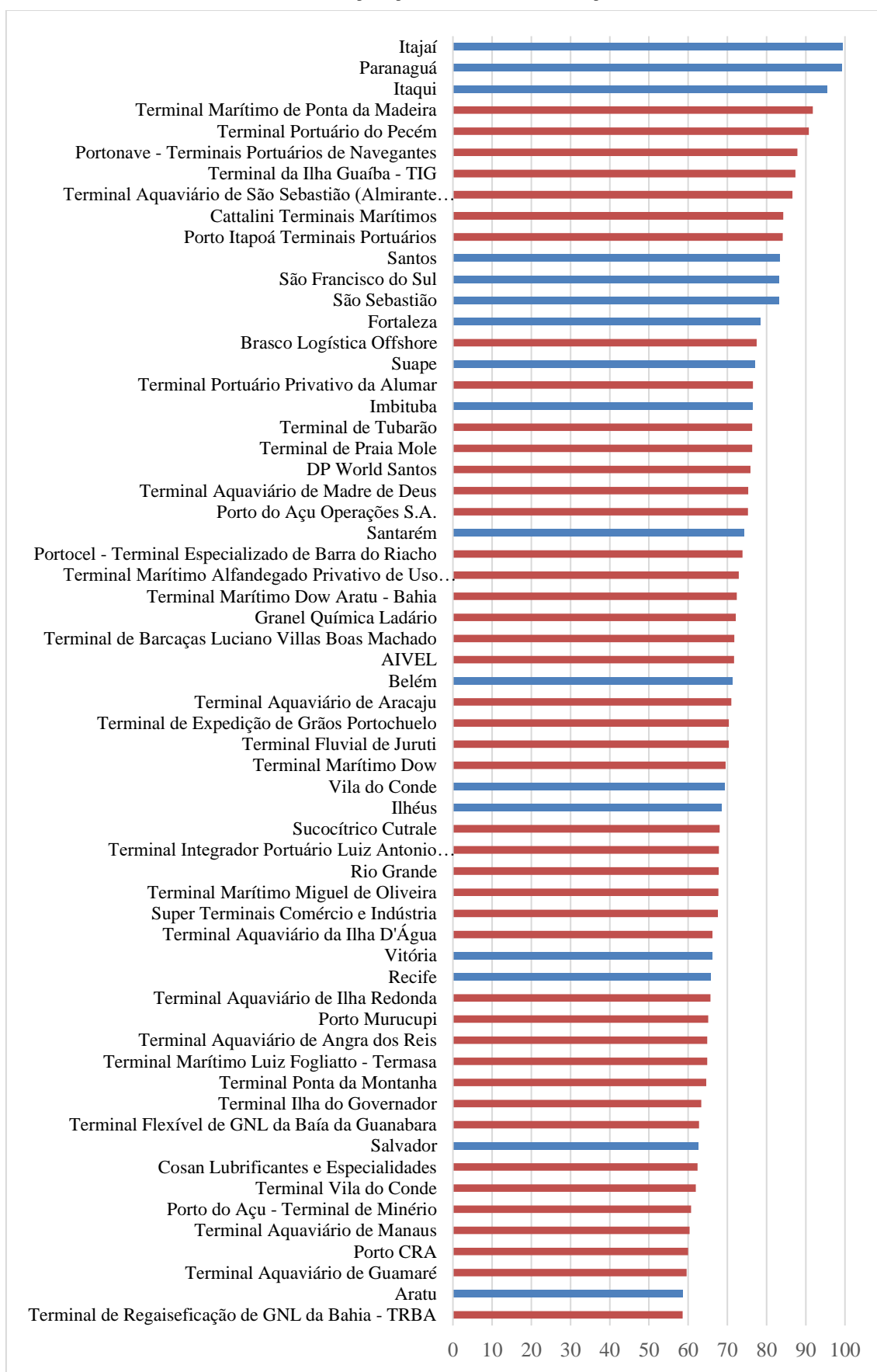


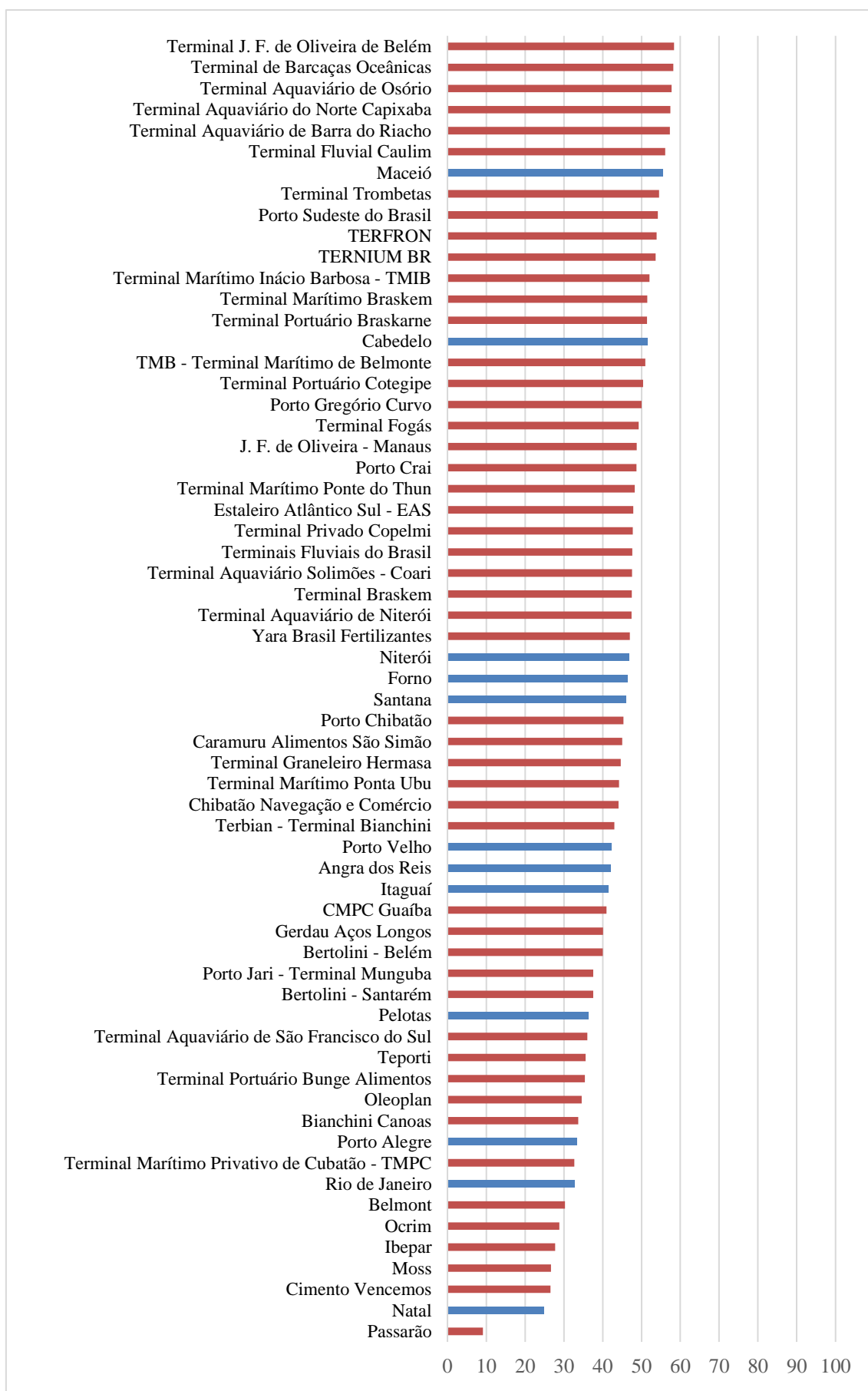
* N2 considerado como N3 e N3 considerado como N5, por ser o desempenho máximo do indicador

Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ. <http://web.antaq.gov.br/ResultadosIda/> Acessado em 19/07/2019.

ANEXO C – DESEMPENHO DO IDA POR INSTALAÇÃO PORTUÁRIA

Em 2018 (azul = porto público, vermelho = terminal privado)





Fonte: Autor, com base no sistema IDA da ANTAQ.