



**UFPA-UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
ITEC-INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FEC-FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**O PORTO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL COMO CRITÉRIO PARA
CLASSIFICAÇÃO DE PORTOS DE ÚLTIMA GERAÇÃO**

MOZER SILVA RIBEIRO.

**BELÉM-PA
Dezembro/2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p Silva Ribeiro, Mozer.
O PORTOS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL COMO
CRITÉRIO PARA CLASSIFICAÇÃO DE PORTOS DE ÚLTIMA
GERAÇÃO / Mozer Silva Ribeiro. — 2023.
35 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Rita de Cassia Monteiro de Moraes
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Faculdade de Engenharia
Civil, Belém, 2023.

1. Portos. 2. Emissões. 3. Áreas de Controle. 4. Impactos
Ambientais. 5. Poluição. I. Título.

CDD 620

MOZER SILVA RIBEIRO

**O PORTO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL COMO CRITÉRIO PARA
CLASSIFICAÇÃO DE PORTOS DE ÚLTIMA GERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil – FEC do Instituto de Tecnologia – ITEC da Universidade Federal do Pará – UFPA como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Orientadora: Prof.^a Dra. Rita de Cassia Monteiro de Moraes.

BELÉM-PA
Dezembro/2023

MOZER SILVA RIBEIRO.

**O PORTO AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEL COMO CRITÉRIO PARA
CLASSIFICAÇÃO DE PORTOS DE ÚLTIMA GERAÇÃO**

Belém, 14 de Dezembro de 2023.

Examinadores.

Prof.^a Dra. Rita de Cassia Monteiro de Moraes
Universidade Federal do Pará - UFPA.
Orientadora.

Prof.^a Dra. Patrícia Bittencourt Tavares das Neves
Universidade Federal do Pará - UFPA
Membro da Banca.

Prof.^a Dra. Christiane Lima Barbosa
Universidade Federal do Pará - UFPA
Membro da Banca.

CONCEITO: _____

RESUMO

As alterações climáticas têm impactado o planeta de forma mais severa a cada ano. A indústria do transporte marítimo comercial possui sua parcela de contaminação, embora muitos autores considerem essa atividade potencialmente poluidora quando analisada de forma coletiva com outros segmentos da indústria tornam a atividade portuária insustentável. O efeito estufa considerado o principal responsável pelas mudanças climáticas no planeta, tem se intensificado à medida que mais gases de efeito estufa são emitidos para atmosfera. A classificação de portos feita com base na sustentabilidade ambiental torna-se, portanto, fundamental. Considerando o fenômeno de estudo constituído de muitas variáveis, utilizou-se a pesquisa descritiva como método na busca da compreensão das relações de causa e efeito do fenômeno estudado. Foram encontrados impactos causados no comércio internacional, no transporte marítimo e no comércio do transporte marítimo. As transformações ocorridas no cenário mundial colocaram em evidência a atual atividade portuária, seu grande desafio está em conciliar o seu desenvolvimento com o meio ambiente, principalmente o ambiente costeiro onde está inserida essa atividade. Seu planejamento deve ser controlado pela lógica, deve conter parâmetros de ajustes ao meio ambiente local onde está inserida.

Palavra-chave: Portos; Emissões; Áreas de Controle; Impactos Ambientais, Poluição.

ABSTRACT

Climate change has impacted the planet more severely each year. The commercial maritime transport industry has its share of contamination, although many authors consider this activity to be potentially polluting, when collective evidence with other segments of the industry makes port activity unsustainable. The greenhouse effect, considered the main responsible for climate change on the planet, has intensified as the majority of greenhouse gases are emitted into the atmosphere. The classification of ports based on environmental sustainability therefore becomes fundamental. Considering the characteristics of the study consisting of many variables, descriptive research was used as a method in the search for understanding the cause and effect relationships of the knowledge studied. Impacts were found on international trade, maritime transport and maritime transport trade. The transformations that have occurred on the world stage have highlighted the current port activity, its great challenge is to reconcile its development with the environment, especially the coastal environment where this activity is located. Its planning must be controlled by logic, it must contain parameters for adjustments to the local environment where it is located.

Keywords: Ports, Emissions, Control Areas, Environmental Impacts, Pollution.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. ESPECIALIZAÇÃO NO TRANSPORTE MARÍTIMO DE CARGA. | 13 |
| FIGURA 2. ÁREAS DE CONTROLE DE EMISSÃO LOCALIZADAS NA COSTA LESTE E OESTE DOS ESTADOS UNIDOS. | 24 |
| FIGURA 3. ÁREA DE CONTROLE DE EMISSÃO LOCALIZADAS NO OCEANO BÁLTICO..... | 25 |
| FIGURA 4. ÁREA DE CONTROLE DE EMISSÃO LOCALIZADA NO MAR DO NORTE. | 25 |
| FIGURA 5.ÁREA DE CONTROLE DE EMISSÃO LOCALIZADA NO MAR DO CARIBE..... | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1. MOVIMENTAÇÃO DE CARGA PORTUÁRIA CONTEINERIZADA-2016 À 2021. | 15 |
| TABELA 2. MODELOS DE GERENCIAMENTO PORTUÁRIO. | 20 |
| TABELA 3. EMISSÕES DE CO ₂ PELO TRANSPORTE MARÍTIMO ATÉ O ANO DE 2000..... | 22 |
| TABELA 4. ÁREAS DE CONTROLE DE EMISSÃO (ACE), PARA CONTROLE DE ÓXIDO DE ENXOFRE, ÓXIDO DE NITROGÊNIO E MATERIAL PARTICULADO (MP). | 24 |
| TABELA 5. LIMITE DE ENXOFRE DO ÓLEO COMBUSTÍVEL REGISTRADOS NOS REGULAMENTOS 14.1 E 14.4 E VALORES DE EMISSÕES CORRESPONDENTES. | 29 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1. MODELO DE DESENVOLVIMENTO PORTUÁRIO. | 10 |
| QUADRO 2. FATORES DE INDUÇÃO DO CRESCIMENTO ECONÔMICO. | 12 |
| QUADRO 3. MOVIMENTAÇÃO DE CARGA PORTUÁRIA EM MILHÕES DE TONELADAS. | 13 |
| QUADRO 4. REGULAMENTO PARA EMISSÃO DE ÓXIDO DE NITROGÊNIO NO _x | 29 |
| QUADRO 5. REGULAMENTO PARA O TEOR DE ENXOFRE DO ÓLEO COMBUSTÍVEL..... | 29 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1.0 INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 1.1 Objetivo Geral | 9 |
| 1.2 Objetivo Específico. | 9 |
| 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 Gerações portuárias | 10 |
| 2.1.1 Comércio internacional e Transporte marítimo..... | 11 |
| 2.1.2 Especialização do transporte marítimo de carga | 13 |
| 2.1.3 Intermodalismo..... | 15 |
| 2.1.4 O Papel desempenhado pelos portos | 16 |
| 2.1.5 Portos de primeira geração | 16 |
| 2.1.6 Portos de segunda geração..... | 17 |
| 2.1.7 Portos de terceira geração..... | 18 |
| 2.1.8 Portos de quarta geração..... | 20 |
| 2.1.9 Portos de quinta geração..... | 21 |
| 2.2.0 Áreas de controle de emissão - ACE..... | 24 |
| 2.2.1 Índice de projeto de Eficiência energética - IPEE..... | 27 |
| 2.2.1.1 Medidas de caráter técnico | 27 |
| 2.2.1.2 Medidas de caráter operacional | 30 |
| 3.0 METODOLOGIA..... | 31 |
| 4.0 RESULTADOS | 32 |
| 5.0 CONCLUSÃO..... | 34 |
| REFERÊNCIAS | 35 |

1.0 INTRODUÇÃO

Segundo Unctad (1992), O padrão geral de atividade portuária não mudou muito durante os 60 anos do século XX. Desde então a situação mudou radicalmente. O comércio, agora mais internacionalizado, foi o meio pelo qual os países em desenvolvimento puderam acelerar seu crescimento econômico. O comércio ligou toda a economia nacional num único sistema econômico mundial. Esta ligação foi assegurada pelo sistema de transporte do comércio mundial.

Um volume cada vez maior de produtos pode ser transportado com uma velocidade nunca vista. O transporte marítimo, que hoje movimenta cerca de 90% do volume do comércio mundial, mudou sua organização e técnica para satisfazer as necessidades do comércio em desenvolvimento.

Os portos enfrentam essa nova situação de mudança através de profundas transformações adaptativas feitas em sua estrutura portuária, na sua localização e em sua função. A resposta a essas exigências impostas pelo comércio internacional e pelo transporte marítimo, irá determinar se o porto leva vantagem ou não na sua escolha, sua sobrevivência ou o seu fracasso.

Segundo Porto (2016), o grande desafio enfrentado pelos portos atuais consiste em promover o desenvolvimento dessa atividade em harmonia com o meio ambiente onde está inserido. Nesse sentido, essa atividade deve conter uma lógica de planejamento contento de modo efetivo e eficaz parâmetros de ajustes aos aspectos naturais locais, como proteção e gestão ambiental.

Tais atividades precisam muito mais do que águas tranquilas e locais de fácil acesso ao interior, como eram os antigos portos. Hoje essa atividade portuária precisa criar ambientes favoráveis a navegação, com águas mais profundas, permitindo dessa forma acesso a diversos tipos de embarcações. Deve também garantir e disponibilizar extensas áreas de território em terra para disposição das cargas em trânsito portuário.

A construção de instalações portuárias e posterior implantação de suas engrenagens causam impacto ao meio ambiente de forma mais significativa do que propriamente as embarcações e, devem ser controladas através de conhecimento prévio e limitação de seus impactos (PORTO, 2016, p. 169).

1.1 Objetivo Geral

Considerando as mudanças ocorridas recentemente na gestão portuária, o objetivo geral desse trabalho de pesquisa é fazer uma classificação de portos de última geração com base na sustentabilidade ambiental de suas atividades.

1.2 Objetivo Específico.

- Analisar o desempenho dos portos de última geração.
- Utilizar Áreas de Controle de Emissão (ACE) para atividades de navegação próximo a costa.
- Utilizar parâmetros de Eficiência Energética dos navios contidos no ANEXO VI da MARPOL, que definem regras para prevenir a poluição do ar por navios.
- Utilizar o Regulamento 13 para emissão de Óxidos de Nitrogênio (NO_x) e o Regulamento 14 para Óxidos de Enxofre (SO_x) e Material Particulado (MP).

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gerações portuárias

Segundo a Unctad (1992), os portos podem ser classificados em três gerações portuárias diferentes, esta classificação não leva em consideração a dimensão do porto ou sua localização geográfica, nem a sua natureza pública ou privada. Baseia-se em três critérios: a) política de desenvolvimento portuário (desenvolvimento estratégico), b) o alcance e extensão das atividades portuária, especialmente na área de informática e c) integração das atividades e organização portuária, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Modelo de Desenvolvimento portuário.

| CARACTERÍSTICA DO PORTO | 1ª GERAÇÃO | 2ª GERAÇÃO | 3ª GERAÇÃO |
|---|---|---|--|
| Período de desenvolvimento | Antes de 1960 | 1960 – 1980 | Depois de 1980 |
| Carga principal | Carga semi-granel | Carga seca a granel e carga líquida a granel | Carga a granel, geral e containerizada |
| Atitude e estratégia de desenvolvimento portuário | Conservador, Ponto de mudança de meio de transporte | Centro expansivo de transportes industrial e comercial | Centro de distribuição comercial e logística para o comércio internacional |
| Escopo das operações | Carga, Descarga, Armazenamento, Serviços de navegação | Processamento de carga, Serviços industrial e comercial, Expansão territoriais | Distribuição de carga e informações, Operações logísticas |
| Recursos organizacionais | Operações Independentes Dentro do Porto, Conexões Informais entre o Porto e seus Usuários | Aproximação entre o porto e seus usuários, Atividade sistemática e regulares, Ligações provisórias entre o porto e cidade | Comunidade portuária unificada, integração do porto com a cadeia de transporte comercial, Ligação estreita entre o porto e a cidade, Ampla organização portuária |
| Características organizacionais | Fluxo de carga, Serviços simples e únicos, Nenhum ou Baixo valor agregado | Fluxo de carga, Processamento de carga, Diversos serviços, Maior valor agregado | Fluxo de carga e informações, distribuição de carga e informações, amplo pacote de diversos serviços, alto valor agregado |
| Fatores decisivos | Trabalho ou Capital | Capital | Tecnologia, Saiba Como |

Fonte: UNCTAD, 1992.

2.1.1 Comércio internacional e Transporte marítimo

O papel que o porto desempenha na atualidade, origina-se das mudanças recentes ocorridas no meio ambiente onde ele está inserido, ou seja, o comércio internacional, que nos últimos anos tem crescido mais rapidamente do que a produção e, o sistema de transporte que assim como os portos evoluíram para se adaptarem as novas exigências do mercado. Recentemente o comércio passou por uma nova etapa no processo de globalização, chamado de integração econômica. Nessa etapa, os países regionalizam-se através de blocos econômicos, e desse modo tornam-se mais competitivos mundialmente. Em decorrência desse crescimento, os sistemas de transporte estão passando por mudanças de caráter organizacional, tecnológico e comercial.

O termo globalização pode ser entendido como fenômeno de aceleração e intensificação de mecanismos, processos e atividades, com vistas à promoção de uma interdependência global e, em última escala, à integração econômica e política em âmbito mundial. Trata-se de conceito revolucionário, envolvendo aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos. Registre-se, ademais, que essa é apenas uma das várias conceituações do fenômeno, que não é recente, mas se acelerou a partir da segunda metade do século XX. (METRO, 2019, p. 21)

As grandes navegações do século XV romperam definitivamente com as barreiras comerciais que existiam até então, o incremento de novos mercados numa dimensão maior teve como efeito uma mudança na oferta e procura de produtos. A quantidade de mercadorias a serem transportadas teve um aumento considerável compatível com os custos destas longas viagens. Essas viagens tornaram-se economicamente viáveis. Com relação aos portos estes tornaram-se frequentes no novo continente e constituíram-se ponto de referência para novas viagens.

Segundo Porto (2016), uma economia internacionalizada enfrenta a concorrência de outros mercados não regionais. Tal situação não é vista com bons olhos por aqueles que buscam o monopólio do comércio. Desse modo o protecionismo torna-se uma medida instintiva a abertura dessas fronteiras comerciais que os portos propiciam. Ainda segundo o mesmo autor em determinados momentos o porto coloca-se numa posição liberal em relação ao comércio, já em outros coloca-se numa posição protecionista. Criam-se assim economias novas no cenário mundial fortalecendo aquelas já existentes.

O porto assim constituído, também chamado porto organizado, conseguia nesse momento receber essas mercadorias e enviá-las para o mundo todo. Desse modo este passou a desempenhar um papel de controlar o fluxo de entrada e saída de mercadorias, concomitantemente, estimulava as atividades portuárias como prestação de serviços a embarcação e tripulação.

O porto passa a ser visto como uma empresa ou indústria e, desse modo deve ser administrado como tal, através de um planejamento estratégico com um profundo conhecimento do seu mercado, das suas atividades e dos fatores de produção que compunham seu serviço.

Portanto, os portos organizados passam a servir de apoio para uma economia internacionalizada em decorrência do aumento na movimentação de mercadorias por via marítima, seja importação ou exportação. Por conseguinte, o crescimento de novas economias surge dentro de uma ordem protecionista ou não.

Tal organização é crucial para atingir níveis mais altos de movimentação de carga e, com conseqüente ordenamento da atividade, constitui-se como fundamental para os novos objetivos do comércio ultramarino. Tal fato deve-se a uma evolução natural em termos de economia de escala.

Segundo Porto (2016), o desenvolvimento socioeconômico correlaciona-se com o crescimento da economia mundial através de período de crescimento e declínios cíclicos, estes são chamados de Ciclos de Kondratieff. Esses ciclos de inovação tecnológicas estão intrinsecamente relacionados com a internacionalização da economia e o aparecimento de áreas industriais portuárias Quadro 2.

Quadro 2. Fatores de indução do crescimento econômico.

| Período | Fator |
|-------------|---|
| 1792 a 1815 | <ul style="list-style-type: none"> • Têxteis e do Ferro |
| 1849 a 1870 | <ul style="list-style-type: none"> • Ferrovias |
| 1896 a 1913 | <ul style="list-style-type: none"> • Eletricidade |
| 1947 a 1967 | <ul style="list-style-type: none"> • Petróleo • Internacionalização da Economia • Investimento Governamental • Industrialização de Áreas Portuárias |

Fonte: Portos e o Desenvolvimento 2016.

O modelo portuário do início do século XX teve em suas atividades uma evolução, iniciada a partir de mudanças na sua gestão e na maneira como sua área era explorada até então. Já o período seguinte após o término da 2ª Guerra Mundial é marcado por uma alteração na escala de sua atividade Quadro 3.

Quadro 3. Movimentação de carga portuária em milhões de toneladas.

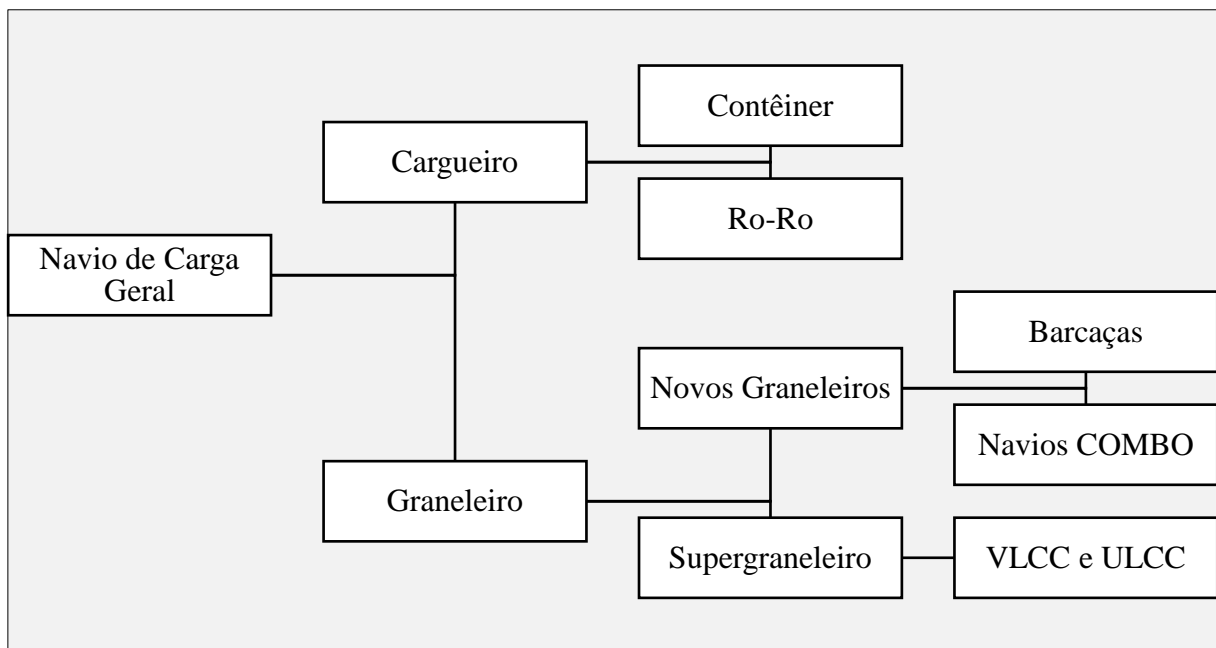
| Ano | Hamburgo | Rotterdam | Antuérpia | Marselha | Le Havre |
|------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 1951 | 14,2 | 36,9 | 29,4 | 16,1 | 13,1 |
| 1977 | 54,1 | 271,9 | 70,0 | 104,0 | 79,8 |
| 1999 | 81,0 | 303,4 | 115,7 | 90,0 | 63,9 |
| 2002 | 97,6 | 321,8 | 131,6 | 92,3 | 67,7 |

Fonte: Retirado do livro "Portos e o Desenvolvimento" 2016.

Segundo Porto (2016), essas mudanças foram motivadas por fatores como: a grande demanda por produtos industrializados num mercado mais internacionalizado, a quantidade de mercadorias movimentada por unidade portuária, a diversidade atendida pelo transporte marítimo, o incremento na apropriação de área para a atividade portuária, o aumento considerável da produtividade da operação portuária, o elevado fluxo de capital investido na atividade e a abrangência dos serviços prestados a navegação e a carga.

2.1.2 Especialização do transporte marítimo de carga

Figura 1. Especialização no transporte marítimo de carga.



Fonte: Portos e o Desenvolvimento, Marcos Maia Porto, 2016.

Os graneis líquidos como petróleo cru passaram a ser transportados em navios do tipo Very Large Crude Carrier-VLCC estes com porte variando de 250.000 a 300.000 toneladas e calado de 23 metros. Os Ultra Large Crude Carrier-ULCC com porte de 500.000 toneladas e calado de 27 metros (PORTO, 2016, p. 75). A maior produtividade dessas embarcações deve-se a sua maior tonelagem por navios e do avanço nos sistemas de propulsão, associado a isso, um sistema de bombeamento automatizado utilizado nessas embarcações reduz o tempo de permanência do navio no porto reduzindo desse modo o seu custo diário Figura 1.

No segmento de graneis sólidos e líquidos, surgiram embarcações especializadas no transporte gás (GPL, GLN, amônia, propileno entre outros). Estes são transportados com elevada segurança e monitorados até a chegada no porto, seu transporte e armazenamento é feito sob pressão na fase líquida.

Os navios do tipo RO-RO (Roll-On/Roll-Off) especializaram-se no transporte de automóveis, ônibus, caminhões e outros veículos. O carregamento e descarregamento dessa carga é feito por rampas na parte traseira ou lateral do navio, seja por meios próprios ou puxados por chassis em veículos motorizados, dando maior velocidade nessas operações. Navios do tipo Pure Car Carrier-PCC, possuem capacidade de 6.000 a 8.000 carros e sua produtividade chega a 2.000 veículos por dia.

O sistema Lash e Seabee para transporte de barcaças, utilizam guindastes ou plataformas elevatórias respectivamente para o serviço de carregamento e descarregamento. Tais cargas foram projetadas para navegação fluvial ou lacustre. Desse modo os sistemas permitem integração do transporte marítimo e sua navegação interior. As barcaças no sistema Lash são padronizadas com 19 metros de comprimento e 9,5 m de largura, já o sistema Seabee admite barcaças de 29,7 metros de comprimento por 10,6 metros de largura, cujo calado é de 3,20 metros. Estes sistemas podem carregar de 43.000 a 414.000 tonelada, alcançando calados de 11 a 13 metros (PORTO, 2016, p. 79).

O contêiner é uma caixa de forma prismática cujas medidas são padronizadas correspondentes a 10, 20, e 40 pés na sua maior dimensão. São usados para transferir mercadorias de forma mais rápida nos diferentes modais: transporte marítimo, transporte ferroviário, transporte rodoviário e transporte aeroviário. Os contêineres criaram ambientes novos para atividade portuária, a princípio a ampliação do cais do porto com obras de infraestruturas e profundidades maiores nas suas águas. Ao mesmo tempo houve uma

interiorização com a criação de áreas, embora separadas fisicamente do restante do porto, mas conectadas por vias expressas, chamadas áreas retroportuárias.

Os portos tiveram que se especializar em função desse tipo de unitização de carga, e desse modo promoveram mudanças em seus terminais para atingir um nível adequado de operação. Nesse sentido contou com equipamentos especializados para sua movimentação, seja em cais ou nos pátios, e uma nova configuração, agora em função desses equipamentos que passam a exigir berços mais compridos que os de carga geral convencional e o dobro de profundidade nas suas águas. Os fluxos de cargas containerizadas foram estabelecidos em rotas específicas, as chamadas linhas dedicadas, em que há a presença de portos concentradores ou hub-ports (PORTO, 2016, p. 81) Tabela 1.

Tabela 1. Movimentação de carga portuária containerizada-2016 à 2021.

| Principais Rotas | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | TEU | | | | | |
| Leste-Oeste | 54.167 | 57.173 | 59.844 | 59.058 | 58.717 | 66.273 |
| Outras Rotas | 80.825 | 86.032 | 88.778 | 91.497 | 89.902 | 98.860 |
| Das Quais: | | | | | | |
| Fora da Via Principal Leste-Oeste | 17.992 | 19.043 | 19.945 | 19.945 | 19.282 | 21.303 |
| Norte-Sul | 11.105 | 11.726 | 12.102 | 12.102 | 11.769 | 12.932 |
| Sul-Sul | 15.531 | 16.917 | 18.889 | 18.889 | 18.428 | 20.715 |
| Intrarregional | 36.197 | 38.347 | 40.561 | 40.561 | 40.423 | 43.910 |
| Total Mundial | 134.992 | 143.205 | 150.555 | 150.555 | 148.619 | 165.133 |

Fonte: Revisão do Transporte Marítimo UNCTAD 2022.

2.1.3 Intermodalismo

Ao contrário do que ocorria em sociedades industriais tradicionais onde pouco se sabia sobre custos de transporte, agora o que importa é a cadeia de transporte total ou integrada. A compra de matéria prima no local de produção até a entrega no armazém do destinatário sua produção, transporte, armazenamento, distribuição e informações estão todas integradas em uma única rede. O conceito de cadeia de transporte surgiu com o desenvolvimento do comércio que agora precisa de uma rede transporte mais integrada e eficiente, nesse novo modo de ver o transporte, cada modal é conectado ao outro por suas características técnicas e operacionais, desse modo é possível contabilizar o custo e planejar sua eficiência (UNCTAD, 1992).

Segundo Porto (2016), o porto devidamente vinculado aos modais de transportes necessitava de um elemento propulsor [...] que facilitasse a transferência da carga de um modal para outro. Desse modo, a necessidade de uma cadeia de transporte integrada, impulsionada pela produção, conduziu ao intermodalismo. No intermodalismo podemos incluir não somente

o aumento na velocidade de distribuição de carga, como também um custo total para cada trecho do deslocamento da mercadoria, assim como uma redução de capital improdutivo, ou seja, inventário inflacionados, vagões inativos e atrasos de navios nos portos.

Nesse sentido o transporte rodoviário passou a exercer um papel fundamental na interiorização do país, quando a distância entre o porto e os terminais ferroviário ou hidroviário são grandes é inevitável a utilização do transporte rodoviário, que passa a ser feito na primeira parte do trajeto e na última parte do trajeto final sempre seguido do transbordo em um terminal interior também chamados de portos concentradores.

Um dos principais impactos negativos causado pela intensificação do tráfego rodoviário e dos diferentes modais no interior foi uma desvalorização dos imóveis, o ruído causado pelo tráfego pesado de rodovias, o surgimento de zonas industriais e a implantação de ferrovias tonou-se um fator decisivo na compra de casas ou apartamentos. Juntamente a isso soma-se as emissões de substâncias poluentes do tráfego rodoviário no ar, que como já mencionado acima são responsáveis por danos causados à saúde humana.

2.1.4 O Papel desempenhado pelos portos

A importância de discutir sobre o desenvolvimento do comércio e dos transportes, antes de falarmos sobre o tema principal desse artigo, deve-se ao fato de que hoje os portos fazem parte de uma cadeia de transporte que é estimulada pelo comércio internacional e pelos diversos tipos de transporte de cargas. O aumento nas exportações colocou em evidência a importância estratégica dos portos e, seu novo papel para os novos objetivos econômicos nacionais.

2.1.5 Portos de primeira geração

Segundo Unctad (1992), os portos de primeira geração eram locais de interface entre o transporte marítimo e o terrestre. Sua principal característica estava nas suas atividades descomplicadas de carregamento e descarregamento de carga entre os meios de transporte terrestre e o marítimo. O conservadorismo dos anos anteriores à década de 60, podia ser visto nas atividades portuárias, muitas dessas atividades não podiam ser feitas diretamente na área portuária.

A gestão do porto era feita a nível governamental e municipal por meio de políticas conservadoras. Os investimentos concentravam-se em obras de infraestrutura na área portuária próxima ao mar, sem qualquer conhecimento dos navios e da carga fora da área portuária. Essas atitudes levaram o porto de primeira geração ao isolamento do transporte e da função comercial.

Numa situação de monopólio, raramente se preocupava com as necessidades dos utilizadores do porto. No processo de tomada de decisão, os interesses comerciais e de transporte eram limitados e a promoção do marketing portuário raramente era considerado. O isolamento do porto de primeira geração podia ser verificado na sua relação com o interior (Hinterland), uma cooperação mútua raramente era conseguida entre os dois. O desenvolvimento de cada um era feito de forma independente.

O sistema de informação utilizado nesses portos era próprio, o controle estatístico era feito através do lançamento de dados utilizando-se cadernetas e documentos comprovatórios e, não havia coordenação de informação com os utilizadores do porto. Os utilizadores do porto que mais tarde se tornariam as empresas que exercem diferentes atividades portuárias, trabalham de forma isolada, tomando decisões independentes uns dos outros. Os utilizadores estavam mais familiarizados com setores individuais de diferentes serviços portuários, do que com o porto na sua totalidade.

2.1.6 Portos de segunda geração

Segundo Kaliszewski (2018), os portos de segunda geração são caracterizados pela sua conexão com a terra, por meio do transporte industrial e comercial. Nas áreas portuárias são criados parques industriais que recebem matéria prima importada por via marítima, como minério de ferro, aço, petróleo bruto, alumínio, celulose, fertilizantes artificiais, açúcar, farinha e outros produtos.

Servindo como ponto de transferência de mercadorias do transporte marítimo para o transporte terrestre, essa ligação foi alcançada mediante o aumento do campo de ação das operações portuárias.

Os diferentes modos de transportes envolvidos possuem características técnico-operacionais diferentes. Os navios por exemplo viajam longas distâncias intercontinentais com grande quantidade de carga, enquanto os caminhões transportam pouca carga em curta distâncias. Nesse aspecto o porto é capaz de ligar dois modos diferentes de transporte.

O aumento da produção industrial e as mudanças no padrão de comércio internacional impactaram diretamente nos portos, a demanda por serviços portuários aumentou em decorrência da procura por serviços de transporte. Além da função de nó na cadeia de transporte, o porto concentra diversas atividades industriais e comerciais. Essas atividades são orientadas pela nova dinâmica do mercado em desenvolvimento e requerem um grau de articulação entre

a região portuária e o interior (Hinterland), deste modo o porto conta com empresas de transporte prestadoras de serviços que irão se encarregar de levar as mercadorias do porto até o seu destino.

Essa mudança de padrão do comércio também fez aumentar o volume de mercadorias comercializadas e foi acompanhada pela especialização dos navios, que agora contam com navios tanques e graneleiros de grande porte. Essa maior diversidade de carga, cada uma com sua própria exigência técnica de movimentação, juntamente com o transporte marítimo e o rodoviário, fez do porto um centro de transportes especializado. Serviços como embalagem, marcação de cargas e serviços industriais de transformação somaram-se aos já existentes.

Desse modo, o porto de segunda geração desenvolve-se e expande-se para o seu interior, as novas políticas de desenvolvimento estratégico colocadas em prática pela autoridade portuária e governo, podem ser vistas em obras de infraestrutura, como construção de vias preferenciais de acesso ao porto, arrendamento de terras, energia, água e mão de obra, servindo como fator atrativo para instalação de indústrias. Segundo Unctad (1992), a siderurgia, metalurgia pesada, refinarias, petroquímica básica, e atividades agroalimentares surgiram na chamada zona portuária.

2.1.7 Portos de terceira geração

Os portos de terceira geração se caracterizam pela sua posição como porto ativo na oferta de instalações e prestação de serviços. Segundo Kaliszewski (2018), Surgiram a partir da década de 1980 no período de desenvolvimento acelerado dos volumes de carga contêinerizada, da criação de uma rede de conexões intermodais e das crescentes exigências decorrentes do desenvolvimento do transporte internacional.

O volume cada vez maior de mercadorias, observado ao longo da geração anterior, fez com que este porto abandonasse a passividade no processamento da carga passando a exercer atividades sistemáticas e regulares, o que fez do porto de terceira geração um nó dinâmico em uma cadeia de transporte. O melhor desempenho desses portos foi alcançado com o aumento dos postos de trabalho, medidas necessárias que ajudaram a promover atividades comerciais e de transporte.

A implementação dessas medidas através de políticas estratégicas de desenvolvimento, promoverá o surgimento de centros logísticos integrados também chamados de terminais, e ainda plataformas logísticas de apoio ao comércio internacional.

Num porto de terceira geração os serviços tradicionais das gerações anteriores como movimentação de carga continuam a ser oferecidos nos portos de terceira geração, com a diferença de que juntamente com esses serviços são oferecidos serviços de logística. Tais serviços contam com equipamentos modernos e conhecimentos de gestão controlados por tecnologia de informação eletrônica. A movimentação e armazenagem de cargas são realizadas com distribuição de informação.

O serviço de distribuição no porto de terceira geração consiste no gerenciamento eficaz do fluxo de carga e das informações a ela referentes, de forma a viabilizar as entregas no sistema *Just in Time*. O centro de distribuição portuários podem complementar o pacote de serviços portuários através da desconsolidação de cargas e organização da distribuição de carga via transporte terrestre, bem como contribuir para o retorno de contêineres vazios ao porto.

O porto de terceira geração oferece dois tipos de serviços industriais, um de caráter técnico relacionado aos navios e aos veículos como manutenção naval e outros serviços técnicos e de engenharia. Estes serviços são fundamentais para o porto, pois irão garantir a produtividade e reduzir riscos técnicos e comerciais aos equipamentos dos usuários do porto. Já o segundo serviço está relacionado à carga, o objetivo do porto ao contratar empresas prestadoras de serviço especializadas no transporte de carga, é gerar mais movimentação de carga e mais valor agregado para o porto. Segundo Kaliszewski (2018), na área operacional os portos de terceira geração são caracterizados por um escopo de serviços muito maior, que inclui quatro áreas de operações comerciais: carregamento, descarregamento, armazenagem e navegação através de modernas tecnologias, organização e gestão.

Outro aspecto característico desses portos encontra-se nos procedimentos administrativos, uma movimentação rápida e de grande volume de mercadorias deve-se principalmente a eficiência administrativa portuária com base em três requisitos: a documentação, regulamentação e horário de trabalho. A documentação portuária deve ser simples e compatível com a do comércio e do transporte e deve ser informatizada Unctad (1992). Surgindo bancos, companhias de seguros e serviços jurídicos.

Outro requisito para uma eficiência administrativa é o horário de trabalho portuário. Os portos de terceira geração não estão equipados somente com equipamentos, infraestrutura e instalações muito caras, mas também os navios e as mercadorias são de valor extremamente elevados.

O tempo gasto nos portos custa milhares de dólares por hora para os proprietários de carga, donos de companhias de navegação bem como para os próprios portos. A Unctad considera que o excesso de exigência documentais e regulatórias e o não cumprimento dos horários de trabalho, contribuem para o aumento das barreiras não tarifárias ao comércio.

2.1.8 Portos de quarta geração

Segundo Kaliszewski (2018), a UNCTAD definiu a noção de porto de quarta geração. Foram considerados os seguintes critérios: qualidade dos serviços portuários, utilização da informática como suporte para o comércio e o sistema financeiro, desenvolvimento da comunidade portuária, presença do cluster portuário e centro logístico, qualidade das ligações com o Hinterland do lado de terra e Foreland do lado do mar.

Os portos de quarta geração dispõem de um órgão público ou privado chamado de autoridade portuária ou administração portuária, este se encarrega pelo planejamento, desenvolvimento e segurança do porto. São classificados como: a) porto de serviço público (Service Ports), b) porto de ferramenta (Tool Ports) e porto proprietário (Landlord) Tabela 5.

Tabela 2. Modelos de Gerenciamento Portuário.

| Tipo | Infraestrutura | Superestrutura | Oper. Portuária | Out. Funções |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| Porto de Serviço | Pública | Pública | Pública | Majorit./Pública |
| Porto de Ferramenta | Pública | Pública | Privada | Pública/Privada |
| Porto Proprietário | Pública | Pública | Privada | Pública/Privada |

Fonte: Banco Mundial 2007.

Cabe as autoridades portuárias o desafio de criar as condições necessárias para o desenvolvimento estratégico portuário, e fortalecer a posição competitiva internacional dos portos. Alguns autores definem o modelo de governança *Landlord* ou Senhorio, por meio da exploração econômica, manutenção da infraestrutura e desenvolvimento a longo prazo da sua área portuária. As autoridades portuárias proprietárias fornecem a terra e infraestrutura básica como fatores atrativos ao setor privado.

As empresas por sua vez têm um interesse particular nesse assunto, pois ao se estabelecerem em áreas preferenciais de múltiplas atividades industriais (*Cluster Industrial*), irão se beneficiar dos recursos disponíveis como por exemplo, infraestrutura coletiva ou seja gasodutos, oleodutos e vias preferenciais de acesso assim como indústrias de apoio podendo desse modo alcançar sinergias nos chamados ecossistemas industriais e aumentar sua competitividade internacional.

Em contraste com os portos de terceira geração, os de quarta geração desempenham um papel super regional criando um *Hub*, ou seja, o principal porto regional de onde o carregamento é transportado por via marítima para portos periféricos menores. As autoridades portuárias podem estar interligadas por uma administração comum ou por operador de terminal de contêiners comum.

Para que uma autoridade portuária contribua para a criação de valor estratégico de um porto para seu país, ela precisa se concentrar em parte na melhoria dos determinantes da competitividade internacional do porto, como as condições dos fatores de competitividade e o contexto em que as empresas do porto competem e cooperam entre si. Além disso, uma autoridade portuária tem que promover a conectividade estratégica de empresas do porto com empresas em outros portos dentro do país bem como no exterior.

A UNCTAD enfatiza que os investimentos em hubs portuários são geralmente implementados pelo setor privado e, em particular por fortes organizações internacionais especializadas na operação de terminais portuários (principalmente terminais de contêineres). Parece que um envolvimento adequado do capital privado em uma parceria público-privada permite criar portos modernos de terceira, quarta ou quinta geração.

2.1.9 Portos de quinta geração

A atividade portuária atual está fortemente vinculada ao meio ambiente, principalmente ao ambiente costeiro onde está inserida. Essa atividade que vem se desenvolvendo ao longo de todos esses anos esbarrou em questões mais urgentes. Como um dos subprodutos dessa atividade, inclui-se o impacto causado pelas emissões dos escapamentos de navios, que avaliadas de forma *coletiva*, tornam essa atividade insustentável.

De acordo com Spyrou (2011), que afirma que a preocupação com a segurança do meio ambiente e as consequências do consumo desenfreado de combustível fóssil, foram expressas por uma minoria e vem sendo reconhecida por boa parte da população mundial. Ainda segundo o mesmo autor, existem estudos que indicam que desde o início da revolução industrial e principalmente como resultado da queima de combustível fóssil, a concentração de Dióxido de Carbono (CO₂) na atmosfera aumentou quase um terço passando de 280 para 370 partes por milhão.

Em 2000 a *Ship and Ocean Foundation-SOF*, concluiu um importante estudo financiado pela *Nippon Foundation* relacionado as emissões de Dióxido de Carbono (CO₂) por navios na

atmosfera. As conclusões dessa pesquisa foram apresentadas na IMO durante 45ª sessão do Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho-MARPOL em outubro de 2000. Estabeleceu-se que 400 milhões de tonelada de Dióxido de Carbono (CO₂) eram emitidos anualmente pelo transporte marítimo Tabela 3.

Tabela 3. Emissões de CO₂ pelo Transporte marítimo até o ano de 2000.

| Tipo de Cargueiro | Percentual Anual (%) | Milhões de Toneladas |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| Petroleiro | 31 | 124,0 |
| Conteneiro | 33 | 132,0 |
| Graneleiros | 36 | 144,0 |

Fonte: Ship and Ocean Foundation-SOF 2000.

Estas emissões podem ser amplamente divididas em emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) que afetam as alterações climáticas e a poluição atmosférica local principalmente Óxidos de Enxofre (SO), Óxidos de Azoto (NO) e Material Particulado (MP) (BERGQVIST, MONIOS, 2019, p. 1).

Ainda segundo o mesmo autor, entre os anos de 2007 e 2012, o transporte marítimo foi responsável por 2,8% das emissões globais de (GEE) ou comparativamente ao dobro do nível produzido pelas viagens aéreas. Os poluentes locais exigem uma solução mais rápida nas zonas costeiras devido ao seu impacto na saúde humana.

O transporte marítimo contribuiu significativamente para esse risco, especialmente nas zonas costeiras. Em todo o mundo, o transporte marítimo é responsável por aproximadamente 15% das emissões de (NO_x) e 5%-8% das emissões de (SO_x) que causam sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente. No ano de 2013, somente na Europa os navios contribuíram com 18% das emissões (NO_x), 18% das emissões de (SO_x) e 11% das emissões de (MP) (menor que $2,5 \times 10^{-6}$ metros de diâmetro) (MORA, FILEMAN, VANCE, 2020).

Particularmente à maior concentração de (CO₂), os danos causados pela intensificação do efeito estufa vão desde o derretimento das calotas polares com consequente aumento do nível do mar, desaparecimento de áreas costeiras, extinção de espécies animais e vegetais devido a condições ambientais adversas, alteração na frequência e intensidade das chuvas comprometendo as plantações e intensificação de fenômenos naturais, como tempestades, inundações, vendavais, ondas de calor e secas prolongadas.

O Dióxido de Carbono (CO₂) encontrado na atmosfera reage com o vapor de água formando o Ácido Carbônico (H₂CO₃) que embora seja pouco solúvel em água, consegue se

dissociar em íons carbonatos e prótons (acidez) que tem causado uma mudança detectável na acidez da água do mar.

O Monóxido de Carbono (CO) é comumente produzido pela combustão incompleta de combustíveis fósseis. É tipicamente associado à poluição urbana e é um rastreador útil para emissões antropogênicas terrestres. O Monóxido de Carbono reage com radical hidroxila (OH) e os produtos sofrem ciclagem com óxidos de nitrogênio (NO) para produzir Ozônio (O₃) um importante poluente do ar.

O enxofre orgânico no combustível é facilmente oxidado durante o processo de combustão em (SO₂) gasoso. Algum (SO₂) é ainda mais oxidado na atmosfera marinha na presença de vapor de água para formar ácido sulfúrico. O ácido sulfúrico deposita-se facilmente em partículas (aerossóis) ou pode até formar novas partículas. Quase todo (aproximadamente 95%) do enxofre do combustível é liberado durante o processo de combustão, de modo que o índice de eficiência foi diretamente comparado com o teor de enxofre do combustível do navio.

Uma proporção significativa das emissões está concentrada nos portos ou perto deles, alguns autores estimam que os navios contribuem com mais de 10% do (SO₂) nestas áreas. Isto é particularmente relevante quando se considera o impacto que estas emissões podem ter na saúde humana. Os portos estão localizados nas adjacências de áreas residenciais relativamente grandes que têm uma alta densidade populacional.

Com relação aos Óxidos de Nitrogênio (NO_x), estes constituem alguns dos principais poluentes dos gases de escape dos navios, juntamente com o SO₂ e MP. As emissões globais de NO_x dos navios representam 40% das emissões da indústria de transporte e 15% das emissões globais.

Segundo Porto (2016), a atividade portuária atual deve controlar e aprimorar o modo como intervém no meio ambiente [...] estas ações de proteção e mitigação visam atenuar as alterações que são ocasionadas em seus ambientes pelas intervenções provocadas pelo agente portuário, sejam elas apenas na forma de modificação do ambiente natural, sejam na forma de poluição ambiental.

2.2.0 Áreas de controle de emissão - ACE

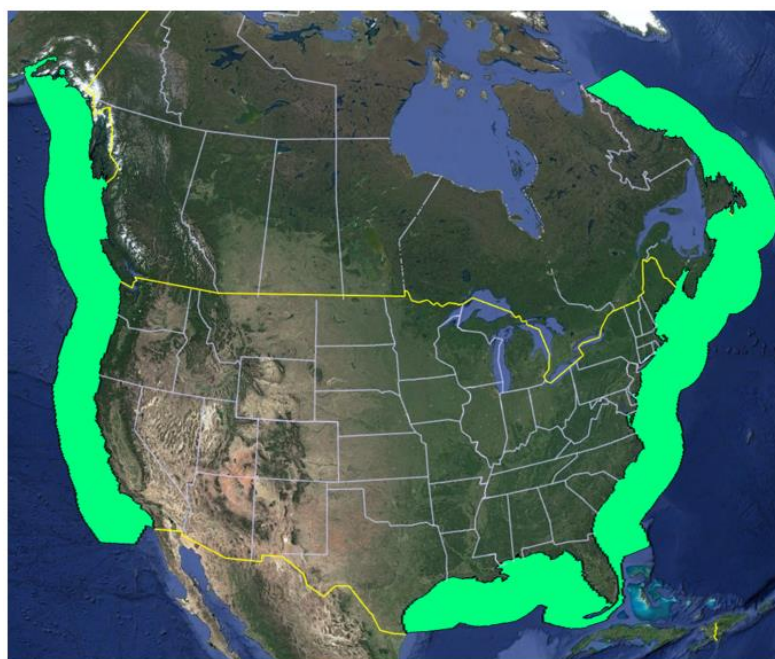
O Anexo VI (Regulamentos para a Prevenção da Poluição Atmosférica por Navios) da MARPOL, estabelece Zonas de Controle de Emissões de Óxidos de Enxofre SO_x , em que são impostos controles mais rigorosos das emissões de enxofre e Zonas de Controle de Emissões de Óxido de Azoto (NO_x), provenientes dos gases de escape dos navios e proíbe as emissões deliberadas de substâncias que empobrecem a camada de ozônio. As áreas especiais abrangidas pela MARPOL no que diz respeito a poluição atmosférica por navios Tabela 4 Figuras 2, 3, 4.

Tabela 4. Áreas de Controle de Emissão - ACE, para controle de Óxido de enxofre, Óxido de nitrogênio e Material particulado (MP).

| Zonas Especiais | Poluentes | Entrada em Vigor | Com efeito Desde |
|--------------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| Zona do Mar Báltico | (SO_x NO_x) | Mai/2005 | Mai/2006 |
| Zona do Mar do Norte | (SO_x NO_x) | Nov/2006 | Nov/2007 |
| Zona da América do Norte | (SO_x NO_x MP) | Ago/2011 | Ago/2012 |
| Zona do Mar do Caribe dos EUA. | (SO_x NO_x MP) | Jan/2013 | Jan/2014 |

Fonte: Organização Marítima Internacional OMI 2000.

Figura 2. Áreas de Controle de Emissão localizadas na costa Leste e Oeste dos Estados Unidos.



Área Norte Americana (SO_x NO_x MP): Área Marítima ao largo da Costa do Pacífico dos EUA e Canadá e Zona Marítima situada ao largo da Costa Atlântica dos EUA, Canadá e França e Costa do Golfo do México dos EUA.

Figura 3. Área de Controle de Emissão localizadas no Oceano Báltico.



Figura 4. Área de Controle de Emissão localizada no Mar do Norte.

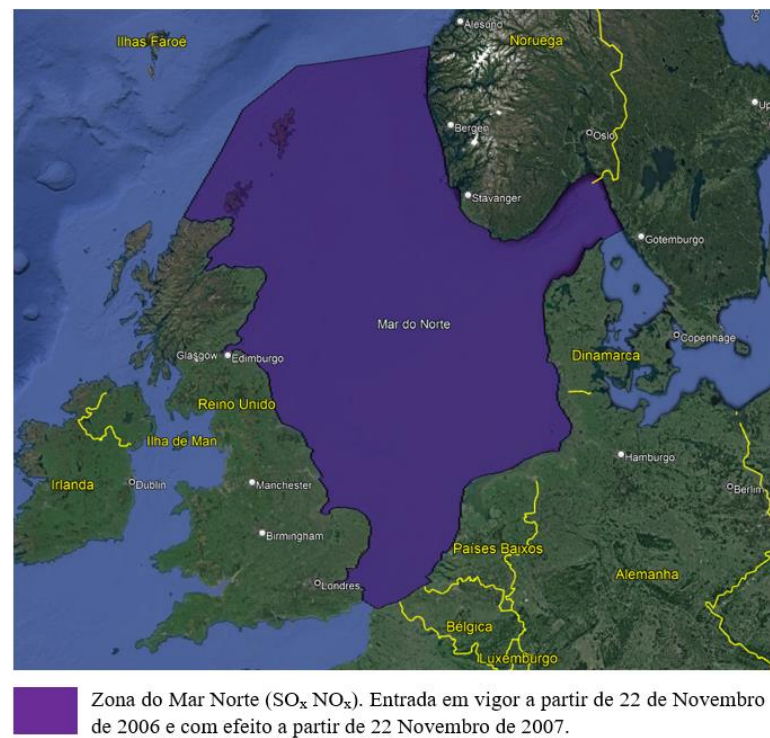
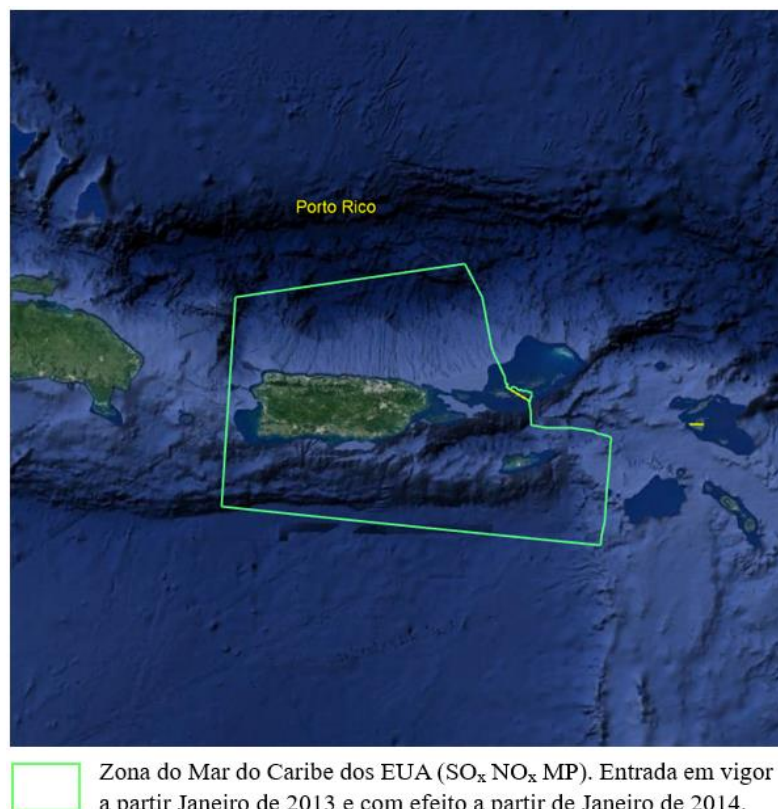


Figura 5. Área de Controle de Emissão localizada no Mar do Caribe.



Existe uma certa divergência por parte dos armadores e donos de embarcações com relação a adoção dessas áreas de controle. Tais áreas poderiam beneficiar algumas companhias de navegação, que por pertencerem ao mercado *Trump* em especial navios graneleiros que não dispõem de escalas e rotas fixas e que vão ao encontro das cargas, poderiam negociar dentro e fora dessas áreas de controle e aceitar custos de funcionamento mais altos em eventuais visitas a essas áreas, em troca de custos de investimentos iniciais mais baixos ou até mesmo inexistentes na escolha de outras rotas.

Outras companhias de navegação que realizam viagens através de rotas fixas e regulares e possuem determinados portos estabelecidos para escala, também chamadas de *Liner*, podem ter seus lucros diminuídos. Pois operando exclusivamente em uma dessas áreas de controle, poderia encontrar uma opção de alto investimento com rotas mais longas, portos com pouca influência no interior e combustível com baixo teor de enxofre o que encarece esse insumo, não sendo compatível com o retorno financeiro do investimento.

As organizações não governamentais (ONGs) por sua vez têm pressionado os governos nacionais e estaduais, a fim de que exerçam influência nas tomadas de decisão por legislações

e regulamentos mais rígidos para as emissões e outras questões ambientais como derramamentos de óleo, cargas tóxicas e outros combustíveis no mar ou em portos, o barulho dos navios e o impacto sobre a vida marinha etc.

2.2.1 Índice de projeto de Eficiência energética - IPEE

O transporte marítimo está constantemente procurando novas maneiras de melhorar a Eficiência Energética dos navios, principalmente reduzindo o consumo de combustível utilizado nos motores a combustão, a um ponto ótimo de consumo. Recentemente foi identificado um potencial significativo para implantação de melhorias adicionais na Eficiência Energética dos navios, estes que já são tradicionalmente vistos como o modo de transporte mais eficiente em termos de combustível, passam a contar com medidas de caráter *técnicas* e *operacionais* na busca por melhores formas de utilizar o combustível a bordo de suas embarcações. (OMI, 2000).

2.2.1.1 Medidas de caráter técnico

Segundo essas medidas uma melhor Eficiência Energética pode ser conseguida através de tecnologias já existentes, como motores e sistemas de propulsão mais eficientes, projetos mais aprimorados de cascos e navios maiores, através de medidas técnicas e de concessão que possam juntas alcançar reduções notáveis no consumo de combustível e nas emissões de (CO₂) resultantes numa base de capacidade (Tonelada-Milha). O Índice de Projeto de Eficiência Energética (IPEE) aborda essas medidas exigindo um mínimo de Eficiência Energética para os navios novos, estimulando o desenvolvimento técnico contínuo de todos os componentes que influenciam a eficiência de combustível de um navio (OMI, 2000).

Os navios utilizam ainda como principal fonte energética o Óleo Combustível Pesado (OCP) para suas atividades, esse combustível origina-se como um subproduto do processo de refinação do petróleo, embora esse combustível seja muito barato quando comparado a outros originados do mesmo processo de refinação, possui o inconveniente de ser mais poluente do que os demais combustíveis. Para estarem de acordo com as diretrizes (ANEXO VI-MARPOL) impostas pelo Índice de Projeto de Eficiência Energética (IPEE) adotou-se como uma medida técnica a utilização do Óleo Diesel Marítimo (ODM), em Áreas de Controle de Emissão (ACE) com restrição para enxofre, a menos que utilizem depuradores.

O combustível alternativo que melhor se ajusta as (ACE) que está sendo considerado no momento é o Gás Natural Liquefeito (GNL), é mais barato quando comparado com o (OCP) ou o (ODM), não contém enxofre portanto não emite Óxidos de Enxofre (SO_x) ou Material

Particulado (MP) e tem muito menos Óxidos de Nitrogênio (NO_x). Entretanto consegue uma redução de apenas 25% na emissão de (CO_2) quando comparado com o combustível convencional (BERGQVISIT, MONIOS, 2019, p.3).

Os indicadores de desempenho portuário são ferramentas estatísticas importantes para medir o desempenho portuário, são utilizados em economias e finanças, *operações* e necessidades de desenvolvimento, utilizam-se para isso instrumentos de medição: *eficiência operacional*, a eficiência de custo, e eficiência econômica com o objetivo de auxiliar a gestão portuária. Embora não exista uma medida formal utilizada para medir o desempenho global de um porto ou terminal, uma medida importante e amplamente utilizada para este fim é o volume de movimentação. Como 90% da carga geral é transportada em contêineres, esses indicadores de desempenho concentram-se preferencialmente na eficiência operacional destes terminais de carga (GEERLINGS, KUIPERS, ZUIDWIJK, 2018, p. 107).

A utilização de (GNL) nas embarcações causaria um impacto na atual engenharia portuária, devido à falta de locais especializados para reabastecimento. E ainda existe a preocupação relativa à incapacidade por parte da administração portuária de fornecer as quantidades necessárias, caso uma parte significativa da frota mundial mude.

A eletricidade armazenada em bateria é uma opção promissora para comércio de curta distância, embora a sua implantação nos sistemas navais não seja economicamente viável e, os preços futuros das baterias podem influenciar na escolha dessa tecnologia. Sua utilização em navios de abastecimento da indústria petrolífera e seu uso crescente também poderia influenciar na instalação de pontos de carregamento no porto, representando dessa forma uma vantagem operacional. Já o fornecimento de energia elétrica na área portuária poderia para as embarcações de modo geral para a realização de suas atividades auxiliares próximo ao porto ao invés de utilizarem seus motores auxiliares carregados de Óleo Diesel Marítimo. A eficácia desse método dependerá substancialmente do tipo de energia a ser fornecida para o porto, se renovável ou conseguida através de métodos não ecologicamente corretos que representariam uma transferência de emissões para o interior do país.

Já com relação as emissões de (NO_x), A MARPOL através do Regulamento 13 contido no ANEXO VI estabelece restrições mais rigorosas para este poluente, tais restrições são baseadas no ano de fabricação do navio divididos em três categorias Quadro 4.

Quadro 4 - Regulamento para emissão de Óxido de Nitrogênio (NO_x).

| Categoria I | Categoria II | Categoria III |
|---|--|--|
| Navios Construídos em 1º de Janeiro de 2000 ou depois. 17,0 g/kWh, quando n=130 rpm. 45n ^(-0.2) g/kWh quando 130 < n ≤ 2000 rpm. 9,8 g/kWh quando n > 2000 rpm. | Navios Construídos em 1º de Janeiro de 2011 ou depois. 14,4 g/kWh quando n = 130 rpm 44n ^(-0.23) g/kWh quando 130 < n ≤ 2000 rpm. 7,7 g/kWh quando n > 2000. | Navios Construídos em 1º de Janeiro de 2016 ou depois. 3,4 g/kWh quando n = 130 rpm. 9n ^(-0.2) g/kwh quando 130 < n ≤ 2000 rpm. 2,0 g/kWh quando n > 2000 rpm. |

Fonte: Regras para a Prevenção da Poluição do Ar por Navios MARPOL Anexo VI.

Com relação as emissões de Óxido de Enxofre (SO_x), a MARPOL através do Regulamento 14 contido no Anexo VI definiu exigências de caráter geral para o teor de enxofre de qualquer óleo combustível a bordo de navios e, exigências do teor de enxofre dentro de Áreas de Controle de Emissão (ACE), o regulamento deixa claro que o teor de enxofre do combustível deve estar prescrito em documentado pelo seu fornecedor, ressalta ainda a importância de descrever o procedimento de cálculo utilizado para estimar a quantidade e o tempo necessário para o total esvaziamento do tanque até a chega nas áreas de controle, a data, a hora e sua posição no momento da passagem e a quantidade necessária de combustível bem como o tempo de esvaziamento do tanque até a sua saída dessas áreas de controle Quadro 5, Tabela 5.

Quadro 5 - Regulamento para o teor de Enxofre do óleo combustível.

| Exigência de Caráter Geral | Exigências dentro de (ACE) |
|---|--|
| 4,50% m/m antes de 1º de Janeiro de 2012. | 1,50% m/m antes de 1º de Julho de 2010 |
| 3,50% m/m em 1º de Janeiro de 2012 ou depois. | 1,00% m/m em 1º de Julho de 2010 ou depois. |
| 0,50% m/m em 1º de Janeiro de 2020 ou depois. | 0,10% m/m em 1º de Janeiro de 2015 ou depois |

Fonte: MARPOL Anexo VI, Regras para a Prevenção da Poluição do Ar por Navios 1973/1978.

Tabela 5 - Limite de enxofre do óleo combustível registrados nos regulamentos 14.1 e 14.4 e valores de emissões correspondentes.

| Teor de enxofre do óleo combustível (% milímetros) | Taxa de emissão SO ₂ (ppm)/CO ₂ (% v/v) |
|--|---|
| 4,50 | 195,0 |
| 3,50 | 151,7 |
| 1,50 | 65,0 |
| 1,00 | 43,3 |
| 0,50 | 21,7 |
| 0,10 | 4,3 |

Fonte: Organização Marítima Internacional OMI 2000.

2.2.1.2 Medidas de caráter operacional

A redução de velocidade já foi devidamente aceita como meio pelo qual consegue-se uma redução no consumo de combustível, para esse efeito, um projeto de regulamento está sendo elaborado pelo Índice de Projeto de Eficiência Energética (IPEE) estabelece que a potência de propulsão não deve ser inferior à potência de propulsão necessária para manter a manobrabilidade do navio em condições adversas, conforme definido nas diretrizes do projeto a serem desenvolvidas pela organização. Entretanto essa medida de caráter operacional têm uma velocidade mínima prática, abaixo da qual a eficiência de combustível torna-se impraticável (OMI, 2000).

A redução de velocidade torna-se, portanto, uma forma popular de reduzir emissões e custos, uma vez que o consumo de combustível aumenta aproximadamente de forma cúbica em relação a velocidade. Uma redução de velocidade entre 23 à 25 nós para cerca de 20 à 22 nós pode alcançar reduções significativas, como, por exemplo, uma redução de 20% na velocidade pode reduzir o consumo de combustível em cerca de 40% e as emissões de (CO₂) em cerca de 7% (BERGQVISIT, MONIOS, 2019, p. 4).

Segundo Porto (2016), a atividade portuária de hoje é fruto de uma série de fatores que a torna intensiva, especializada, abrangente e fomentadora de desenvolvimento. É tratada ou concebida numa economia de escala. Quanto maior o navio em uma dada velocidade torna-se menor o custo do combustível por unidade de carga, no entanto essa medida causaria um impacto na atividade portuária através do acúmulo de mercadorias no porto traduzindo-se numa maior demanda por serviços de transporte. Essa situação poderia ser contornada com o aumento no número de companhias de navegação o que de certa forma iria realocar as emissões conseguidas com a diminuição da velocidade.

3.0 METODOLOGIA

- O trabalho de pesquisa reuniu diversos textos do Referencial Teórico referentes ao tema desse trabalho de pesquisa.
- Posteriormente foi realizado uma análise preliminar destes documentos o que contribuiu para a estruturação desse trabalho.
- O trabalho de pesquisa realizado adotou o modelo *explicativo* de análise de pesquisa. Segundo Gil (2002), essas pesquisas têm o objetivo de identificar os principais fatores determinantes ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.
- Foram transcritos trechos dessas referências que ajudaram na compreensão dos objetivos desse trabalho de pesquisa.
- Uma vez formulado o problema com base nas diversas relações existentes entre suas variáveis foi proposto uma solução provável, ainda que de caráter explicativo e preditivo.
- Mostrou-se de consistência lógica sujeitando-se dessa forma a uma observação empírica de sua funcionalidade.

4.0 RESULTADOS

A atual atividade portuária como a conhecemos hoje, originou-se de mudanças ocorridas no comércio internacional e no transporte marítimo. Essa atividade portuária constitui-se em um sistema funcional específico do qual fazem parte uma infinidade de participantes com diferentes níveis de participação e interesse. Essa atividade fundamenta-se em diversos segmentos de economias espalhadas pelo mundo todo, que encontram na infraestrutura portuária um elo compartilhado e necessário. Essa atividade que ao longo dos séculos se desenvolveu e se especializou, sempre foi considerada o efeito causado por essas transformações.

As alterações climáticas no planeta causadas pela intensificação do efeito estufa tornaram essa a atividade portuária insustentável, à medida que mais gases de efeito estufa são emitidos para atmosfera. O impacto causado por essas mudanças climáticas pode ser visto na gestão portuária, que passa a incluir planos de sustentabilidade portuária e regulamentos de planejamento ambiental. Tornando-se a causa de novas mudanças no comércio internacional e no transporte marítimo agora no sentido inverso.

O comércio internacional de mercadorias para manter o padrão de atividade que vinha tendo até a implantação dessas medidas, tornou-se altamente seletivo na escolha das embarcações. Estas embarcações devem manter a capacidade de transferência de mercadorias e ainda estarem de acordo com os regulamentos internacionais.

O transporte marítimo passa a ser equipado com tanques de GNL (Gás Natural Liquefeito), representando uma terceira especialização do transporte marítimo. O GNL é o combustível que melhor se ajusta as Áreas de Controle, pois não emitem Óxidos de Enxofre (SO_x), Material Particulado (MP) e Óxidos de Nitrogênio (NO_x) oferece uma redução de 25% na emissão de (CO₂).

O comércio do transporte marítimo de mercadorias foi impactado com uma divergência de interesses comerciais. Os navios pertencentes ao mercado *Trump* por não possuírem rotas fixas e nem portos preestabelecidos levam uma fatia generosa do mercado em eventuais visitas as áreas de controle, aceitando custos elevados de funcionamento em troca de custos mais baixos na escolha de outras rotas.

Os navios pertencentes ao mercado *Liner* têm seus lucros diminuídos, pois operando exclusivamente nas Áreas de Controle e utilizando rotas fixas e regulares estas embarcações

podem encontrar uma opção de alto investimento. Através de rotas mais longas e utilizando combustível com baixo teor de emissões, o que torna esse insumo mais caro e utilizando portos com pouca influência no interior não sendo compatível com o retorno financeiro do investimento.

A classificação de portos de última geração com base na sustentabilidade ambiental mostrou-se eficiente do ponto de vista ambiental. Com relação ao mercado de transporte marítimo de mercadorias, necessita de uma análise de sua viabilidade econômica com a finalidade de verificar se o investimento nessa área é viável ou não.

5.0 CONCLUSÃO

A atual atividade portuária não está associada unicamente ao tratamento dado a carga no momento em que ela passa pelas instalações portuárias, mas vai além disso, essa atividade representa a garantia de que o atual papel desempenhado pelos portos como facilitador do comércio continuará se perpetuando trazendo desenvolvimento, progresso e bem-estar para todos que dela precisam.

A constituição do porto como é hoje deveu-se principalmente as transformações ocorridas no comércio internacional e no transporte marítimo, o porto sempre representou o efeito causado por essas transformações. A partir de um determinado momento da história, estes portos tornam-se parte essencial e inseparável do desenvolvimento em um movimento perpétuo que nunca deu sinais de que viria a parar.

O desenvolvimento alcançado por meio da atividade portuária deve antes de tudo ser avaliado por meio de todas as ligações que existem com esse desenvolvimento, uma dessas ligações é primordial, no entanto, a muito desconsidera por parte daqueles que desfrutam desse desenvolvimento. O meio ambiente que desde sempre serviu como fonte de recursos naturais para promover esse desenvolvimento, agora é motivo de um paradoxo, uma submissão à vontade suprema do destino do ser humano na face da terra.

O desenvolvimento não pode ser alcançado a qualquer custo, deve antes de tudo levar em consideração o fardo ambiental causado pela ação humana e a preservação do meio ambiente existente. O preço a ser pago pela sociedade tornou-se maior do que o esperado incluindo-se uma maior qualidade de vida, segurança, conforto e bem-estar.

REFERÊNCIAS

1. GEERLINGS, Harry; KUIPERS, Bart; ZUIDWIJK, Rob. **Portos e Redes: Estratégias, Operações e Perspectiva**. 1. ed. New York: Routledge, 2018. E-book. Título Original: *Ports and Networks: Strategies, Operations and Perspective*. Disponível em: [Ports and Networks: Strategies, Operations and Perspectives \(English Edition\) - eBooks em Inglês na Amazon.com.br](#). Acesso em: 8 de Junho de 2023.
2. KALISZEWSKI, Adam. **Portos de quinta e sexta geração (5GP, 6GP): Evolução dos papéis econômicos e sociais dos portos**. 2018. Artigo (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade de Gdansk. Título Original: *Fifth and sixth Generation ports (5GP, 6GP): Evolution of economic and social roles of ports*. Disponível em: [\(PDF\) PORTOS DE QUINTA E SEXTA GERAÇÃO \(5GP, 6GP\) – EVOLUÇÃO DOS PAPÉIS ECONÔMICOS E SOCIAIS DOS PORTOS \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 17 de Maio. 2023.
3. PORTO, Marcos. **Portos e o Desenvolvimento**. 7. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2016.
4. SPYROU, Andrew. **Do T-2 ao Superpetroleiro: Desenvolvimento do transportador de Óleo, 1940-2000, Revised**. 2 ed. Bloomington: iUniverse, 2011. E-book. Título Original: **From T-2 to Supertanker: Development of the Oil Tanker, 1940-2000, Revised**. Disponível em: Acesso em: 27 de Junho de 2023.
5. BERGQVIST, Rickard; MONIOS, Jason. **Portos Verdes: Estratégia de Transporte Sustentável Interior e Marítimo**. 1 ed. Gothenburg: Elsevier, 2019. E-book. Título Original: **Green Ports: Inland and Seaside Sustainable Transportation Strategies**. Disponível em: Acesso em: 3 de Novembro de 2023.
6. METRO, Kiala. **A facilitação do Comércio Internacional e o Desenvolvimento Sustentável: Capital and Cooperative Partnership**. 1. Ed. Brasília: Annabel Lee, 2019. E-book. Disponível em: Acesso em: 29 de Agosto de 2023.
7. UNCTAD – Conferências das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento, **Marketing portuário e o Desafio do porto de terceira geração**, 1992.