

Hellen de Araujo Donato

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DE
VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMAS VTMIS EM UM COMPLEXO PORTUÁRIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG) da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Sistemas de Transportes.
Orientador: Prof. Amir Mattar Valente, Dr.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Donato, Hellen de Araujo

Contribuição metodológica para análise de
viabilidade técnica para implantação de sistemas
VTMIS em um complexo portuário / Hellen de Araujo
Donato ; orientador, Amir Mattar Valente, 2018.
120 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial. 2. Porto. 3. VTMIS. 4. Viabilidade
Técnica. 5. Tráfego Marítimo. I. Valente, Amir
Mattar . II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Transportes e Gestão Territorial. III. Título.

Hellen de Araujo Donato

**CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DE
VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
SISTEMAS VTMIS EM UM COMPLEXO PORTUÁRIO**

Esta Dissertação/ foi julgada adequada para obtenção do Título de
“Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial

Florianópolis, 15 de junho de 2018.

Prof. Norberto Hochheim, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.
Examinador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Enzo Morosini Frazzon, Dr.
Examinador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Alexandre Henrique Coelho, Dr.
Examinador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jorge Destri Junior, Dr.
Examinador
Universidade Federal de Santa Catarina

Antônio Venicius dos Santos, Dr.
Examinador
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado a todos os profissionais da área de Engenharia de Transportes, que diariamente trabalham com o objetivo de melhorar a eficiência e propor novas soluções para os modais de transportes rodoviários, ferroviários, portuários e aeroportuários. A esses profissionais declaro todo o meu respeito e admiração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, que através da fé encontrei apoio para dar continuidade e seguir em frente nos momentos mais difíceis desse trabalho.

Em seguida, quero expressar minha enorme gratidão aos meus pais, Angelo e Meri, por nunca desistirem de mim e sempre terem proporcionado condições para que eu estudasse e buscasse na pesquisa a maior aliada ao sucesso profissional.

De forma especial, agradeço ao meu amor, Carlos Eduardo, pela cumplicidade, compreensão, partilha de conhecimento e apoio incondicional no desenrolar desse trabalho.

Ao Pedro, meu filho, que nasceu durante o desenvolvimento dessa dissertação e que me trouxe mais cor e sentido para a vida.

A minha irmã Dyulie, pelo carinho, confiança e incentivo nessa trajetória.

Ao orientador, Prof. Dr. Amir Mattar Valente, pela dedicação, incentivo e suas valiosas sugestões durante toda a condução da pesquisa do mestrado.

Um agradecimento especial ao Dr. Jorge Destri, pela imensa paciência nos dias mais complicados e pelo apoio infindável, compreendendo que esta pesquisa era muito importante para minha realização profissional e pessoal. Sem seu apoio e dedicação, sem dúvidas, nada teria sido possível.

Quero agradecer também aos colegas de mestrado, que tornaram as aulas e discussões grandiosas e fizeram parte de todo esse processo.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pelas oportunidades de crescimento e aprendizado.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

A crescente demanda por investimentos no setor portuário vem tomando uma proporção significativa nos últimos anos, uma vez que a quase totalidade das mercadorias que circulam pelo mundo são transportadas em navios e movimentadas por meio dos portos. De acordo com as previsões que apontam para um aumento na demanda do tráfego de embarcações nos portos brasileiros para os próximos anos, este trabalho teve por objetivo analisar métodos existentes e propor contribuições para análise da viabilidade técnica para implantação do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMIS) em um complexo portuário. O método proposto foi aplicado ao Porto de Imbituba/SC. Observou-se, por meio da aplicação do método, que é recomendada a implementação do sistema VTMIS, por forte possibilidade de sucesso frente a situação técnica e ambiental do porto promovendo monitoramento ativo da área de interesse.

Palavras-chave: Porto. VTMIS. Viabilidade Técnica. Tráfego Marítimo.

ABSTRACT

In the last few years the demand for investments on the port industry has been significantly increasing since almost every merchant are transported by vessels and handled at ports. According to forecasts which point out to an increase of vessel traffic on Brazilian ports for the next years, this work aimed to study existing methods and to propose contributions for the analysis of the technical feasibility for the implementation of the Vessel Traffic Management and Information System (VTMIS) in a port terminal. The proposed method was applied to the Port of Imbituba/SC. It was observed, through the application of the proposed method, that the implementation of the VTMIS system is recommended, due to a strong possibility of success in the technical and environmental situation of the port, promoting active monitoring of the area of interest.

Keywords: Port. VTMIS. Technical Feasibility. Maritime Traffic.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Portos com investimento no sistema VTMS | 28 |
| Figura 2 - Metodologia da pesquisa | 32 |
| Figura 3 - Classificação Funcional das Cargas Marítimas | 38 |
| Figura 4 - Evolução da frota marítima de contêineres | 41 |
| Figura 5 - Portos Públicos | 43 |
| Figura 6 - Componentes da estrutura Portuária | 48 |
| Figura 7 - Localização de sistemas VTS nos Estados Unidos..... | 55 |
| Figura 8 - Centro de Controle de um VTS | 59 |
| Figura 9 - Serviço de Assistência à Navegação de um VTS | 61 |
| Figura 10 - Centro de Controle Operacional – CCO do VTMS do Porto de Vitória/ES..... | 66 |
| Figura 11 - Modelo de estrutura hierárquica do AHP | 73 |
| Figura 12 - Etapas do método Proposto | 81 |
| Figura 13 - Estrutura Hierárquica para os Terminais Portuários..... | 83 |
| Figura 14 – | 90 |
| Figura 15 - Localização geográfica do Porto de Imbituba | 93 |
| Figura 16 – Berços de Atracação 1, 2 e 4 do Porto de Imbituba | 94 |
| Figura 17 – Berço de Atracação 3 do Porto de Imbituba | 95 |
| Figura 18 - Localização da APA Baleia Franca | 100 |
| Figura 19 – Grupo de Baleias Francas observados na temporada de 2013 em Imbituba | 102 |
| Figura 20– Participação dos Fatores no Resultado Total da Meta | 104 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Definições dos Tamanhos e Classes dos Navios..... | 39 |
|--|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - Matriz de comparações paritárias..... | 74 |
| Tabela 2 - Escala Fundamental do Método AHP | 75 |
| Tabela 3 – Escala de comparação de fatores..... | 76 |
| Tabela 4 – Índice de consistência aleatoriedade (RI)..... | 77 |
| Tabela 5 – Pontuação dos Subfatores - Interpretação do índice de recomendação final | 78 |
| Tabela 6 – Índice de Recomendação..... | 91 |
| Tabela 7 - Projeção da Movimentação por Imbituba (Toneladas (t)) – 2011 a 2030..... | 96 |
| Tabela 8 - Dados referentes ao Porto de Imbituba | 98 |
| Tabela 9 – Matriz de Comparação Paritária dos Fatores..... | 103 |
| Tabela 10 - Matriz de Comparação Paritária dos Fatores Normalizada | 103 |
| Tabela 11 – Cálculo do Autovetor | 103 |
| Tabela 12 – Número Principal de Eigen (λ_{max}) | 104 |
| Tabela 13 - Matriz de Comparação Paritária do Critério Condições de Tráfego..... | 105 |
| Tabela 14 – Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Condições de Tráfego..... | 106 |
| Tabela 15 - Cálculo do Autovetor do Fator Condições de Tráfego..... | 106 |
| Tabela 16 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Gerenciamento de Risco..... | 106 |
| Tabela 17 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Gerenciamento de Risco..... | 106 |
| Tabela 18 - Cálculo do Autovetor do Fator Gerenciamento de Risco. | 107 |
| Tabela 19 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Fatores Condicionantes..... | 107 |
| Tabela 20 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Fatores Condicionantes | 107 |
| Tabela 21 - Cálculo do Autovetor do Fator Fatores Condicionantes .. | 107 |
| Tabela 22 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Questões Ambientais | 108 |
| Tabela 23 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Questões Ambientais..... | 108 |
| Tabela 24 - Cálculo do Autovetor do Fator Questões Ambientais..... | 108 |
| Tabela 25 – Índice de Recomendação | 110 |
| Tabela 26 - Intervalos de classificação para α | 110 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------|--|
| AHP | Analytic Hierarchy Process |
| AIS | Automatic Identification System / Sistema de Identificação Automático |
| AMPS | Áreas Marítimas Particularmente Sensíveis |
| ANTAQ | Agência Nacional de Transportes Aquaviários |
| CAP | Conselhos de Autoridade Portuária |
| CCO | Centro de Controle Operacional |
| CHM | Centro de Hidrografia da Marinha |
| CIS | Community of Independent States / |
| CNT | Confederação Nacional do Transporte |
| CODESA | Companhia Docas do Espírito Santo |
| COMCONTRAM | Comando do Controle Naval do Tráfego Marítimo Comunidade de Estados Independentes |
| CONIT | Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte |
| DHN | Diretoria de Hidrografia e Navegação |
| FRAM | Método de Análise de Ressonância Funcional |
| IALA | Associação Internacional de Sinalização Marítima |
| IALA | International Association of Marime Aids to Navigation and lighthouse Authorities / Associação Internacional de Sinalização Marítima |
| IALA/AISM | Associação Internacional de Autoridades de Sinalização Náutica |
| IMO | International Maritime Organization / Organização Marítima Internacional |
| INS | Information Service |
| MB | Marinha do Brasil |
| MN | Milha Náutica |
| NORMAM | Norma da Autoridade Marítima |
| OGMO | Órgão Gestor de Mão de Obra |
| OMI | International Maritime Organization / Organização Marítima Internacional |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PAC | Programa de Aceleração do Crescimento |
| PORTOBRÁS | Empresa de Portos Brasil S.A |
| PWSA | The Ports and Waterways Safety Act |
| SEP | Secretaria de Portos |
| SNP | Secretaria Nacional de Portos |

| | |
|--------|---|
| SOLAS | International Convention for the Safety of Life at Sea / Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar |
| TEU | Twenty-foot Equivalent Units |
| TOS | Traffic Organization Service / Serviço de Organização de Tráfego |
| TP | Trabalhadores Portuários |
| TPA | Trabalhadores Portuários Avulsos |
| TSS | Traffic Separation Scheme |
| TUP | Terminal de Uso Privativo |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UNCLOS | Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar |
| UNCTAD | United Nations Conference on Trade and Development / Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento |
| USCG | The United States Coast Guard / Guarda Costeira dos Estados Unidos |
| VTMIS | Vessel Traffic Management Information System / Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações |
| VTS | Vessel Traffic Service / Serviço de Tráfego de Embarcações |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 27 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 28 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA..... | 28 |
| 1.3 | LIMITAÇÕES | 30 |
| 1.4 | CLASSIFICAÇÃO DA METODOLOGIA EMPREGADA. | 31 |
| 1.5 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 32 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 35 |
| 2.1 | TRANSPORTES MARÍTIMOS | 35 |
| 2.1.1 | Cargas Marítimas | 37 |
| 2.1.2 | Navios de Transporte Marítimo..... | 38 |
| 2.2 | PORTOS | 41 |
| 2.2.1 | A Política Portuária | 43 |
| 2.2.2 | Legislação Brasileira..... | 44 |
| 2.2.3 | Componentes de um Porto | 45 |
| 2.2.4 | Porto Organizado..... | 47 |
| 2.2.5 | Companhia Docas | 49 |
| 2.2.6 | Operadores Portuários | 49 |
| 2.2.7 | Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO)..... | 50 |
| 2.2.8 | Conselho de Autoridade Portuária (CAP) | 50 |
| 2.2.9 | Praticagem | 51 |
| 2.2.10 | Normativos Internacionais e Nacionais..... | 51 |
| 2.3 | VTS - SERVIÇO DE TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES | 54 |
| 2.3.1 | Suporte Técnico-legal..... | 55 |
| 2.3.2 | Serviços Prestados pelo Sistema VTS..... | 56 |
| 2.3.3 | Tipos de VTS | 57 |
| 2.3.4 | Localização de um VTS | 58 |
| 2.3.5 | Estrutura e Funcionamento de um VTS | 58 |
| 2.3.6 | Serviços Aliados a um VTS | 62 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 2.4 | SISTEMA VTMIS..... | 63 |
| 2.4.1 | Responsabilidade de Implantação no Brasil..... | 64 |
| 2.4.2 | Área de Interesse..... | 65 |
| 2.4.3 | AIS..... | 65 |
| 2.4.4 | VTMIS implantados | 66 |
| 2.5 | MÉTODOS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO..... | 70 |
| 2.5.1 | Método AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>):..... | 70 |
| 2.5.2 | Método MACBETH (<i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>): | 71 |
| 2.5.3 | Método PROMETEE (<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>):..... | 71 |
| 2.5.4 | Método ELECTRE (<i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>): | 72 |
| 2.6 | MÉTODO AHP | 72 |
| 2.6.1 | Análise dos Fatores | 73 |
| 2.6.2 | Análise dos Subfatores..... | 78 |
| 2.6.3 | Índice de Recomendação | 78 |
| 3 | CONTRIBUIÇÃO PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM SISTEMA VTMIS | 81 |
| 3.1 | CARACTERIZAÇÃO DO PORTO – ETAPA 1 | 82 |
| 3.2 | COLETA DE DADOS RELATIVA ÀS VARIÁVEIS DO MÉTODO – ETAPA 2 | 82 |
| 3.2.1 | Fatores e Subfatores da Estrutura Hierárquica Portuária | 84 |
| 3.2.2 | Fontes de Subsídios para os Subfatores | 88 |
| 3.3 | VERIFICAÇÃO DE ASPECTOS LEGAIS QUE PODEM AFETAR AS VARIÁVEIS – ETAPA 3..... | 89 |
| 3.4 | PREPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS – ETAPA 4..... | 90 |
| 3.5 | CÁLCULO DO ÍNDICE– ETAPA 5 | 90 |
| 3.6 | ANÁLISE DO RESULTADO – ETAPA 6..... | 91 |
| 4 | APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO | 93 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 4.1 | CARACTERIZAÇÃO DO PORTO..... | 93 |
| 4.1.1 | Porto de Imbituba | 93 |
| 4.1.2 | Estrutura Física..... | 94 |
| 4.1.3 | Área do Porto Organizado | 95 |
| 4.1.4 | Tráfego Marítimo..... | 96 |
| 4.2 | COLETA DE DADOS RELATIVA ÀS VARIÁVEIS DO MÉTODO..... | 97 |
| 4.3 | VERIFICAÇÃO DE ASPECTOS LEGAIS QUE PODEM AFETAR AS VARIÁVEIS..... | 99 |
| 4.3.1 | Área de Proteção Ambiental – APA Baleia Franca | 99 |
| 4.3.2 | Projeto Baleia Franca | 101 |
| 4.4 | PREPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS | 102 |
| 4.4.1 | Análise dos Fatores | 102 |
| 4.4.2 | Análise dos Subfatores..... | 105 |
| 4.5 | CÁLCULO DO ÍNDICE..... | 109 |
| 4.6 | ANÁLISE DO RESULTADO | 111 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 113 |
| 5.1 | CONCLUSÕES | 113 |
| 5.2 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 114 |

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Castro Junior e Pasold (2011) os portos sempre foram e continuam sendo poderosos fatores de inserção econômica dos países na vida internacional, além de seu papel estratégico no tópico segurança nacional e internacional. Os portos ocuparam no passado e continuam ocupando, de forma indiscutível um papel estratégico nas relações econômicas e empresariais tanto no plano interno quanto no internacional.

Para SEP/PR (2012), o setor hidroviário deverá receber um volume considerado de investimentos até o ano de 2042, por meio dos quais se espera que essa modalidade deva aumentar sua representatividade na matriz de transportes brasileira. Com isso, estima-se um crescimento de 92% nos portos brasileiros, atingindo a ordem de 1,8 bilhões de toneladas transportadas no período de 2015 a 2042.

O Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMIS) integra o Programa de Aceleração de Crescimento (PAC). Nesse programa, estão garantidos recursos da ordem de R\$ 146,3 milhões para a implantação do sistema em seis portos brasileiros: Rio de Janeiro (RJ), Itaguai (RJ), Santos (SP), Salvador (BA), Aratu (BA) e Vitória (ES). Além disso, estão em desenvolvimento estudos para a implantação do sistema em outros 10 portos: Rio Grande (RS), São Francisco do Sul (SC), Itajaí (SC), Imbituba (SC), Fortaleza (CE), Itaqui (MA), Suape (PE), Belém (PA), Vila do Conde (PA) e Manaus (AM). A Figura 1 apresenta os portos com investimentos no sistema VTMIS.

Figura 1 - Portos com investimento no sistema VTMISS



Fonte: SEP/PR (2012).

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é estudar métodos existentes e propor contribuições para análise da viabilidade técnica para implantação do Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMISS), em um complexo portuário.

Diante do estudo e da abrangência da pesquisa espera-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- qualificar as principais variáveis relacionadas aos aspectos técnicos envolvidos na implantação do sistema VTMISS em um complexo portuário; e
- apresentar estudos de métodos de análise multicritérios para o apoio na solução de problemas de tomada de decisão no que se refere a implantação do sistema VTMISS em um complexo portuário.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com os dados do Boletim Informativo Aquaviário (ANTAQ, 2017), o transporte marítimo de cargas registrou um

crescimento no primeiro trimestre de 2017. Como destaque, tem-se o aumento nas navegações de longo curso, cabotagem e interior. Segundo a publicação, no período, a navegação de longo curso (de um país a outro), responsável por 73,5% do total da movimentação de cargas, ampliou em 5,4% se comparada ao mesmo período de 2016, somando 180,3 milhões de toneladas em produtos transportados. Deste montante, as exportações corresponderam a 81,4%, tendo o grupo de minérios como responsável por 62,8% desse volume. No caso das importações, houve alta de 8,7% em relação ao mesmo período do ano anterior.

Na avaliação do Boletim, os crescimentos de 9% no grupo de minérios e de 31,8% em sementes e frutos oleaginosos contribuíram para a recuperação do desempenho do setor portuário brasileiro, entre janeiro e março de 2016. Nestes meses, o país registrou o crescimento de 20,4% das exportações, em relação ao mesmo período do ano de 2015. Um recorde para a balança comercial brasileira, que contabilizou exportações no valor de US\$ 50,5 bilhões e importações de US\$ 36 bilhões, resultando no superávit no valor de US\$ 14,4 bilhões. O melhor resultado para o período desde o início da série histórica, em 1989.

Embora esses resultados demonstrem uma excelente performance do setor portuário brasileiro, em muitas das vias navegáveis no Brasil, as embarcações operam independentemente em qualquer situação de tráfego ou tempo, sem a existência de um Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMIS).

No que se refere às questões ambientais, de acordo com o Plano Mestre (SEP/PR, 2012), os ecossistemas aquáticos, onde os portos possuem a maioria de suas atividades, recebem um impacto na qual tendem a ser mais afetados que os ecossistemas terrestres. Projetos de novas obras de dragagem, construção de aterros e intensa movimentação de embarcações na área portuária, podem ocasionar impactos temporários e definitivos sobre estes organismos. Na região do Porto de Imbituba, por exemplo, foram identificadas 26 espécies de organismos do fitoplantônicos, que possuem grande significado ecológico, pois compõem a maior porção de produtores primários do ambiente marinho.

No Brasil, as baleias francas distribuíam-se, originalmente, desde a costa do Rio Grande do Sul até a Bahia. Atualmente, a população remanescente frequenta principalmente a costa centro-sul do estado de Santa Catarina, mais precisamente na região de Imbituba. Com o intuito de proteger a espécie, em 2000 criou-se a Área de Proteção Ambiental (APA) da Baleia Franca que abrange cerca de 130 km da costa catarinense e inclui a maior área de concentração reprodutiva da espécie.

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2017), as baleias francas migram anualmente, entre os meses de julho e novembro, deslocando-se da região Antártica, onde se alimentam, para a região da APA da Baleia Franca, sua mais importante área de reprodução em território brasileiro. Os animais se aproximam das praias para procriar e amamentar os filhotes, ficando próximos da linha de arrebentação, sendo facilmente vistos de terra, nas enseadas do litoral sul catarinense.

Conforme a Portaria IBAMA n. 117/1996, para evitar o molestamento de cetáceos, deve ser evitada a aproximação de embarcações com motores engrenados a distâncias inferiores a 100 (cem) metros dos animais, e reengrenar os motores apenas quando as baleias ou golfinhos estiverem, no mínimo, a 50 metros de distância; não interromper ou tentar dirigir o curso de grupos de cetáceos, nem dispersá-los; não jogar quaisquer substâncias a distâncias inferiores a 500 metros dos animais e nem produzir sons excessivos a menos de 300 metros de distância.

Portanto, em virtude do que foi mencionado, existe uma preocupação crescente com a segurança, a eficiência e com o meio ambiente do setor portuário. Diante disso, os organismos internacionais de regulamentação criaram o VTMIS. A implementação de VTMIS é indispensável, uma vez que este é um sistema que oferece informações precisas acerca de todas as funções e ações desempenhadas pelo porto.

Por fim, a relevância dessa dissertação está diretamente ligada aos aspectos técnicos, e ambientais dos portos e na proteção às comunidades e infraestrutura portuárias, o acompanhamento das condições ambientais, além do cumprimento de padrões marítimos internacionais, na sua área de cobertura.

1.3 LIMITAÇÕES

Na execução deste trabalho, algumas considerações foram feitas com o propósito de estabelecer limites de acordo com a dimensão da área de pesquisa, considerando-se a complexidade da mesma. As principais limitações apresentadas pela presente pesquisa são as seguintes:

- O método foi aplicado em apenas um porto, devido às questões ambientais específicas (rota migratória de baleias), condição não observada nos outros portos costeiros brasileiros e também a facilidade de acesso aos dados.

- Para esse estudo estão sendo considerados os portos marítimos. Esses por sua vez, estão localizados à beira de um oceano ou de um mar.
- As informações utilizadas neste trabalho, para a aplicação do método proposto, proveem de fontes de informação públicas do Porto de Imbituba, não sendo esses dados confrontados com outras fontes.
- No Brasil, são poucos os estudos sobre sistemas VTMIS, tendo em vista a sua recente utilização nos portos nacionais. Por isso, a quase totalidade das referências é relativa a outros países.
- Não será objeto desse trabalho realizar uma pesquisa *in loco*.
- A ponderação do método será baseada no conhecimento da autora e não de especialistas por questões de tempo e falta de recursos.

1.4 CLASSIFICAÇÃO DA METODOLOGIA EMPREGADA

Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo.

A pesquisa aqui realizada apresenta uma metodologia que permite avaliar a viabilidade técnica para a implantação de VTMIS em um terminal portuário. Para alcançar este resultado, diferentes procedimentos foram adotados e alguns materiais utilizados.

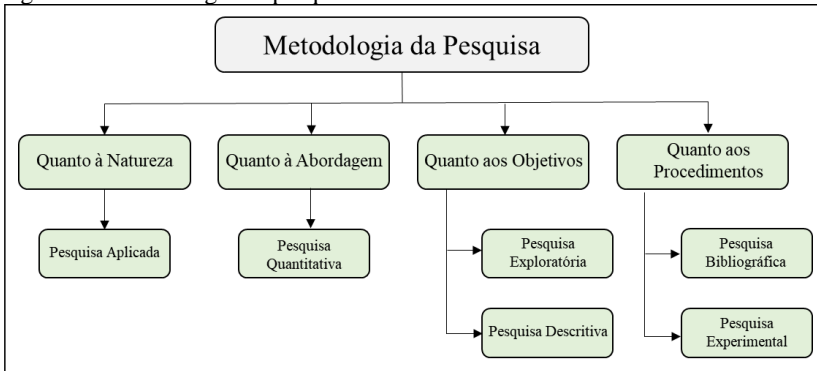
De acordo com Silva e Menezes (2001), essa pesquisa é classificada:

- a) Do ponto de vista da sua natureza, como pesquisa aplicada. Tendo como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.
- b) Do ponto de vista da forma de abordagem, como pesquisa quantitativa. Onde visa considerar que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

- c) Quanto aos seus objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. Visando proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito. Envolve levantamento bibliográfico; análise de exemplos que estimulem a compreensão; envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, assume, em geral, a forma de levantamento.
- d) Quanto aos procedimentos técnicos, é classificada como pesquisa bibliográfica e experimental. A pesquisa é elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e, atualmente, com material disponibilizado na Internet. Também é considerada experimental, pois quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

A figura 2 apresenta o resumo da metodologia da pesquisa.

Figura 2 - Metodologia da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho segue com o capítulo 2, que contempla uma ampla revisão bibliográfica referente aos transportes marítimos, o porto, os sistemas VTS e VTMIS e a apresentação de alguns métodos de análise multicritérios, possibilitando assim um maior entendimento a respeito da problemática da pesquisa.

O capítulo 3 descreve o método e contribuição para análise de viabilidade de um sistema VTMS e ferramentas utilizadas para a realização da pesquisa, especificando cada etapa realizada.

O capítulo 4 constitui aplicação do método, realizada no porto de Imbituba

Finalizando, no capítulo 5 têm-se as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo se inicia apresentando os principais aspectos relativos ao transporte marítimo e portos. Em seguida, são descritos os sistemas VTS e VTMS, exemplificando com casos do sistema VTMS já instalado em portos. E, por último, são apresentados alguns métodos de análise multicritérios que serviram de base para a contribuição metodológica proposta.

2.1 TRANSPORTES MARÍTIMOS

O transporte é responsável por todo e qualquer desenvolvimento da atividade econômica de uma região. Para Vianna (2007), os países que têm boa infraestrutura de transportes não a têm por serem desenvolvidos. Antes, são desenvolvidos porque cuidaram, no devido tempo, das suas vias de transportes.

O transporte marítimo, quando comparado com os demais modos de transporte, costuma apresentar-se numa perspectiva que o caracteriza como detentor de uma excelente relação custo/benefício para aqueles que dele se valem para o transporte de toda ordem e de todo o gênero.

A Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2012), define o transporte marítimo como um importante elemento de desenvolvimento para o país, pois viabiliza comércios e torna as trocas mais rentáveis, especialmente na longa distância.

De acordo com Magalhães (2016), o transporte marítimo responde, atualmente, por mais de 80% do comércio mundial de mercadorias e se constitui na ‘espinha dorsal’ da globalização. Até 2007, o volume do tráfego marítimo internacional alcançou 8,02 bilhões de toneladas, com uma taxa anual de crescimento de 4,8%. Nas três décadas anteriores, a taxa média anual foi estimada em 3,1% (TRANSPORT, 2008 *apud* MAGALHÃES, 2016).

Com base no relatório da UNCTAD, relativo à situação do transporte marítimo no ano de 2008, constata-se a forte demanda por estes serviços, impulsionada pelo crescimento da economia mundial e do comércio entre as nações. Verifica-se ainda que a expansão do comércio venha sendo superior às taxas de crescimento da economia. No ano de 2007, o PIB mundial cresceu à taxa de 3,8%, enquanto as exportações de mercadorias expandiram-se, no mesmo período, em 5,5%. Esse crescimento teve origem nos países emergentes e pelas economias em transição, que continuaram a marcar o ritmo do processo. Utilizando de benefícios com regras de comércio favorecidas, os países exportadores de

combustíveis e minerais aumentaram também seus volumes de importações, ocasionando a expansão a taxas de dois dígitos na América Latina (20%), na Comunidade de Estados Independentes (CIS) (18%), da mesma forma que na África e no Oriente Médio (12,5%).

Cabe mencionar que toda essa pujança não é mais que o processo que se iniciou na 2ª Guerra Mundial, quando foram lançados os navios da classe *Liberty*, esses que por sua vez, foram os primeiros fabricados em série e com a substituição dos rebites nas chapas dos cascos pela soldagem elétrica. Foram construídos cerca de 2.700 destes navios durante e ao final do período de 1941 a 1945 (MAGALHÃES, 2016).

É nesse período que ocorre a presença dos primeiros equipamentos sobre pneus desempenhando atividades nas operações portuárias, com a introdução das empilhadeiras de garfos, acarretando maior eficiência em substituição aos carrinhos de mão, no transporte dos armazéns de primeira linha. A estrutura clássica dos portos era constituída de alinhamentos de armazéns junto ao cais, destinando a primeira linha aos armazéns de trânsito, cujo comprimento e capacidades guardavam relação direta com os tamanhos dos navios de carga geral da época.

Magalhães (2016) ainda salienta que poucos anos depois, em 1955, tem-se registro da construção do primeiro contêiner.

Os avanços nas comunicações mundiais via satélite, a utilização da informática nos negócios, aliado com a difusão da ideologia neoliberal, criaram as bases para o fenômeno que ficou conhecido como ‘globalização’. Esse impulso no desenvolvimento do capitalismo trouxe a nova divisão mundial do trabalho e a intensificação do comércio internacional.

Conforme Magalhães (2016), até meados de 2008, a economia e o comércio mundial vinham mostrando resistência ao quadro recessivo que se apontava no horizonte, com a tendência de elevação dos preços da energia e suas implicações potenciais para os custos de transporte. Aliado a esses fatores, juntam-se o crescimento dos riscos e as incertezas decorrentes da crise de alimentos e a elevação dos preços das commodities, a crise do crédito e a desvalorização do dólar americano. As implicações dessa crise econômica deverão atingir significativamente o comércio mundial e, por consequência, o transporte marítimo internacional.

Segundo a SEP/PR (2012), entre os anos de 2010 e 2014, a modalidade marítima representou, em média, 95% de todo o volume exportado e importado pelo Brasil. Entre os principais produtos movimentados, destacam-se a exportação de commodities minerais e agrícolas (minério de ferro, petróleo e soja), em que a modalidade

marítima correspondeu a 83% e a importação de produtos da indústria química (incluindo fertilizantes), máquinas e equipamentos, com uma representatividade média de 75%.

Nesse contexto, o nível de atendimento aos navios e demais usuários dos portos depende, diretamente, da disponibilidade e oferta de infraestrutura e um dos desafios do setor é continuar ampliando a capacidade e eficiência operacional e de gestão portuária.

2.1.1 Cargas Marítimas

Para Magalhães (2016), a mercadoria é objeto do comércio, a carga é objeto do transporte; da mesma forma que as pessoas transportadas são passageiros. Uma mesma mercadoria pode ser movimentada e transportada de diferentes maneiras, utilizando-se de vários tipos de embalagens e equipamentos. A maneira como as mercadorias são movimentadas e levadas de um ponto a outro nos diversos modos de transportes caracterizam os diversos tipos de carga.

No que define as características e particularidades dos portos brasileiros, a SEP/PR (2012) classifica o segmento de movimentação de cargas em seis naturezas. Cabe salientar que alguns produtos podem ser movimentados por mais de uma natureza de carga, dependendo da forma como são transportados pelo modo marítimo. De modo geral, o agrupamento e divisão dos produtos entre as naturezas de cargas movimentadas nos portos brasileiros, são classificados como:

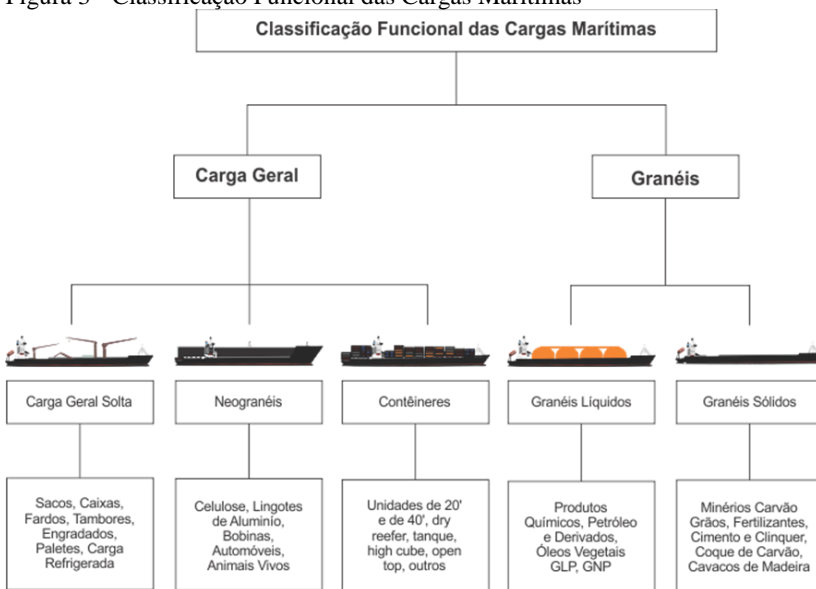
- a) Granel Sólido Mineral – alumina e bauxita; carvão mineral; ferro; sal; minérios, metais e pedras preciosas.
- b) Granel Sólido Agrícola – açúcar; adubos e fertilizantes; cereais; farelo de soja; milho; trigo.
- c) Granel Líquido Combustível – derivados de petróleo; petróleo; produtos da indústria química, etanol.
- d) Granel Líquido Agrícola - suco de laranja; óleo de soja.
- e) Carga Geral – minérios, metais e pedras preciosas, produtos da indústria química; animais e plantas; veículos e semelhantes; celulose; derivados de ferro; madeiras e suas manufaturas; papel e suas obras; açúcar e outros.
- f) Cargas Containerizadas – minérios, metais e pedras preciosas; produtos da indústria química; etanol; óleo de soja; celulose; derivados de ferro; madeiras

e suas manufaturas; papel e suas obras; açúcar; reatores nucleares e outros; autopeças; café, chás, mate e especiarias; carne bovina; carne de frango; carne suína; fumos e cigarros; instrumentos de ótica, relógios e outros; materiais elétricos e eletrônicos; produtos alimentícios (SEP/PR, 2012).

Para cada tipo de classe de carga, corresponde um tipo de veículo específico, com características adequadas à sua movimentação de carregamento, descarregamento e transporte. No contexto marítimo, a classificação funcional das cargas é apresentada de forma esquemática na figura 3, na qual é colocada de maneira relacionada com os diversos tipos de navios.

A classificação apresentada leva em consideração dois grandes grupos ou classes: carga geral e os granéis líquidos ou sólidos.

Figura 3 - Classificação Funcional das Cargas Marítimas



Fonte: Adaptado de Magalhães (2016).

2.1.2 Navios de Transporte Marítimo

Da mesma forma que as cargas, os navios de transporte marítimo são caracterizados pela especialização. Para cada tipo de carga marítima corresponde um navio específico e especializado, ou seja, cada navio é

construído para determinados produtos, serviços ou funções e rotas de comércio, com o objetivo que o seu desempenho de transporte seja o mais eficiente.

O tamanho de um navio mercante é definido por sua capacidade de transporte, a qual é medida por unidade de volume, de peso ou pelas quantidades de unidades possíveis de serem transportadas. Em geral utiliza-se tonelagem como a medida do tamanho dos navios. Esta é uma medida de volume e não de peso e sua origem vem de quando os navios eram medidos por sua capacidade em carregar tonéis.

O Quadro 1 apresenta as definições dos tamanhos e classes dos navios.

Quadro 1 - Definições dos Tamanhos e Classes dos Navios

| Carga | Definição do Tamanho | Definição da Classe do Navio |
|----------------------------------|--|---|
| Carga Geral Solta | Capacidade em toneladas ou porte em dwt | Pequeno, <i>handysize</i> , <i>handymax</i> |
| Neogranéis | Capacidade em toneladas ou porte em dwt | Dada pelos armadores ou operadores dos navios |
| Neogranéis (Ro Ro ou PCC e PCTC) | Quantidade de veículos CEU (<i>car equivalent units</i>) | Dada pelos armadores ou operadores dos navios |
| Contêineres | Quantidade de Unidades Equivalentes de 20 pés (TEU) | Feeder, <i>handymax</i> , <i>panamax</i> , <i>postpanamax</i> , <i>super postpanamax</i> , <i>malaccamax</i> |
| Granel Líquido | Capacidade em toneladas (dwt) ou barris* | <i>Handysize</i> , <i>Medium Range</i> , LR1 (<i>panamax</i>), LR2 (<i>afamax</i> e <i>suezmax</i>), VLCC, ULCC |
| Granel Sólido | Capacidade em toneladas (dwt) | <i>Minibulbker</i> , <i>handysize</i> , <i>handymax</i> , <i>panamax</i> , <i>cape-size</i> , VLCC, ULCC |
| Animais | Quantidade de animais | Dada pelos armadores ou operadores dos navios |

| Carga | Definição do Tamanho | Definição da Classe do Navio |
|---------|--|---|
| Turismo | Quantidade de turistas (hóspedes ou passageiros) | Panamax, postpanamax ou dada pelos armadores ou operadores dos navios |

(*) 1 barril equivale a 42 galões ou 158,9873 litros

Fonte: Adaptado de Magalhães (2016).

Ainda com relação a embarcações e porte, segundo as Normas da Autoridade Marítima para Navegação (NORMAM-28), embarcação é “qualquer construção, inclusive as plataformas móveis e, quando rebocadas, as fixas, sujeita à inscrição na Autoridade Marítima e suscetível de se locomover na água, por meios próprios ou não, transportando pessoas ou cargas” (BRASIL, 2015).

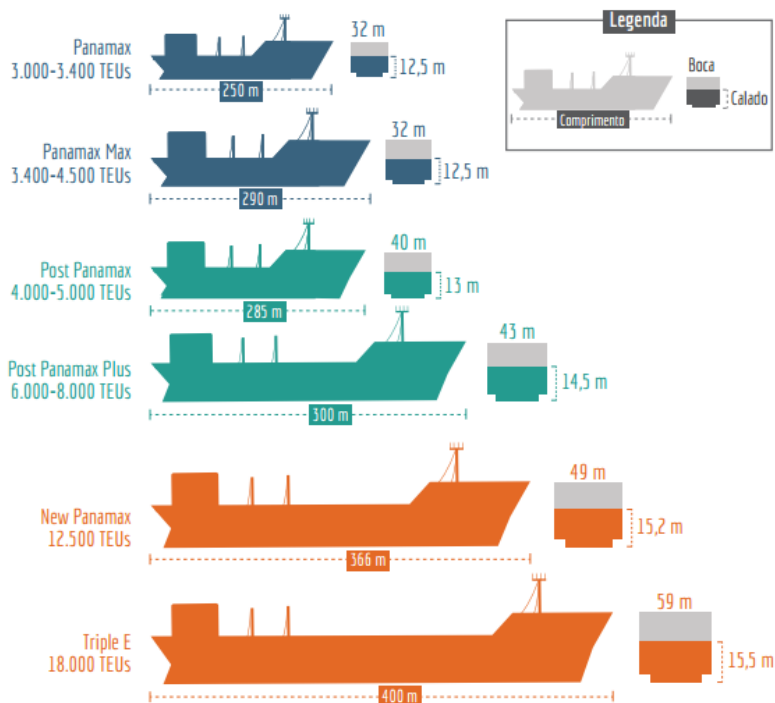
Atualmente há diferentes tipos de embarcações de acordo com a SEP/PR (2012) e sua categorização é determinada principalmente pela utilização e porte. A evolução do tamanho dos navios torna a compatibilização de profundidades dos canais de acesso e dimensões dos atracadouros, um desafio para os portos brasileiros.

Para a SEP/PR (2012), no que se referem aos portos brasileiros, as frotas de navios em grande maioria são de natureza heterogênea e isso se deve as variáveis que compõem a operação portuária, como profundidade dos acessos marítimos, tipos de carga e navegação de longo curso ou cabotagem. Uma operação portuária eficiente possui equipamentos que garantem produtividades adequadas e profundidades/dimensões que estejam compatíveis com a frota de navios que frequenta o porto.

Quando analisada a figura 2, de acordo com os navios que acessam os portos brasileiros, verifica-se que os navios da classe Triple E não frequentam as rotas do Brasil. Nas regiões Sul e Sudeste, os maiores navios, que atracaram nos portos de Paranaguá e Santos, respectivamente, possuem comprimento de 336 metros, enquanto na Região Norte, os maiores navios possuem comprimento total de 237 metros (SEP/PR, 2012).

A Figura 4 apresenta a evolução das dimensões dos navios de contêineres existentes.

Figura 4 - Evolução da frota marítima de contêineres



Fonte: SNP/PR (2015).

2.2 PORTOS

Para Keedi (2001), porto é a denominação geral dada ao complexo composto por vários terminais, equipamentos portuários, fundeadouro, canal de acesso ao porto, vias de acessos ferroviários, rodoviários e fluviais, etc.

Outra definição de porto, apresentada por (PIANC, 2003. p.7):

Um porto funciona como um elo vital em uma cadeia de transporte, formando uma interface entre os modais dessa atividade, como parte do comércio internacional ou doméstico ou do transporte de passageiros e/ou automóveis. O porto é uma interface entre os navios no lado marítimo e o transporte ou armazenagem no lado de terra.

Até meados de 1990, o sistema portuário brasileiro era totalmente centralizado, concentrando todas as atividades de planejamento, investimento e regulamentação em uma empresa pública, a PORTOBRÁS (Empresa de Portos do Brasil S.A). Após a década de 90, foi criada uma nova legislação para os portos, a Lei de Modernização dos Portos (Lei de nº 8.630 de 25 de fevereiro de 1993, revogada pela Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013). Esta Lei regulou a exploração pela União, direta ou indiretamente, dos portos e instalações portuárias e as atividades desempenhadas pelos operadores portuários (ALFREDINI; ARASAKI, 2014).

A Lei nº 12.815 criou o conceito de porto organizado, como sendo um bem público, construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, cujo tráfego e operações portuárias estão sob jurisdição de autoridade portuária. Compete à administração do porto organizado, denominada autoridade portuária, autorizar a entrada e saída, inclusive atracação e desatracação, o fundeio e o tráfego de embarcações na área do porto, ouvidas as demais autoridades do porto (BRASIL, 2013a).

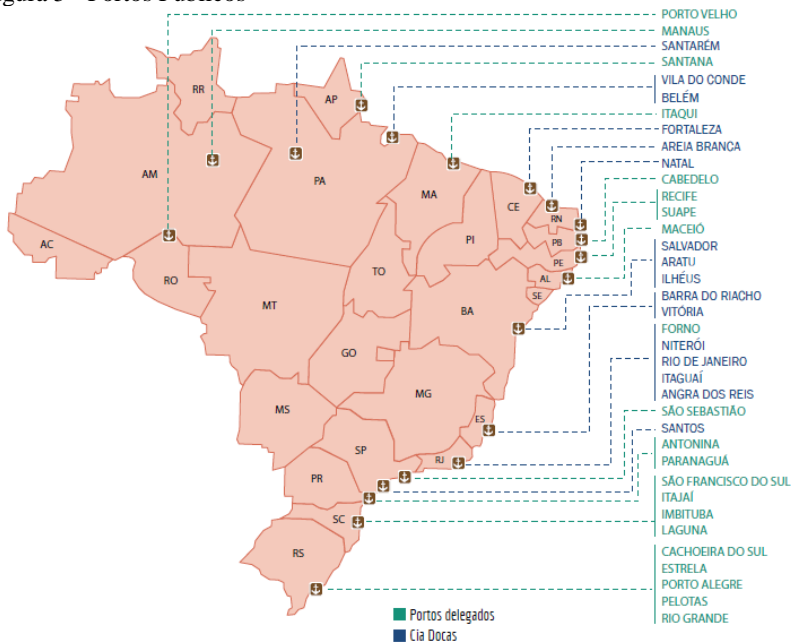
No Brasil, o órgão responsável pelos portos é a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), uma entidade que integra a Administração Federal indireta, de regime autárquico especial, com personalidade jurídica de direito público, independência administrativa, autonomia financeira e funcional, vinculada à Secretaria Nacional de Portos da Presidência da República (SNP/PR). A SNP tem como área de atuação a formulação de políticas e diretrizes para o desenvolvimento e o fomento do setor de portos e instalações portuárias marítimos, fluviais e lacustres e, especialmente, promover a execução e a avaliação de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infraestrutura dos portos e instalações portuárias.

A ANTAQ tem por finalidade implementar as políticas formuladas pela SEP/PR, pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte (CONIT) e pelo Ministério dos Transportes, segundo os princípios e diretrizes estabelecidos na legislação. É responsável por regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infraestrutura portuária e aquaviária.

De acordo com Godoy (2011), o Brasil dispõe de uma das maiores costas litorâneas do mundo, com mais de 8 mil km e uma vasta rede de vias navegáveis, compostos por 37 (trinta e sete) Portos Públicos organizados em seu território. Nessa categoria encontram-se os portos

com administração exercida pela União, no caso das Companhias Docas, ou delegada a municípios, estados ou consórcios públicos. Na figura 5, são apresentados os 37 portos públicos sob supervisão da SEP/PR.

Figura 5 - Portos Públicos



Fonte: SEP/PR (2012).

2.2.1 A Política Portuária

Para Baudez (1986), “os portos não possuem uma existência isolada, eles são frutos de uma conjuntura e a espelham primorosamente, conjuntura essa que envolve aspectos sociais e econômicos, com particularidades regionais”.

Partindo desse princípio, a atividade portuária deve ser planejada dentro de um contexto espacial e comercial, o que implica trata-la de acordo com o seu meio ambiente. Esse meio ambiente portuário envolve tudo que o condiciona, aspectos culturais, tecnológicos e institucionais, dentre outros. Dentro desse planejamento devem ser contempladas as seguintes dimensões:

- Local;
- Regional;

- Nacional; e
- Internacional

De acordo com Porto (2016), o objetivo da política portuária é desenvolver o sistema dentro da sua rede ou conexões, usufruindo e promovendo todos os agentes de desenvolvimento, permitindo, assim, criar as condições ideais para se atingir esse desenvolvimento na sua total potencialidade.

O Sistema Portuário é composto de portos públicos organizados e de terminais de uso privativo que seguem configurações particulares, com seus agentes promotores e regras que possibilitam e determinam a atuação e responsabilidade de cada promotor da atividade.

Tal Sistema Portuário deve considerar a influência da atividade no desenvolvimento territorial, nacional, regional e local. Vale salientar que um dos principais elementos desse sistema é a destinação de faixas em terra e em mar para fins de instalações portuárias especificamente, a agregação de aspectos industriais à atividade e de serviços de infraestrutura, comerciais e de transportes complementares, despachos, corretagem de cargas, vias de acesso, áreas de armazenagem, pátios de manobra entre outros.

Ainda segundo Porto (2016), os portos são extremamente importantes numa avaliação socioeconômica pelos benefícios proporcionados com a geração de emprego, geração de receita para o setor privado e, principalmente, com relação a ganhos no comércio exterior, como é o caso específico do Brasil. Esse por sua vez, tem conseguido sucessivos superávits em sua balança comercial com o auxílio das cargas portuárias, o que justifica a prática de certos subsídios indiretos a exportação, como a contenção dos valores tarifários portuários.

2.2.2 Legislação Brasileira

Tendo em vista o desenvolvimento do sistema portuário brasileiro, foram propostas ações de aprimoramento institucional, de modo que as competências de cada uma de suas entidades fossem redefinidas. Essas ações foram realizadas em 2012, por meio da Medida Provisória nº 595, que no ano seguinte foi convertida na Lei nº 12.815/2013, a nova Lei dos Portos, a qual foi regulamentada pelo Decreto nº 8.033/2013, (PNLP, 2015; SEP/PR, 2012).

No referido período, ocorreu a promulgação da Lei nº 12.815/2013, que revogou a Lei nº 8.630/1993 e passou a reger o sistema portuário brasileiro, com novos objetivos e diretrizes, a fim de aumentar

a competitividade, a concorrência e o desenvolvimento do setor. As disposições da nova lei geraram alterações em diferentes áreas, desde o quadro institucional até a atuação de algumas entidades – como o Conselho de Autoridade Portuária – CAP, por exemplo.

O novo marco regulatório do setor busca uma maior eficiência dos investimentos públicos, o estímulo aos investimentos privados e a integração entre as instalações portuárias, de forma a proporcionar o funcionamento do setor como um sistema integrado e eficiente.

A Lei nº 12.815, traz em seu capítulo 1º, artigo 1º, suas definições e objetivos:

Art. 1o Esta Lei regula a exploração pela União, direta ou indiretamente, dos portos e instalações portuárias e as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. § 1o A exploração indireta do porto organizado e das instalações portuárias nele localizadas ocorrerá mediante concessão e arrendamento de bem público. § 2o A exploração indireta das instalações portuárias localizadas fora da área do porto organizado ocorrerá mediante autorização, nos termos desta Lei. § 3o As concessões, os arrendamentos e as autorizações de que trata esta Lei serão outorgados a pessoa jurídica que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco (BRASIL, 2013a).

2.2.3 Componentes de um Porto

De acordo com ANTAQ (2009), os componentes de um porto podem ser classificados referentes à sua estrutura portuária e aos equipamentos utilizados para a movimentação de cargas conforme descritos nas categorias abaixo:

- a) Anteporto, consistindo basicamente de duas partes:
 - o Canal de acesso - Permite o tráfego de embarcações desde a barra, local que demarca a entrada do porto e a partir de onde se torna necessária uma adequada condição de sinalização, até as instalações de acostagem e vice-versa.
 - o Ancoradouros - Local onde a embarcação lança âncora, também chamado de fundeadouro. É um local previamente aprovado e regulamentado pela autoridade marítima.

- b) Porto propriamente dito, compreendendo:
 - Bacia de evolução – Compreende a área fronteira às instalações de acostagem, reservada para as evoluções necessárias às operações de atracação e desatracação dos navios no porto.
 - Cais com faixa de atracação e movimentação terrestre - São estruturas construídas ao longo da praia ou fora da praia, à beira da água, ou na borda de um porto onde navios podem ancorar, atracar ou aportar, para carregar ou descarregar carga. Tal estrutura inclui um ou mais atracadouros, local para amarras, e pode também incluir píeres, armazéns ou outros equipamentos necessários para manipular as embarcações.
 - Estação de Serviços - Local de atracação de rebocadores, pontões de serviço e embarcações de polícia e de bombeiros.
- c) Retroporto, dividido em:
 - Armazenagem, que pode ser externa ou de pátio, ou interna em armazéns ou galpões, silos e tanques; Outras instalações são armazéns de trânsito, armazéns de estocagem, frigoríficos etc.
 - Acessos terrestres para os diferentes modos de transporte.
 - Instalações auxiliares, como rede e tanques de água potável e industrial, rede de eletricidade em alta e baixa tensão, equipamentos de telecomunicações, incêndio, segurança, manutenção, etc..
 - Administração: Autoridade Portuária, Secretaria da Receita Federal (SRF), Capitania dos Portos (DPC), Polícia Federal (PF), operadores portuários, expedidores, armadores e operadores de transporte terrestre.
- d) Obras complementares, que abrangem:
 - Balizamento das rotas, com boias, faróis, refletores de radar, etc..
 - Quebra-mares, para proteção contra o impacto das ondas.
 - Marégrafos, para registro da amplitude das marés ao longo dos anos, de forma a facilitar sua previsão. (ANTAQ, 2009)

2.2.4 Porto Organizado

Os portos organizados são entidades prestadoras de serviços públicos, em função do que determina a Constituição, que atribuiu ao Estado brasileiro a responsabilidade em prover direta ou indiretamente os serviços portuários.

A denominação de portos organizados está definida na Lei nº 12.815/2013, qual seja:

Porto Organizado: bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária (BRASIL, 2013a).

De acordo com Porto (2016), o porto organizado é constituído por bens públicos e privados, mais públicos que privados, a começar pelos terrenos onde estão implantadas as instalações portuárias. Esses terrenos são na sua maioria bens da União, mas há terrenos cujo domínio útil está com um ente privado, pessoa física ou jurídica. Existe ainda o conjunto edificações e equipamentos que formam os principais elementos de uma instalação. A maioria das benfeitorias realizadas nos portos é originada de recursos públicos, orçamento da União. Porém há uma política de captação de investimentos privados nos portos, há uma parcela de investimentos em infraestrutura comum condominial, que somente é executada com recursos públicos, como obras de abrigo, de navegação (canais) e de circulação rodoferroviários entre outras.

É comum encontrar entidades privadas que possuam o domínio útil do terreno dentro da área dos portos organizados e que tenham construídas suas próprias instalações portuárias. Mesmo nesse caso é necessário ter uma autorização para desempenhar os serviços portuários. Essas instalações são conhecidas como Terminais de Uso Privativo (TUP), necessitando de uma autorização do governo para operação.

Basicamente, um porto organizado é aquele que possui os seguintes elementos:

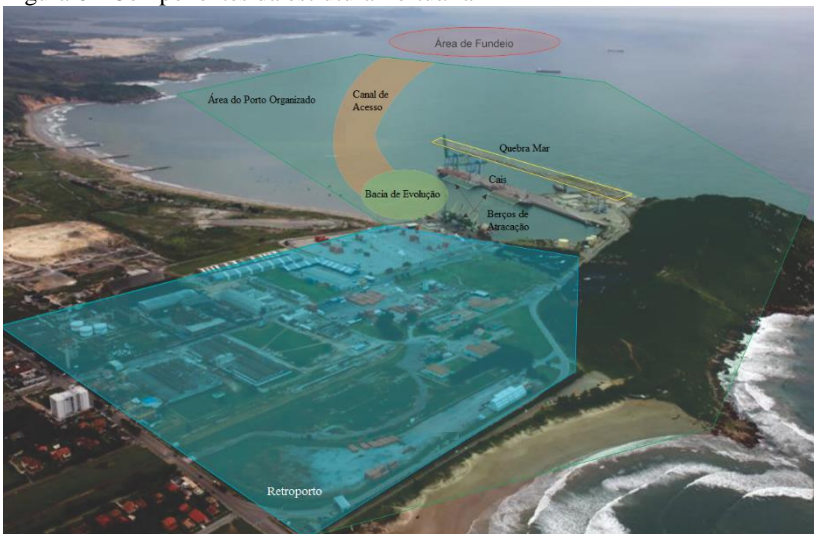
- Área definida por decreto;
- Administração e autoridade constituídas;
- Regras estabelecidas para a atividade (regimento de exploração ou equivalente)

- Conselho de Autoridade Portuária – CAP;
- Órgão Gestor de Mão-de-Obra – OGMO;
- Tarifas portuárias para pagamento dos serviços prestados;
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ;
- Programa de arrendamento; e
- Licenças ambientais e outras habilitações pertinentes.

Uma característica do porto organizado é a presença de entidades públicas e privadas atuando em sua jurisdição. Fazem parte desse quadro institucional os Conselhos de Autoridade Portuária – CAP, que fazem uma gestão conjunta da atividade com a Autoridade Portuária, o Órgão Gestor de Mão-de-Obra, responsável pela organização da força de trabalho e sua requisição, e as demais autoridades públicas que estão presentes no porto.

A figura 6 apresenta uma descrição dos componentes da área portuária, usando como exemplo o Porto de Imbituba, em Santa Catarina.

Figura 6 - Componentes da estrutura Portuária



Fonte: Adaptado de Porto de Imbituba (2016).

2.2.5 Companhia Docas

As Companhias Docas estão vinculadas ao governo federal para gestão dos portos. São empresas operadas pelo governo com o intuito de administrar os portos presentes no país. Ao todo, são sete Companhias Docas.

2.2.6 Operadores Portuários

De acordo com a Lei nº 12.815/2013, o operador portuário é toda a pessoa jurídica pré-qualificada para exercer as atividades de movimentação de passageiros ou a movimentação e armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário, dentro da área do porto organizado. Conforme normas estabelecidas pelo Poder Concedente, a pré-qualificação do operador portuário será efetuada ante a administração do porto.

Além disso, com base na Lei nº 12.815/2013, o operador portuário deve responder perante:

- A administração do porto pelos danos culposamente causados à infraestrutura, às instalações e ao equipamento de que a administração do porto seja titular, que se encontre a seu serviço ou sob sua guarda;
- O proprietário ou consignatário da mercadoria pelas perdas e danos que ocorrerem durante as operações que realizar ou em decorrência delas;
- O armador pelas avarias ocorridas na embarcação ou na mercadoria transportada;
- O trabalhador portuário pela remuneração dos serviços prestados e pelos respectivos encargos;
- O órgão local de gestão de mão de obra do trabalho avulso pelas contribuições não recolhidas;
- Os órgãos competentes pelo recolhimento dos tributos incidentes sobre o trabalho portuário avulso; e
- A autoridade aduaneira pelas mercadorias sujeitas a controle aduaneiro, no período em que lhe estejam confiadas, ou quando tenha controle ou uso exclusivo de área onde se encontrem depositadas ou devam transitar.

2.2.7 Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO)

O Órgão Gestor de Mão de Obra (OGMO) é uma entidade de utilidade pública, sem fins lucrativos, responsável pela contratação, escala e alocação de trabalhadores portuários (TP) e de trabalhadores portuários avulsos (TPA).

Segundo a Lei nº 12.815/2013, os serviços portuários relativos à capatazia, à estiva, à conferência de carga, ao conserto de carga, à vigilância de embarcações e bloco são atividades cujo exercício é exclusivo de profissionais registrados no OGMO. No porto organizado, a mão de obra avulsa, necessária por parte do operador portuário, deve obrigatoriamente ser requisitada ao OGMO. Se houver necessidade de mão de obra permanente para qualquer uma das seis funções portuárias típicas, o serviço deverá ser ofertado aos trabalhadores registrados no órgão gestor.

Continua como competência do OGMO promover a formação profissional do trabalhador portuário e do trabalhador portuário avulso. Além da capacitação oferecida pelo órgão para os trabalhadores portuários, incluindo funcionários de escritório e trabalhadores portuários avulsos.

2.2.8 Conselho de Autoridade Portuária (CAP)

O Conselho de Autoridade Portuária (CAP) é um órgão consultivo da administração do porto, instituído em todos os portos organizados por força do art. 20 da Lei nº 12.815/2013, com as competências fixadas no art. 36 do Decreto nº 8.033/2013, que tem, por incumbência, a implantação e fiscalização da política portuária.

2.2.8.1 Competência

Compete ao conselho de autoridade portuária sugerir:

- Alterações do regulamento de exploração do porto;
- Alterações no plano de desenvolvimento e zoneamento do porto;
- Ações para promover a racionalização e a otimização do uso das instalações portuárias;
- Medidas para fomentar a ação industrial e comercial do porto;
- Ações com objetivo de desenvolver mecanismos para atração de cargas;
- Medidas que visem estimular a competitividade; e

- Outras medidas e ações de interesse do porto.

2.2.9 Praticagem

De acordo com a Secretaria Nacional de Portos (SNP, 2017), a praticagem é regulada pela Lei n.º 9.537/1997, de Segurança da Navegação. A atividade é baseada no conhecimento dos acidentes e pontos característicos da área onde é desenvolvida - trechos da costa, portos, estuários de rios, em baías, lagos, rios, terminais e canais onde há tráfego de navios. Este serviço proporciona maior eficiência e segurança à navegação e garante proteção à sociedade e a preservação do meio ambiente.

O prático é o profissional especializado que possui experiência e conhecimentos técnicos de navegação e de condução e manobra de navios, bem como das particularidades locais, correntes e variações de marés, ventos reinantes e limitações dos pontos de acostagem e os perigos submersos. Ele assessoria o comandante na condução segura do navio em áreas de navegação restrita ou sensíveis para o meio ambiente. Atualmente, existem cerca de 400 práticos no Brasil. Conforme a legislação, o serviço de praticagem será executado por práticos devidamente habilitados, individualmente, organizados em associações ou contratados por empresas.

2.2.10 Normativos Internacionais e Nacionais

Os sistemas VTS/VTMIS têm suas características e funcionalidades descritas em convenções e instrumentos nacionais e internacionais, determinadas pelas instituições descritas a seguir.

2.2.10.1 IMO - Organização Marítima Internacional

De acordo com a Marinha do Brasil (BRASIL, 2013), a IMO foi criada em 1948, como um organismo especializado na estrutura da Organização das Nações Unidas (ONU) com os seguintes propósitos:

- Promover mecanismos de cooperação;
- Segurança marítima e a prevenção da poluição;
- Remoção dos obstáculos ao tráfego marítimo.

Destaca-se como principal órgão técnico da IMO, o Comitê de Segurança Marítima (MSC) e seus subcomitês, a quem compete examinar todas as questões que seja da competência da IMO com relação aos

auxílios à navegação, construção e equipamentos de navios, dotação de material do ponto de vista da segurança, regras para evitar colisões, manuseio de cargas perigosas, procedimentos e exigências relativos à segurança marítima, informações hidrográficas, diários e registros de navegação, investigação de acidentes marítimos, socorro e salvamento, e quaisquer outras questões que afetem diretamente a segurança marítima.

O Brasil, como Estado Membro da IMO, possui compromissos e obrigações com a comunidade marítima internacional, tais como, produção e publicação de cartas náuticas; elaboração e divulgação de avisos-rádio náuticos, avisos-rádio SAR e meteoromarinha; estabelecimento e manutenção dos auxílios à navegação, dentre outros.

2.2.10.2 UNCLOS - Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS) (BRASIL, 2017a) originou-se da junção da sociedade internacional para a normatização das questões controversas acerca do direito marítimo, tendo como principal objetivo:

Estabelecer um novo regime legal abrangente para os mares e oceanos e, no que concerne às questões ambientais, estabelecer regras práticas relativas aos padrões ambientais, assim como o cumprimento dos dispositivos que regulamentam a poluição do meio ambiente marinho; promover a utilização equitativa e eficiente dos recursos naturais, a conservação dos recursos vivos e o estudo, a proteção e a preservação do meio marinho (BRASIL, 2017a).

2.2.10.3 SOLAS - Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida no Mar

De acordo com a Marinha do Brasil (BRASIL, 2017b), a SOLAS tem por propósito estabelecer os padrões mínimos para a construção de navios, para a dotação de equipamentos de segurança e proteção, para os procedimentos de emergência e para as inspeções e emissão de certificados.

2.2.10.4 IALA - Associação Internacional de Sinalização Marítima

A Associação Internacional de Autoridades de Sinalização Náutica – IALA/AISM, organização técnica internacional, sem fins lucrativos, dedicada a atividades técnicas e normativas no campo de auxílios à navegação marítima.

A IALA orienta o trabalho de seus Comitês Técnicos, tendo expandido sua área de atuação, antes apenas relacionada aos faróis e boias, para toda indústria de auxílios à navegação marítima.

O Brasil foi convidado a participar da IALA, por meio da Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN, desde a fase embrionária do projeto, na Conferência de 1956 e, em 1961, o Ministério das Relações Exteriores foi autorizado, por Decreto Presidencial, promover a adesão brasileira a essa importante organização.

Desde então o Brasil tem participado de todas as Conferências e Assembleias-Gerais da Organização, por meio do Centro de Sinalização Náutica ‘ALMIRANTE MORAES REGO’ – CAMR, tendo sido eleito para compor o seu Conselho Administrativo na Assembleia de 1998 em Hamburgo, Alemanha, e reeleito nas Assembleias de 2002 em Sidnei, Austrália, 2006 em Xangai, China, e 2010 na Cidade do Cabo, África do Sul.

2.2.10.5 MB – Marinha do Brasil

A Marinha é uma das três Forças Armadas do Brasil. Ao lado do Exército e da Força Aérea, detém a missão de zelar pela segurança do País, valendo-se do poder naval (o poder bélico da Marinha). Além de contribuir para a defesa, a Marinha também tem como missão garantir os poderes constitucionais, proteger os interesses nacionais e atuar em ações sob a égide de organismos internacionais ou em missões de apoio à política externa brasileira.

A Marinha também é responsável pelo policiamento da costa brasileira e das águas interiores, bem como por fiscalizar e orientar a Marinha Mercante. É a mais antiga entre as três Forças Armadas. Sua origem remonta à Marinha portuguesa. Em 1736 foi criada a Secretaria D’Estado dos Negócios da Marinha pelo rei de Portugal, reorganizada por D. João VI quando da sua chegada ao Brasil com o nome de Ministério da Marinha e Domínios Ultramarinos.

O Comando da Marinha é o responsável pela Marinha do Brasil. O órgão, diretamente subordinado ao Ministro da Defesa, existe desde 1999, quando foi extinto o Ministério da Marinha. É comandado por um

almirante-de-esquadra, nomeado pelo Presidente da República, (BRASIL, 2017b).

2.3 VTS - SERVIÇO DE TRÁFEGO DE EMBARCAÇÕES

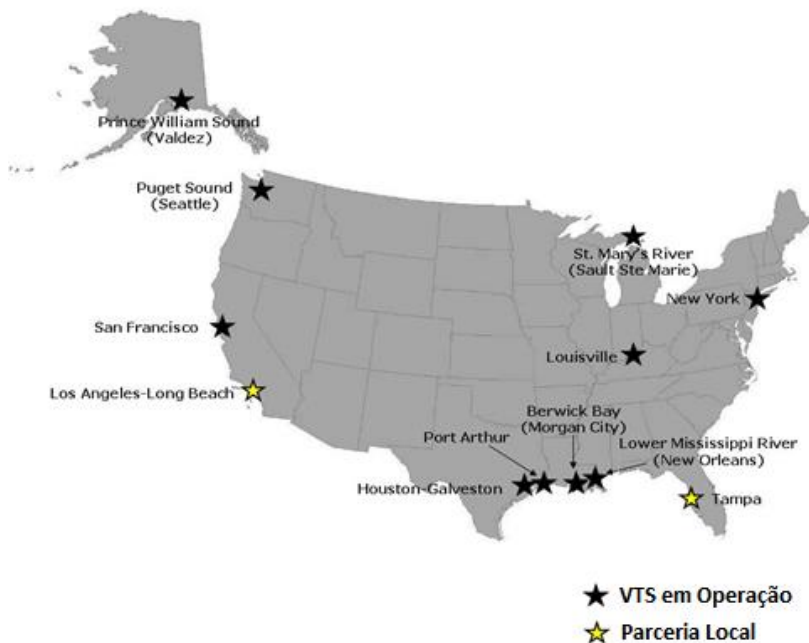
De acordo com a Guarda Costeira dos Estados Unidos (*The United States Coast Guard* - USCG, 2017), o conceito de VTS (Serviço de Tráfego de Embarcações), através de uma estação de radar em terra, teve sua origem no porto de Liverpool, na Inglaterra, em 1949. Em 1956, os Países Baixos estabeleceram um sistema de estações de radar para a vigilância do trânsito no porto de Roterdã, na Holanda.

Isso contrasta com a experiência dos EUA, onde o primeiro VTS foi consequência de um esforço de pesquisa e desenvolvimento, no ano de 1968, na Baía de São Francisco, chamada *Harbour Advisory Radar*. Por se tratar de um projeto voluntário, nem todos os navios se beneficiaram da assistência do VTS ou contribuíram para o serviço. Em 18 de janeiro de 1971, os petroleiros *Arizona Standard* e *Oregon Standard* colidiram sob a Ponte *Golden Gate*, em São Francisco, Califórnia. O incidente recebeu atenção em todo o país e resultou em duas importantes iniciativas de segurança marítima relacionadas - A Lei de Radiotelefonia "*Bridge to Bridge*" e a Lei de Segurança dos Portos e Vias Navegáveis (*The Ports and Waterways Safety Act* - PWSA). É a partir desta última, que a Guarda Costeira Americana passa a ter autoridade para construir, manter e operar VTS's. Também autoriza a Guarda Costeira a exigir o transporte de dispositivos eletrônicos necessários para a participação no sistema VTS.

O objetivo do ato foi estabelecer boa ordem e previsibilidade nas vias navegáveis dos Estados Unidos, implementando práticas fundamentais de gerenciamento de vias navegáveis. Usando a PWSA como autoridade e o Radar Consultivo do Porto de São Francisco como modelo operacional, a Guarda Costeira começou a estabelecer VTS's em portos críticos e congestionados do país.

A Figura 7 apresenta a localização dos Sistemas VTS em funcionamento nos Estados Unidos.

Figura 7 - Localização de sistemas VTS nos Estados Unidos



Fonte: Guarda Costeira Americana (USCG, 2017)

2.3.1 Suporte Técnico-legal

A Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (*International Convention for the Safety of Life at Sea – SOLAS*), de 1974, estabeleceu Sistemas de Organização do Tráfego de Navios (*Ships Routing*), visando contribuir para a salvaguarda da vida humana no mar, a segurança e eficiência da navegação e para a proteção do meio ambiente. Esses sistemas são recomendados para diversos tipos de navios, podendo alguns deles ser obrigatórios para todos, para determinadas categorias, ou para navios que transportem cargas especiais, devendo ser adotados e implementados de acordo com as diretrizes e critérios da IMO (*International Maritime Organization*).

Dentre esses sistemas, podemos citar o estabelecimento de fundeadouros, áreas de fundeio proibido, áreas a serem evitadas, áreas de precaução, zonas de segurança, canais e vias largas balizadas, domínio, janelas de tráfego, ponto de não retorno e tráfego em uma ou duas faixas.

Tais sistemas são de fácil implementação e geralmente apenas a sua representação gráfica na carta náutica já surte o efeito desejado, (NORMAM-26).

Existem, porém, dois desses sistemas, que por serem mais complexos, vêm se beneficiando da navegação em tempo real e das ferramentas de acompanhamento automático de embarcações: os Esquemas de Separação de Tráfego (*Traffic Separation Scheme* – TSS) e os Serviços de Tráfego de Embarcações (*Vessel Traffic Service* – VTS). O VTS está associado a quatro regulamentações principais:

- Resolução A.857(20) da Organização Marítima Internacional (OMI)/ *International Maritime Organization* (IMO);
- NORMAM 26/ Recomendação V-128 da *International Association of Lighthouse Authorities/ Association Internationale de Signalisation Maritime* (IALA-AISM);
- Lei 12.815/2013; e
- Licença de Operação VTS, baseada na Portaria nº 54/DHN – Marinha do Brasil.

2.3.2 Serviços Prestados pelo Sistema VTS

De acordo com a Norma da Autoridade Marítima (NORMAM-26), o VTS é um auxílio eletrônico à navegação, com capacidade de prover monitorização ativa do tráfego aquaviário, cujo propósito é ampliar a segurança da vida humana no mar, a segurança da navegação e a proteção ao meio ambiente nas áreas em que haja intensa movimentação de embarcações ou risco de acidente de grandes proporções.

De acordo com a Resolução A.857(20) da IMO, Diretrizes para Serviços de Tráfego de Embarcações, um VTS é um serviço “implementado por uma Autoridade Competente, projetado para melhorar a segurança e a eficiência do tráfego de embarcações e para proteger o meio ambiente”. Tal serviço deve ter a “capacidade de interagir com o tráfego e responder a situações de tráfego que se desenvolvam dentro da área de VTS”. No Brasil, a Autoridade Competente de que trata essa resolução é a Autoridade Marítima, de acordo com a Lei Complementar nº 97/99.

Segundo a Recomendação da IALA, *International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*, (2003 *apud* BRASIL, 2009), sobre Requisitos Operacionais e Técnicos para o Desempenho de Equipamentos VTS, os elementos essenciais de um VTS moderno são:

- radar;
- AIS;
- comunicações (VHF);
- TV de circuito fechado (CCTV);
- sensores meteorológicos e ambientais;
- sistema para gerenciamento dos dados.

Como os requisitos sobre tais equipamentos podem ter alto impacto no custo de aquisição e de manutenção de um VTS, uma avaliação preliminar se faz necessária para determinar qual é a opção adequada para gerenciar o tráfego de embarcações em uma determinada área de interesse.

A avaliação preliminar para determinar a necessidade de implantação de um VTS é complementada pela análise de fatores condicionantes e do gerenciamento de risco no tráfego de embarcações.

Um VTS possui capacidade de monitorar ativamente o tráfego aquaviário, devendo ser implantado em áreas onde haja intenso fluxo de embarcações ou risco de acidentes de grandes proporções. Conforme Bento (2013), o VTS é um auxílio à navegação, geralmente instalado em torres construídas para tal fim ou em estruturas de faróis existentes ou desativados, prestando um serviço particularmente relevante em situações de alta densidade do tráfego ou de transporte de cargas especiais.

2.3.3 Tipos de VTS

Dependendo do tipo de VTS, o serviço pode fornecer informações de segurança da navegação, auxiliar o navegante em situações de emergência ou mesmo exercer autoridade sobre determinada área.

2.3.3.1 VTS Costeiro

Um VTS dedicado ao serviço costeiro exerce atividades voltadas para áreas costeiras com intenso fluxo de embarcações. Esse tipo de serviço, denominado Serviço de Informação (*Information Service – INS*), provê informações essenciais e tempestivas para subsidiar os processos de tomada de decisão a bordo. As informações de caráter genérico são transmitidas em intervalos regulares ou por solicitação do navegante. As informações de caráter eventual, que envolvam a segurança da navegação são transmitidas por iniciativa do Operador do VTS (VTSO), como no caso de navios que se desviem de suas rotas e se dirijam para áreas potencialmente perigosas, (BENTO, 2013).

2.3.3.2 VTS de Porto

Um VTS dedicado ao serviço portuário exerce atividades voltadas primariamente para áreas portuárias e seus acessos diretos (águas interiores e canais, de uma forma geral), onde exista um intenso fluxo de embarcações em águas geralmente restritas. O VTS prestará um serviço denominado Serviço de Organização de Tráfego (*Traffic Organization Service – TOS*), que deve contribuir para segurança e eficiência do tráfego aquaviário em sua área de atuação, além de cuidar do gerenciamento operacional e do planejamento das movimentações, visando evitar congestionamentos e situações potencialmente perigosas para a navegação. Esse tipo de VTS é relevante em situações onde haja alta densidade de tráfego quando a movimentação de cargas especiais possa afetar o tráfego de outras embarcações.

2.3.4 Localização de um VTS

Normalmente um VTS tem seus equipamentos concentrados em uma torre, assim com eram os faróis de sinalização. Segundo Bento (2013), a definição do local onde será instalado um VTS deve considerar os aspectos geográficos que permitam à torre VTS ter um amplo alcance visual e eficiência das ferramentas de auxílio à navegação na sua área de atuação. Também devem ser levadas em consideração a presença de pontos notáveis que permitam boa navegação visual e por radar, as condições hidrográficas (batimetria, assoreamentos e correntes de maré) e as características meteorológicas do local, como a ocorrência de ventos fortes e de ressacas.

Além dos aspectos abordados, também devem ser consideradas a facilidade de acesso, a logística e a segurança das instalações.

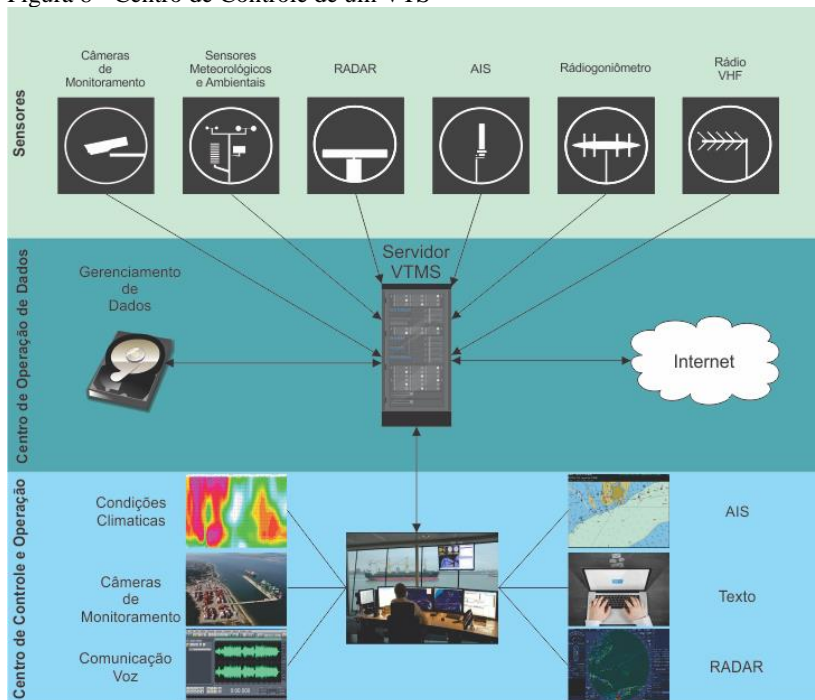
2.3.5 Estrutura e Funcionamento de um VTS

Os requisitos para os equipamentos empregados em um VTS dependem, em nível básico, do volume e da densidade do tráfego, dos perigos à navegação, do clima local, da topografia e da extensão da área do VTS.

O VTS funciona a partir da geração de imagens do sistema VTS, obtida da integração dos dados oriundos das ferramentas de auxílio à navegação, sendo exibida em várias telas que permitem ao VTSO orientar o tráfego de embarcações de forma mais prática e eficiente.

A figura 8 apresenta um VTS e os equipamentos a ele associados, cujos sensores e antenas devem ser instalados no alto da torre e/ou em outros locais nas imediações.

Figura 8 - Centro de Controle de um VTS



Fonte: Adaptado de Bento (2013).

As câmeras do CFTV devem ter um alcance superior a 10 milhas náuticas (MN), em boas condições de visibilidade e sem interferência de obstáculos e da topografia e devem possibilitar a identificação do tipo de alvo a uma distância mínima de 3MN e a identificação pela forma, cor e outras características, tais como chaminé, superestrutura, etc., a uma distância mínima de 1MN.

Os sistemas de sensores ambientais, também denominados sistemas hidrológicos e meteorológicos, fornecem informações ambientais básicas, dentre elas temperatura e umidade do ar, visibilidade, pressão atmosférica e a direção e intensidade do vento. Em algumas situações podem existir marégrafos e correntômetros integrados ao sistema, ou mesmo dispositivos mais sofisticados para medição da altura

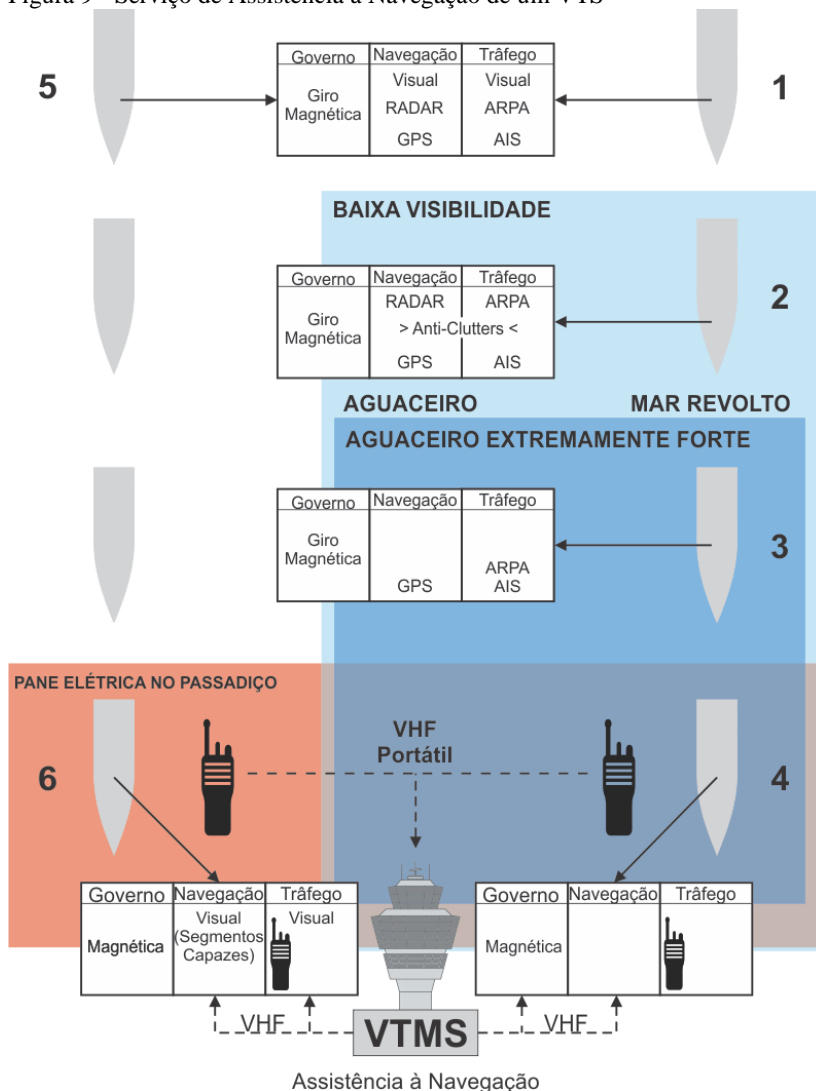
e direção das ondas, que podem ser instalados em auxílios à navegação gerenciados pelo VTS e transmitidos pela rede AIS.

O VTS deve dispor de meios para divulgar seus dados ambientais para o navegante dentro da área do VTS e para serviços aliados interessados, mas deve abster-se de fazer qualquer tipo de previsão, uma vez que existem serviços dedicados exclusivamente para isso.

Para um uso eficaz do radiogoniômetro (equipamento utilizado a bordo dos navios para determinar, mediante o emprego de sinais radioelétricos, a direção entre duas estações, uma transmissora e uma receptora) em caso de indisponibilidade do radar e do AIS, devem existir, principalmente nos VTS Costeiros, pelo menos duas antenas separadas por uma distância que permita cruzamento de suas marcações eletrônicas.

A figura 9 apresenta a simulação de uma série de eventos que demonstram a importância de algumas ferramentas de navegação em situações extremas, culminando com a solicitação de auxílio a um VTS por uma embarcação com problemas.

Figura 9 - Serviço de Assistência à Navegação de um VTS



Fonte: Adaptado de Bento (2013).

Na figura 9, a embarcação da direita (1) navega com todos os recursos de governo, navegação e acompanhamento de embarcações disponíveis. Ao deparar-se com uma situação de baixa visibilidade com forte chuva e mar revolto (2), a navegação visual e o acompanhamento

visual de embarcações se tornam impossíveis, passando a navegação a ser feita por meio do radar, com emprego dos atenuadores de ruído e do GPS. O acompanhamento de embarcações passa a ser feito apenas com o Radar e o AIS. Quando a situação evolui para um aguaceiro extremamente forte (3), o emprego do radar e seus atenuadores não surtem mais efeito e a navegação passa a ser feita pelo GPS e o acompanhamento de embarcações pelo AIS, ferramentas imunes às condições meteorológicas. Finalmente, na situação (4), a embarcação sofre uma pane elétrica e o gerador de emergência não consegue comunicação. Ocorre então um desligamento de todos os equipamentos eletrônicos. Nessa situação, a embarcação passa a se governar pela agulha magnética e solicita, por meio de um transceptor VHF portátil, auxílio do Serviço de VTS da área. O VTSO, fazendo uso de um radar, de informações visuais da torre e do CFTV e de informações oriundas de outras embarcações, via AIS, passa a orientar a embarcação com problemas, por águas seguras.

No exemplo da esquerda a embarcação (5) navega com bom tempo e se depara com a mesma avaria do exemplo anterior. Em seguida, a embarcação também solicita auxílio do serviço VTS, por meio do VHF portátil.

Um VTSO deve ter perfeito conhecimento do local e competência necessária para avaliar o tráfego que, apesar de desenvolver baixas velocidades em relação ao tráfego aéreo e terrestre, é constituído por embarcações que geralmente possui elevada inércia e capacidades limitadas de frenagem e manobra, requerendo monitoramento constante, principalmente quando navegando em águas restritas. Também deve procurar orientar as embarcações em relação às eventuais situações perigosas, excesso de velocidade para o local, presença de outras embarcações com problema de manobra, etc. Entretanto, o VTSO deve evitar fornecer as embarcações sugestões de rumo e velocidade, a menos que solicitado pelo navegante ou em situação de emergência.

2.3.6 Serviços Aliados a um VTS

Serviços Aliados é a denominação que se dá aos serviços existentes nas áreas portuárias relacionados com a navegação ou com a segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar. São exemplos de Serviços Aliados, do ponto de vista do VTS: os agentes locais da Autoridade Marítima (Capitanias dos Portos, Delegacias ou Agências); a praticagem; as companhias de rebocadores; os agentes marítimos; a Polícia Marítima, exercida pela Polícia Federal; os serviços de sinalização náutica (militares ou civis); os Grupamentos Marítimos dos Corpos de

Bombeiros (Salvamares) e os representantes da Autoridade Sanitária nos portos.

Os Serviços Aliados podem se beneficiar das informações tempestivas originadas pelo VTS e contribuir para o seu propósito. A cooperação do VTS com os Serviços Aliados é benéfica para a segurança e eficiência do tráfego e deve ser desenvolvida em um processo contínuo. Eventuais situações de conflito de procedimentos ou de informações devem ser abordadas pelo Controlador do VTS junto ao outro Serviço Aliado, com a devida brevidade, de forma a evitar transtornos para o navegante e conter a elevação do perfil de risco para a área de VTS. Procedimentos específicos devem ser previstos para os casos em que a concordância prévia deva existir antes de uma determinada ação ou atividade.

Cooperação eventual com serviços de emergência, como Busca e Salvamento, combate à poluição do mar e a Defesa Civil, devem estar previstos em planos de contingência, que estipulará os procedimentos de cooperação e as responsabilidades de cada parte. Nos casos em que planos de contingência não estejam disponíveis, o Controlador do VTS deve prestar todo o apoio possível, sem comprometer suas responsabilidades com o serviço do tráfego.

No nível nacional, o Comando do Controle Naval do Tráfego Marítimo (COMCONTRAM), que opera o SISTRAM e distribui as informações oriundas do PREPS, e o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), que é o responsável pela divulgação dos Avisos aos Navegantes e pelo Serviço Meteorológico Marinho, também desempenham papel de Serviços Aliados (NORMAM-26).

2.4 SISTEMA VTMISS

O Sistema de Gerenciamento e Informação do Tráfego de Embarcações (VTMISS de *Vessel Traffic Management Information System*) é uma ampliação do Sistema VTS, na forma de um Sistema Integrado de Vigilância Marítima, que incorpora outros recursos de telemática a fim de permitir aos serviços aliados e outras agências interessadas, o compartilhamento direto dos dados do VTS ou o acesso a determinados subsistemas, de forma a aumentar a efetividade das operações portuárias ou da atividade marítima como um todo, mas que não se relacionam com o propósito do VTS propriamente dito.

Entre os recursos de um VTMISS podem ser citados:

- Sistemas de gerenciamento do Porto;

- Sistemas dedicados à segurança portuária;
- Sistemas de apoio e gerenciamento da praticagem;
- Sistemas de gerenciamento de carga e da propriedade em geral;
- Planejamento de acostagem;
- Sistemas de cobrança de taxas portuárias;
- Controle de quarentena;
- Controle alfandegário; e
- Apoio às operações da Polícia Marítima, tais como repressão aos ilícitos contra navios, contrabando, narcotráfico, etc.

2.4.1 Responsabilidade de Implantação no Brasil

No uso de suas atribuições legais, compete à Autoridade Marítima licenciar a implantação e a operação de um VTMISS. O agente da Autoridade Marítima responsável por tais atos administrativos é o Diretor de Hidrografia e Navegação (DHN).

Um projeto de implantação de VTMISS pode ser desenvolvido por iniciativa da Marinha do Brasil (MB), ou de uma Autoridade Portuária ou de um Operador Portuário de Terminal de Uso Privativo (TUP) isolado (cujo acesso não atravesse a área de um porto organizado). Caberá ao proponente a operação do VTMISS implantado, observado o que dispõem estas normas e demais orientações da Autoridade Marítima sobre VTMISS. São responsabilidades da Autoridade Portuária ou Operador de TUP proponente:

- Garantir que o Controlador do VTMISS receba os equipamentos e instalações necessárias para cumprir suas atribuições e operar o VTMISS;
- Manter equipamentos e instalações; e
- Fornecer ao Controlador do VTMISS pessoal suficiente e adequadamente qualificado para desempenhar as funções de Operador de VTMISS, levando em consideração o tipo e categoria dos serviços a serem prestados e as orientações para capacitação de pessoal contidas nestas normas.

Os projetos oriundos de uma Autoridade Portuária ou de um Operador Portuário de TUP devem ser aprovados pela Autoridade Marítima, como parte do processo de implantação e de acordo com as orientações constantes destas normas.

2.4.2 Área de Interesse

A área de interesse do Sistema VTMISS é formada pela Área do Porto Organizado, de interesse do tráfego aquaviário, áreas de fundeio, canais de acesso ao porto e seus terminais.

2.4.3 AIS

O Sistema de Monitoramento Automático dos Navios (AIS - *Automatic Identification System*), dentro do escopo do VTMISS, tem o propósito de contribuir para identificar embarcações, contribuir para o acompanhamento de alvos e simplificar a troca de informações, pela redução dos contatos por radiotelefonía e fornecimento dos dados básicos de navegação e outras informações de interesse. O AIS torna a navegação mais segura por elevar a percepção do quadro situacional e aumentar a probabilidade de detectar embarcações por trás de curvas em canais ou rios, ou por trás de ilhas ou outros obstáculos que impeçam a visada directa. O AIS também contribui para solucionar um problema inerente aos radares ao detectar embarcações pequenas, equipadas com AIS, em mar grosso ou chuva forte.

De acordo com a NORMAM-26/DHN, originalmente, a composição da imagem de tráfego de um VTMISS dependia dos dados obtidos por radar, radiogoniómetro, observação visual ou informações radiotelefónicas, com variados graus de imprecisão. A introdução de AIS como sistema componente do VTMISS teve substancial impacto no desenvolvimento e apresentação da imagem de tráfego no que diz respeito à identificação e acompanhamento de embarcações, além de simplificar a troca de informações com o navegante e prover informações adicionais que auxiliam o gerenciamento do tráfego. Um AIS integrado a um VTMISS não só permite maior acurácia na identificação e no posicionamento das embarcações, como também contribui para reduzir problemas de “perda de acompanhamento” (quando uma embarcação acompanhada desaparece do sistema sem razão aparente) e “inversão de alvos” (quando ocorre uma troca de identificação entre embarcações que navegam próximas).

2.4.4 VTMISS implantados

Conforme citado anteriormente, são seis portos brasileiros: Rio de Janeiro (RJ), Itaguaí (RJ), Santos (SP), Salvador e Aratu (BA) e Vitória (ES), contemplados na primeira fase de implantação do sistema VTMISS. Em 2016 foram concluídos os estudos de implantação para outros 10 portos: Rio Grande (RS), São Francisco do Sul, Itajaí e Imbituba (SC), Fortaleza (CE), Itaqui (MA), Suape (PE), Belém e Vila do Conde (PA) e Manaus (AM).

Atualmente, o projeto de instalação em estágio mais avançado é o da Companhia Docas do Espírito Santo – CODESA, licitado e contratado em 2014 pelo valor de R\$ 22,9 milhões. Sua execução já concluiu a instalação das estações remotas do Morro do Moreno e Atalaia, bem como já conta com o Centro de Controle Operacional – CCO operando com parte das suas funcionalidades, conforme pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 - Centro de Controle Operacional – CCO do VTMISS do Porto de Vitória/ES



Fonte: Secretaria Nacional de Portos (2015).

Outro estudo baseia-se numa análise comparativa das características dos projetos VTMISS existentes nos portos de Santos e de Valência (Espanha), visando identificar os potenciais impactos da implantação do VTMISS na atividade de praticagem e gerar proposições de melhoria para a implantação do VTMISS em portos brasileiros. Este estudo seguiu uma abordagem qualitativa exploratória, baseada em entrevistas individuais, complementadas por visitas in loco e dados

secundários. De acordo com Silva *et al.* (2015), os resultados indicam diferenças significativas entre os dois portos. Evidenciou-se no porto brasileiro um projeto de VTMS mais sofisticado do que o existente no porto espanhol (VTS), porém verificou-se uma falta de integração e de coordenação (tanto interna quanto externa) entre os atores envolvidos, o que pode tornar o sistema restrito a questões de monitoramento do tráfego de embarcações, diminuindo seu impacto nas operações portuárias e de praticagem.

Ainda no caso dos portos brasileiros, em sua pesquisa, Silva e Vieira (2017), fizeram uma análise propositiva da utilização do VTMS no Porto de Santos. A pesquisa teve como objetivo geral verificar quais os possíveis impactos da utilização do VTMS na gestão portuária e na atividade de praticagem naquele porto. Como resultado, constatou-se que a utilização de um sistema VTMS mostra-se como alternativa para aumentar a eficiência do fluxo de embarcações nos portos, impactando-o como um todo.

Cabral (2008), descreve a implementação do sistema VTS em Portugal, com o objetivo de organizar os esquemas de separação de tráfego nas costas litorâneas do Atlântico e nas proximidades do Mar Mediterrâneo, tendo como objetivo um maior controle sobre os barcos de pesca.

Outro estudo referente à implantação do Sistema VTS, foi com o derramamento de óleo que aconteceu em 1989, no Alasca. Num dos maiores acidentes ambientais da história, o vazamento de 36 mil toneladas de petróleo poluiu 1.800 km de praias, matando animais e provocando comoção mundial. Após esse acontecimento, o Departamento de Transportes Americano conduziu um estudo para avaliar a necessidade de instalar ou ampliar, o sistema VTS em até 17 portos americanos justificando a implantação do sistema VTS como uma melhoria na segurança da navegação e proteção ambiental. Com a implantação do sistema VTS seria possível determinar a presença dos navios nos portos e nos seus arredores e fornecer informações aos navios tais como tráfego, marés, condições meteorológicas e emergências portuárias. Outras medidas de segurança incluem a formação de operadores de auxiliares de navegação (como boias e marcadores), dragagens e canais mais amplos e navios de inspeção (GAO, 1996).

Rosqvist (2002), em seu estudo, a implementação do sistema VTMS no Golfo da Finlândia, teve como objetivo avaliar a eficácia da rota proposta das embarcações, monitorando os sistemas obrigatórios de sinalização como medidas destinadas a melhorar a segurança marítima no Golfo da Finlândia reduzindo o risco de acidentes e aumentando a

proteção do meio marinho. Outro objetivo do estudo foi a análise de risco de colisão navio-navio. Segundo o autor, este representa o tipo de risco dominante para o tráfego de mar aberto considerado no estudo. A avaliação de risco foi realizada no contexto da projeção de tráfego estimada para os anos de 2010 a 2015. O modelo de risco utilizado foi baseado no GRACAT, software que calcula as frequências de colisão com base nos dados de tráfego, incluindo os tipos de informações, intensidades de tráfego previstas, etc., e a interação das funções operacionais, dos quais levam à realização dos riscos de colisão. Como conclusão para esse estudo, foi confirmado que no Golfo da Finlândia é altamente recomendável à implementação do sistema VTMS. Além disso, o efeito positivo do sistema estende-se para o controle dos acidentes marítimos. Ele pode fornecer informações para muitos propósitos, incluindo a busca e salvamento e prevenção da poluição marinha. Durante o inverno, período em que o Golfo da Finlândia está parcialmente ou totalmente coberto de gelo, o VTMS poderia ajudar a garantir a navegação eficaz das frotas de quebra gelo.

De acordo com Mou (2015), a maior contribuição na utilização do sistema VTS é o benefício na proteção ambiental. Sua pesquisa foi realizada no Porto de Zhoushan, na China. Foram utilizados quatro indicadores chave como referência (segurança, eficiência de tráfego, proteção ambiental e redução do custo de supervisão), num horizonte de 10 anos de projeção.

Sjölin (2013) pesquisou o Método de Análise de Ressonância Funcional (FRAM) para criar um Modelo VTS para os portos. Este método analisa como um VTS funciona, quais são os diferentes componentes e como esses componentes estão relacionados. O principal objetivo do modelo FRAM é servir de base para futuras aplicações, identificando as funções que constituem o sistema e a variabilidade potencial.

Ulusçu *et al.* (2009) realizaram um estudo no Estreito de Istambul, a via navegável que separa a Europa da Ásia. Esta, por sua vez, é considerada como uma das vias navegáveis mais congestionadas e difíceis de trafegar do mundo. Mais de 55.000 navios de trânsito passam pelo Estreito anualmente, cerca de 20% dos quais carregam cargas perigosas. Neste estudo, foram analisados os riscos de segurança relacionados com o tráfego marítimo dos navios de trânsito e foram propostas formas de mitigar estes riscos com base na utilização do sistema VTS.

Brodje (2013) realizou uma simulação de fidelidade interativa como ferramenta de elicitación, esta técnica é comumente utilizada na

engenharia de software para definir os requisitos de um sistema de informações ou aplicação. A simulação aconteceu num Centro de Controle VTS na Suécia, com um cenário baseado em uma situação de tráfego normal. Os resultados indicam que os operadores VTS, embora estejam bem conscientes de eventos cruciais no tráfego marítimo, às vezes optam por não informar aos oficiais de navegação ou pilotos desses aspectos de segurança, exceto quando sujeitos ao protocolo.

A pesquisa de Praetorius, Hollnagel e Dahlman (2015) teve como propósito explorar as operações diárias do sistema VTS, para obter informações sobre como o sistema contribui para movimentação segura e eficiente do tráfego. Foram realizadas entrevistas para coletar dados sobre operações diárias, bem como para entender como o sistema VTS se adapta às condições operacionais em mudança. Para a coleta dessas informações foram utilizados oito participantes que trabalharam em quatro centros VTS diferentes no Norte da Europa e atualmente trabalham como operadores, supervisores, gerentes, entre outras atividades relacionadas ao sistema. Os resultados mostram que o trabalho dentro do domínio VTS é altamente complexo e que os dois sistemas modelados realizam seus serviços de forma muito diferente, o que, por sua vez, afeta a capacidade dos sistemas de monitorar, responder e antecipar. Isto é de grande importância a ser considerado sempre que as alterações são planejadas e implementadas dentro do domínio VTS. Somente se as operações cotidianas forem adequadamente analisadas e compreendidas, pode-se estimar como as alterações, a tecnologia e organização afetarão o desempenho geral do sistema.

Para Lee, Kim e Lee (2015), a segurança marítima tornou-se uma grande preocupação na Coreia. Por exemplo, 722 acidentes marítimos foram registrados em média entre 2008 e 2012 na Coreia, onde cerca de 132 pessoas morreram. Os custos estimados dos acidentes marítimos nas águas costeiras da Coreia foram de aproximadamente 500 milhões de USD, em 2012. Os acidentes marítimos têm um elevado potencial de causar grandes catástrofes como a poluição marinha, devido a um derramamento de petróleo, produtos químicos, entre outros. Para alcançar o objetivo de reduzir os acidentes marítimos em 30%, o governo coreano planeja melhorar a infraestrutura associada à segurança marítima, fornecendo monitoramento contínuo do tráfego de embarcações, VTS. Como a construção de uma instalação VTS requer o apoio financeiro do governo, a quantificação do valor econômico de uma instalação VTS, é de grande importância para a elaboração de um projeto. Ao fornecer vias navegáveis seguras, a instalação do VTS pode gerar enormes benefícios. Assim, em seu estudo, o autor ressaltou como objetivo, analisar o VTS na

cidade de Tongyeong, na parte sul da Coreia, no que se refere à viabilidade e às prioridades políticas. Para o desenvolvimento desse estudo foram realizadas pesquisas com 400 famílias selecionadas aleatoriamente. Como resultado a esse estudo, os entrevistados aceitaram as incertezas do estudo e, em média, os lares coreanos estavam dispostos a pagar uma quantia significativa para o projeto VTS em troca da redução de acidentes marítimos, melhorar a segurança marítima e melhorar o bem-estar das pessoas.

Cucinotta *et al.* (2017), apresentaram um estudo da frequência de colisões de navios no Estreito de Messina, área marítima muito movimentada que separa a Sicília do território continental italiano/europeu, através da avaliação de restrições regulatórias e ambientais. Uma parte desse estudo foi direcionada ao cálculo das colisões geométricas (número de colisões em diferentes cenários) e a probabilidade de causalidade dos acidentes. O autor também considerou a importância da atual condição do VTS no Estreito (desde 2008), do esquema de separação do tráfego (desde 2009) e a atuação da praticagem (desde 1998) que levaram a uma drástica redução das colisões esperadas. Ainda de acordo com Cucinotta *et al.* (2017), é possível prever, que o número de acidentes nos próximos 50 anos diminuirá significativamente. Os valores obtidos neste estudo mostram que, com a utilização desses sistemas o número de colisões esperadas diminuiu cerca de 90%.

2.5 MÉTODOS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO

De acordo com Campos (2011), os métodos de análise multicritérios tem sido muito utilizados na solução de problemas de tomada de decisão, uma vez que procuram esclarecer ao decisor, as possibilidades de escolhas. Ajudam na tomada de decisão, apoiados nas informações existentes, agregando valores dos decisores, na busca da melhor solução. A análise multicritério padroniza o processo de tomada de decisão através de modelagem matemática, auxiliando o decisor a resolver problemas nos quais existem diversos objetivos a serem alcançados simultaneamente.

2.5.1 Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*):

Para Gomes (2007), o método de análise hierárquica de processos (AHP) é um dos métodos mais utilizados e difundidos no mercado mundial. Isso se deve, provavelmente, a duas razões. A primeira é o seu pioneirismo. Foi desenvolvido em meados da década de 1970, pelo

pesquisador americano Thomas L. Saaty, quando se começava a abordar problemas complexos sob a visão de múltiplos critérios (fatores) simultâneos. A segunda é o seu caráter simples e intuitivo. Ao conhecer as suas premissas, rapidamente o usuário começa a utilizá-lo, estruturando os fatores, atribuindo valores e selecionando alternativas.

Em síntese refere-se a uma metodologia desenvolvida para lidar com decisões complexas, auxiliando a encontrar, dentro das alternativas, a que melhor se adequa às necessidades e compreensão do problema, não definindo, portanto, uma decisão correta.

Harrald e Merrick (2000) apresentaram um estudo para o desenvolvimento de uma ferramenta sistemática, com base no método de análise hierárquica (AHP) para avaliação portuária. Essa ferramenta serviu de base para identificar a necessidade da implantação do serviço VTMS em alguns portos americanos. A eficácia da ferramenta foi demonstrada em dois grupos de pesquisas conforme solicitado pela Guarda Costeira Americana.

2.5.2 Método MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*):

De acordo com Salomon (2004), é um método que agrega conceitos das escolas americana e francesa, desenvolvido por Carlos Bana e Costa e Jean Claude Vansnick onde são utilizados para descrever o grau de preferência das alternativas. Este método permite juntar os mais variados critérios de avaliação em um critério único, por meio da atribuição de pesos aos vários critérios, respeitando as opiniões dos decisores. Dessa forma, é designada uma função objetivo que relaciona os parâmetros definidos com a informação adquirida.

O método MACBETH quantifica o grau de prioridade que o decisor tem sobre um conjunto de alternativas, sendo que dessa forma, permite verificar a inconsistência dos resultados, permitindo assim reconstruir seus julgamentos. Uma das vantagens desse método é sua interatividade.

2.5.3 Método PROMETEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*):

Igualmente aos demais métodos de análise multicritérios, o método PROMETEE têm como objetivo proporcionar aos decisores uma melhor percepção da ferramenta de apoio à decisão utilizada. Este método agrega conceitos e parâmetros facilmente entendidos pelo decisor, utilizando

conceitos de critérios abstratos, já que idealiza a relação de cada par de ações tendo em conta a diferença de pontuações que essas ações possuem a respeito de cada característica.

Para Santos (2004), este método é muito utilizado para resolução de problemas constituídos por um número finito de alternativas e por vários critérios de decisão, que devem ser maximizados ou minimizados de acordo com o seu objetivo.

2.5.4 Método ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*):

Para Flament (2009), este método baseia-se em relações de progressão para determinar uma solução, que mesmo não sendo a solução ideal, pode ser considerada satisfatória, obtendo assim uma hierarquização das ações a desempenhar.

De acordo com Gonçalves (2001), o método ELECTRE está baseado em três pilares: consonância, divergência e valores máximos, sendo que são utilizados intervalos divididos por escalas no estabelecimento de relações na comparação das alternativas. Quanto a sua origem, o método ELECTRE pertence à escola francesa e têm como objetivo resolver problemas de teoria de decisão das mais diversas áreas. Podendo ser aplicados na resolução de problemas de gestão de recursos hídricos, caracterizados por alternativas avaliadas e critérios preferencialmente qualitativos.

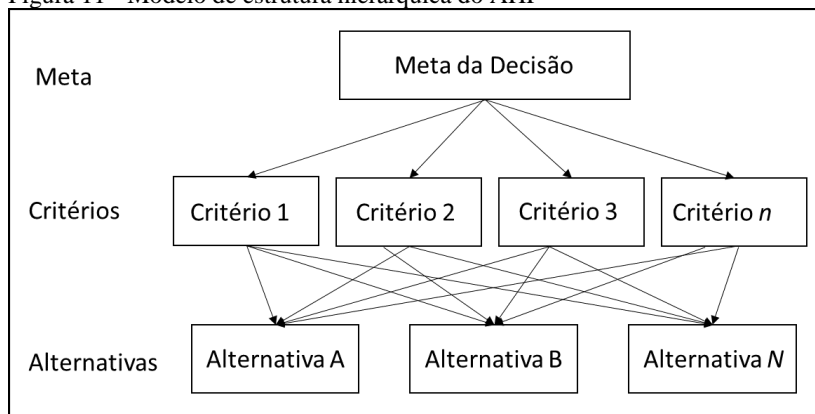
Por fim, ao se examinarem alguns dos métodos anteriormente enunciados, verificou-se que o método AHP transforma os ajuizamentos em valores numéricos que podem ser processados e comparados, em toda a extensão do problema. Um valor numérico, um custo ou uma prioridade, é atribuído a cada elemento da hierarquia, permitindo que elementos diversos, e muitas vezes não mensuráveis, possam ser comparados uns com os outros. Esta característica distingue o método AHP das outras técnicas de tomada de decisão aqui apresentadas, fazendo deste o selecionado para apoio ao trabalho proposto. O item seguinte apresenta mais detalhadamente esse método.

2.6 MÉTODO AHP

De acordo com Silva (2007), a ideia básica do método AHP é que um problema decisório pode ser estruturado de maneira hierárquica, onde o topo da hierarquia contém a sua descrição geral e nos níveis mais abaixo estão os critérios (atributos ou fatores) que são levados em consideração

para a abordagem. Esses critérios poderão ser subdivididos em subcritérios (ou subfatores) e assim sucessivamente. No último nível da estrutura hierárquica serão encontradas as alternativas consideradas na análise. O significado do posicionamento das alternativas na base é que cada uma dessas alternativas passará a ser analisada individualmente, somente sob a óptica desses subfatores nas últimas ramificações da estrutura. Assim, será como se um problema decisório complexo fosse subdividido em problemas menores que serão abordados separadamente, para depois serem agregados e assim chegar na solução final para o problema complexo maior. A figura 11 ilustra a estrutura hierárquica do método AHP.

Figura 11 - Modelo de estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

2.6.1 Análise dos Fatores

Ainda de acordo com Silva (2007), após a definição dos fatores que serão utilizados, a análise do problema por partes pode ser feita de várias formas. Uma delas é entregando aspectos específicos para especialistas em determinados assuntos, que avaliarão sua área com mais propriedade. Esses avaliadores ou tomadores de decisões são os indivíduos (ou grupo de indivíduos de uma equipe multidisciplinar) responsáveis pela análise de desempenho (ou do grau de importância) dos elementos de uma camada ou nível da hierarquia em relação àqueles, aos quais estão conectados na camada superior da mesma.

De acordo com Costa (2002), dentre outros fatores, a eficácia dos resultados está associada à competência dos avaliadores em emitir os

julgamentos de valor. Assim, deve-se utilizar, em cada etapa de julgamento do AHP, avaliadores que tenham um alto conhecimento sobre o t3pico em julgamento.

Ap3s definir a estrutura hier3rquica e os avaliadores, o passo seguinte 3 a atribuic3o de valores relativos para os fatores. A finalidade dessa etapa 3 definir o quanto um fator ou crit3rio 3 mais importante que o outro dentro de toda a abordagem. Para definir esses valores, Saaty (1991), sugere que sejam feitas diversas an3lises parit3rias, onde os crit3rios s3o comparados entre si dois a dois. Esses julgamentos s3o armazenados em uma matriz quadrada chamada matriz de compara33es parit3rias.

Suponha que Crit 1, Crit 2, ..., Crit n sejam caracter3sticas do Sistema VTMIS, a matriz de compara33o parit3ria seria constru3da de acordo com a tabela 1:

Tabela 1 - Matriz de compara33es parit3rias

| | Crit 1 | Crit 2 | ... | Crit n |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|-----------------|
| Crit 1 | 1 | a ₁₂ | ... | a _{1n} |
| Crit 2 | a ₂₁ =1/a ₁₂ | 1 | ... | ... |
| ... | ... | ... | 1 | ... |
| Crit n | a _{n1} = 1/a _{1n} | a _{n2} = 1/a _{2n} | ... | 1 |

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

Onde a_{ij} representa o julgamento quantificado do par de caracter3sticas Crit i, Crit j e 3 definido pelas seguintes regras:

1. Se a_{ij} = α , ent3o a_{ji} = 1/ α , $\alpha \neq 0$
2. Se C_i 3 julgado como de igual import3ncia relativa a C_j, ent3o a_{ij} = 1, a_{ji} = 1 e a_{ii} = 1, para todo i.

Silva (2007) descreve que, "atr3s de compara33es aos pares em cada n3vel da hierarquia baseadas na escala de prioridades do AHP, os participantes desenvolvem pesos relativos, chamados de prioridades, para diferenciar a import3ncia dos fatores" (*apud* Grandzol, 2005).

Ainda de acordo com Silva (2007, *apud* Grandzol, 2005), "A escala recomendada por Saaty (1991), apresentada na Tabela 2, vai de 1 a 9, com 1 significando a indiferen3a de import3ncia de um crit3rio em rela33o ao outro, e 9 significando a extrema import3ncia de um crit3rio sobre outro, com est3gios intermedi3rios de import3ncia entre esses n3veis 1 e 9. Al3m disso, desconsiderando as compara33es entre os pr3prios fatores, que representam 1 na escala, apenas metade das compara33es precisam ser feitas, porque a outra metade constitui-se das

comparações recíprocas na matriz de comparações, que são os valores recíprocos já comparados”.

É importante notar que o elemento mais importante da comparação é sempre usado como um valor inteiro da escala e o menos importante, como o inverso dessa unidade.

Tabela 2 - Escala Fundamental do Método AHP

| Intensidade de Importância | Definição | Explicação |
|-----------------------------------|---|--|
| 1 | Mesma importância | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo |
| 3 | Importância pequena de uma sobre a outra | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra |
| 5 | Importância grande ou essencial | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra |
| 7 | Importância muito grande ou demonstrada | Uma atividade é fortemente favorecida; sua dominação de importância é demonstrada na prática |
| 9 | Importância absoluta | A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza |
| 2, 4, 6, 8 | Valores intermediários | Quando se deseja uma condição de compromisso entre duas definições |
| Recíprocos dos valores acima | Se a atividade j recebe um dos valores acima, quando comparada com a atividade j, | Uma designação razoável |

| Intensidade de Importância | Definição | Explicação |
|----------------------------|-------------------------------------|---|
| | então j tem o valor recíproco de i. | |
| Racionais | Razões da escala | Se a consistência tiver de ser forçada para obter n valores numéricos para completar a matriz |

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

De acordo com os valores de intensidade de importância informados na Tabela 2, e conforme o método AHP, será utilizada as matrizes com variação entre 1 e 9 (Extremamente menos importante) e 9 (importância absoluta). A Tabela 3 representa a escala de comparação de critérios.

Tabela 3 – Escala de comparação de fatores

| 1/9 | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1 | 3 | 5 | 7 | 9 |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-----------------|-------|----------|--------------|
| Extremamente | Bastante | Muito | Pouco | Igual | Pouco | Muito | Bastante | Extremamente |
| Menos Importante | | | | | Mais Importante | | | |

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

Após preencher a matriz de comparações paritárias com os devidos julgamentos, faz-se uma comparação em pares para avaliar qual a importância relativa do fator em relação a seu par e qual o seu valor, utilizando-se da Escala Fundamental do Método AHP (tabela 2). Cada componente desse vetor indicará a importância relativa de cada fator quando comparado aos outros. Como resultado tem-se a matriz de comparação paritária dos critérios, ou também conhecida como matriz de julgamentos. Os julgamentos são realizados comparando o elemento linha aos pares respectivos nas colunas.

Estabelecidos os julgamentos na matriz de comparação paritária pelos tomadores de decisão, é realizada a normalização da matriz, sendo feita a divisão de cada peso pelo total encontrado por coluna, que será utilizado na obtenção do Índice de Consistência (IC).

O próximo passo determina a contribuição que cada fator representa no resultado total da meta, o cálculo é realizado a partir do autovetor ou peso normalizado do fator ou critério i (NP_i). O NP_i apresenta os pesos relativos entre os fatores normalizados e é obtido

através da média aritmética dos valores de cada um dos fatores normalizados.

Na sequência é calculado o Número Principal de Eigen (λ_{max}). Este é obtido através da somatória do produto de cada elemento do autovetor (NPI), multiplicados pelo total de cada coluna calculado na matriz de comparação paritária dos fatores. O Número Principal de Eigen (λ_{max}) dará subsídios para o cálculo do Índice de Consistência (IC).

No passo seguinte, verifica-se a consistência dos dados. A verificação visa assegurar se os tomadores de decisão foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão. De acordo com Saaty (1991), o índice de consistência é obtido em função da equação 1:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Onde:

CI: Índice de Consistência, do inglês *Consistency Index*

λ_{max} : número principal de Eigen

n: número de fatores da matriz

Após o cálculo do Índice de Consistência passa-se para a definição do valor da Taxa de Consistência Aleatória, do inglês *Consistency Ratio* (CR) que é classificado em função do número de células (n) proposto na matriz de comparação. Estes valores são apresentados por Saaty (1991) na Tabela 4.

Tabela 4 – Índice de consistência aleatoriedade (RI)

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,48 |

Fonte: Adaptado de Saaty (1991).

O grau de consistência que é calculado através da relação índice de consistência (CI) dividido pelo índice de aleatoriedade (RI). A matriz será considerada consistente se a razão for menor que 10%. Caso contrário, será necessário refazer os julgamentos.

Tem-se, portanto a equação 2:

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \sim 10\% \quad (2)$$

2.6.2 Análise dos Subfatores

Semelhantemente à análise dos fatores, os tomadores de decisão devem estimar, baseados no seu conhecimento, qual a importância relativa dos subfatores em relação a seu par na matriz e quanto o é, utilizando-se da Escala Fundamental do Método AHP (Tabela 2).

Define-se também para os subfatores, o valor da matriz de comparação paritária dos subfatores normalizada e o autovetor ou peso normalizado dos subfatores ij (NP_{ij}).

A etapa seguinte consiste na a pontuação dos subfatores. Por meio da sua cognição, os tomadores de decisão são conduzidos a uma próxima etapa, onde estabelecerão a pontuação de cada subcritério por meio de afirmativas/alternativas.

O método AHP em si não engloba uma análise de subfatores ou subcritérios. Para essa pesquisa foi utilizado também além do processo que envolve o método AHP um estudo realizado por Moretti, Sautter e Azevedo (2008), em que o autor apresentou uma tabela de referência com a interpretação do índice de recomendação final, (Tabela 5).

Tabela 5 – Pontuação dos Subfatores - Interpretação do índice de recomendação final

| Intervalos do Índice de Recomendação (α) | Descrição das Afirmativas/Alternativas |
|---|--|
| 0,0 - 2,4 | Fortemente desaconselhável: não é recomendada a implementação do sistema VTMS, por <u>absoluta impossibilidade de sucesso e/ou total dispensabilidade</u> frente a situação técnica, ambiental, gerencial e/ou financeira do porto. |
| 2,5 - 4,9 | Desaconselhável: não é recomendada a implementação do sistema VTMS, <u>por algumas impossibilidades e/ou relativa dispensabilidade</u> frente a situação técnica, ambiental, gerencial e/ou financeira do porto. |
| 5 | Ponto de equilíbrio: a implementação do sistema VTMS, <u>pode ser implementada, porém com algumas vantagens e desvantagens</u> frente a situação técnica, ambiental, gerencial e/ou financeira do porto. |
| 5,1 - 7,4 | Aconselhável: é recomendada a implementação do sistema VTMS, <u>por forte possibilidade de sucesso e/ou aceitabilidade</u> frente a situação técnica, ambiental, gerencial e/ou financeira do porto. |
| 7,5 - 10,0 | Fortemente aconselhável: é recomendada a implementação do sistema VTMS, por absoluta <u>possibilidade de sucesso e/ou total aceitabilidade</u> frente a situação técnica, ambiental, gerencial e/ou financeira do porto. |

Fonte: Adaptado de Moretti, Sautter e Azevedo (2008).

2.6.3 Índice de Recomendação

Ainda de acordo com Moretti, Sautter e Azevedo (2008), considerando, NP_i o peso normalizado do fator i , n o número de subfatores do fator i , NP_{ij} o peso normalizado do subfator ij ($j = 1 \dots n$), pS_{ij} a pontuação escolhida pelos tomadores de decisão (Tabela 5) para o

subfator ij , tem-se o cálculo de β_i , a pontuação final do fator i , por meio da média ponderada das pontuações dos subfatores do fator i , conforme a equação 3:

$$\beta_i = NP_i \left(\sum_{j=1}^n NP_{ij} \times pS_{ij} \right) \quad (3)$$

Finalmente, para o cálculo do resultado final α , sendo N o número total de fatores, procede-se ao somatório da média ponderada da pontuação de todos os fatores, conforme a equação 4:

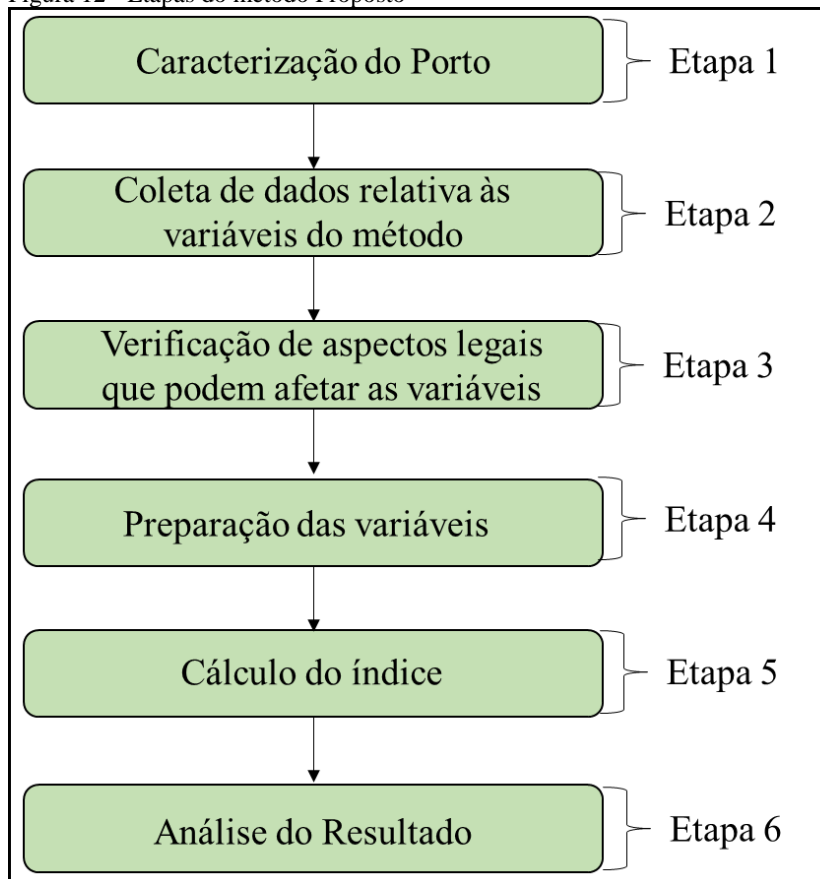
$$\alpha = \sum_{i=1}^N \beta_i \quad (4)$$

A seleção, pelos tomadores de decisão, entre as alternativas de decisão analisadas, dar-se-á por meio da interpretação do índice de recomendação final α , numa escala verbal, correspondente a valores de zero a dez, na qual a pontuação mínima “zero” representa uma baixa recomendação para a implementação do sistema VTMS (não implementar), e a pontuação máxima “dez” representa uma alta recomendação para a sua implementação.

3 CONTRIBUIÇÃO PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE DE UM SISTEMA VTMS

A contribuição para este trabalho é organizado em seis etapas, conforme o fluxograma ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Etapas do método Proposto



Fonte: Elaborado pela autora.

Na seqüência, são apresentados os detalhes sobre cada uma das etapas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PORTO – ETAPA 1

Nesta etapa procura-se caracterizar o porto, objeto do estudo. Para tal, deve-se levar em consideração os três fatores que justificam a necessidade para a utilização de sistema VTMISS em um terminal portuário de acordo com a Norma da Autoridade Marítima (NORMAM-26):

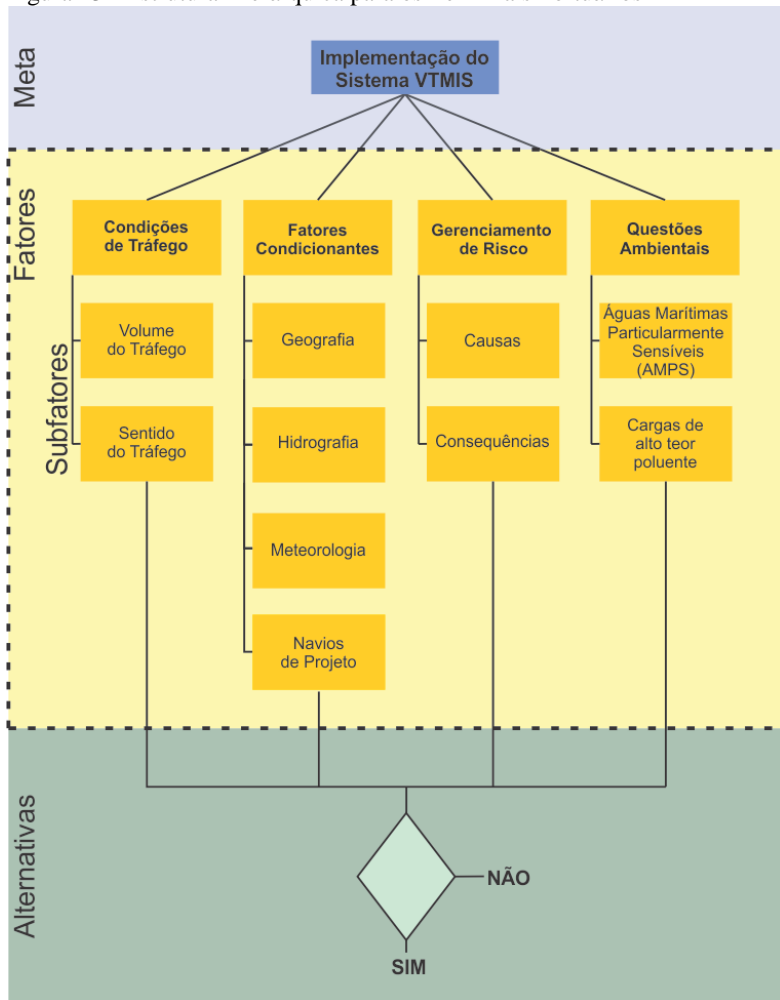
- Volume de Tráfego (os governos podem solicitar a utilização do sistema VTMISS onde, em sua avaliação, o volume de tráfego ou o grau de risco das embarcações justifiquem o uso de tal sistema e os serviços decorrentes do mesmo). O volume de tráfego poderá ser fornecido pelas companhias docas.
- Grau de Risco das Embarcações (risco de colisões, encalhes, acidentes com animais marinhos entre outros. Danos patrimoniais, à vida humana e ao meio ambiente que possam vir a ser causados pelos acidentes.). Essas informações são fornecidas pelas companhias docas; e
- Proteção ao Meio Ambiente (o VTMISS pode ser indicado para áreas com baixa intensidade de tráfego, mas por onde transitam cargas de alto teor poluente, caso seja necessária proteção adicional para questões ambientais sensíveis). Essas informações são fornecidas pelas companhias docas.

3.2 COLETA DE DADOS RELATIVA ÀS VARIÁVEIS DO MÉTODO – ETAPA 2

Nessa etapa é realizada a coleta de dados relativa às variáveis do método. As informações aqui apresentadas foram construídas de acordo com a Norma da Autoridade Marítima (NORMAM-26), com pesquisas bibliográficas feitas por meio do levantamento de informações no que se refere ao sistema VTMISS em um terminal portuário e com base no conhecimento e experiência da autora.

Dessa forma, a autora sugere a utilização da estrutura hierárquica, apresentada na Figura 13:

Figura 13 - Estrutura Hierárquica para os Terminais Portuários



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.1 Fatores e Subfatores da Estrutura Hierárquica Portuária

3.2.1.1 Condições de Tráfego

3.2.1.1.1 Volume e Sentido do Tráfego

Assim como as velocidades desenvolvidas pelos veículos terrestres e aeronaves, quando em manobras, as velocidades no mar são baixas e podem parecer de fácil controle. Contudo, a dificuldade no mar está em vencer a inércia das embarcações com os limitados recursos de frenagem e manobra. Na navegação em águas restritas uma embarcação pode cobrir 300 metros razoavelmente em um minuto, o que representa uma grande distância para as passagens estreitas, para cruzamentos em áreas de precaução, para situações de conflito de tráfego (rumo de colisão), ou quando ocorre algum desvio não programado de rota.

Nesse sentido busca-se levantar as condições de tráfego a fim de atender as necessidades do porto de acordo com o número de embarcações em um determinado tempo, alertas para embarcações desviadas de suas rotas ou que naveguem em área imprópria; avisos sobre alterações nas vias navegáveis relativas ao balizamento ou às condições meteorológicas; avisos sobre alterações nos procedimentos; avisos para o navegante relativos à posição, identidade, intenções e restrições do tráfego; e situações de emergência. A esse conjunto de comunicações serão somados os procedimentos para o navegante, que usualmente envolvem notificações de rotina em pontos pré-estipulados.

Apesar de que algumas das informações não são frequentes, dependendo do volume e da densidade do tráfego no porto, as comunicações podem ser intensas, mas com o benefício de tenderem a serem curtas e sem necessidade de atualização constante, (NORMAM-26/DHN).

3.2.1.2 Fatores Condicionantes

3.2.1.2.1 Geografia

A geografia irá definir a qualidade para a navegação de um dado porto ou via de acesso. Baías profundas, com amplos canais naturais e acesso desimpedido, são locais favoráveis para a navegação, que fornecem bom abrigo e que, geralmente, concentram grande atividade marítima, beneficiada por suas facilidades. Por esse motivo, tais locais

tendem a possuir esquema de tráfego complexo e grande variedade de usuários, o que torna igualmente complexo o perfil de risco local.

Baixas com tais características, no entanto, são raras e a atividade marítima irá se contentar com o que puder dispor. Dessa forma, é comum a existência de portos em rios, com barras estreitas, canais tortuosos e águas rasas, ou portos desabrigados, voltados para o oceano e dependentes de quebra-mares, com eventual presença de obstáculos marinhos como alto-fundos, recifes e outros perigos isolados.

3.2.1.2.2 Hidrografia

A hidrografia define o comportamento das águas e sua influência para a navegação na área marítima de interesse. Correntes de maré intensas, assim como a correnteza dos rios, podem dificultar a manobra das embarcações em águas restritas e empurrar navios para fora dos canais, com risco de encalhe.

Tais correntes podem contribuir tanto no sentido positivo, por não permitirem o acúmulo de sedimentos (erosão), quanto no sentido negativo, por produzirem assoreamento que, em última análise, irá restringir a navegação.

Grandes amplitudes de maré, além de intensificarem as correntes, também causam significativa alteração nas profundidades e, conseqüentemente, nos calados permitidos, o que pode requerer maior controle dos navios que trafegam na região afetada. Áreas com grande incidência de ressacas podem trazer ocasionais problemas para a navegação, principalmente das embarcações de médio e pequeno porte.

3.2.1.2.3 Meteorologia

A influência dos fenômenos meteorológicos na navegação pode ser significativa, no caso da incidência de ventos fortes, que podem dificultar a manobra de navios e da ocorrência de fenômenos que afetem a visibilidade, como tempestades tropicais e nevoeiro. Áreas sujeitas a furacões devem ter especial atenção, uma vez que ventos muito fortes podem arrastar navios de seus fundeadouros e impor severas restrições à navegação.

No caso do Brasil, a ocorrência de tais fenômenos é reduzida e é necessário cautela para não supervalorizar ou desconsiderar suas conseqüências, em função da abordagem adotada. Não obstante, um dos efeitos de maior influência é o da direção e altura das ondas, uma vez que atua no movimento vertical das embarcações, principalmente em águas

desabrigadas, e irá requerer o aumento da folga mínima sob a quilha, o que pode representar menos carga a ser transportada.

3.2.1.2.4 Navio de Projeto

Devido aos fatores econômicos envolvidos e às necessidades de investimento em instalações do setor portuário, a geografia e a hidrografia irão exercer importante influência no conceito do navio de projeto para um determinado porto ou terminal, com impacto na construção e manutenção dos canais de acesso (serviços de dragagem). De forma a tirar o máximo proveito dos fretes e da capacidade de escoamento das cargas, cada vez mais os grandes navios se aproximam dos limites das vias navegáveis, o que aumenta o perfil do risco e representa uma preocupação adicional para a segurança da navegação. Dessa forma, o conceito do maior navio de projeto é um fator condicionante para a largura, as deflexões e a profundidade de projeto dos canais de acesso.

3.2.1.3 Gerenciamento de Risco no Tráfego de Embarcações

De acordo com a NORMAM-26/DHN, o gerenciamento de risco trata da análise de causas futuras, relacionados com uma determinada atividade, e o impacto negativo que possam ter sobre as organizações e pessoas envolvidas. Na maioria das vezes as decisões devem ser tomadas diante de variados graus de incerteza, mas que envolvem a aplicação de recursos valiosos que, de outro modo, poderiam ser empregados com melhores resultados.

Ao sintetizar as ações relacionadas com o gerenciamento de risco no tráfego de embarcações para um determinado porto, é recomendável a participação dos setores diretamente envolvidos na atividade marítima local, de forma a se tentar obter informações relevantes que, de outro modo, poderiam passar despercebidas pelos condutores do processo. A grande maioria das abordagens de gerenciamento de risco irá examinar as incertezas do meio e propor estratégias para monitorar os eventos correspondentes, de forma a acompanhar com tempestividade o desenvolvimento das ações e ajustar as medidas necessárias para contrapor as ocorrências inesperadas.

Uma avaliação eficaz de risco depende dos dados que se possa reunir e da identificação dos potenciais problemas que possam advir com o tempo. O planejamento deve tentar ser proativo, no sentido de não se limitar a corrigir ocorrências passadas, mas antecipar procedimentos que contribuam para evitar a ocorrência de eventos novos.

3.2.1.4 Questões Ambientais

A proteção ao meio ambiente também é um motivo substancial para a implantação de um VTMS e, eventualmente, tal serviço pode ser indicado para áreas com baixa intensidade de tráfego, mas por onde transitam cargas de alto teor poluente, caso seja necessária proteção adicional para questões ambientais sensíveis.

3.2.1.4.1 Áreas Marítimas Particularmente Sensíveis (AMPS - IMO)

De acordo com a Organização Marítima Internacional (*International Maritime Organization* IMO), uma AMPS é uma área que necessita de proteção especial através da atuação da OMI, em decorrência de sua significância por reconhecidos fatores ecológicos, socioeconômicos, ou científicos, que estejam vulneráveis a danos causados pelo transporte marítimo internacional. Ao mesmo tempo da designação de uma AMPS, uma medida de proteção associada, que preencha os requisitos do instrumento legal que a estabeleça, deve ser aprovada e adotada pela OMI para prevenir, reduzir ou eliminar a ameaça ou vulnerabilidade identificada.

3.2.1.4.2 Cargas de Alto Teor Poluente

De acordo com ANTAQ (2017), as cargas perigosas são quaisquer cargas que, por serem explosivas, como os gases comprimidos ou liquefeitos, inflamáveis, oxidantes, venenosas, infecciosas, radioativas, corrosivas ou poluentes, possam representar riscos aos trabalhadores, as instalações físicas e ao meio ambiente em geral.

É pré-requisito essencial para a segurança do transporte e do manuseio de cargas perigosas, a sua apropriada identificação, acondicionamento, etiquetagem, empacotamento e documentação. Isso se aplica às operações na área do porto propriamente dita ou nas áreas de jurisdição do mesmo.

De acordo com o art. 23 da Lei 10.233/01, constituem a esfera de atuação da ANTAQ o transporte marítimo de cargas especiais e perigosas e estabelecer padrões e normas técnicas relativas às operações de transporte marítimo de cargas especiais e perigosas para o trânsito seguro de cargas nas instalações portuárias situadas dentro ou fora da área do porto organizado.

3.2.2 Fontes de Subsídios para os Subfatores

Para apoio no levantamento de dados dos subfatores, podem ser utilizadas as informações consideradas, que por sua vez se constituem de subfatores, a saber:

- No que se refere às condições de tráfego:
 - Movimentação Mensal de Embarcações (Estimativa mensal de movimentação de embarcações no porto);
 - Sentido do Tráfego – Definir, caso exista, os esquemas especiais de separação de tráfego;
 - Horas de Pico das embarcações; e
 - Quantidade e comprimento (metros) de Canais de Acesso.
- No que se refere aos fatores condicionantes:
 - Variação da maré (metros);
 - Intensidade do vento (nós);
 - Intensidade da corrente (nós);
 - Visibilidade (jardas); e
 - Precipitações (volume em mm);
- No que se refere ao gerenciamento de risco no tráfego de embarcações, informar:
 - O histórico de acidentes e incidentes (Inquéritos Administrativos e Fatos de Navegação (IAFN) ocorridos);
 - Existência de áreas de concentração dos cetáceos no porto com riscos potenciais de agressão ambiental;
 - Área a ser evitada – área de natureza perene em cujos limites a navegação pode ser particularmente perigosa, ou em que seja necessária extrema cautela em face dos obstáculos à navegação que possa conter; e
 - Esquemas de Separação de Tráfego – medida destinada a separar fluxos de tráfego opostos pelo estabelecimento de linhas de tráfego, nas quais é permitida a navegação em apenas um sentido, e separadas por zonas ou linhas de separação, cujo propósito é criar uma distância segura entre as linhas de tráfego.
- No que se refere às questões ambientais, informar:
 - A existência de Áreas Marítimas Particularmente Sensíveis (AMPS);
 - A existência de embarcações que trafegam no porto com cargas de alto teor poluente; e
 - A existência de Área de Proteção Ambiental nas proximidades do porto.

De acordo com as Normas e Procedimentos para as Capitânicas (NPCP), é competência do Agente da Autoridade Marítima local declarar a impraticabilidade do porto. Deverá ser declarada a impraticabilidade quando os parâmetros, variáveis, fixados pela NPCP forem extrapolados ou quando ocorrerem acidentes que venham a provocar risco à segurança da navegação.

Portanto, para essa pesquisa no que se refere à realização dos julgamentos dos fatores e subfatores, deve-se levar em consideração os parâmetros limítrofes estabelecidos pela NPCP de cada região portuária.

3.3 VERIFICAÇÃO DE ASPECTOS LEGAIS QUE PODEM AFETAR AS VARIÁVEIS – ETAPA 3

Nessa etapa é realizada a verificação de aspectos legais que podem afetar as variáveis portuárias definidas na etapa anterior. Os critérios e procedimentos aplicáveis à avaliação e verificação das variáveis incluem aquelas que se aplicam às Normas da Autoridade Marítima para Serviços de Tráfego de Embarcações, (NORMAN - 26 DHN).

No que se refere às Condições de Tráfego, de acordo com as Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos (NPCP) da Marinha do Brasil, o tráfego nos portos da jurisdição obedecerá à legislação vigente, bem como às regras previstas em convenções internacionais ratificadas pelo Brasil, além das normas ora estabelecidas.

No que se refere às questões ambientais, as principais regras da atividade portuária são definidas por convenções através da Organização Marítima Internacional (IMO). Tais convenções traçam linhas gerais de regulação que servem como guias para a normatização interna de cada país. Dentre as principais estão:

- Proteção da poluição por navios, dirigida a navios, portos e terminais e que trata da prevenção de poluição no mar por óleo e por mercadorias perigosas e também define medidas de engenharia de construção naval;
- Código Internacional de Mercadorias Perigosas (*International Maritime Dangerous Goods - IMDG Code*) desenvolvido como um código ou simbologia internacional aplicável ao transporte de mercadorias que oferecem algum perigo para a saúde e segurança humana e do meio ambiente, incluindo matérias relacionadas às embalagens, containerização e armazenamento; e
- Convenção sobre a Prevenção da Poluição Marítima por Alijamento de Resíduos e Outras Matérias (Convenção de

Londres/1972 ou LC/72), que fixa normas para controlar e regular o despejo de dejetos e outras substâncias de qualquer espécie por navios e plataformas.

3.4 PREPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS – ETAPA 4

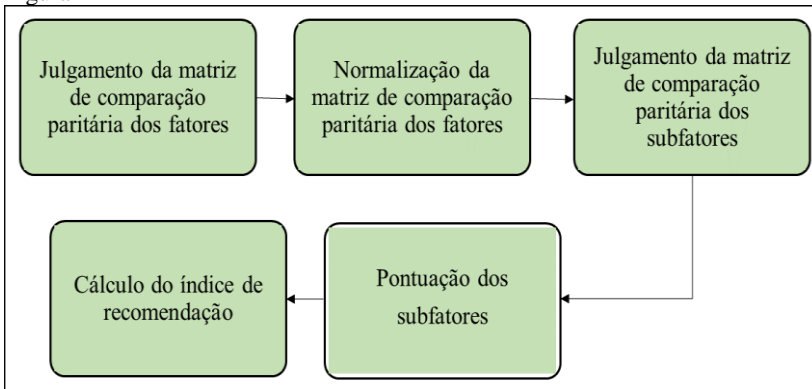
Nessa etapa é realizada a preparação das variáveis a fim de aplicar o método. De posse das variáveis (fatores) e com a equipe multidisciplinar (avaliadores) estabelecida, é definida a atribuição de valores relativos para cada fator de acordo com a tabela 2. Esses avaliadores ou tomadores de decisões são os indivíduos (ou grupo de indivíduos de uma equipe multidisciplinar) responsáveis pela análise de desempenho (ou do grau de importância) dessas variáveis.

O julgamento servirá para definir o quanto um fator é mais importante que o outro dentro de toda a abordagem.

3.5 CÁLCULO DO ÍNDICE– ETAPA 5

Nessa etapa são apresentadas as etapas do cálculo do índice de recomendação para análise de viabilidade técnica para implantação do sistema VTMS em um terminal portuário, conforme pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 –



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com a figura 14, temos:

- Primeiramente será realizado o julgamento da matriz de comparação paritária dos fatores, conforme detalhado no item 2.6.2;
- Na sequência será realizado a normalização da matriz de comparação paritária dos fatores, divisão de cada peso pelo total encontrado por coluna, que será utilizado na obtenção do Índice de Consistência (IC), conforme detalhado no item 2.6.2;
- No próximo passo será realizado o julgamento da matriz de comparação paritária dos subfatores, conforme detalhado no item 2.6.3;
- A próxima etapa consiste em obter a pontuação dos subfatores, conforme detalhado no item 2.6.3;

E por fim, será realizado o cálculo do índice de recomendação conforme detalhado no item 2.6.4.

3.6 ANÁLISE DO RESULTADO – ETAPA 6

A partir da obtenção do índice de recomendação, definido na etapa anterior, tem-se as seguintes recomendações para o índice, no que se aplica a implantação do sistema VTMISS em um terminal portuário, conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Índice de Recomendação

| LEGENDA | |
|-------------------------------------|--|
| Índice de Recomendação (α) | Classificação |
| 0,0 - 2,4 | Fortemente desaconselhável: não é recomendado |
| 2,5 - 4,9 | Desaconselhável: não é recomendado |
| 5 | Ponto de equilíbrio: pode ser implementado, porém com algumas vantagens e desvantagens |
| 5,1 - 7,4 | Aconselhável: é recomendado |
| 7,5 - 10,0 | Fortemente aconselhável: é recomendado |

Fonte: Adaptado de Moretti (2008).

- Índice de 0,0 a 2,4: Fortemente desaconselhável a implementação do sistema VTMISS;
- Índice de 2,5 a 4,9: Desaconselhável, não é recomendado a implementação do sistema VTMISS;
- Índice de 5: Ponto de equilíbrio, pode ser implementado, porém com algumas vantagens e desvantagens;
- Índice de 5,1 a 7,4: Aconselhável, é recomendado a implementação do sistema VTMISS; e para o

- Índice de 7,5 a 10,0: Fortemente aconselhável, é recomendado implementação do sistema VTMISS;

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Com a finalidade de verificar a validade do método proposto, foi feita uma aplicação prática do mesmo em um porto brasileiro. Foi escolhido o Porto de Imbituba, em Santa Catarina. Três foram os motivos para essa escolha: os dados necessários são disponibilizados pela administração do porto em seu site na internet, o porto fica na rota migratória de baleias o que faz com que a questão ambiental seja bastante relevante e, por último, o fato da autora já ter prestados serviços, na forma de consultoria, ao porto.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO PORTO

4.1.1 Porto de Imbituba

O Porto de Imbituba está localizado na cidade de mesmo nome, no litoral sul do Estado de Santa Catarina, foi inaugurado em 4 de maio de 1942 e é administrado pela SCPar Participações e Parcerias S.A (BRASIL, 2012). A Figura 15 apresenta a localização geográfica do Porto de Imbituba.

Figura 15 - Localização geográfica do Porto de Imbituba



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.1.2 Estrutura Física

O Porto de Imbituba possui as seguintes características:

- Berços 1 e 2, com 250 e 410 metros de comprimento respectivamente, totalizam 660 metros de cais acostável, com instalações especiais para granéis líquidos, carga geral e contêineres, (Figura 16);
- Berço 3, com 245 m de comprimento, com instalações especiais para movimentação de granéis sólidos, (Figura 17); e
- Berço 4, rampa roll-on, roll-off, com profundidade de 7,80 metros, (figura 16).

Figura 16 – Berços de Atracação 1, 2 e 4 do Porto de Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2017).

Figura 17 – Berço de Atracação 3 do Porto de Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2017).

4.1.3 Área do Porto Organizado

De acordo com BRASIL (2007), o Decreto de 17 de Janeiro de 2007 dispõe sobre a delimitação da Área do Porto Organizado de Imbituba – SC.

Conforme estabelecido no Art. 1º, temos:

Art. 1º A área do Porto Organizado de Imbituba, no Estado de Santa Catarina, é constituída:

I - pela infraestrutura portuária terrestre, tais como cais, docas, píeres de atracação, armazéns, pátios, edificações em geral, vias e passeios, e terrenos ao longo das faixas marginais, abrangidos pela poligonal da área do porto organizado e destinados à atividade portuária, incorporados ou não ao patrimônio do Porto de Imbituba;

II - pela infraestrutura de proteção e acessos aquaviários, nela compreendida molhes, canal de acesso, bacia de evolução, área de fundeio e despejo;

III - as infraestruturas portuária terrestre e de proteção e acessos aquaviários existentes na cidade de Imbituba, ficam com seus limites definidos por uma poligonal fechada, cujos pontos estão marcados a partir da carta náutica no 1908 (3ª edição, 1984), editada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, em coordenadas geográficas (BRASIL, 2007).

4.1.4 Tráfego Marítimo

A análise do tráfego marítimo tem como intuito traçar um perfil da frota de navios que frequenta o porto e analisar a evolução do porte das embarcações ao longo do tempo, com vistas a se estimar o porte e as consignações que ocorrerão no futuro.

4.1.4.1 Movimentação de Cargas – Projeção

A movimentação das principais cargas do Porto de Imbituba, referente a pelo menos 95% do volume transportado em 2011, está descrita na tabela 7. Esta tabela apresenta, também, os resultados das projeções de movimentação para 2030 de acordo com o Plano Mestre (BRASIL, 2012).

Tabela 7 - Projeção da Movimentação por Imbituba (Toneladas (t)) – 2011 a 2030

| Produtos | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-------------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Coque de petróleo | 757.102 | 806.297 | 1.297.984 | 1.705.932 | 2.050.635 |
| Óxido de ferro | 361.927 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Contêiner | 199.640 | 986.643 | 4.565.456 | 6.218.885 | 7.023.169 |
| Sal | 179.769 | 189.727 | 233.364 | 244.829 | 253.890 |
| Sal longo curso | 152.790 | 161.253 | 198.342 | 208.086 | 215.788 |
| Sal cabotagem | 26.979 | 28.473 | 35.022 | 36.743 | 38.103 |
| Fertilizantes | 128.374 | 383.797 | 453.453 | 453.950 | 453.953 |
| Clínquer | 127.413 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hulha | 112.434 | 297.011 | 385.306 | 402.775 | 405.830 |
| Barrilha | 79.147 | 157.731 | 205.747 | 263.450 | 329.394 |
| Cevada | 78.699 | 206.436 | 276.060 | 353.957 | 435.681 |
| Soda cáustica | 68.784 | 78.161 | 84.033 | 88.319 | 92.821 |
| Trigo | 56.750 | 62.924 | 70.300 | 75.260 | 78.510 |
| Ácido fosfórico | 43.806 | 42.493 | 48.449 | 54.601 | 60.957 |
| Cavaco de Madeira | 0 | 720.000 | 895.970 | 947.697 | 1.012.301 |

| Produtos | 2011 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Outros | 117.887 | 211.245 | 457.617 | 580.860 | 655.418 |
| Total | 2.311.731 | 4.142.466 | 8.973.739 | 11.390.516 | 12.852.559 |

Fonte: Adaptado de Plano Mestre – Secretaria Nacional de Portos (BRASIL, 2012).

Pode-se notar a expectativa de grande crescimento da demanda de contêineres, que aumenta a uma taxa média de 19% ao ano, esperando-se alcançar, em 2030, mais de 7 milhões de toneladas. Produtos como coque de petróleo, cevada, barrilha, fertilizantes e hulha crescem a uma taxa média anual maior do que 5%, enquanto os demais produtos crescem a taxas menores até 2030. Por outro lado, as movimentações de clínquer e óxido de ferro deverão cessar ao longo dos próximos cinco anos.

4.2 COLETA DE DADOS RELATIVA ÀS VARIÁVEIS DO MÉTODO

Nessa etapa são apresentadas as informações relativas às variáveis do método com base em informações públicas do Porto de Imbituba, conforme já apresentado no item 3.2, capítulo 3. Para a aplicação do método ao Porto de Imbituba, nesse trabalho, foram adotados os seguintes dados, conforme indicado na tabela 8.

Tabela 8 - Dados referentes ao Porto de Imbituba

| Fatores | Subfatores | Dados Obtidos |
|--|--|---|
| Condições de Tráfego | Volume mensal de embarcações | 190/mês |
| | Sentido do tráfego | mão única |
| | Horas de pico das embarcações | sem acesso a informação * |
| | Quantidade de canais de acesso | um (1) |
| | Profundidade do canal de acesso | 17 m de profundidade |
| Fatores Condicionantes | Variação da maré | 0,10 m a 1,20 m |
| | Intensidade do vento | superior a 5 na Escala Beaufort (acima de 21 nós/39 Km/h) |
| | Intensidade da corrente | 0,5 a 0,8 m/s |
| | Visibilidade | sem acesso a informação * |
| | Precipitações (volume em mm) | 121,8 mm |
| Gerenciamento de Risco no Tráfego de Embarcações | Histórico de acidentes e incidentes | sem acesso a informação * |
| | Existência de área a ser evitada para navegação | sem acesso a informação * |
| | Existência de áreas de concentração dos cetáceos | sim |
| | Esquemas de Separação de Tráfego | não existe |
| Questões Ambientais | Existência de Áreas Marítimas Particularmente Sensíveis (AMPS) | sim |
| | Existência de embarcações que trafegam no porto com cargas de alto teor poluente | sim |
| | Existência de área de proteção ambiental nas proximidades do porto | sim |

Fonte: Porto de Imbituba (2017) e Plano Mestre – Secretaria Nacional de Portos (BRASIL, 2012)

* Informações não encontradas em bases de domínio público.

** A escala de Beaufort classifica a intensidade dos ventos, tendo em conta a sua velocidade e os efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra.

4.3 VERIFICAÇÃO DE ASPECTOS LEGAIS QUE PODEM AFETAR AS VARIÁVEIS

4.3.1 Área de Proteção Ambiental – APA Baleia Franca

De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2017), a Área de Proteção Ambiental Baleia Franca (APA Baleia Franca), criada pelo Decreto Federal s/nº de 14 de setembro de 2000, tem como objetivo a proteger a espécie *Eubalaena australis*, também conhecida como baleia-franca ou baleia-franca-austral.

A APA Baleia Franca abrange nove municípios, sendo eles: Florianópolis, Palhoça, Paulo Lopes, Garopaba, Imbituba, Laguna, Tubarão, Jaguaruna e Içara (figura 18). Com 130 km de extensão, a área possui aproximadamente 156.000 hectares, compreendendo diversos ambientes como manguezais, restingas, dunas, praias, ambientes lagunares, além do ambiente marinho utilizado pela espécie.

Figura 18 - Localização da APA Baleia Franca



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

As finalidades da APA da Baleia Franca são:

- Proteger, em águas brasileiras, a baleia- franca-austral, *Eubalaena australis*;
- Ordenar e garantir o uso racional dos recursos naturais da região;
- Ordenar a ocupação e utilização do solo e das águas; e
- Ordenar o uso turístico e recreativo, as atividades de pesquisa e tráfego local de embarcações e aeronaves.

Muitos são os conflitos socioambientais nas áreas da APA da Baleia Franca, como a especulação imobiliária, extração de minerais e

areias de dunas, pesca predatória, carcinicultura, rizicultura, uso de agrotóxicos, atividades portuárias, dentre outros.

4.3.2 Projeto Baleia Franca

Criado com o objetivo de garantir a sobrevivência e a recuperação populacional da baleia franca em águas brasileiras, sediado no Centro Nacional de Conservação da Baleia Franca, na Praia de Itapirubá – Imbituba-SC, o projeto desenvolve uma gama de atividades voltadas à pesquisa e a conservação a longo prazo da espécie.

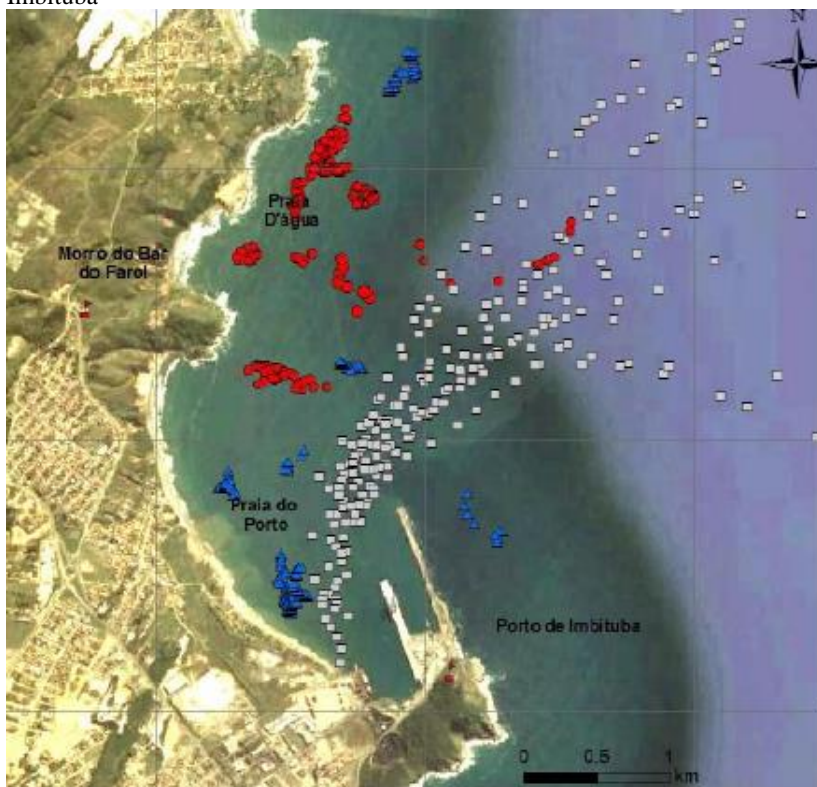
O Porto de Imbituba estabeleceu um guia de boas práticas para as embarcações que atuam no porto durante a temporada de reprodução da Baleia Franca. Este procedimento interno define as diretrizes para navegação durante manobras de aproximação e partida dos navios que movimentam cargas no porto, com o objetivo de preservar a Baleia Franca Austral (*Eubalaena australis*) em seu habitat natural.

Esses procedimentos internos foram estabelecidos para serem seguidos durante os meses de junho a dezembro, temporada de reprodução das Baleias Francas no Estado de Santa Catarina, com o objetivo de preservar a espécie de molestamento não intencional e minimizar os riscos de uma possível colisão entre as embarcações e as baleias francas.

Durante o período de reprodução das Baleias Francas, as manobras, de aproximação para atracação e desatracação dos navios, deverão seguir este procedimento interno devido à presença de grupos de cetáceos na região em torno do Porto de Imbituba.

A figura 19 apresenta uma imagem aérea da região portuária de Imbituba, onde os pontos em cor cinza representam a rota dos navios, os pontos em vermelho representam os grupos de baleias fêmeas com filhotes e os pontos em azuis representam os grupos de baleias adultas, posições observadas durante a temporada de 2013.

Figura 19 – Grupo de Baleias Francas observados na temporada de 2013 em Imbituba



Fonte: Porto de Imbituba (2017).

4.4 PREPARAÇÃO DAS VARIÁVEIS

4.4.1 Análise dos Fatores

De posse dos fatores e subfatores estabelecidos (item 3.2), segue então os julgamentos para o Porto de Imbituba. Como resultado da matriz de comparação paritária dos fatores, para avaliar qual a importância relativa do fator em relação a seu par e qual o seu valor, tem-se a tabela 9, onde são apresentados os pesos dos fatores para o porto, conforme detalhado no item 2.5.5.2.

A ponderação dos julgamentos dos fatores e subfatores foi baseada única e exclusivamente no conhecimento da autora, nos parâmetros

limítrofes estabelecidos pela NPCP SC e em fontes de domínio público para o Porto de Imbituba.

Tabela 9 – Matriz de Comparação Paritária dos Fatores

| | Gerenciamento de Risco | Condições de Tráfego | Fatores Condicionantes | Questões Ambientais |
|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| Gerenciamento de Risco | 1 | 3 | 3 | 1/2 |
| Condições de Tráfego | 1/3 | 1 | 3 | 1/5 |
| Fatores Condicionantes | 1/3 | 1/3 | 1 | 1/7 |
| Questões Ambientais | 2 | 5 | 7 | 1 |
| Total | 3,67 | 9,33 | 14,00 | 1,84 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na sequência é feita a normalização da matriz (Tabela 10), divisão de cada peso pelo total encontrado por coluna, que será utilizado na obtenção do Índice de Consistência (IC), conforme detalhado no item 2.5.5.2.

Tabela 10 - Matriz de Comparação Paritária dos Fatores Normalizada

| | Gerenciamento de Risco | Condições de Tráfego | Fatores Condicionantes | Questões Ambientais |
|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| Gerenciamento de Risco | 0,27 | 0,32 | 0,21 | 0,27 |
| Condições de Tráfego | 0,09 | 0,11 | 0,21 | 0,11 |
| Fatores Condicionantes | 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,08 |
| Questões Ambientais | 0,55 | 0,53 | 0,51 | 0,54 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Para determinar a contribuição de cada fator na meta, foi determinado o autovetor ou peso normalizado do fator i (NPI) conforme apresentado na tabela 11, e detalhado no item 2.5.5.2.

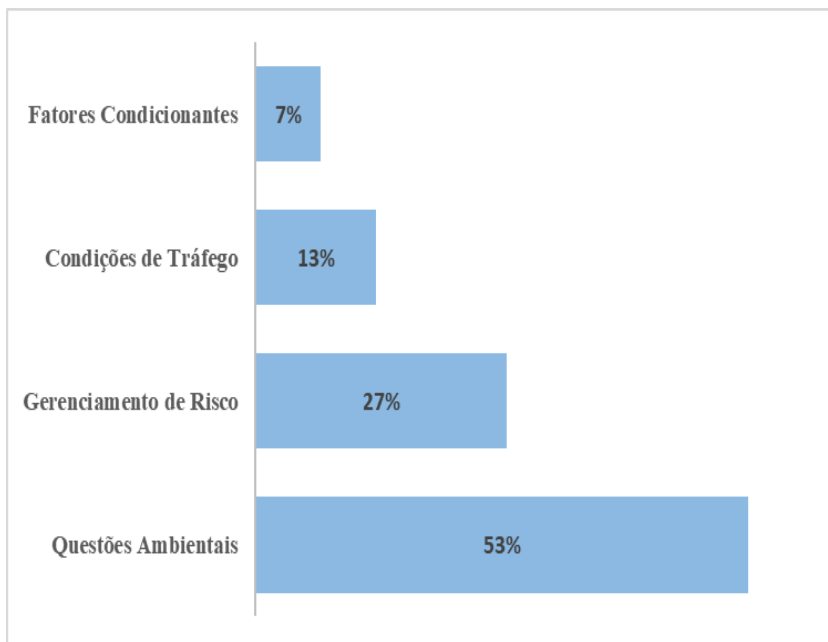
Tabela 11 – Cálculo do Autovetor

| | Cálculo | Vetor Eigen (Npi) | |
|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----|
| Gerenciamento de Risco | $[0,27 + 0,32 + 0,21 + 0,27]/4$ | 0,27 | 27% |
| Condições de Tráfego | $[0,09 + 0,11 + 0,21 + 0,11]/4$ | 0,13 | 13% |
| Fatores Condicionantes | $[0,09 + 0,04 + 0,07 + 0,08]/4$ | 0,07 | 7% |
| Questões Ambientais | $[0,55 + 0,54 + 0,50 + 0,54]/4$ | 0,53 | 53% |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O valor do autovetor determina a participação daquele fator no resultado total da meta. Por exemplo, para a implementação do sistema VTMS no Porto de Imbituba, o fator “questões ambientais” ficou em primeiro lugar representando 53% da meta global, na segunda posição tem-se o “gerenciamento de risco” com 27%, na terceira posição tem-se o fator “condições de tráfego” com 13% e em quarto lugar o “fatores condicionantes” com 7% da meta global (Figura 20).

Figura 20– Participação dos Fatores no Resultado Total da Meta



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

A tabela 12 apresenta o valor correspondente ao número principal de Eigen (λ_{max}), conforme detalhado no item 2.5.5.2.

Tabela 12 – Número Principal de Eigen (λ_{max})

| Critérios | Cálculo N° Principal de Eigen (λ_{max}) |
|---|---|
| Gerenciamento de Risco | $[0,27*3,67] = 0,99$ |
| Condições de Tráfego | $[0,13*9,33] = 1,22$ |
| Fatores Condicionantes | $[0,07*14] = 0,96$ |
| Questões Ambientais | $[0,53*1,84] = 0,98$ |
| N° Principal de Eigen (λ_{max}) | 4,15 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Na etapa seguinte foi determinado o Índice de Consistência (Equação 1, item 2.5.5.2), onde é realizada a verificação da consistência dos dados. Para o Porto de Imbituba o resultado foi de 0,05. Visando verificar se o valor encontrado do índice de consistência é adequado, é

calculado a taxa de consistência aleatória, a qual também obteve como resultado o valor de 0,05. Como o valor apresentado é inferior a 0,1 (conforme Equação 2, item 2.5.5.2), a matriz de julgamentos é consistente. Como regra geral, se a taxa de consistência for menor do que 0,1, então há consistência nos julgamentos para prosseguir com os cálculos, se for maior do que 0,1 recomenda-se que julgamentos sejam refeitos. Portanto tem-se que os julgamentos aqui realizados foram consistentes.

As inconsistências fazem parte dos julgamentos humanos e por isso é habitual que sejam encontradas nos modelos de tomada de decisão. Contudo, dependendo do nível de inconsistência da matriz, deve-se refazer os pesos estabelecidos para que se tenha certeza sobre os julgamentos. Em deliberações em grupo multidisciplinar, é comum que decisores possuam informações diferentes e por isso conduzam opiniões diferentes, causando certas inconsistências.

4.4.2 Análise dos Subfatores

Nessa etapa serão realizados os julgamentos dos subfatores de cada fator (estabelecidos no item 3.2). Considerando-se primeiramente o fator de “condições de tráfego” (Tabela 13, 14 e 15), têm-se dois subfatores para serem analisados paritariamente (volume de tráfego e sentido do tráfego). Com todos os pesos calculados, procede-se com a normalização dos valores para estes subfatores, conforme detalhado no item 2.5.5.3.

4.4.2.1 Condições de Tráfego

Tabela 13 - Matriz de Comparação Paritária do Critério Condições de Tráfego

| | Volume do Tráfego | Sentido do Tráfego |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Volume do Tráfego | 1 | 5 |
| Sentido do Tráfego | 1/5 | 1 |
| Total | 1,20 | 6,00 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 14 – Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Condições de Tráfego

| | Volume do Tráfego | Sentido do Tráfego |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| Volume do Tráfego | 0,83 | 0,83 |
| Sentido do Tráfego | 0,17 | 0,17 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 15 - Cálculo do Autovetor do Fator Condições de Tráfego

| | Cálculo | Vetor Eigen (Npi) | |
|--------------------|---------------------|-------------------|-----|
| Volume do Tráfego | $[0,83 + 0,83] / 2$ | 0,83 | 83% |
| Sentido do Tráfego | $[0,17 + 0,17] / 2$ | 0,17 | 17% |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Os pesos e cálculos dos demais subfatores, relativos aos outros fatores, são, portanto, calculados seguindo o mesmo procedimento apresentados na sequência (Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24).

4.4.2.2 Gerenciamento de Risco

Tabela 16 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Gerenciamento de Risco

| | Causas | Consequências |
|---------------|--------|---------------|
| Causas | 1 | 1/3 |
| Consequências | 3 | 1 |
| Total | 4,00 | 1,33 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 17 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Gerenciamento de Risco

| | Causas | Consequências |
|---------------|--------|---------------|
| Causas | 0,25 | 0,25 |
| Consequências | 0,75 | 0,75 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 18 - Cálculo do Autovetor do Fator Gerenciamento de Risco

| | Cálculo | Vetor Eigen (Npi) | |
|---------------|--------------------|-------------------|-----|
| Causas | $[0,25 + 0,25]/2$ | 0,25 | 25% |
| Consequências | $[0,75 + 0,75]/2$ | 0,75 | 75% |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.4.2.3 Fatores Condicionantes

Tabela 19 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Fatores Condicionantes

| | Geografi a | Hidrografi a | Meteorologi a | Navio de projeto |
|---------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Geografia | 1 | 3 | 1/5 | 1/3 |
| Hidrografia | 1/3 | 1 | 1/3 | 1/3 |
| Meteorologia | 5 | 3 | 1 | 5 |
| Navio de projeto | 3 | 3 | 1/5 | 1 |
| Total | 9,33 | 10,00 | 1,73 | 6,67 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 20 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Fatores Condicionantes

| | Geografia | Hidrografia | Meteorologia | Navio Projeto |
|---------------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| Geografia | 0,10 | 0,30 | 0,11 | 0,05 |
| Hidrografia | 0,04 | 0,10 | 0,19 | 0,05 |
| Meteorologia | 0,54 | 0,30 | 0,58 | 0,75 |
| Navio projeto | 0,32 | 0,30 | 0,12 | 0,15 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 21 - Cálculo do Autovetor do Fator Fatores Condicionantes

| | Cálculo | Autovetor (Npi) | |
|-----------|---------------------------------|-----------------|-----|
| Geografia | $[0,11 + 0,30 + 0,12 + 0,05]/4$ | 0,14 | 14% |

| | Cálculo | Autovetor (Npi) | |
|------------------|---------------------------------|-----------------|-----|
| Hidrografia | $[0,04 + 0,10 + 0,19 + 0,05]/4$ | 0,09 | 9% |
| Meteorologia | $[0,54 + 0,30 + 0,58 + 0,75]/4$ | 0,54 | 54% |
| Navio de projeto | $[0,32 + 0,30 + 0,12 + 0,15]/4$ | 0,22 | 22% |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.4.2.4 Questões Ambientais

Tabela 22 - Matriz de Comparação Paritária do Fator Questões Ambientais

| | AMPS | Cargas A. T. Poluente |
|-----------------------|------|-----------------------|
| AMPS | 1 | 3 |
| Cargas A. T. Poluente | 1/3 | 1 |
| Total | 1,33 | 4,00 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 23 - Matriz de Comparação Paritária Normalizada do Fator Questões Ambientais

| | AMPS | Cargas A. T. Poluente |
|-----------------------|------|-----------------------|
| AMPS | 0,75 | 0,75 |
| Cargas A. T. Poluente | 0,25 | 0,25 |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Tabela 24 - Cálculo do Autovetor do Fator Questões Ambientais

| | Cálculo | Autovetor (Npi) | |
|-----------------------|--------------------|-----------------|-----|
| AMPS | $[0,75 + 0,75]/2$ | 0,75 | 75% |
| Cargas A. T. Poluente | $[0,25 + 0,25]/2$ | 0,25 | 25% |

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.5 CÁLCULO DO ÍNDICE

De acordo com Moretti (2008), o cálculo do índice de recomendação parcial β_i (Equação 3, item 2.6.3), se dá por meio da normalização de seus valores, obtendo-os na escala percentual. Quanto maior a representatividade percentual de β_i , maior a influência do fator i na recomendação pela implementação do sistema VTMS.

Portanto, na realização dos cálculos, para o Porto de Imbituba tem-se o Índice de Recomendação (α):

$$\begin{aligned}\alpha &= (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4) \\ \alpha &= (1,35 + 0,59 + 0,40 + 4,77) \\ \alpha &= 7,12\end{aligned}$$

As tabelas 25 e 26 apresentam, de forma sucinta, os valores que levaram ao cálculo do índice e o intervalo de classificação relacionados a implantação do sistema VTMS em um complexo portuário. Esse assunto já foi abordado em outras pesquisas. Um dos objetivos buscados em Moretti, Sautter e Azevedo (2008) foi apresentar uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão através de um estudo sobre necessidade e viabilidade da implementação da norma ISO 14001. Os autores buscaram uma ferramenta para facilitar a decisão das organizações em adotar ou não a ISO 14001, por meio de uma recomendação que aumente sua probabilidade de atingir os objetivos almejados.

É importante observar que os pesos dos subfatores e dos fatores são as variáveis que viabilizam a referida ponderação das pontuações obtidas no estudo das alternativas, conduzindo ao valor final que será interpretado na sua correlação com a referida escala verbal de intervalos

Tabela 25 – Índice de Recomendação

| A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|-----------------------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|--|--|---|--------------------------------|
| Fatores N = 4 | Peso Normalizado do Fator i (NPi) | Subfatores | Peso Normalizado do subfator ij (NPij) | Pontuação Tomadores de Decisões (pSi) | Pontuação Ponderada do subfator [D xE] | Somatório da Pontuação Ponderada dos Subfatores ij | Pontuação Ponderada do fator i [$\beta_i = B \times G$] | Contribuição de cada Fator (%) |
| Gerenciamento de Risco | 0,27 | Causas | 0,25 | 5,00 | 1,25 | 5,00 | 1,35 | 0,27 |
| | | Consequências | 0,75 | 5,00 | 3,75 | | | |
| Condições de Tráfego | 0,13 | Volume do Tráfego | 0,83 | 5,00 | 4,15 | 4,58 | 0,59 | 0,13 |
| | | Sentido do Tráfego | 0,17 | 2,50 | 0,43 | | | |
| Fatores Condicionantes | 0,07 | Geografia | 0,14 | 6,00 | 0,84 | 5,72 | 0,40 | 0,07 |
| | | Hidrografia | 0,09 | 6,00 | 0,54 | | | |
| | | Meteorologia | 0,54 | 6,00 | 3,24 | | | |
| | | Navio de projeto | 0,22 | 5,00 | 1,10 | | | |
| Questões Ambientais | 0,53 | AMPS | 0,75 | 9,00 | 6,75 | 9,00 | 4,77 | 0,53 |
| | | Cargas de alto teor poluente | 0,25 | 9,00 | 2,25 | | | |
| Índice de Recomendação $\alpha = (\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4) =$ | | | | | | | 7,12 | 100% |

Fonte: Adaptado de Moretti, Sauter e Azevedo(2008).

Tabela 26 - Intervalos de classificação para α

| Índice de Recomendação (α) | Classificação |
|-------------------------------------|--|
| 0,0 - 2,4 | Fortemente desaconselhável: não é recomendado |
| 2,5 - 4,9 | Desaconselhável: não é recomendado |
| 5 | Ponto de equilíbrio: pode ser implementado, porém com algumas vantagens e desvantagens |
| 5,1 - 7,4 | Aconselhável: é recomendado |
| 7,5 - 10,0 | Fortemente aconselhável: é recomendado |

Fonte: Elaborado pela autora (2017) - Adaptado de Moretti (2008).

4.6 ANÁLISE DO RESULTADO

O índice de recomendação (α), no valor de 7,12, analisado frente aos valores de referência apresentados na tabela 26, mostra que a implantação de um VTMS no Porto de Imbituba é recomendada.

Vale ressaltar que esta recomendação não deve ser interpretada de maneira determinística e imperativa. Os tomadores de decisão devem, na medida do possível, levar em conta outras particularidades do porto, eventualmente não consideradas pela análise proposta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta última parte, são apresentadas as conclusões do trabalho bem como sugestões para pesquisas futuras nesta área.

5.1 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi o de estudar métodos existentes e propor contribuições para análise da viabilidade técnica para implantação do sistema VTMS em um terminal portuário. No cumprimento desse objetivo, foi elaborada uma extensa pesquisa por referências em livros, periódicos, artigos e diversas outras fontes disponíveis em meio eletrônico a fim de se extrair o maior número de informações sobre o tema estudado. Dessa pesquisa bibliográfica resultou o capítulo 2, que apresenta a estrutura teórica que deu suporte a contribuição metodológica apresentada no capítulo 3.

Com o intuito de demonstrar a validade da contribuição apresentada, foi realizada uma aplicação para o Porto de Imbituba/SC. Executadas todas as etapas da metodologia proposta verificou-se a recomendação da implantação do sistema VTMS.

Com relação aos objetivos específicos, o primeiro foi o de identificar e qualificar as principais variáveis relacionadas aos aspectos técnicos envolvidos na implantação do sistema VTMS em um terminal portuário. Para atendê-lo, foram realizadas pesquisas bibliográficas e, também, utilizado o conhecimento e experiência da autora em projetos VTMS para portos brasileiros. Ao longo do item 2.5 foram apresentadas e definidas essas variáveis: condições de tráfego, fatores condicionantes; gerenciamento de riscos e questões ambientais.

Finalizando os objetivos específicos, tinha-se a pesquisa e estudos de métodos de análise multicritério para a implantação do sistema VTMS. Face ao apresentado, pode-se concluir que esse trabalho atingiu todos os seus objetivos (principal e secundários). Porém, ele está longe de encerrar as discussões sobre esse assunto, uma vez que face às limitações impostas, várias restrições tiveram que ser feitas, o que certamente leva a uma diferença entre o resultado gerado e as situações reais encontradas nos portos. Assim também, o que foi apresentado deve ser considerado como base para outros estudos nesta área de pesquisa de sistemas VTMS, afinal são poucas as pesquisas encontradas sobre eles no Brasil, considerando sua recente utilização nos portos nacionais.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, apresentam-se sugestões para a realização de novos:

- a) O modelo deve ser aplicado a outros portos com características diferentes do Porto de Imbituba. Novos julgamentos poderão gerar necessidades e resultados diferentes dos constatados nesse trabalho.
- b) Os julgamentos dos fatores e subfatores para o porto de Imbituba devem ser refeitos por uma equipe multidisciplinar, para comparação de resultados finais.
- c) Elaboração de um questionário aplicável aos portos sobre o processo de apoio a tomada de decisão na implementação do Sistema VTMISS.
- d) Utilização de outros métodos de análise multicritério, realizando comparações entre eles a fim de verificar se chegam ao mesmo resultado do método proposto.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (Brasil). **ANTAQ**. [S.l.], [2017]. Disponível em: < <http://portal.antaq.gov.br/index.php/institucional/a-antaq/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (Brasil). **Relatório técnico**: acompanhamento permanente dos preços e do desempenho operacional dos serviços portuários – desempenho portuário: atualização dos indicadores de desempenho dos serviços portuários nos principais portos brasileiros. Brasília: ANTAQ, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (Brasil). Resolução nº 3708 - ANTAQ, de 17 de outubro de 2014. Aprova a proposta de norma que regula a exploração de áreas e instalações portuárias no âmbito dos portos organizados, a fim de submetê-la a audiência pública. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 21 out. 2014.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Engenharia Portuária**. São Paulo: Blucher, 2014.

BAUDEZ. **Apostila do curso de Gerenciamento e Administração Portuária**. Bélgica: RUCA/Universidade de Antuérpia, 1986.

BENTO, C. N. S. **Navegação Integrada**. Niterói, RJ: Claudio Ventura Comunicação Visual, 2013.

BRAGA, E. P. R. et al. Ocorrência e velocidade de deslocamento da Baleia Franca Austral *Eubalaena australis* (Desmoulins, 1822) durante as obras finais de ampliação do Porto de Imbituba, no litoral centro-sul do Estado de Santa Catarina, temporada reprodutiva de 2011. In: Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, 4., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2013.

BRASIL. Decreto nº 8.033/2013. Regulamenta o disposto na Lei no 12.815, de 5 de junho de 2013, e as demais disposições legais que regulam a exploração de portos organizados e de instalações portuárias. **Diário oficial da União**. Brasília, 28 jun. 2013.

BRASIL. Lei n.º 9.537/1997. Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. **Diário oficial da União**. Brasília, 12 dez.. 1997.

BRASIL. Lei nº 10.233, de 05 de junho de 2001. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 06 jun. 2001.

BRASIL. Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários; altera as Leis [...]; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 5 jun. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm>. Acesso em: mar. 2016.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. **Normas da Autoridade Marítima para Serviço de Tráfego de Embarcações (VTS): NORMAM-26/DHN**. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Portaria nº 111/DHN, de 6 de julho de 2015. Altera as Normas da Autoridade Marítima para Navegação e Cartas Náuticas NORMAM-28/DHN. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 13 jul. 2015.

Disponível em:

<https://www1.mar.mil.br/dhn/sites/www1.mar.mil.br/dhn/files/Norma_m_28_1%C2%BA%20MOD_Port111-2015-DHN.pdf>. Acesso em: 15 de abr. 2016.

BRASIL. MARINHA DO BRASIL. DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **Organização Marítima Internacional**, 2013.

Disponível em: <<https://www1.mar.mil.br/dhn/node/35>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

BRASIL. MARINHA DO BRASIL. **SOLAS**, 2017b. Disponível em:<<https://www.ccaimo.mar.mil.br/solas>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Direito do Mar:** Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (UNCLOS), 2017a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/885-direito-do-mar>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Baleia Franca**, 2017. Disponível em: <baleiafranca.org.br>. Acesso em: 5 jun. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Decreto 07 de 17 de janeiro de 2007. Dispõe sobre a definição da área do Porto Organizado de Imbituba, no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 18 jan. 2007.

BRASIL. Secretaria dos Portos da Presidência da República. SEP/PR. **Plano Mestre:** Porto de Imbituba. Florianópolis: UFSC, 2012. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/arquivos/planos-mestres-sumarios-executivos/se12.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

BRODJE, A. et al. Exploring non-technical miscommunication in vessel traffic service operation. **Cognition, technology & work**, v. 15, n. 3, p. 347-57, ago. 2013.

CABRAL, R. **Dispositivos e Redes para Sistemas de Logística**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, [2008]. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779572158696/13A--Trabalho_13A.pdf>. Acesso em: 18 maio 2017.

CAMPOS, M. B. A. **Métodos multicritérios que envolvem a tomada de decisão**. 2011. Monografia (especialização) – Departamento de Matemática. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

CASTRO JUNIOR, O. A.; PASOLD, C. L. **Direito portuário, regulação e desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Fórum, 2011.

COLLYER, W. O. **Lei dos portos: o conselho de autoridade portuária e a busca da eficiência**. São Paulo: Lex Editora, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. **Pesquisa CNT do Transporte Marítimo**. Brasília, 2012.

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica**: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói: UFF, 2002.

COSTA, R. F. P. **Utilização de metodologias multicritério de apoio à decisão como ferramenta de suporte numa empresa de serviços energéticos**. 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Porto, 2012.

CUCINOTTA, F.; GUGLIELMINO, E.; SFRAVARA, F. Frequency of Ship Collisions in the Strait of Messina through Regulatory and Environmental Constraints Assessment. **The Journal of Navigation**, p. 1-21, mar. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, P. R. C. O estado da arte das hidrovias brasileiras. In: FÓRUM SOBRE HIDROVIA - AS HIDROVIAS COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO BRASILEIRO, 2., 2011. **Anais...** Brasília: ANTAQ, 2011. Disponível em: < <http://portal.antaq.gov.br/wp-content/uploads/2016/12/O-Estado-da-Arte-das-Hidrovias%C2%94-Paulo-Roberto-Coelho-de-Godoy.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

GOMES, L. F. A. M. **Teoria da decisão**. [S.l.]: Thomson, 2007.

GONÇALVES, R. W. **Métodos multicritérios como apoio à decisão em comitês de bacias hidrográficas**. 2001. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – UNIFOR. Fortaleza, 2001.

HARRALD, J. R.; MERRICK, J. Development of a decision support tool for assessing vessel traffic management requirements for US ports. In: **Proceedings, 7th Annual Conference of The International Emergency Management Society** pp. 2000.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Área de Proteção Ambiental da**

Baleia Franca: APA da Baleia Franca. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/apabaleiafranca/>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION - IMO. **Introduction to IMO.** [S.l.], 2017. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 05 jun. 2017.

KEEDI, S. **Logística de Transporte Internacional:** veículo prático de competitividade. São Paulo: Aduaneiras, 2001.

LEE, G.; KIM, S.; LEE, M. Economic evaluation of vessel traffic service (VTS): A contingent valuation study. **Marine Policy**, v. 61, p. 149-154, nov. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X15002304>>. Acesso em: 18 mar. 2017.

LOPES, E. E. **Determinação de diretrizes de traçado geométrico de obras lineares utilizando análise multicritério.** 227 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2015.

MAGALHÃES, P. S. B. **Transporte marítimo-cargas, navios, portos e terminais.** São Paulo: Aduaneiras 2016.

MORETTI, G. N.; SAUTTER, K. D.; AZEVEDO, J. A. M. ISO 14001: implementar ou não? Uma proposta para a tomada de decisão. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2008.

MOU, J. M. et al. Evaluate VTS benefits: A case study of Zhoushan Port. **International Journal of e-Navigation and Maritime Economy**, v. 3, p. 22-31, 2015. Disponível em: <http://ac.els-cdn.com/S240553521500073X/1-s2.0-S240553521500073X-main.pdf?_tid=01de4cfe-4fab-11e7-8297-00000aacb362&acdnat=1497298334_bb5380f3ada3e30028f71a8b40c2df07>. Acesso em: 17 abr. 2017.

PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES – PIANC. **Canais de acesso um guia para projetos:** relatório final do grupo de trabalho conjunto PIANC-

IAPH II-30 em colaboração com IMPA e IALA. Bélgica, 2003.

Disponível em:

<http://proமானus.com.br/ohs/data/docs/3/Norma_Piανc_para_canais_de_acesso.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016.

PORTO DE IMBITUBA (Santa Catarina). **Área do porto de Imbituba.**

2016. Disponível em: <<http://www.portodeimbituba.com.br/site/porto/>>.

Acesso em: 27 maio 2016.

PORTO, M. M. **Portos e o Desenvolvimento.** Aduaneiras, 2016.

PRAETORIUS, G.; HOLLNAGEL, E.; DAHLMAN, J. Modelling Vessel Traffic Service to understand resilience in everyday operations. **Reliability engineering & system safety**, v. 141, p. 10-21, set. 2015. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832015000861>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

ROSQVIST, T. et al. The implementation of the VTMIS system for the Gulf of Finland—a FSA study. In: **RINA International Conference on Formal Safety Assessment**. 2002. p. 151-164.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica.** São Paulo: Makron Books, 1991.

SALOMON, V. A. P. **Desempenho da Modelagem do Auxílio à Decisão por Múltiplos Critérios na Análise do Planejamento e Controle da Produção.** 2004. 107 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 2004.

SANTOS, R. B. **Aplicação do Método Multicriterial Promethee para Ampliação da Disponibilidade Hídrica Superficial na Bacia do Rio Gramame–PB.** 2004. 202f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Pós-graduação em Recursos Naturais. Campina Grande, 2009.

SANTOS, S. Qualidade e produtividade no transporte aquaviário de cargas: produtividade em um sistema de transportes. In: VALENTE, A. M. et al. **Qualidade e Produtividade nos Transportes.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SECRETARIA DE PORTOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - SEP/PR (Brasil). **PNLP 2015**: plano nacional de logística portuária: sumário executivo. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>. Acesso em: 20 maio 2016.

SECRETARIA NACIONAL DE PORTOS – SNP/PR. **Plano Nacional de Logística Portuária (PNLP)**. [s. l.], 2015. Disponível em: <<http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/pnpl/plano-nacional-de-logistica-portuaria>>. Acesso em: 27 set. 2017.

SILVA, D. M. R. **Aplicação do Método AHP para Avaliação de Projetos Industriais**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVA, R. M. et al. A Aplicação da Tecnologia Vessel Traffic Management Information System (VTMIS): um estudo comparativo entre Brasil e Espanha. **ESPACIOS**, v. 36, n. 22, p. 1, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n22/15362201.html>>. Acesso em: 25 fev. 2017.

SILVA, R. M. et al.; VIEIRA, G. B. B. Análise propositiva da utilização do Vessel Traffic Management Information System (VTMIS) no Brasil: Um estudo no Porto de Santos. **Análise**, 2017.

SJÖLIN, V. **Putting a FRAME on the VTS**: A systems analysis of the Vessel Traffic Service using the Functional Resonance Analysis Method. Suécia: Linköping University, 2013. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:641541/fulltext01.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017.

THE U.S. GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE - GAO. **Coast Guard Should Address Alternatives as It Proceeds With VTS 2000**. Washington: GAO, 1996. Disponível em: <<http://www.gao.gov/assets/230/222482.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

THE UNITED STATES COAST GUARD - USCG. **History of Vessel Traffic Services**, 2017. Disponível em:

<<https://www.navcen.uscg.gov/?pageName=vtsHistory>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

ULUSÇU, O. S. et al. Risk analysis of the vessel traffic in the strait of Istanbul. **Risk Analysis**, v. 29, n. 10, 2009. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1539-6924.2009.01287.x/pdf>>. Acesso em: 13 maio 2017.

VIANNA, G. A. B. **O Mito do rodoviarismo brasileiro**. 2. ed. São Paulo: NTC&Logística, 2007.

VILLELA, C. S. S. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.