



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA INTERAÇÃO PORTO X CIDADE APLICANDO A
METODOLOGIA MULTICRITÉRIO AHP**

ANA CRISTINA MARINHO DE FARIAS

**Belém-PA
Dezembro/2019**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL

**ANÁLISE DOS IMPACTOS DA INTERAÇÃO PORTO X CIDADE APLICANDO A
METODOLOGIA MULTICRITÉRIO AHP**

ANA CRISTINA MARINHO DE FARIAS

Dissertação de Mestrado Submetida ao Corpo
Docente do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Naval da Universidade Federal do
Pará como requisito final para obtenção do
Título de Mestre em Engenharia Naval.

Área de Concentração: Transporte Aquaviário
Orientador: Prof. Dr. Hito Braga de Moraes

Belém-PA
Dezembro/2019

Farias, Ana Cristina Marinho de

ANÁLISE DOS IMPACTOS DA INTERAÇÃO PORTO X CIDADE
APLICANDO A METODOLOGIA MULTICRITÉRIO AHP / Ana Cristina Marinho
de Farias – 2019

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Naval
(PPGENAV), Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Hito Braga de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Nelio Moura de Figueiredo.

1.Porto, 2. Cidade, 3. Evolução, 4 AHP, 5 Tecnologia, 6 Análise.

ANA CRISTINA MARINHO DE FARIAS

ANÁLISE DOS IMPACTOS DA INTERAÇÃO PORTO X CIDADE APLICANDO A
METODOLOGIA MULTICRITÉRIO AHP

Dissertação de Mestrado Submetida ao Corpo
Docente do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Naval da Universidade Federal do
Pará Como Requisito Final Para Obtenção do
Título de Mestre em Engenharia Naval.

Belém-PA, 19 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Hito Braga de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Nelio Moura de Figueiredo

Membro: Prof^ª.Dr^ª. Regina Célia Brabo Ferreira

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus primeiramente, a minha maravilhosa mãe Kátia Marinho, as minhas irmãs Lorrane e Bruna, aos meus grandes Mestres Docentes, em especial meu orientador Hito Moraes e aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à instituição UFPA – Universidade Federal do Pará, a todo seu corpo docente, direção e administração, por proporcionar ensino de excelência, rico em conhecimento na área pós-graduação em Engenharia Naval, por excelentes profissionais comprometidos e qualificados.

Ao meu orientador, o Professor Dr. Hito Braga de Moraes, pela confiança e honra, atenção, paciência e dedicação de ser sua orientanda para a elaboração desta dissertação.

Agradeço ao meu Coorientador, o Professor Dr. Nelio Moura de Figueiredo, por incentivar a mim e a classe, na busca pela excelência e a auto cobrança para obtenção dos melhores resultados em tudo o que viermos a executar, pela confiança, pelo profissionalismo e pela oportunidade.

Agradeço a Professora Prof. M.Sc. Rita de Cássia Monteiro de Moraes pelos conselhos, apoio e incentivo ao meu ingresso no mestrado, pela confiabilidade desde minha graduação e pela honra de ser a sua monitora, onde além do enriquecimento a experiência foi grande incentivadora na busca pela prática à docência.

Agradeço aos membros componentes da banca examinadora, ao membro externo Prof^a. Dr^a. Regina Brabo, por ter aceito participar da banca oficial examinadora desta dissertação.

A minha família por serem a minha maior inspiração e força, minha mãe Kátia Marinho junto as minhas irmãs Bruna Farias e Lorrane Marinho.

Aos meus companheiros de classe, de profissão, amigos e parceiros que me acompanharam nesta jornada de pós-graduação, em especial a Fernando Cruz, aluno exemplo e hoje mestre formado no programa de mestrado, aos companheiros, amigos e parceiros até o final do curso em especial a amiga Priscila Palitot.

E em especial e mais importante a DEUS, pelo dom da vida, por todas as conquistas e proteção diária, por não me deixar desistir e sempre acreditar que tudo é possível.

‘Se Deus disse que eu posso, então eu posso!
irei e não temerei mal algum.’

(Filipenses 4:13)

RESUMO

Neste trabalho, realizou-se uma pesquisa sobre a evolução portuária no Brasil e no mundo enfatizada na interação porto x cidade e seus impactos. Com a globalização, esta vem destacando-se com o avanço tecnológico, sobretudo na engenharia naval, em paralelo somada ao aumento na demanda de transporte de bens, mercadorias e serviços. Tal crescimento, interfere politicamente, geograficamente e socialmente na estrutura e funcionamento dos mesmos correlacionados, essa interação vem integrada a uma questão histórica econômica já impulsionada por um encadeamento de fatores, a partir de meados do século XIV, com o crescimento industrial. Logo, a interação porto x cidade pode vir a intervir negativamente e/ou positivamente quando um porto é instalado em um determinado local, podendo suscitar complexas resultantes, problemática esta, já constatada e intensificada anualmente não somente nos portos na América como também em todos os outros continentes. Tendo este embasamento como premissa, o objetivo da pesquisa, foi a elaboração de uma ferramenta com o intuito de auxiliar a determinação assertiva da região em que um futuro porto poderá ser instalado, para que este seja, eficiente, economicamente viável e com os menores custos e ônus gerais também ao meio onde o mesmo será situado. Como método, usou-se na pesquisa o AHP (Analytic Hierarchy Process) onde, é um método baseado na escolha de multicritérios, amplamente utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão, na resolução de conflitos negociados em problemas com múltiplos critérios. Este método baseia-se na busca em tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em fatores, que podem ainda ser decompostos em novos fatores até ao nível mais baixo, claro e dimensionáveis, estabelecendo relações para depois sintetiza-las. Dessa forma, definiu-se quais os critérios ideais para determinação da melhor localização de um porto. A escolha de tal metodologia foi criteriosamente detalhada e explanada e exemplificação, aplicada ao porto de Belém. Destaca-se ainda o papel desbravador deste trabalho, no que concerne ao problema em destaque, através de uma minuciosa análise para ser aplicada possivelmente em um futuro próximo na execução de complexos planejamentos, para possíveis obras de construções, ampliações de novos portos e até mesmo identificar problemas presentes em outros já existentes, para tomada de decisões futuras.

Palavras-chave: Porto; Cidade; Evolução; AHP; Tecnologia; Análise.

ABSTRACT

In this work, a research was carried out on port evolution in Brazil and in the world, emphasizing the port x city interaction and its impacts. With globalization, this has stood out with technological advances, especially in naval engineering, in parallel with the increase in demand for the transport of goods, goods and services. Such growth, interferes politically, geographically and socially in the structure and functioning of the same correlates, this interaction is integrated with a historical economic issue already driven by a chain of factors, from the middle of the 14th century, with industrial growth. Therefore, the port x city interaction can come to intervene negatively and / or positively when a port is installed in a given location, which can raise resulting complexes, a problem that has been observed and intensified annually not only in ports in America but also in all other continents. Based on this premise, the objective of the research was the development of a tool in order to assist the assertive determination of the region in which a future port can be installed, so that it is efficient, economically viable and at the lowest costs. and general burdens also on the environment where it will be located. As a method, the AHP (Analytic Hierarchy Process) was used in the research, where it is a method based on the choice of multicriteria, widely used and known to support decision making, in the resolution of conflicts negotiated in problems with multiple criteria. This method is based on the search to deal with complexity by decomposing and dividing the problem into factors, which can be further decomposed into new factors down to the lowest, clearest and most scalable level, establishing relationships and then synthesizing them. Thus, the ideal criteria for determining the best location for a port were defined. The choice of such methodology was carefully detailed and explained and exemplified, applied to the port of Belém. The pioneering role of this work, in what concerns the highlighted problem, is also highlighted, through a thorough analysis to be applied possibly in the near future. in the execution of complex planning, for possible construction works, expansion of new ports and even to identify problems present in existing ones, for future decision making.

Keywords: Porto; City; Evolution; AHP; Technology; Analyze.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- O modelo Anyport de J. Bird	25
Figura 2 - Evolução da trajetória de simbiose da relação porto–cidade.....	30
Figura 3 - Evolução contemporânea da trajetória de simbiose da relação porto–cidade.....	30
Figura 4 - Evolução da interface porto/cidade segundo Gravari-Barbas	31
Figura 5- Principais portos brasileiros	42
Figura 6 - Índice Randômico Médio do AHP.....	64
Figura 7 - Hierarquia estruturada após a definição dos problemas de decisão	67
Figura 8 - Modelo hierárquico de estruturação do problema.....	80
Figura 9 - Modelo hierárquico de estruturação do problema no Software	81
Figura 10 - Selecionando o objetivo e conectando com todos os critérios.....	81
Figura 11 - Selecionando os critérios e conectando com todos os subcritérios.....	82
Figura 12 - Selecionando os critérios e conectando com todos os subcritérios.....	83
Figura 13 - Resultado da Inconsistência.....	83
Figura 14 - Ratings	84
Figura 15 - Priorities	85
Figura 16 - Porto de Belém	101
Figura 17- Questionário (ANEXO II) Aplicado ao Porto de Belém no Softwar	104
Figura 18 - Vias de Acesso ao Porto de Belém	106
Figura 19 - Margens do Porto de Belém.....	106
Figura 20 - Rotas de Acesso ao Porto de Belém.....	109
Figura 21- Acesso Norte ao Terminal de Cargas do Porto Público	110
Figura 22 - Balança comercial da movimentação do porto de Belém	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tráfego de Contêineres (em mil TEUs)	38
Tabela 2- Ranking do crescimento dos 20 Principais Portos.....	40
Tabela 3 - Tabela representativa do problema decisório	67
Tabela 4 - Tabela com as escalas de prioridades	68
Tabela 5 - Índices de Consistência Randômicos (IR)	71
Tabela 6 - Matriz Comparativa Critérios	86
Tabela 7- Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Trânsito	87
Tabela 8 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Poluição	89
Tabela 9- Matriz Comparativa Entre os Subcritérios – Infraestrutura Viária	91
Tabela 10 - Matriz Comparativa Subcritérios Desenvolvimento Econômico	92
Tabela 11 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Turismo	94
Tabela 12 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Desenvolvimento Social	95
Tabela 13 -Matriz Comparativa Subcritérios Locali. (Zona de Influência)	97
Tabela 14 - Matriz Comparativa Critérios aplicada ao Porto de Belém.....	105
Tabela 15 - Matriz Comparativa Subcritérios TRÂNSITO ao Porto de Belém .	108
Tabela 16 – Resultado Matriz Subcritério Poluição.....	111
Tabela 17- Valores máximos e mínimos de químicos comparativo nos portos de Belém, Miramar e Vila do Conde.....	113
Tabela 18 - Resultado Matriz Subcritério Infra. Viária	113
Tabela 19 - Resultado Inconsistência Matriz – Desenvolvimento Econômico	115
Tabela 20 - Resultado Matriz - Turismo	117
Tabela 21 - Resultado Matriz – Desenvolvimento Social	118
Tabela 22 - Resultado Matriz – Zona de Influência	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas de evolução da relação porto–cidade segundo Hoyle.....	28
Quadro 2 - Tipos de Decisão	51
Quadro 3 - Etapas na realização de uma ADMC	54
Quadro 4 - Comparação do AHP	61

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Taxa Anual de Crescimento, Exportações de Mercadorias, Brasil e Mundo.	35
Gráfico 2 - Tráfego de Contêineres (em mil TEUs) nos Principais Portos do Mundo.....	39
Gráfico 3 - Movimentação dos principais portos da América Latina	41
Gráfico 4- Movimentação de contêineres dos principais portos brasileiros (2007-2013)	43
Gráfico 5- Percentual de Crescimento dos principais portos do Brasil (1997-2013)	43
Gráfico 6 - Resultado de matriz comparativa e análise do limite de inconsistência	86
Gráfico 7 - Resultado Avaliação dos Especialista - Critérios	87
Gráfico 8 - Resultado Matriz e Inconsistência - Subcritério Trânsito.....	88
Gráfico 9 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios - Trânsito	88
Gráfico 10 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Poluição	89
Gráfico 11 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios - Poluição	90
Gráfico 12 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios – Infraestrutura Viária..	91
Gráfico 13 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Infraestrutura Viária ..	91
Gráfico 14 - Resultado Matriz e Inconsistência subcritérios Desen. Econômico.....	92
Gráfico 15 - Resultado Avaliação dos Especialista subcritérios Desen. Econômico	93
Gráfico 16 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Turismo	94
Gráfico 17 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Turismo	94
Gráfico 18 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Desenvolvimento Social .	95
Gráfico 19 - Resultado Avaliação dos Especialista subcritérios Desenvolvimento Social .	95
Gráfico 20 - Resultado Matriz e Inconsistência subcritérios Local. (Zonas.Influência)..	97
Gráfico 21 - Resultado Avaliação dos Especialista subcritérios Local. (Zona.Influência)	98
Gráfico 22 - Resultado dos Critérios por Prioridades	99
Gráfico 23 - Resultado dos Subcritérios por Prioridades	100
Gráfico 24 - Gráfico Matriz Comparativa - Critérios aplicada ao Porto de Belém	105
Gráfico 25 - Gráfico Percentual de Análise dos Critérios	107
Gráfico 26 - Resultado da Inconsistência dos Critérios Aplicados ao Porto de Belém ..	107
Gráfico 27- Resultado da Matriz Subcritério Trânsito.....	108
Gráfico 28- Resultados - Subcritério TRÂNSITO	110
Gráfico 29 - Gráfico Resultado Matriz - POLUIÇÃO.....	111
Gráfico 30- Resultados - Subcritério POLUIÇÃO.....	112
Gráfico 31- Gráfico Resultado Inconsistência Matriz - INFRA. VIÁRIA.....	114
Gráfico 32- Resultados - Subcritério INFRA. VIÁRIA	115
Gráfico 33 - Gráfico Resultado Matriz - DENS. ECONÔMICO.....	116

Gráfico 34 - Gráfico Resultado Subcritério - DENS. ECONÔMICO	116
Gráfico 35 - Gráfico Resultado Matriz - TURISMO	118
Gráfico 36 - Gráfico Resultado Subcritério - TURISMO.....	118
Gráfico 37- Gráfico Resultado Matriz - DENS. SOCIAL	119
Gráfico 38 - Gráfico Resultado Subcritério - DENS. SOCIAL.....	120
Gráfico 39- Gráfico Resultado Matriz – Zona de Influência	120
Gráfico 40- Gráfico Resultado Subcritério - Localização.....	121

LISTA DE SÍMBOLOS

- V_j : Valor total para a tomada de decisão
- j : Componente específico da tomada de decisão
- i : Número índice de início da soma dos escores ponderados dos “ m ”
- m : Número total de elementos a serem somados
- w_i : Peso de importância relativa de cada um dos “ i ” critérios
- v_i : Escore da função de valor parcial no critério i
- x_{ij} : Desfecho no critério i para o componente j
- IC: Índice de consistência
- n : Número de linhas e colunas
- λ máx.: Autovalor máximo
- W: Coluna de prioridades computado
- A: Matriz de julgamentos
- IR: Índice Randômico
- T :Somatório das colunas das matrizes
- N :Estimador de autovalor máximo da matriz de julgamentos paritários.
- PG: Prioridades Globais
- PML: Prioridades Médias Locais
- V_i : raiz-enésima do produto das linhas da matriz
- MMG: Matriz Média Geométrica formada a partir de $c_{ij} = v_i / v_j$
- Π :Raiz-enésima
- RC: Razão de Consistência
- IR: Índice consistência
- M_G : Média geométrica
- n : Número de elementos do conjunto de dados
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: Valores dos dados

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Justificativas	19
1.1.1.	Impactos pela interação porto x cidade no Brasil e no mundo.....	19
1.2	Hipóteses	20
1.3	Objetivos	21
1.3.1.	Objetivos Gerais.....	21
1.4	Estrutura do trabalho.....	22
1.5	Fluxograma.....	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	Evolução Histórica dos Portos e a Interação Porto x Cidade	24
2.2	Modelos e Teorias da Evolução Portuária.....	25
2.2.1	Modelo James Bird - 1963	25
2.2.2	Modelo Hoyle - 1989	28
2.2.3	Segundo Ducruet – 2005	29
2.2.4	Gravari-Barbas - 1996.....	31
2.2.5	A modernização portuária.....	32
3	OS PRINCIPAIS PORTOS NO BRASIL E NO MUNDO	33
3.1	Os Principais Portos no Mundo.....	35
3.2	Os Principais Portos Brasileiros	42
4	FATORES QUE INFLUENCIAM A INTERAÇÃO PORTO CIDADE	45
4.1	Características das cidades portuárias	45
4.1.1	Logística	45
4.1.2	Acesso Terrestre	45
4.1.3	Obras de Infraestrutura e Manutenção Portuária	46
4.1.4	Preços e Tarifas	46
4.1.5	Geografia e Localização Portuária	46

4.1.6	Impactos Ambientais	47
5	MÉTODOS PARA TOMADA DE DECISÃO	49
5.1	Processo de Tomada de Decisão	49
5.2	Métodos de Análise Multicritério - ADMC	50
5.2.1	Características principais de uma ADMC.....	50
5.3	Métodos Para Executar uma ADMC	52
5.3.1	Estruturação do problema.....	52
5.3.2	Captura de Evidências	52
5.3.3	Modelagem para ADMC	53
5.3.4	Deliberação	53
5.4	Funcionamento Matemático de uma AMDC	55
5.5	Um alerta: risco da subjetividade na ADMC	55
5.6	Concluindo.....	56
6	materiais e métodos	57
6.1	O Método de Análise Hierárquica AHP	57
6.1.1	Introdução	57
6.1.2	Estruturação do método	60
6.1.3	AHP Aplicada a uma Instalação Portuária	65
6.1.4	Aquisição dos Dados - Opiniões dos Especialistas.....	68
6.1.5	Análise de Consistência	70
6.1.6	Determinação do Software para Análise dos Dados	71
7	Fatores positivos e negativos de uma instalação portuária.....	76
7.1	Pontos Positivos.....	76
7.2	Pontos Negativos	77
7.3	Correlação dos Pontos Positivos e Negativos Através da Análise SWOT Cruzada 77	
7.4	Definição do Problema	79
7.5	Avaliação de especialistas através de questionário	79
8	Aplicação do AHP via software Super Decisions	80
8.1	Estrutura Hierárquica.....	80

8.2	Inclusão de dados questionário.....	82
9	RESULTADOS OBTIDOS	86
9.1	Análise comparativa dos resultados	86
9.1.1	Análise Comparativa dos Critérios	86
9.1.2	Análise Comparativa dos Subcritérios	87
9.2	Análise de Prioridades.....	99
9.2.1	Prioridades Entre os Critérios.....	99
9.2.2	Prioridades Entre os Subcritérios	100
10	Aplicando a Metodologia ao Porto de Belém – PA	101
10.1	Histórico.....	101
10.2	Instalações.....	102
10.3	Movimentação de Carga	103
10.4	Aplicação do Questionário	104
10.5	Análise comparativa dos resultados	105
10.5.1	Quanto aos Critérios.....	105
10.5.2	Quanto aos Subcritérios.....	108
11	CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
12	REFERENCIAS.....	125
13	ANEXOS.....	132

1 INTRODUÇÃO

A economia mundial é movimentada pela grande celeridade da evolução dos bens de consumos e a veloz ascensão do avanço tecnológico-científico-informacional, celeridade essa que em conjunto, intervêm em vários âmbitos globais. Devido a essa fugacidade o mercado marítimo internacional tem por necessidade a adaptação ou até mesmo a desativação paralelamente e simultaneamente a essa eclosão imposta pela globalização.

Salientando o setor portuário, este que muitas vezes tem dificuldades de acompanhar a evolução do porte, demanda e requisitos de novas embarcações devido ao aumento da capacidade de transporte das mesmas, atrelada diretamente a diminuição significativa do custo do frete, tem sofrido graves influências desse conjunto de mudanças que abrangem desde sua infraestrutura, geografia, dinâmica produtiva, logística até a sua interação sistêmica de equipamentos e suas operações portuárias. Logo, os portos vêm se tornando cada vez mais e mais especializado.

A relação porto/cidade é algo que vem se sobrelevando desde meados do séc. XVI, sua evolução história revela que a maioria dos portos do Brasil e do mundo foram os grandes propulsores do crescimento urbano/populacional nas cidades e regiões em seu entorno, o que deu origem as famosas cidades portuárias.

Segundo Cruz e Ornelas (2014) “O relacionamento porto–cidade passou a ser fundado em “unidades autônomas”. Fenômenos tipicamente gestados no cerne do processo de globalização (progresso tecnológico, aumento substancial da produção de mercadorias e das trocas internacionais de produtos e a ampliação e a modernização operada no setor marítimo, por exemplo) explicam, em parte, as mudanças nas relações porto–cidade a que fazem alusão diversos autores. Mas as dificuldades de relacionamento entre porto e cidade são bem mais antigas que o fenômeno da globalização da economia.”

A interação porto/cidade é algo indissociável, causada pela avidez da mercancia portuária, traz consigo a inevitabilidade da expansão territorial que direcionam a transmutações socioespaciais, portos são ferramentas de desenvolvimento para toda a sua região de atuação e influência seja ela *Hinterland* ou *Foreland*. A implantação de uma estrutura portuária traz consigo uma série de impactos consideráveis a uma cidade e toda a sua região.

Segundo Quintiere (2010, apud DIAS,2013,p.16)” de modo geral as alterações ambientais de um porto estão associadas à sua construção, ampliação, reforma ou modernização, onde temos presentes os reflexos negativos comumente observados em construções civis de grande porte. Além disso, a própria operação portuária, englobando a manutenção da infraestrutura física, bem como os serviços e sistemas de carga/descarga, estocagem e transporte, possui também um grande potencial para geração de impactos ambientais.”

1.1 Justificativas

1.1.1. Impactos pela interação porto x cidade no Brasil e no mundo

Quanto aos possíveis impactos, os mesmos podem ser divididos entre impactos oriundos da implantação do porto alteração dos padrões hidrológicos, da geomorfologia e da paisagem costeira, supressão de habitats, entre outros e impactos oriundos da operação portuária alteração da qualidade da água, poluição atmosférica e sonora, distúrbios na fauna e flora, introdução de espécies exóticas, proliferação de vetores de doenças, entre outros (ANTAQ, 2019).

O trabalho vem apresentar, identificar e relacionar os impactos gerados pela relação porto/cidade no Brasil e no mundo, evidenciando aspectos de qual forma um porto pode intervir em toda uma região urbana e sua população.

O método permite a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema. E a compreensão de forma global, o problema e da relação de complexidade, ajudando na avaliação da dimensão e conteúdo dos critérios, através da comparação homogênea dos elementos (MARINS, SOUZA & BARROS, 2009)

Através dos critérios adotados para análise se definirá a relocação e a otimização das atividades portuária dentro dos centros urbanos ou até mesmo a relocação do porto em uma localização geográfica estratégica onde possa suavizar a intensidade desses impactos nos grandes centros, não somente do porto em destaque, como também servirá de base para avaliação de qualquer outro porto.

1.2 - Hipóteses

Para a análise deste problema, são consideradas as seguintes hipóteses simplificadoras:

- A localização portuária não planejada interfere negativamente na vida urbana da cidade.
- A definição de uma instalação portuária sem planejamento em uma cidade engaja sérios problemas de infraestrutura na mesma, como a não existência de vias de escoamento de um grande fluxo de carga, seja via rodoviária ou hidroviária.
- O não estudo prévio de questões ambientais e de biodiversidade em torno de um porto causam a extinção de espécies vegetais e animais, proliferação de doenças e de animais não predominante da região comprometendo a cadeia alimentar local, agricultura e a população que usa esse ecossistema como meio de sobrevivência e economia.
- O comprometimento da segurança local, tanto da região habitada em torno, quanto do próprio porto, com o aumento da criminalidade devido à grande movimentação de carga, econômica e bens.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivos Gerais

Objetivo geral tem como proposta, via a uma análise multicritérios, identificar os impactos gerados pela relação porto x cidades, destacando os principais pontos, através do processo de tomada de decisão para o melhor estabelecimento da localização geográfica de um porto, evitando ao máximo o maior número de efeitos em consequência da instalação e operação do mesmo.

1.3.2. Objetivos Específicos

Esta dissertação tem como objetivos específicos os principais aspectos para avaliação e determinação de uma localização portuária:

- Identificar e definir as principais características de uma cidade portuária tendo como referências as cidades que possuem os maiores e destacáveis portos no Brasil e no mundo.
- Apresentar os modelos de evolução portuária e suas diferenças.
- Sintetizar os dados informações com base nas respostas dos questionários da amostra da pesquisa através de planilha eletrônica.
- Aplicar dentro do Software escolhido, que tem como base o método AHP os dados gerados através dos resultados da planilha eletrônica.
- Aplicar a metodologia como exemplo ao Porto de Belém.

1.4 Estrutura do trabalho

Logo abaixo a estrutura da dissertação é delimitada, sendo dividida em 13 capítulos apresentados da seguinte forma:

No capítulo 1 da dissertação é apresentada a introdução, hipóteses, objetivos gerais e específicos junto com a cronologia de execução do mesmo.

No capítulo 2 é apresentada a fundamentação teórica, contendo e explanando a cronologia da evolução portuária e sua modernização através dos modelos de James Bird, Hoyle, Ducret e Gravari Barbas.

No capítulo 3 alguns exemplos da evolução portuárias nos principais portos e suas respectivas cidades no Brasil e no mundo

No capítulo 4 os fatores em destaque que regem a interação porto cidade.

No capítulo 5 é destacado o processo de tomada de decisão, a criação do método de análise multicritério, como é o seu funcionamento, estruturação, método de execução e tipos de análise e métodos multicritério e a escolha do mais adequado para utilização na pesquisa.

No capítulo 6 é a explanação sobre o método AHP e o porquê de sua escolha como método para análise do problema foco do trabalho, desde sua criação, estruturação, exemplos de aplicação e introdução a metodologia que foi a utilizada para análise da escolha de uma localização e instalação portuária.

No capítulo 7 os destaques dos pontos positivos e negativos da interação porto cidade. Os mesmos são o foco de análise e estudo do nosso problema, é feita a correlação entre eles sendo evidenciados através de uma análise SWOT.

No capítulo 8 se inicia a metodologia do trabalho, evidenciando a definição do problema e a elaboração do questionário para coleta de dados para aplicação do método AHP e análise.

No capítulo 9 são analisados os resultados obtidos através do método dentro do programa, com comparações e gráficos.

No capítulo 10, a metodologia é aplicada ao Porto de Belém e analisado os resultados.

No capítulo 11, são feitas as considerações finais sobre os resultados obtidos no software, com base na análise e entendimento do autor.

Após o capítulo final, vem-se as referências (capítulo 12) e anexos (capítulo 13) utilizadas ao longo da pesquisa.

1.5 Fluxograma



2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Evolução Histórica dos Portos e a Interação Porto x Cidade

A centralidade das cidades marítimas foi historicamente relacionada com a sua inserção em redes comerciais que, a partir dos séculos XVII e XVIII, adquiriram uma dimensão mundial. Fernand Braudel sublinha, assim que até o triunfo do capitalismo industrial e o advento da hegemonia definitiva dos Estados territoriais as “praças portuárias” do Mediterrâneo e da Europa do Norte foram pilares fundamentais do processo de emergência e consolidação do capitalismo mercantil. O comércio exercido por sistemas de trocas de médio e longo alcance espacial, a concentração de funções manufatureiras, financeiras e de negócio e o desenvolvimento de atividades relacionadas à economia marítima e portuária produziram uma urbanidade própria às cidades-porto (MONIÉ/VASCONCELOS, 2016).

A fase inicial marca o “estabelecimento” da cidade portuária a partir da instalação de um porto num sítio adjacente ao centro urbano. A escolha desta localização original depende de considerações geográficas e dos fins aos quais atenderá o novo equipamento (BIRD, 1963). Nesse estágio pré-industrial, as estruturas, equipamentos e o modo de funcionamento do porto inicial mantiveram-se por bastante tempo de forma rudimentar.

Ainda no século XIII, os portos eram caracterizados pela grande movimentação de carga geral e transporte de passageiros, foi a partir do século XIX com a expansão e intensificação das atividades industriais, que se teve a grande e acelerada necessidade na troca de mercadorias, o que levou a economia mundial a um novo parâmetro. O primeiro setor beneficiado por tal crescimento foi o setor marítimo, o que aqueceu a indústria da engenharia naval e transporte marítimo.

Impulsionado pela necessidade do mercado internacional, novos modelos de navios começaram a ser projetados e construídos com inovações tecnológicas, não só informacional como na logística, estes então passaram a ser cada vez maiores, já reorganizando e especializando a distribuição das cargas e passageiros. O fato é que com o crescimento acelerado da engenharia naval os portos já existentes começaram a passar pela transição para a adaptação a essas novas tecnologias.

Um novo conceito de porto passou a ser gerado, somado a grandes modificações e dificuldades devido o tão acelerado crescimento no setor de transporte marítimo. Temos como exemplos de modificações, a profundidade e tamanho dos berços de atracação para recebimento dos novos portes de navios, o aumento considerável na área retro portuária para armazenamento de cargas, novo maquinários para carga/descarga de mercadorias o que já refletia na diminuição da mão de obra de manufatura.

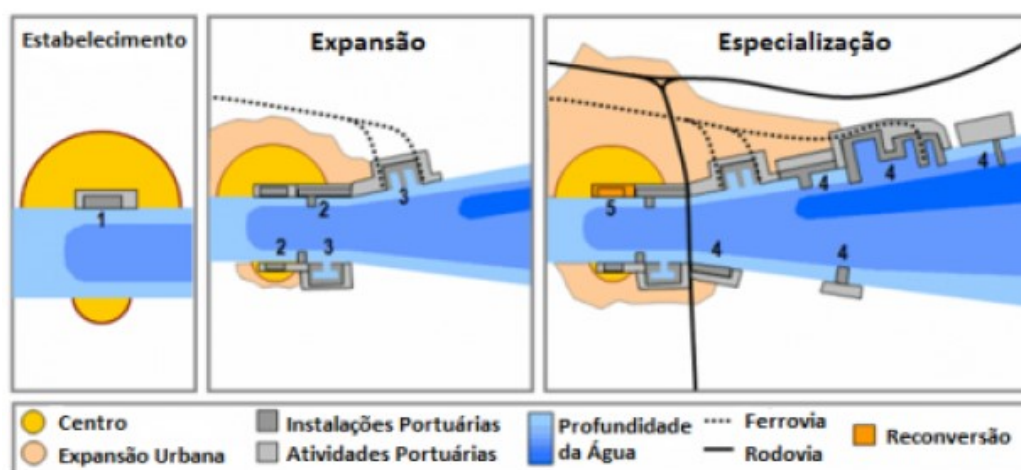
De acordo com (MONIOS, 2018) em 1956 na revolução dos contêineres foi iniciado os primeiros testes com o transporte de carga através de contêineres, onde se iniciou o maior ciclo de mudanças na estrutura portuária. BIRD (1963) já identificou a expansão de alguns portos de distância do local original do porto da cidade em direção a grandes ancoradouros construídos propositadamente com águas mais profundas em conjunto com a mudança para instalações de manuseio especializadas, como terminais de contêineres especializados.

2.2 Modelos e Teorias da Evolução Portuária

2.2.1 Modelo James Bird - 1963

James Bird (1963) em seu modelo *Anyport* relacionou a evolução histórica dos portos do Reino Unido, o seu desenvolvimento, suas funções e atividades portuárias com a urbanização de cidades, para compreendermos como funciona a evolução histórica portuária em relação as suas características e seu espaço físico, ele a classificou em três etapas.

Figura 1- O modelo Anyport de J. Bird



Fonte: Rodrigue et al (2009).

Anyport um modelo desenvolvido por Bird (1963) que descreve como as infraestruturas portuárias evoluem no tempo e no espaço. Com base em sua pesquisa sobre a evolução dos portos britânicos, Bird propôs um modelo de cinco etapas para demonstrar como as instalações em um porto qualquer se desenvolvem.

Partindo do local inicial do porto com pequenos cais laterais adjacentes ao centro da cidade, a elaboração dos cais é o produto da evolução das tecnologias marítimas e melhorias no manuseio da carga. Isso também é marcado pela mudança das relações espaciais entre o porto e o núcleo urbano, à medida que as docas são construídas mais longe do distrito comercial central.

Nos estágios finais, o aumento da especialização do manuseio de carga, o aumento do tamanho dos navios e a crescente demanda por espaço para manuseio de carga e armazenamento resultam em atividades portuárias concentradas em locais distantes das instalações mais antigas. As infraestruturas portuárias são assim construídas ao longo de várias décadas e, em alguns casos, ao longo de vários séculos. Três etapas principais podem ser identificadas no processo de desenvolvimento de Anyport:

Configuração. A configuração inicial de um porto é fortemente dependente de considerações geográficas. No exemplo acima, a configuração está relacionada ao ponto mais distante da navegação interior por vias navegáveis. A evolução normal de um porto começa no porto original, na maior parte das vezes um porto de pesca com atividades de comércio e construção naval, que inclui vários cais (1). Por muitos séculos, até a revolução industrial, os portos permaneceram bastante rudimentares em termos de suas instalações terminais. As atividades relacionadas a portos eram focadas principalmente em armazenagem e atacado, localizadas em locais diretamente adjacentes ao porto. O distrito portuário era um elemento-chave da centralidade urbana.

Expansão. A revolução industrial desencadeou várias mudanças que impactaram nas atividades portuárias. Os cais foram ampliados e os molhes foram construídos para lidar com as quantidades crescentes de carga e passageiros, bem como navios maiores (2). À medida que o tamanho dos navios se expandia, a construção naval tornou-se uma atividade que exigia a construção de docas (3). Além disso, a integração de linhas ferroviárias com terminais portuários permitiu o acesso a vastas áreas de interior com um crescimento proporcional no tráfego marítimo. As atividades relacionadas ao porto também se expandiram para incluir atividades industriais. Esta expansão ocorreu principalmente a jusante em direção a projetos mais profundos.

Especialização. A próxima fase envolveu a construção de píeres especializados para movimentação de cargas, como contêineres, minérios, grãos, petróleo e carvão (4), o que ampliou significativamente as necessidades de armazenagem.

Navios de alta capacidade maiores frequentemente exigiam a dragagem ou a construção de molhes longos, garantindo acesso a maiores profundidades. Esta evolução implicou, para vários portos, a migração de suas atividades para longe de sua configuração original e um aumento de suas capacidades de manuseio.

Por sua vez, os locais originais dos portos, comumente localizados ao lado das áreas centrais, tornaram-se obsoletos e foram abandonados. Numerosas oportunidades de reconversão de instalações portuárias para outros usos (parques à beira-mar, habitação e empreendimentos comerciais) foram criadas (5).

Bird (1971) sugeriu que Anyport não pretendia exibir um padrão no qual todas as portas devessem ser forçadas, mas fornece uma base com a qual comparar o desenvolvimento de portas reais. O modelo foi testado em várias condições diferentes (Hoyle, 1967). Embora as condições locais produzam diferenças em detalhes, existem semelhanças suficientes para tornar o conceito Anyport uma descrição útil do desenvolvimento morfológico portuário. O surgimento de novos terminais de contêineres continua a tendência para a especialização e a busca por locais adjacentes a águas mais profundas.

Uma das características que Anyport traz é a mudança de relação entre os portos e suas cidades-sede. O modelo descreve a crescente repulsa pelo resto do meio urbano. Este aspecto foi trabalhado por um número de geógrafos que investigam o redesenvolvimento da terra portuária e as ligações envolvidas. Uma dessas ligações urbanas é o redesenvolvimento de antigos portos para outros usos urbanos, como Docklands, em Londres, e Harborfront, em Baltimore. Uma emenda mais recente ao modelo Anyport está focada no desenvolvimento do terminal de contêineres. Cinco alternativas são apresentadas:

Encerramento, onde a instalação é abandonada devido a condições precárias de instalação e/ou operação (o terminal perdeu sua relevância no mercado);

Expansão, onde as condições de operação exigem que os sites existentes sejam estendidos ou modificados. Isso envolve principalmente áreas de quintal e o prolongamento dos berços; além disso, onde, por causa das demandas de águas profundas ou instalações operacionais, novos berços são estabelecidos;

Consolidação, onde vários berços existentes são combinados para fornecer novas instalações expandidas;

Redesenvolvimento, visto como o resultado da avaliação funcional das instalações existentes e o estabelecimento de um super terminal.

O modelo Anyport foi ainda mais desafiado pelos desenvolvimentos trazidos pela containerização, que estimulou o desenvolvimento de uma rede de terminais satélites e centros de cargas internas conectados às instalações do terminal portuário. O processo é frequentemente rotulado como regionalização de porta.

2.2.2 Modelo Hoyle - 1989

Hoyle (1989) apresentou um novo modelo detalhando a evolução da relação porto x cidade e adotou cinco fases para descrever tal evolução:

Quadro 1 - Etapas de evolução da relação porto–cidade segundo Hoyle

ETAPA	SÍMBOLO	PERÍODO	CARACTERÍSTICAS
	Cidade Porto		
I - Porto-Cidade primitivos		Antiguidade/ Medieval Até o século XIX	Íntima associação espacial e funcional entre cidade e porto
II - Porto-Cidade em expansão		Século XIX – início do século XX	Rápido crescimento comercial/industrial, forças de crescimento para o porto desenvolver-se mais além do limite com a cidade, com cais linear e indústrias de carga fracionada.
III - Porto-Cidade industrial moderno		Metade do século XX	O crescimento industrial (especialmente as refinarias) e a introdução de contêineres/ro-ro(roll-on/roll-off) impõe ao porto a necessidade mais espaços
IV - Recuo da frente marítima		1960-1980	As mudanças na tecnologia marítima induzem o crescimento das áreas de desenvolvimento industrial e marítimo separadas
V - Remodelação da frente marítima (waterfront)		1970-1990	O porto moderno consome grandes áreas (de terra/mar): renovação urbana do núcleo original

Fonte: Hoyle, B. (1989).

O modelo de evolução das relações porto–cidade proposto por Hoyle (1989) (**Quadro 1**), ainda que baseado em estudos sobretudo de portos europeus, tem sido muito utilizado, na medida em que análises a respeito da dissociação porto–cidade se multiplicam. Tal modelo se baseia em uma aproximação cronológica da evolução das relações porto–cidade em cinco períodos históricos.

Na etapa I, porto e cidade aparecem unidos, coexistindo, em estreita interdependência funcional e espacial. Tal associação, desde a sua gênese primitiva, mantém-se estreita até o início do século XIX. Na etapa II, entre o século XIX e o início do século XX, o intenso desenvolvimento industrial e, por conseguinte, de novas tecnologias, tais como navios a vapor e as estradas de ferro, a mecanização dos instrumentos de carga, entre outras, abalam a unidade urbana-portuária existente até então.

Na etapa III, na segunda metade do século XX, há uma aceleração do crescimento industrial vinculado ao movimento portuário, ou seja, o estabelecimento de empresas industriais e novas instalações na área portuária (silos, frigoríficos, depósitos de combustíveis etc.). Tem início o processo de containerização e o surgimento de modernas embarcações (navios porta-contêineres, navios com sistema roll-on/roll-off). Esses fatores acabam por produzir uma modificação importante nos laços tradicionais existentes entre porto e cidade.

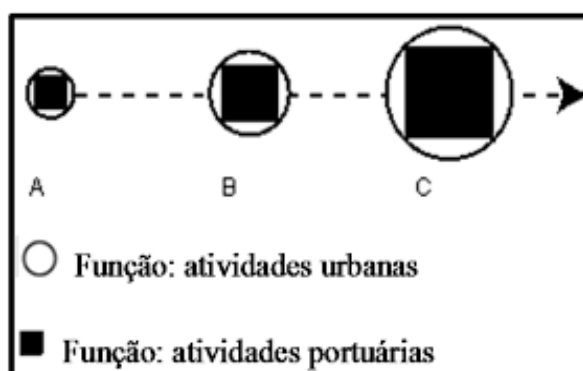
Na etapa IV, décadas de 1960 a 1980, intensificam-se as mudanças na tecnologia marítima provocando um recuo do *waterfront*. A containerização e a informatização se aceleram, há um considerável incremento da produtividade e, por outro lado, o início da diminuição dos postos de trabalho. Na etapa V, décadas de 1970 a 1990, a expansão do porto moderno demanda mais espaços e ampliam-se os projetos de reconversão das áreas portuárias abandonadas e renovação urbana dos respectivos núcleos originais.

2.2.3 Segundo Ducruet – 2005

Diversos pesquisadores formularam modelos teóricos acerca da evolução das relações entre porto e cidade, revelando momentos de integração e de segregação que marcam essa relação ao longo do tempo e no espaço. Segundo Ducruet (2005), os modelos clássicos revelam uma estruturação linear da relação porto–cidade. No modelo apresentado pelo autor (**Figura 2**) distinguem-se três etapas: (A) Fixação – a cidade e o porto formam uma unidade espacial especializada em razão da situação litorânea e da importância da atividade marítima. (B) Consolidação – a cidade preenche suas “lacunas” para o desenvolvimento de funções adicionais à medida que a população aumenta e a economia local continua coerente com o transporte marítimo.

(C) Saturação – a função portuária torna-se relativamente mais importante em termos de empregos e de valor agregado, e as funções urbanas assumem autonomia e tornam-se as funções principais da cidade.

Figura 2 - Evolução da trajetória de simbiose da relação porto–cidade

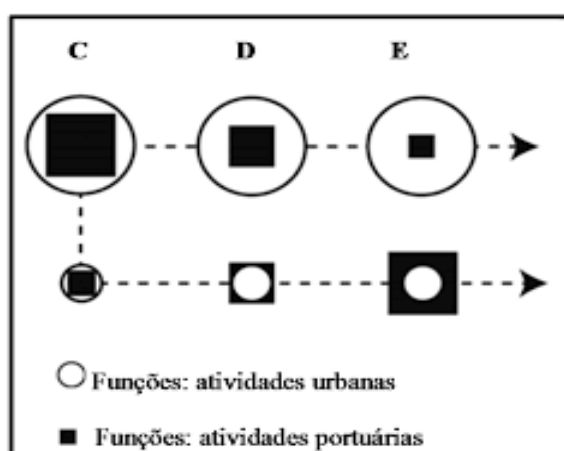


Fonte: Ducruet (2005). Organizado por Ronaldo S. Ornelas.

No que tange à trajetória de evolução da relação porto–cidade no período contemporâneo, Ducruet (ibidem) distinguiu três etapas (**Figura 2**): (C) Saturação e dissociação – a coexistência das funções portuárias e urbanas no seio de um mesmo espaço conduz a um risco de saturação. As atividades “centrais” fornecem um valor agregado bem mais forte, tanto que a necessidade de manter a competitividade portuária provoca a instalação de terminais fora da cidade.

(D) Transição – para a cidade e o “novo” porto, esta etapa intermediária se define pela gestão da transição; os projetos urbanos e as conexões dos novos terminais são onerosos para o poder público. (E) Reordenamento e concentração – a cidade é “alimentada” à distância por um terminal cuja única vocação é a de concentrar os fluxos (por exemplo, um porto concentrador), tanto que ela acaba por estabelecer uma nova centralidade sobre os espaços abandonados e obsoletos, antes ocupados pelo porto.

Figura 3 - Evolução contemporânea da trajetória de simbiose da relação porto–cidade

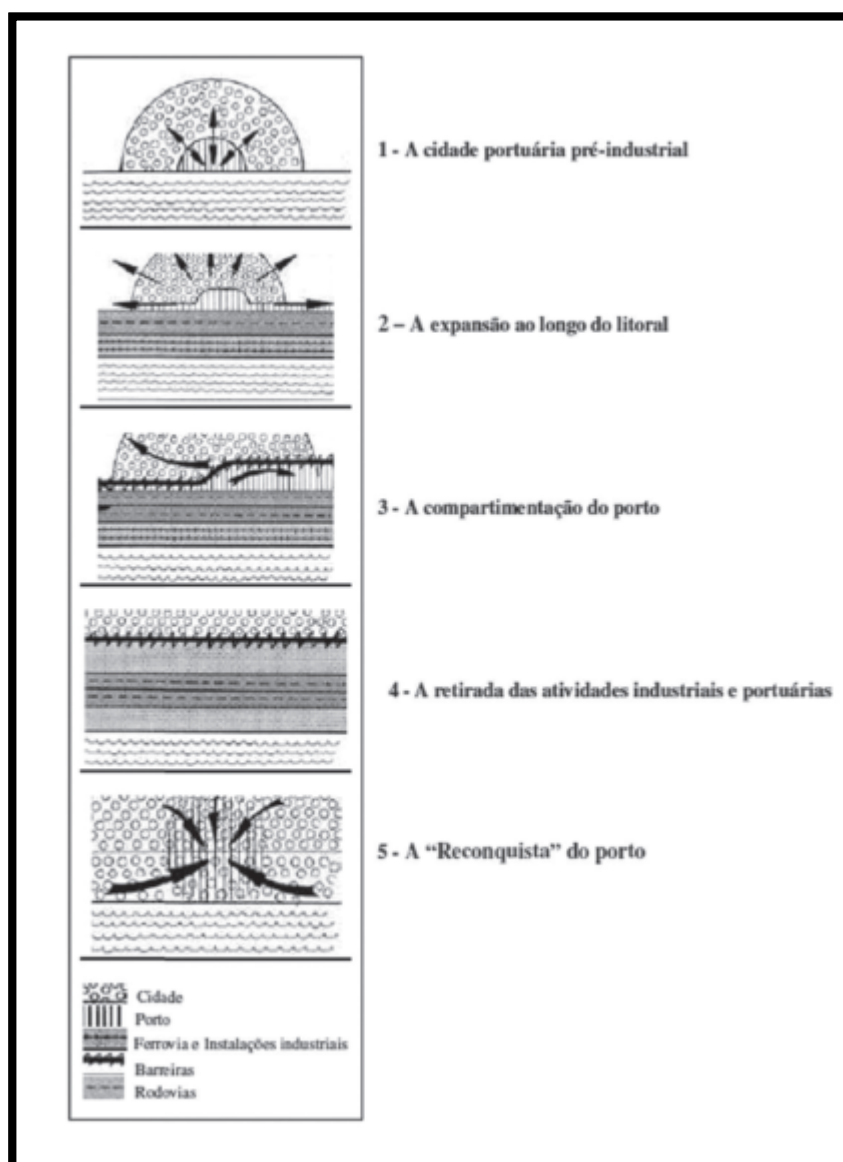


Fonte: Ducruet (2005). Organizado por: Ronaldo dos S. Ornelas.

2.2.4 Gravari-Barbas - 1996

O modelo proposto por Gravari-Barbas (apud HENRY, 2006), em 1996, mostra a evolução da interface porto–cidade a partir da fase pré-industrial, revelando as fases de separação e aproximação entre porto e cidade, conforme a (**Figura 4**).

Figura 4 - Evolução da interface porto/cidade segundo Gravari-Barbas



Fonte: HENRY, M. (2006). Organizado por Ronaldo dos S. Ornelas.

Observando-se o modelo de Gravari-Barbas, de cima para baixo, tem-se que: o desenho de número 1 mostra o desenvolvimento da cidade ao redor do porto. Nessa fase há uma estreita articulação entre porto e cidade. A representação seguinte (2) remete ao desenvolvimento das instalações portuárias e industriais ao longo da frente marítima e a presença de linhas férreas e de estradas entre a cidade e o porto.

Nas duas representações que se seguem (3 e 4) observam-se, respectivamente, a compartimentação do porto e o deslocamento das atividades industriais e portuárias. Nesse caso, ocorre um desenvolvimento centrífugo da cidade portuária; as autoestradas de grande velocidade e as novas barreiras dividem o espaço portuário. O porto se desloca na direção do caminho seguido pelas indústrias.

As autoestradas e outras barreiras persistem sobre o front d'água; parcelas do espaço onde se concentram estruturas portuárias obsoletas são abandonadas, denominadas pelo autor de NO MAN'S LANDS (destaque do autor). Por fim, o desenho de número 5 representa a instalação de funções terciárias que se instalam sobre os cais desabitados e abandonados; a cidade centra-se novamente sobre o front d'água – é a “reconquista do porto”.

2.2.5 A modernização portuária

Com o rápido desenvolvimento do comércio exterior em todo o mundo, as cidades portuárias desempenham um importante papel no comércio exterior. Portanto, acelerar o seu desenvolvimento e reconstrução é imperativo e o desenvolvimento da economia portuária para revitalizar a cidade portuária e sua área subordinada de particular importância (ZHUAN,2011).

Segundo Duan Zhua (2011) O porto moderno é o maior e mais importante ponto de partida de vários transportes. Porto competitividade deve ser reforçada das seguintes formas. Primeiro de tudo, desenvolvimento logístico moderno deve ser estratégico para melhorar a competitividade internacional do porto gradualmente. O desenvolvimento de logística portuária requer disposição e construção razoável e científica e, portanto, grande atenção deve ser dada à construção da rede integrada de transporte ferroviário, rodoviário, hidroviário e de aviação e melhoria do seu serviço e informação devem ser prioridades.

A utilização da capacidade de passagem portuária é a base mais importante para confirmar o calendário de desenvolvimento. A capacidade de passagem do porto refere-se à quantidade máxima de carga que pode ser completada dentro de determinado prazo, sob certas condições de equipamentos, por meio de processo adequado e técnicas de manuseio de carga.

Com o rápido desenvolvimento da tecnologia científica, especialmente a entrada de tecnologia da informação em gestão de locais de contêiner cais, a capacidade de movimentação de carga do porto terminal é promovida grandemente. Não é razoável expandir a construção de portos, porque o desenvolvimento parece não ser mal, mas avaliar a capacidade portuária e subestimar seu desenvolvimento para atender às necessidades de transporte e aproveitar ao máximo a capacidade portuária.

3 OS PRINCIPAIS PORTOS NO BRASIL E NO MUNDO

Em meados do século XIX, o processo de difusão da Revolução Industrial, da Inglaterra para o continente europeu, abriu uma nova Era no processo histórico de expansão do capitalismo, e foi considerada por alguns autores a primeira mundialização. Politicamente, esse período se caracterizou pela afirmação dos Estados-nação, que formaram progressivamente um sistema interestatal internacional. No plano comercial, a época foi caracterizada por um grande dinamismo das trocas internacionais em função da especialização crescente das economias nacionais, que valorizavam cada vez mais suas vantagens relativas na produção de determinados bens.

A Divisão Internacional do Trabalho (DIT) deixou bastante claro essa especialização produtiva e comercial à medida que os países se concentravam na exportação de um elenco bastante limitado de bens. Nos países centrais esses bens eram, em geral, manufaturados — os famosos artigos de Paris franceses, o têxtil suíço, os produtos químicos da Alemanha. Nos países periféricos, a especialização em produtos primários ou pouco processados — borracha na Indochina, amendoim no Senegal ou café no Brasil — traduziam uma inserção desigual no sistema mundial em via de consolidação.

Os fluxos comerciais entre as nações cresceram muito. Em 1880, o comércio era responsável por 18% do PIB mundial contra 9% em 1850. Esse processo foi possibilitado pela diminuição das barreiras ao livre-comércio e pelo progresso sem precedentes dos transportes na segunda metade do século XIX. O transporte marítimo sofreu uma verdadeira revolução, que se traduziu concretamente pelo aumento da capacidade dos navios, por ganhos em velocidade e por uma diminuição significativa do custo do frete, contribuindo para o encurtamento relativo das distâncias para os homens, das mercadorias e das informações (Harvey, 1989).

Paralelamente, os portos das cidades inseridas no mundo industrial moderno foram reestruturados para acompanhar o movimento de modernização do transporte marítimo. No Brasil, a construção de portos modernos em Santos e no Rio de Janeiro ilustra claramente esse fenômeno. Os investimentos realizados em infraestrutura e equipamentos portuários se inscreveram numa dinâmica de modernização sistemática dos instrumentos técnicos suscetíveis de valorizar as vantagens comparativas da economia brasileira por intermédio da facilitação das operações de drenagem do interior para o litoral. Nas décadas seguintes, entretanto, guerras, conflitos, crises financeiras e recessão econômica resultaram na desaceleração da dinâmica do processo histórico de globalização.

Os governos dos países centrais adotaram medidas que restringiram os fluxos de pessoas e de mercadorias. Medidas protecionistas de todos os tipos — alfandegárias, fiscais, sanitárias — pretendiam proteger as economias que passaram a crescer e se desenvolverem dentro dos limites do território nacional. Em alguns países da periferia, como o Brasil, a estratégia de proteção do mercado interno associado a políticas de substituição das importações permitiu a transição do modelo primário-exportador para um modelo mais urbano-industrial.

Nos países centrais, as empresas se beneficiaram das proteções erguidas pelos governos para se consolidarem internamente por meio da inovação tecnológica e de investimentos na capacidade de produção que permitiram eliminar os concorrentes menos competitivos.

No que diz respeito aos sistemas de circulação, eles são também bastante centrados no território nacional. Grandes eixos de escoamento têm por função o transporte de grandes volumes de produtos padronizados e já valorizados entre unidades que produzem em larga escala e mercados que consomem em massa esses produtos.

É oportuno ressaltar que à produção e ao consumo em massa corresponde uma circulação também em massa. Nesses sistemas circulatórios os portos também apresentaram uma evolução radical pela perda, parcial ou total, de suas funções comerciais tradicionais que se traduziram, por exemplo, pela degradação das áreas portuárias, cuja representação é cada vez mais negativa na sociedade, devido tanto à sua associação sistemática aos problemas de insegurança, prostituição, engarrafamentos ou poluição ambiental quanto a estigmas e preconceitos.

Para que os portos, dentro da lógica dominante da competitividade, pudessem apresentar fatores de diferenciação em relação aos seus concorrentes, foram necessárias reformulações que objetivaram uma diminuição de custos operacionais, com ganhos de produtividade, e o processo de containerização, tido como fundamental para o alto investimento em equipamento fixo.

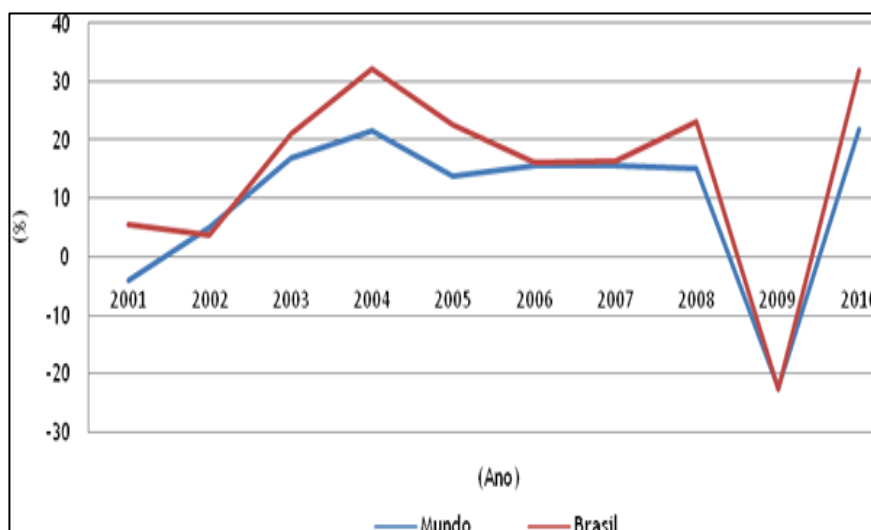
A importação de volumes crescentes de insumos por parte dos países industrializados ou em via de industrialização ampliou essa tendência. A necessidade de operar uma primeira transformação dos insumos atraíram alguns setores de base nos complexos portuários industriais que surgiram nas décadas de 1960 e 1970 na Itália, na França e no Japão.

No Brasil, investimentos de setores industriais pesados — siderurgia, metalurgia, petroquímica ou química de segunda geração — transformaram em poucos anos a Baixada Santista em um dos maiores centros industriais do hemisfério Sul. No sentido interior-litoral, a industrialização do ABC paulista trouxe imperativos novos em termos de fluidez do escoamento dos bens destinados ao mercado nacional — via cabotagem — e ao mercado externo.

A inserção de Santos e de outros portos nos circuitos da produção industrial transformou a cidade-porto em simples anexo ou prolongamento das linhas de montagem de tipo fordista (Cocco e Silva, 1999). O porto foi transformado em mero substrato físico que possibilitava um conjunto de operações industriais, de transporte e de distribuição. Em consequência disso, recursos foram aplicados na ampliação da capacidade operacional das instalações portuárias mesmo se, contraditoriamente, a baixa taxa de abertura da economia nacional limitasse os investimentos no setor, com consequente degradação rápida do equipamento portuário.

3.1 Os Principais Portos no Mundo

Gráfico 1- Taxa Anual de Crescimento, Exportações de Mercadorias, Brasil e Mundo, 2001-2010.



Fonte: ORGANISATION MONDIALE DU COMMERCE - OMC. Statistiques du commerce international 2011. Geneva, 2012. Disponível em:

http://www.wto.org/french/res_f/statis_f/its2011_f/its11_toc_f.htm

Nas novas condições de incremento da produção e circulação de mercadorias, exemplificadas por números na tabela, os dispositivos logísticos adquirem uma posição central já que articulam e integram — fisicamente, internamente e externamente — os espaços da produção e do consumo. As redes ultrapassam a dimensão de transporte típica da era industrial, pois integram uma mesma esfera de circulação e produção multilocalizada — montagem, transporte e distribuição final —, tornando a circulação produtiva.

As estruturas elementares e a morfo-dinâmica dos portos em sua face clássica - carregamento e descarregamento de mercadorias através de guindastes e empilhadeiras, sofreu uma reformulação a partir da década de 1970, com a ampliação dos espaços da globalização. Por conseguinte, os portos ganharam novos dispositivos técnicos e assim ampliaram suas funcionalidades com equipamentos e métodos de operações específicos para determinadas cargas, como a utilização de pallets, roll-on-roll-off, contêineres e outros.

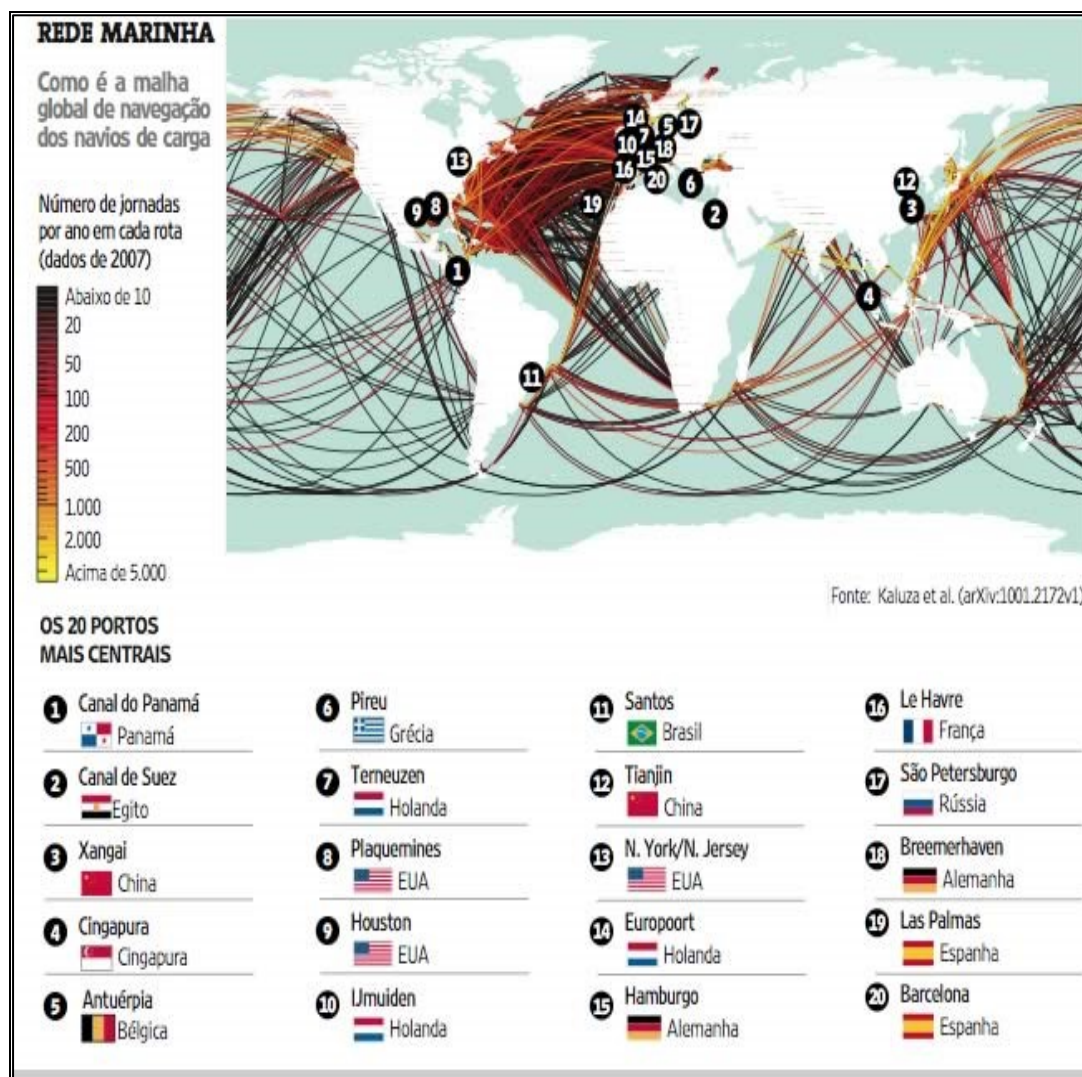
Com o crescimento da movimentação de cargas em contêineres nas últimas décadas, houve a necessidade de contratação de mão de obra especializada e pessoal qualificado para as diversas operações portuárias automatizadas, obrigando os gestores dos portos a realizarem investimentos em formação e treinamento contínuo de mão-de-obra qualificada.

O sistema portuário mundial das grandes circulações de mercadorias está subdividido em três vertentes básicas: Europa, América do Norte e Ásia. Fora desse circuito, que abrange os mais prósperos mercados do globo, situam-se os portos de América Latina, África e Oceania, os quais não se beneficiam das grandes rotas mercantes internacionais. Segundo a United Nations Commerce Trade And Development (UNCTAD, 2012), no coração dos sistemas logísticos, o transporte marítimo é responsável pelo escoamento de cerca de doze bilhões de toneladas, o que representa aproximadamente 84% das trocas internacionais (em volume) e ilustraria uma maritimização da economia mundial.

Frémont (2005) destaca que o recurso às Novas Tecnologias da Comunicação e da Informação (NTIC), ao contêiner e aos navios gigantes permitiu ganhos de escala, agilidade na articulação dos componentes das redes de circulação e, conseqüentemente, diminuição dos custos. Com o aumento das trocas comerciais das últimas décadas, em que pese a crise econômica mundial de 2008-2009, novos atores e novas estratégias geoeconômicas de competição de mercado do setor portuário e marítimo surgiram. Para que essas trocas comerciais fossem mais eficientes e dinâmicas, diversas cidades passaram por grandes reformulações estruturais.

A **figura 5** abaixo mostra que nas últimas três décadas do século XX ocorreu uma multiplicação da quantidade de portos relevantes no mundo, em sua maioria concentrados justamente no hemisfério norte, com um volume significativo em três pontos específicos: América do Norte; Europa Ocidental e Sudeste Asiático. O Brasil nesse contexto apresentou uma tímida evolução, com destaque para os portos da região Sudeste, notadamente o porto de Santos (SP).

Figura 5 - Tipologia dos fluxos no mundo (2004)



Fonte: <http://www.ogmoitajai.com.br/porta/mapas/> Acesso: 2019

O transporte de mercadorias pelo mar evoluiu ao longo dos séculos, em busca de novas formas e meios que suprissem as necessidades do comércio mundial. Para Curcino (2007), uma evolução importante foi a troca do acondicionamento da mercadoria, que até então era ensacada e passou a ser containerizada e paletizada. Isto porque o transporte de mercadorias em maior volume e em um único recipiente impulsionou a capacidade técnica de construir navios maiores e mais eficientes, bem como estruturas portuárias adequadas à manipulação dessas mercadorias, processo observado claramente no porto de Shanghai (**Gráfico 2**).

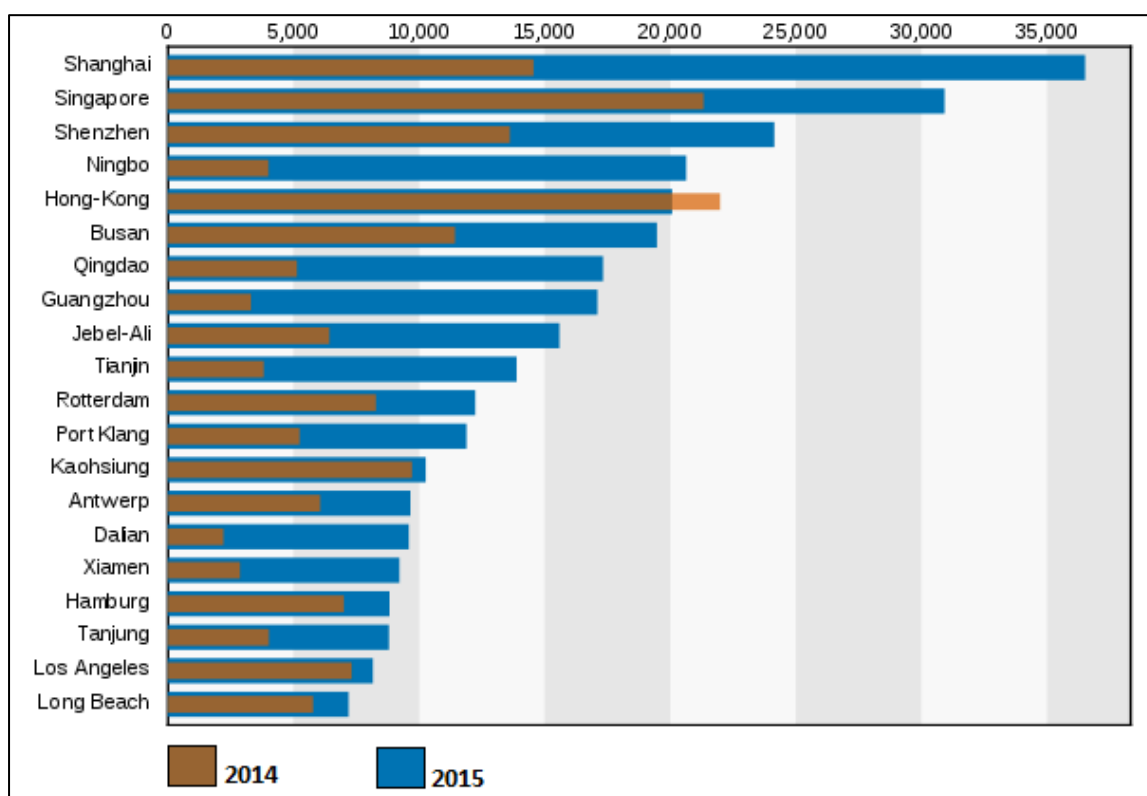
Tabela 1- Tráfego de Contêineres (em mil TEUs)

	Porta	País	Região	Localização	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
1	Xangai	China 	Ásia leste	Delta do Yangtze	40.230	37.133	36.537	35.268	33.617	32.529	31,7
2	Cingapura	Cingapura 	Sudeste Asiático	Estreito de Malaca	33.670	30.904	30.922	33.869	32,24	31.649	29,937
3	Shenzhen	China 	Ásia leste	Delta do Rio das Pérolas	25,21	23.979	24,204	23,798	23.280	22.940	22.570
4	Ningbo- Zhoushan	China 	Ásia leste	Delta do Yangtze	24,61	21,56	20,62	19,45	17.351	16.670	14,686
5	Busan	Coreia do Sul 	Ásia leste	Estreito coreano	21.400	19.850	19,469	18,423	17,69	17,046	16.185
6	Hong Kong	Hong Kong 	Ásia leste	Delta do Rio das Pérolas	20,76	19.813	20,073	22.374	22,352	23,117	24,384
7	Cantão	China 	Ásia leste	Delta do Rio das Pérolas	20,37	18.858	17.625	16,16	15.309	14.744	14.400
8	Qingdao	China 	Ásia leste	Mar Amarelo	18.260	18,01	17,51	16.624	15,52	14.503	13,02
9	Dubai	Emirados Árabes Unidos 	Ásia Ocidental	Península Arábica	15,44	14.772	15 592	14,75	13,641	13,27	13.000
10	Tianjin	China 	Ásia leste	Mar Amarelo	15,21	14,49	14,09	14,05	13,01	12.300	11.500
11	Rotterdam	Países Baixos 	Norte da Europa	Mar do Norte	13.600	12,385	12.235	12.453	11,621	11.866	11,877
12	Porto Klang	Malásia 	Sudeste Asiático	Estreito de Malaca	12,06	13.170	11.887	10,736	10.350	10.000	9,604
13	Antuérpia	Bélgica 	Norte da Europa	Mar do Norte	10,45	10,037	9,654	9,136	8,578	8,635	8,664
14	Xiamen	China 	Ásia leste	Estreito de Taiwan	10,38	9,614	9.183	8,572	8,01	7.202	6,461

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_busiest_container_ports 2017 .ADAPTADO

O **gráfico 2** mostra uma evolução sistemática dos 4 principais portos do mundo, com alguma queda nos últimos anos do porto de Hong Kong. Outro aspecto demonstrado no gráfico 1 é que houve uma queda nos fluxos de mercadorias em praticamente todos os portos apresentados, fato que se confirmará a seguir na análise dos portos latino-americanos, resultado da crise financeira vivenciada entre os anos de 2008-2009.

Gráfico 2 - Tráfego de Contêineres (em mil TEUs) nos Principais Portos do Mundo



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_busiest_container_ports2015. ADAPTADO

Muitos dos principais portos do mundo, em que pese crises e diminuições de exportações, apresentaram crescimentos superiores a 200% em 10 anos (2003-2012), com destaque para Ningbo (565%) e Guangzhou (534%) ambos na China (Tabela 1), resultado de pesados investimentos na melhoria do sistema técnico e aparelhamento desses portos (Wang; Ng ; Olivier, 2004; Ducruet, 2004; Cullinane; Teng; Wang, 2005). Para atingir estas condições, as cidades citadas passaram por uma grande mudança estrutural na reformulação do sistema portuário e na dinâmica urbana e econômica de seus espaços urbanos (Ducruet, 2005).

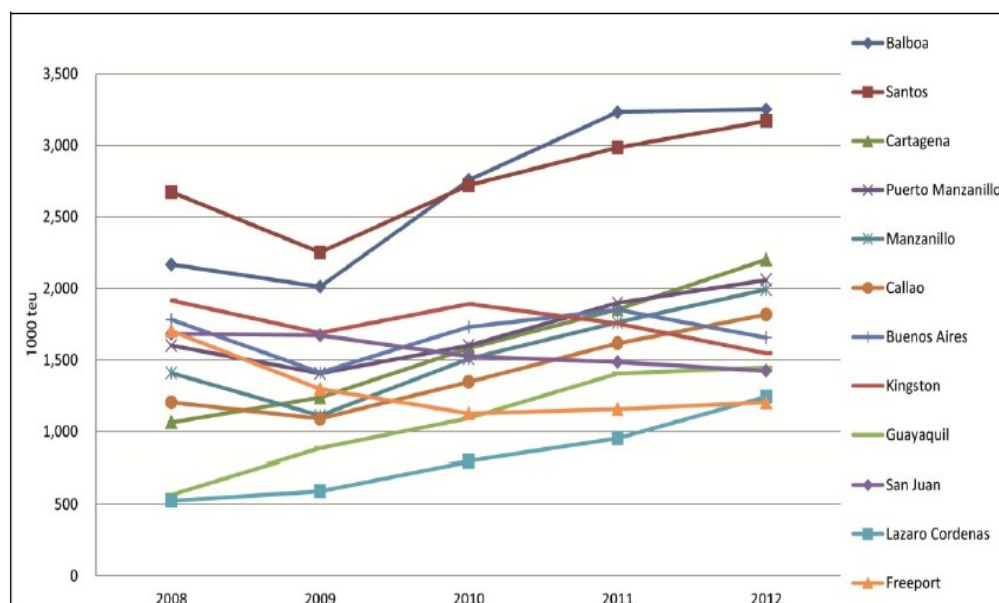
Tabela 2- Ranking do crescimento dos 20 Principais Portos (2003-2012, milhões ton.)

Ranking	Porto	2003	2012	Percentual de crescimento (2012/2003)	País
1	Ningbo	2.772	15.670	565%	China
2	Guangzhou	2.762	14.743	534%	China
3	Dalian	1.67	8.060	483%	China
4	Tianjin	3.015	12.300	408%	China
5	Qingdao	4.239	14.503	342%	China
6	Xiamen	2.331	7.201	309%	China
7	Shanghai	11.283	32.529	288%	China
8	Dubai	5.152	13.270	258%	Emirados Árabes
9	Tanjung Pelepas	3.487	7.700	221%	Malásia
10	Shenzhen	10.615	22.940	216%	China
11	Port Klang	4.841	10.000	207%	Malásia
12	Tanjung Priok	3.137	6.200	198%	Indonésia
13	Singapore	18.100	31.649	175%	Singapore
14	Rotterdam	7.107	11.865	167%	Países Baixos
15	Busan	10.408	17.046	164%	Coreia do Sul
16	Antwerp	5.441	8.633	159%	Bélgica
17	Hamburg	6.138	8.863	144%	Alemanha
18	Hong Kong	20.449	23.117	113%	China
19	Los Angeles	7.179	8.077	113%	EUA
20	Kaohsiung	8.840	9.781	111%	China
Total Seleccionados		138.966	284.147	204%	
Média Seleccionados no mundo (%)		46,40%	47,20%		
Total no mundo		299.280	601.772	201%	

Fonte: Adaptado de International Association of Ports and Harbors (<http://www.iaphworldports.org>); UNCTAD (2013) Ano XII Volume XIII N° 25 Julho/Dezembro 2016 Rio de Janeiro www.revistaintellecator.cenegri.org.br

Entre os 10 principais portos do mundo no quesito crescimento (**Tabela 2**), nenhum europeu aparece, ao passo que entre os 13 primeiros apenas 01 não é asiático, o que demonstra a força dos portos daquele continente. É evidente a importância do setor portuário na mobilidade de produtos de diversas partes dos continentes, visto que os custos e as facilidades desse meio de transporte são considerados valores significativos por parte de seus usuários. Isso aumenta a expectativa de que o transporte portuário venha a ser mais e mais objeto de robustos investimentos. Neste atinente, o Brasil ainda está na contramão, pois tem deixado de investir na estratégica reestruturação de sua configuração portuária, que ainda é extremamente precária. Em toda a América Latina, apenas o porto de Santos, no Brasil, aparece entre os mais relevantes (**Gráfico 3**).

Gráfico 3 - Movimentação dos principais portos da América Latina (2008-2012, milhões ton.)



Fonte: <http://data.worldbank.org/indicator/IS.SHP.GOOD.TU/countries?page=5&display=map>
 Ano XII Volume XIII N° 25 Julho/Dezembro 2016 Rio de Janeiro www.revistaintellector.cenegri.org.br

O **gráfico 3** apresenta um universo temporal mais reduzido em relação ao gráfico anterior, mas ainda assim é possível constatar que a crise de 2008 afetou o comércio marítimo da América Latina também. A falta de mudanças estratégicas no padrão técnico-logístico, associado à logística dos grandes navios contêineres no sentido Leste-Oeste, já mencionado, diminuíram a importância e capacidade de fluxos internacionais dos portos latino-americanos, dentre eles, os do Brasil.

Este país possui uma costa de 8,5 mil quilômetros navegáveis, movimentando anualmente cerca de 700 milhões de toneladas das mais diversas mercadorias. Do total de suas exportações, mais de 90% é realizada por via fluvio-marítima (SECRETARIA DOS PORTOS, 2019). A grande importância dos portos brasileiros, analisados de maneira acurada a seguir, está associada a fatores como extenso litoral e proximidade com os grandes mercados internacionais. Mas, além disso, o surgimento de diversos portos no seu litoral também está diretamente relacionado com a ocupação e ao povoamento do território.

3.2 Os Principais Portos Brasileiros

No Brasil, existem 34 principais portos públicos (**figura 5**) entre marítimos e fluviais. Desse total, 16 são delegados, concedidos ou têm sua operação autorizada à administração por parte dos governos estaduais e municipais. Há também 62 portos secos em funcionamento em diversos Estados, situados em zona secundária, onde são executadas operações de movimentação, armazenamento e despacho de mercadorias e de bagagem sobre o controle aduaneiro. Existem ainda 42 terminais de uso privativo, além de três complexos portuários que operam sob a concessão da iniciativa privada. Os outros 18 marítimos são administrados diretamente pelas Companhias Docas, sociedades de economia mista, que têm como acionista majoritário o Governo Federal do Brasil.

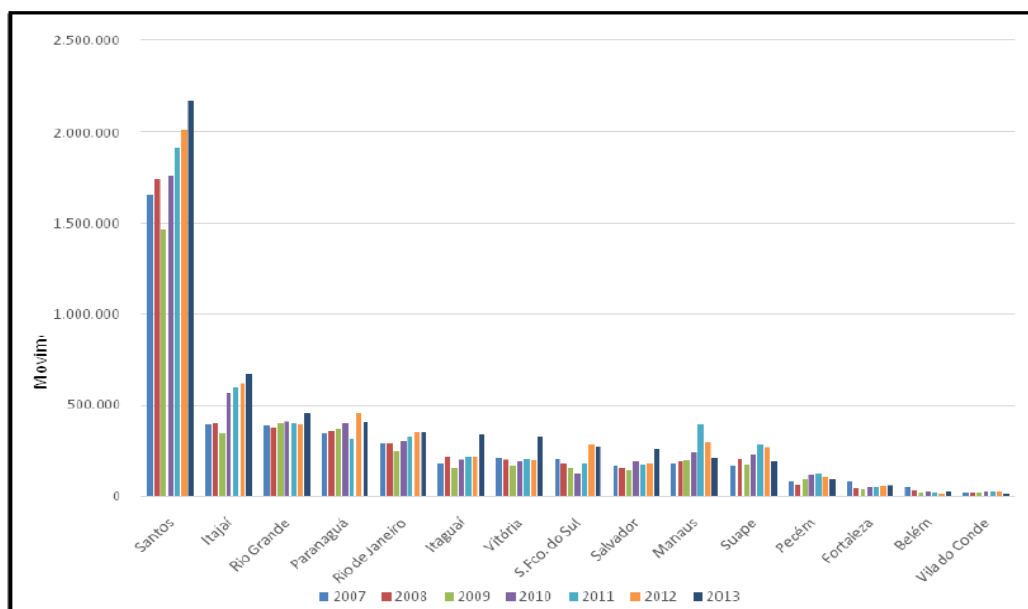
Figura 5- Principais portos brasileiros



Fonte: <http://www.newsea.com.br/informacoes-uteis/portos-brasileiros>. 2013

A **figura 5** nos mostra que boa parte dos portos do Brasil localizam-se no centro-sul. Isto ocorre porque aí está concentrada a produção de mercadorias do país. A **figura 5** mostra-nos também que portos interiores são apenas 2 e que ambos estão na região amazônica: portos de Manaus e de Santarém, cujo tipo de movimentação é mais voltado para cabotagem 10.

Gráfico 4- Movimentação de contêineres dos principais portos brasileiros (2007-2013)

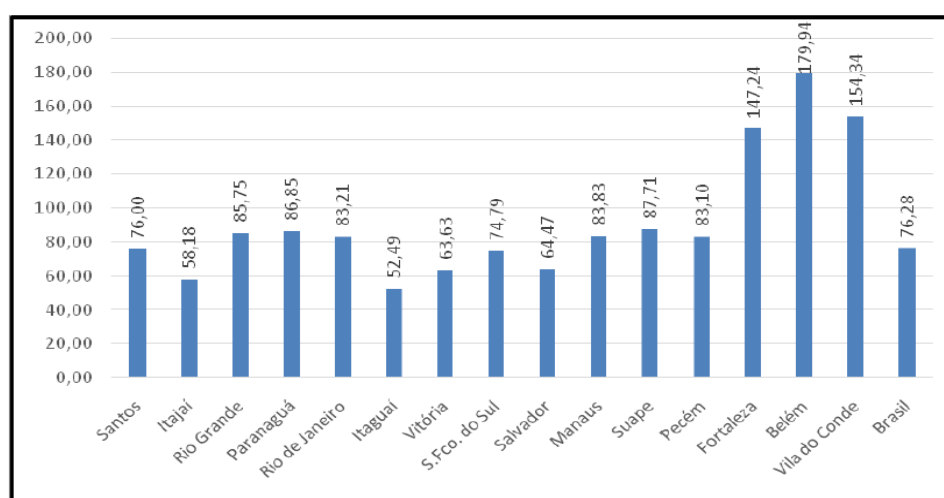


Fonte: <http://www.abratec-terminais.org.br/estatisticas>. Elaboração: G.V. Silva (2015)

Ano XII Volume XIII N° 25 Julho/Dezembro 2016 Rio de Janeiro www.revistaintellelector.cenegri.org.br

Mesmo sendo o Porto de Santos o mais relevante no conjunto nacional, quando avaliamos o percentual de crescimento nos últimos anos, dois portos amazônicos, de Belém e de Vila do Conde, ambos no Pará, foram os mais virtuosos no período exposto, em razão da alta no preço das *commodities* por eles exportadas (Gráfico 5).

Gráfico 5- Percentual de Crescimento dos principais portos do Brasil (1997-2013)



Fonte: <http://www.abratec-terminais.org.br/estatisticas>. Elaboração: G.V. Silva (2015)

Ano XII Volume XIII N° 25 Julho/Dezembro 2016 Rio de Janeiro www.revistaintellelector.cenegri.org.br

O Brasil enfrenta grandes dificuldades em seu sistema portuário, objeto da próxima seção deste texto. O IPEA (2009) afirma que o acesso terrestre, as infraestruturas, as necessidades de construção, a ampliação e a manutenção de áreas portuárias, além da dificuldade na dragagem, são alguns dos principais desafios a serem superados.

4 FATORES QUE INFLUENCIAM A INTERAÇÃO PORTO CIDADE

4.1 Características das cidades portuárias

4.1.1 Logística

As questões administrativas e institucionais são vistas historicamente como “enclaves” para o desenvolvimento da logística portuária brasileira. Campos Neto (2009) faz referência aos investimentos realizados no setor terrestre, apontando que a falta de vias de acesso e de investimentos em infraestrutura aumentam o custeio dos preços dos fretes, comprometendo diversos produtos, principalmente os perecíveis e prejudicando, com isso, a competitividade dos portos. Para este autor, um dos maiores déficits em investimentos no setor dos transportes do país está justamente na estrutura portuária.

4.1.2 Acesso Terrestre

O acesso terrestre é uma das maiores demandas identificadas, apresentando grandes problemas no que diz respeito à quantificação, isto é, aos dispositivos relativos a valores de investimentos e ao número de obras. A dispersão da malha rodoviária brasileira é um agravante, visto que é pôr questões administrativas e institucionais são vistas historicamente como “enclaves” para o desenvolvimento da logística portuária brasileira.

Ainda conforme Campos Neto (2009), a falta de vias de acesso eficientes eleva o preço dos fretes, compromete as cargas perecíveis e prejudica a competitividade dos portos. No Brasil, a falta de uma malha ferroviária ampla que permita o transporte das cargas de suas origens até os portos – ou deles aos seus destinos – já é, em si, um fator de elevação dos custos do transporte portuário. Essas vias são de extrema importância para o acesso aos diversos portos do país; sem elas é quase impossível o embarque e o desembarque de milhares de toneladas de cargas em todo o país. Os maiores problemas da logística portuária são de sinalização, implantação de um sistema de segurança, saneamento e eletrificação, conforme constatado em matéria da Revista Exame (2008).

4.1.3 Obras de Infraestrutura e Manutenção Portuária

A dragagem e os derrocamentos são problemas mais graves enfrentados pelo sistema portuário brasileiro, estando relacionados à profundidade dos canais de acesso, aos berços e às baías de evolução. A dragagem é essencial para o atracamento de diversos navios de grande porte, pois possibilita o aumento do potencial comercial dos portos. É comum na época de safras, por exemplo, que se formem filas de caminhões nos principais portos do Brasil por falta de estrutura de descarga dos produtos.

A falta de dragagem faz com que navios maiores sejam impedidos de atracar ou de serem carregados com a capacidade máxima. Assim, o transporte dos produtos brasileiros é feito em navios de menor porte, diminuindo o ganho de escala e aumentando o preço final do produto na destinação final. O cenário de investimentos não é favorável.

O governo federal destinou apenas R\$ 3,5 bilhões entre 2000 e 2010, o que, em média, representou R\$ 320 milhões por ano, não ultrapassando sequer 11% ao ano o investimento em infraestrutura de transporte. Com a escassez de recursos, os portos se depreciam e perdem eficiência rapidamente. Segundo o Plano CNT de Transporte e Logística (2011) são necessários, em obras prioritárias e urgentes, cerca de R\$ 5,7 bilhões (CNT, 2011).

4.1.4 Preços e Tarifas

Outro ponto relevante são os preços dos produtos. Embora possuam vantagens comparativas no custo de produção dos bens e maior produtividade que muitos concorrentes internacionais, principalmente para *commodities* (ferro, soja, milho), os preços cobrados pelos produtos brasileiros ainda são considerados elevados no cenário internacional. Em razão dos motivos acima expostos, o Brasil precisará investir pesadamente em sua estrutura portuária para ganhar competitividade do cenário internacional.

4.1.5 Geografia e Localização Portuária

Grande parte das atividades portuárias tem sido instalada além do espaço urbano, e as antigas instalações portuárias situadas no centro das cidades têm sido progressivamente abandonadas, pois se tornaram obsoletas frente aos progressos técnicos pelos quais passam a navegação marítima e, por conseguinte, os portos, principalmente nas últimas décadas. Diante disso, os espaços situados na interface da cidade e do porto “constituem, frequentemente, uma verdadeira fratura no seio das cidades portuárias” (BOUBACHA, 1997, p.70).

Ressaltamos, porém, que a dissociação espacial entre porto e cidade não se traduz automaticamente em uma retirada generalizada das funções portuárias para fora da cidade. Apesar da deslocalização de parte significativa dos equipamentos portuários para novos lugares, afirma Boubacha (ibidem, p.70), “o setor terciário se mantém, frequentemente, na interface tradicional, já que requer um entorno econômico urbano, como o setor bancário e os seguros”.

Seassaro (1999), analisando o sistema portuário italiano, destaca que “desde a industrialização, porto e cidade constituem entidades mais e mais separadas, do ponto de vista físico, econômico e gerencial”. A autora alerta, no mesmo estudo, que, atualmente, as relações entre porto e cidade estão registrando mudanças significativas, não essencialmente melhores.

4.1.6 Impactos Ambientais

Ocupando uma posição estratégica no comércio mundial, os portos tornaram-se a principal ligação entre o comércio marítimo e o terrestre. Embora se reconheça a importância dos portos para o transporte e o desenvolvimento econômico dos países, sabe-se que a atividade portuária pode gerar significativos impactos ambientais.

Esses impactos são decorrentes das atividades de dragagem, da movimentação de cargas e descargas, da geração de resíduos industriais, da movimentação contínua dos navios (DARBRA et al., 2004). Dentre os impactos gerados, destacam-se aqueles relacionados à qualidade da água e dos sedimentos que tendem a trazer consequências não somente para a área portuária, mas também afetam o meio ambiente e a saúde da população que vive em áreas próximas ao porto.

Desse modo, fatores como o elevado número de riscos ambientais a que a atividade portuária está exposta, a variedade de cargas, a localização dos portos e os diversos interesses atuantes têm tornado a gestão ambiental portuária uma tarefa complexa que demanda por uma gestão eficaz (ANTÃO et al., 2016). Para isso, torna-se necessário identificar os aspectos que podem gerar impactos ambientais, considerando que cada porto realiza determinadas atividades (PUIG et al., 2015).

Dentre os motivos mais relevantes abordados por Puig et al., (2015) para a identificação dos aspectos ambientais, está a necessidade de as autoridades portuárias atenderem à legislação e aos regulamentos a elas vigentes e o desenvolvimento de programas de melhoria contínua da qualidade ambiental, sendo este último um processo indispensável para a obtenção e retenção das licenças de operação. Frente a essa demanda, os indicadores ambientais tornaram-se um meio estratégico para auxiliar a gestão interna das questões ambientais, uma vez que permitem monitorar o desempenho, contribuindo assim para controlar os custos operacionais, monitorar o progresso e tendências ao longo do tempo, avaliar a eficácia das políticas implementadas (PUIG

et al., 2014), apoiar a gestão, fortalecer a tomada de decisão (SAENGSPAVANICH et al. 2009) e verificar o atendimento das políticas e estratégias (ANTÃO et al., 2016).

No entanto, a literatura aponta que não há um padrão de indicadores definidos para auxiliar a gestão portuária (ANTÃO et al., 2016). Apesar de algumas normas ambientais estabelecerem e sugerirem alguns aspectos relevantes, deve-se levar em consideração que cada contexto é único, cada organização possui características e particularidades distintas que devem ser levadas em consideração na identificação dos aspectos ambientais para fins gerenciais. Desse modo, a tarefa de seleção desses aspectos e a construção dos indicadores podem ser complicadas para muitos gestores portuários (PUIG et al., 2015).

5 MÉTODOS PARA TOMADA DE DECISÃO

5.1 Processo de Tomada de Decisão

A tomada de decisão é inerente ao indivíduo, o mesmo faz se o ato constantemente muitas vezes até involuntariamente, seja em âmbito pessoal ou profissional o ser humano está passivo a fazer escolhas diariamente. A dificuldade está em executar uma determinada escolha em meio a um grau de complexidade em prol de um determinado objetivo logo, essa decisão desencadeará uma série de ações e consequências sejam elas positivas ou negativas.

A complexidade de uma determinada ação nos exige uma aprimorada análise prévia sobre critérios e possibilidades em resultado consequente da ação anteriormente adotada, daí vem a necessidade de uma análise criteriosa para, através de planejamento e métodos para evitar o máximo possível graves consequências de uma decisão falha.

Segundo MARINS e col. (2009) o processo de decisão em ambiente complexo dificulta a tomada de decisão, pois pode envolver dados imprecisos ou incompletos, múltiplos critérios e inúmeros agentes de decisão. Além disso, os problemas de decisão podem também ter vários objetivos, que acabam sendo conflitantes entre si.

A tomada de decisão deve buscar uma opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou o melhor acordo entre as expectativas do decisor, considerando a relação entre os elementos. Podemos então, definir a decisão como um processo de análise e escolha entre várias alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deverá seguir.

Os métodos multicritérios agregam um valor significativo na tomada de decisão, na medida em que não somente permitem a abordagem de problemas considerados complexos e, por isto mesmo, não tratáveis pelos procedimentos intuitivo-empíricos usuais, mas também conferem, ao processo de tomada de decisão uma clareza e consequentemente transparência não disponíveis quando esses procedimentos, ou outros métodos de natureza monocritérios, são utilizados.

5.2 Métodos de Análise Multicritério - ADMC

De acordo com AZEREDO (2016) para levar em consideração esses outros fatores relevantes a uma tomada de decisão, foram desenvolvidos os métodos das análises de decisão multicritérios (ADMC) ou Multicritério decision analysis (MCDA) na sigla em inglês. A ADMC pode ser definida como um conjunto de métodos de apoio à tomada de decisões em que dois ou mais critérios são considerados simultaneamente e de forma explícita.

Esse tipo de análise é apropriado para questões envolvendo múltiplas decisões encadeadas (muito estratificadas) ou a participação de profissionais de múltiplas áreas (multidisciplinares). ADMC é especialmente relevante quando os diferentes pontos de vista sobre uma determinada decisão conduzem a resultados conflitantes.

5.2.1 Características principais de uma ADMC

1. considera a influência de dois ou mais critérios simultaneamente para uma decisão;
2. considera a perspectiva de mais de uma área do conhecimento ou especialidade;
3. apresenta de forma explícita os critérios sendo considerados (éticos, ambientais, sociais, econômicos, entre outros);
4. possui transparência nos critérios e métodos utilizados;
5. possui reprodutibilidade.

A ADMC teve seu início na década de 1960, associada ao desenvolvimento da teoria dos jogos na área da economia. Suas aplicações iniciais não foram no setor saúde, mas sim em áreas como engenharia e indústria. O ingresso da ADMC no setor saúde vem ocorrendo de forma gradual e intensificou-se nos últimos anos. Em 2016, a agência europeia de Medicamentos (EMA) e o instituto internacional para pesquisa em farmacoeconomia e desfechos (ISPOR) recomendaram a ADMC para apoio à tomada de decisões em saúde, em especial para decisões de risco-benefício relacionado a medicamentos.

O **quadro 2** apresenta as principais indicações e exemplos:

Quadro 2 - Tipos de Decisão

Tipo de decisão	Critérios envolvidos na decisão	Exemplos de quem toma esse tipo de decisão
Avaliação de risco-benefício (ARB)	Diferentes aspectos dos riscos e dos benefícios associados ao uso de uma intervenção em saúde	Agências reguladoras do setor saúde
Avaliação de tecnologias em saúde (ATS)	Efetividade Segurança/Carga de doença /Gravidade da doença /Custo e Custo- efetividade: não há unanimidade quanto a serem usados como critérios em uma ADMC	Organizações de avaliação de tecnologias da saúde, como o NICE no Reino Unido ou o PBAC na Austrália
Análise de decisão de portfólio (ADP)	A probabilidade de sucesso e a lucratividade projetada de diferentes alternativas de investimentos	Indústria farmacêutica e de dispositivos para a saúde
Padronização de priorização por contexto	Efetividade/ Necessidades ainda não atendidas/ Equidade/ Metas governamentais	Gestores locais do orçamento em saúde /Planos de saúde privados
Tomada de decisão compartilhada (TDC)	Efeito na expectativa de vida /Qualidade de vida/Efeitos colaterais/ Processo de atendimento	Médicos e pacientes discutindo conjuntamente alternativas terapêuticas
Priorização do acesso dos pacientes aos cuidados em saúde	Diversas medidas das necessidades dos pacientes e sua capacidade de resultar em benefícios para os pacientes	Gestores de leitos ou de recursos do sistema de saúde, como órgãos para transplante.

Fonte: 2016 Adaptado, Autor

5.3 Métodos Para Executar uma ADMC

Como toda técnica de surgimento recente, a ADMC ainda está em fase de maturação e consolidação metodológica. Não existe um método universalmente aceito para se realizar esse tipo de estudo. Alguns autores propõe o uso de algoritmos sofisticados para a análise de decisão para identificar as melhores alternativas, enquanto outros propõe apenas o uso da estrutura de um relatório que torne explícitos os critérios usados na deliberação e seleção de uma alternativa.

Em linhas gerais, o processo é composto de 4 etapas (veja em detalhes no quadro 2):

- Estruturação do problema
- Captura de evidências
- Modelagem ADMC
- Deliberação

Veja abaixo as características de cada uma dessas etapas:

5.3.1 Estruturação do problema

Na estruturação do problema, realiza-se o levantamento das seguintes informações relevantes:

- quantas e quais são as alternativas para a solução de um determinado problema;
- quais os problemas a serem resolvidos;
- definição de objetivos a serem atingidos;
- quais as incertezas e restrições relacionadas a cada uma das alternativas.

5.3.2 Captura de Evidências

Sem dúvida essa é a etapa mais trabalhosa da realização de uma ADMC. Para cada um dos critérios definidos, deverá ser realizada uma busca de evidências válidas e com elevado grau de confiabilidade. Isso poderá incluir uma quantidade volumosa de subestudos, por exemplo:

Para o critério efetividade: identificar ou realizar uma revisão sistemática da literatura;

Para o critério econômico: identificar ou realizar um estudo de análise de decisão e custo-efetividade aplicável para a população-alvo;

Para o critério preferências e prioridades da sociedade, poderão ser necessárias audiências com representantes da sociedade civil organizada ou a realização de inquéritos;

Para o critério “priorização segundo recomendação de especialistas”, poderão ser necessários inquéritos e discussões com sociedades de especialidades ou com grupos de especialistas.

E assim sucessivamente para os diferentes critérios adotados na análise. Tende a ser uma etapa bastante laboriosa, considerando que as informações necessárias devem possuir validade externa para o contexto no qual a decisão será tomada, e isso pode requerer a realização de estudos originais.

5.3.3 Modelagem para ADMC

Definidos os critérios e obtidas as evidências adequadas para embasar cada critério, é chegado o momento de integrar as informações em um modelo matemático que atribua pesos relativos a cada um dos critérios.

A atribuição de pesos é uma tarefa complexa e possui um importante componente subjetivo. Por exemplo, a atribuição de um peso muito alto para um critério menos científico, como preferências da sociedade ou de especialistas, pode deixar de lado importantes critérios técnicos, como alocação de recursos financeiros e a comprovação de efetividade. Por outro lado, a atribuição de pesos excessivamente elevados para critérios técnicos acaba por suprimir o efeito de critérios como preferências dos pacientes, ou da sociedade, praticamente correspondendo a um estudo técnico não-ADMC.

5.3.4 Deliberação

Essa etapa consiste em uma interpretação crítica e contextualizada dos resultados fornecidos pelo modelo de ADMC. Também é nessa etapa que são realizadas e apresentadas análises de sensibilidade para os valores imputados aos diferentes critérios bem como para os pesos atribuídos.

Quadro 3 - Etapas na realização de uma ADMC

Etapas	Subetapas	Descrição
1. Estruturação do problema	a) Definir o problema de decisão	Identificar: objetivos da tomada de decisão, alternativas a serem comparadas, stakeholders e tipo de respostas que se pretende obter
	b) Selecionar e estruturar os critérios a serem considerados	Identificar critérios relevantes para avaliar as alternativas
2. Captura de Evidências	c) Aferir o desempenho da tecnologia avaliada em cada um dos critérios	Obter informações sobre o desempenho das intervenções avaliadas em cada um dos critérios definidos e organizar essas informações em uma “matriz de desempenho”
	d) Atribuir escores de preferência dos stakeholders a cada um dos critérios utilizados	Obter estimativas das preferências dos stakeholders quando a modificações de valores dentro de cada critério
	e) Ponderar os critérios pelo peso relativo atribuído pelos stakeholders	Obter estimativas das preferências dos stakeholders entre os diferentes critérios
3. Modelagem ADMC	f) Calcular um escore agregado para cada alternativa	Realizar o ranqueamento das alternativas com base em escore agregado que é composto pelos escores parciais nos diferentes critérios, multiplicados pelos pesos relativos atribuídos pelos stakeholders
	g) Avaliar o grau de incertezas	Realizar análises de sensibilidade para compreender a robustez (ou fragilidade) dos achados da ADMC
4. Deliberação	h) Apresentar Interpretar os e discutir os resultados	Interpretar os resultados da ADMC, inclusive os resultados da análise de sensibilidade, e aplicar essa informação para apoio na tomada de decisão

Fonte: 2016 Adaptado Autor

Note que o processo de elaboração de uma ADMC é iterativo, ou seja, frequentemente os resultados de uma das etapas levam a novos entendimentos que indicam que uma etapa anterior deva ser revista ou ajustada. Assim, a elaboração desse tipo de estudo não necessariamente ocorre na sequência descrita acima.

Uma abordagem alternativa seria a realização de uma ADMC parcial, em que se elabora uma “matriz de desempenho” (etapa 2c), que então é utilizada para apoio à tomada de decisão nas discussões entre os stakeholders, sem que a atribuição de pesos ou o ranqueamento por escores seja realizado formalmente.

5.4 Funcionamento Matemático de uma AMDC

Sob o rótulo ADMC estão elencados diferentes métodos para considerar e ponderar diversos critérios em uma decisão. Em alguns desses métodos não há matemática, apenas organização sistemática e explícita dos critérios em avaliação para discussão entre as partes interessadas.

Entretanto, na maioria dos modelos de análise de decisão por múltiplos critérios é utilizada alguma forma de soma ponderada de escores de importância relativa de cada critério. A equação matemática geral para calcular o valor de cada componente da decisão é a seguinte:

Equação 1:

$$V_j = \sum_{i=1}^m w_i v_i(x_{ij})$$

Onde:

V_j = valor total para a tomada de decisão

“j” = componente específico da tomada de decisão

“i” = é o número índice de início da soma dos escores ponderados dos “m”

”m” = número total de elementos a serem somados

w_i = peso de importância relativa de cada um dos “i” critérios v_i = escore da função de valor parcial no critério i

x_{ij} = desfecho no critério i para o componente j

5.5 Um alerta: risco da subjetividade na ADMC

O uso da ADMC tem por objetivo introduzir maior transparência no processo decisório. Entretanto, esse método apresenta limitações importantes, como a ausência de uniformidade na forma como os diferentes analistas (representando diferentes stakeholders) podem escolher os critérios a serem considerados e atribuir-lhes peso na modelagem. Em outras palavras: a soma ponderada dos modelos de ADMC está sujeita potenciais vieses e variabilidade.

5.6 Concluindo

Dos modelos com rigor científico, os ADMC podem ser um instrumento válido e confiável para tomada de decisões sobre a relação risco-benefício de fármacos, desde que sua elaboração siga os pressupostos que um mínimo de padronização seja adotado, a ADMC estará sujeita a um elevado grau de subjetividade. Talvez tão elevado a ponto de influenciar sua credibilidade.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 O Método de Análise Hierárquica AHP

6.1.1 Introdução

O homem é levado a tomar decisões no decorrer de sua vida, sempre confrontando-se com situações onde é necessário escolher. A tomada de decisão torna-se comum e, muitas vezes, é baseada na intuição, sentimento, experiência ou outro parâmetro subjetivo.

Um problema de decisão do tipo multicritério, geralmente envolve a escolha de um número finito de alternativas baseadas num conjunto de critérios selecionados. Os problemas complexos da tomada de decisão são comuns numa infinidade de áreas, e desde os tempos remotos o homem tenta resolvê-los, apoiando-se em raciocínios dedutivos, a fim de guiar e validar as suas escolhas.

Segundo (JORDÃO, PEREIRA, 2006) o método no qual o trabalho se refere é o Processo Analítico Hierárquico (AHP). A sua origem data de 1971, quando o Dr. Thomas L. Saaty trabalhava no Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Foi desenvolvido em 1972, em um estudo para o NSF sobre o racionamento de energia para indústrias (durante o mesmo ano Dr. Saaty também criou a escala que relaciona as opiniões aos números).

Chegou à sua maturidade aplicativa com o Estudo dos Transportes do Sudão em 1973 e houve um grande enriquecimento teórico entre 1974 e 1978.

O Método de Análise Hierárquica é um método simples e confiável. Permite a utilização de dados qualitativos e/ou quantitativos mensuráveis, sendo estes tangíveis ou intangíveis, na análise de critérios. Tem sido mundialmente utilizado para auxiliar os processos de decisão considerando os mais diversos fins, indo da análise do terrorismo (feita para a Agência de Controle de Armas e Desarmamento) até à disposição de recursos em questões governamentais.

O Método AHP tem aplicações em diferentes áreas, tais como:

- Economia/ Problemas administrativos
- Design
- Arquitetura
- Finanças
- Marketing
- Benchmarking
- Planeamento Estratégico
- Seleção de Portfólio
- Previsão

- Alocação de Recursos
- Análise de Benefício / Custo
- Análise de Investimentos
- Avaliação de Aquisições
- Problemas Políticos
- Resolução de Conflitos e Negociações
- Jogos de Guerra
- Problemas Sociais
- Educação
- Medicina
- Direito
- Sector Público
- Comportamento em competição
- Contratação e Avaliação de Desempenho de Profissionais

- Problemas Tecnológicos

- Seleção de Mercado
- Tecnologia de Transferência
- Seleção de Fornecedores
- Satisfação do Cliente
- Qualidade Total

Segundo SILVA, 2017 A ideia central da teoria da análise hierárquica introduzida por Saaty é a redução do estudo de sistemas a uma sequência de comparações aos pares. A utilidade do método realiza-se no processo de tomada de decisões, minimizando suas falhas.

Para SILVA, a teoria reflete o método natural de funcionamento da mente humana, isto é, diante de um grande número de elementos (controláveis ou não) a mente os agrega em grupos segundo propriedades comuns.

O cérebro repete esse processo e agrupa novamente os elementos em outro nível “mais elevado”, em função de propriedades comuns existentes nos grupos de nível imediatamente abaixo. A repetição dessa sistemática atinge o nível máximo quando este representa o objetivo do nosso processo decisório. E, assim, é formada a hierarquia, por níveis estratificados.

O método AHP divide o problema geral em avaliações de menor importância, enquanto mantém, ao mesmo tempo, a participação desses problemas menores na decisão global. Ou seja, ao encarar um problema complexo, é mais fácil dividi-lo em outros menores, porque, quando solucionados individualmente e depois somados, estes representam a decisão do problema inicial buscada. Sob essa lógica hierárquica, convém introduzir a definição, as características e a importância da hierarquia na metodologia.

Saaty (1991) afirma que hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema para estudar as interações funcionais de seus componentes e seus impactos no sistema total. Essa abstração pode tomar várias formas inter-relacionadas, todas descendentes de um objetivo geral, abrindo-se em subjetivos, desmembrando-se nas forças influentes e até nas pessoas que influenciam essas forças.

Duas questões surgem na estrutura hierárquica dos sistemas (Saaty, 1991):

- (1) Como estruturar hierarquicamente as funções de um sistema?
- (2) Como medir impactos de cada elemento na hierarquia?

A parte mais criativa de tomadas de decisão que tem efeito significativo no resultado é a modelagem do problema. No método AHP, um problema é estruturado como hierarquia e, posteriormente, sofre um processo de priorização. Saaty (1991) explica que priorização envolve explicitar julgamentos de questões de dominância de um elemento sobre outro quando comparados a uma prioridade. Assim, afirma que o princípio básico a se seguir na criação dessa estrutura é sempre tentar responder a seguinte questão: posso comparar os elementos de um nível abaixo usando alguns ou todos os elementos no próximo nível superior como critérios ou atributos dos elementos do nível inferior?

Para elaborar a forma de uma hierarquia, Saaty (1991) fornece sugestões úteis: (1) identificar o problema geral. Qual a questão principal? (2) identificar os sub-objetivos do objetivo geral. Caso relevante, identificar o horizonte de tempo que afetam a decisão; (3) identificar os critérios que devem ser satisfeitos para satisfazer os sub objetivos do objetivo geral; (4) identificar os subcritérios abaixo de cada critério. Vale ressaltar que critérios e subcritérios podem ser especificados em termos de faixas de valores de parâmetros ou em termos de intensidades como alta, média, baixa; (5) identificar os atores envolvidos; (6) identificar os objetivos dos atores; (7) identificar as políticas dos atores; (8) identificar opções e resultados; (9) para decisões sim-não, tomar o resultado mais preferível e comparar os benefícios e custos de tomar decisão com os de não se tomar a decisão; (10) realizar uma análise de custo-benefício usando valores marginais.

Como lidamos com hierarquia de dominância, deve-se perguntar qual alternativa gera o melhor benefício, qual alternativa é mais custosa e, para riscos, qual alternativa é mais arriscada. Uma hierarquia bem construída será um bom modelo da realidade, podendo trazer vantagens. Primeiramente, a representação hierárquica de um sistema pode ser usada para descrever como as mudanças em prioridades nos níveis mais altos afetam a prioridade dos níveis mais baixos. A hierarquia também permite a obtenção de uma visão geral de um sistema, desde os atores de níveis mais baixos até seus propósitos nos níveis mais altos. Finalmente, os modelos hierárquicos são estáveis e flexíveis: estáveis porque pequenas modificações têm efeitos pequenos; já flexíveis porque adições a uma hierarquia bem estruturada não perturbam o desempenho.

Por outro lado, uma hierarquia não-linear apresentaria arranjos circulares, de modo que um nível superior poderia ser dominado por um nível inferior e também numa posição dominante. Entretanto, apesar de apresentar vantagens, a hierarquia por si própria não é uma ferramenta poderosa no processo de tomada de decisões ou de planejamento.

É preciso computar a força com que elementos de um nível atuam sobre os elementos do nível mais alto seguinte, assim como considerar forças relativas entre os níveis e os objetivos gerais. Para sua efetivação, utiliza-se a escala de prioridades relativas do método AHP, descrito a seguir.

6.1.2 Estruturação do método

Conforme já apresentado, a metodologia do AHP constitui-se de decomposição por hierarquias e síntese pela identificação de relações através de escolha consciente. A prática da tomada de decisões está ligada à avaliação das alternativas, todas satisfazendo um conjunto de objetivos pretendidos. O problema está em escolher a alternativa que melhor satisfaz o conjunto total de objetivos.

Estamos interessados em obter pesos numéricos para alternativas com relação a sub objetivos e, para sub objetivos com relação a objetivos de ordem mais elevada (Saaty, 1991). O meio de estruturar logicamente os objetivos e sub objetivos do problema de decisão é pela hierarquia, como descrito anteriormente.

Grandzol (2005) descreve que, através de comparações aos pares em cada nível da hierarquia baseadas na escala de prioridades do AHP, os participantes desenvolvem pesos relativos, chamados de prioridades, para diferenciar a importância dos critérios. Para se fazer bom uso da escala de prioridades, entretanto, é preciso compreender o que são os julgamentos no método criado por Saaty.

Um julgamento ou comparação é a representação numérica de uma relação entre dois elementos que possuem o mesmo par. O grupo de todos esses julgamentos pode ser representado numa matriz quadrada, na qual os elementos são comparados com eles mesmos.

Cada julgamento representa a dominância de um elemento da coluna à esquerda sobre um elemento na linha do topo (Saaty, 1991). A escala recomendada por Saaty (1991), mostrada no **Quadro 4**, vai de 1 a 9, com 1 significando a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro, com estágios intermediários de importância entre esses níveis 1 e 9. Além disso, desconsiderando as comparações entre os próprios critérios, que representam 1 na escala, apenas metade das comparações precisa ser feita, porque a outra metade constitui-se das comparações recíprocas na matriz de comparações, que são os valores recíprocos já comparados

Quadro 4 - Comparação do 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 muito fortemente favorecida em relação à outra; 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 entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável.
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz.

Fonte: Saaty (1991)

O julgamento reflete as respostas de duas perguntas: qual dos dois elementos é mais importante com respeito a um critério de nível superior, e com que intensidade, usando a escala de 1-9, do **Quadro 4**. 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. Se o elemento linha é menos importante do que o elemento-coluna da matriz, entramos com o valor recíproco na posição correspondente da matriz.

Devido à relação de reciprocidade e à necessidade de consistência entre duas atividades ou critérios, os recíprocos dos valores acima de zero são inseridos na matriz criada quando uma comparação entre duas atividades já foi realizada. O processo é robusto, porque diferenças sutis em uma hierarquia na prática não se tornam decisivas. A seguir é apresentado o exemplo do preenchimento da matriz de julgamentos de acordo com o método AHP.

Matriz 1:

Matriz A				
Iluminação	A	B	C	D
A	1	5	6	7
B	1/5	1	4	6
C	1/6	1/4	1	4
D	1/7	1/6	1/4	1

As posições da diagonal serão sempre 1, afinal, um elemento é igualmente importante a ele mesmo. Para preencher os outros elementos da matriz fora da diagonal, fazem-se os julgamentos e determina-se a intensidade de importância de acordo com a Tabela 1, que apresenta a escala de comparações empregadas no método. Para as comparações inversas, isto é, na parte inferior esquerda da matriz, colocam-se os valores recíprocos dos da parte superior direita da mesma.

No caso da Matriz A, observa-se pela parte superior direita que todos os elementos-linha eram mais dominantes do que os elementos-coluna, pois todas as posições estão com números maiores que 1.

Lê-se: A é 5 vezes mais dominante do que B e 6 vezes mais dominante do que C. A consistência da matriz deve ser garantida, a partir de uma quantidade básica de dados, todos os outros podem ser logicamente deduzidos. Se A é 5 vezes mais dominante do que B, e A é 6 vezes mais dominante que C, então $A=5B$ e $A=6C$. Logo, $B/C = 6/5 =$ posição (B, C). Portanto, se o julgamento da posição (B, C) for diferente de 6/5, então a matriz é inconsistente, resume os passos recomendados para aplicação do AHP:

(1) Definir o problema e o que se procura saber. Expor as suposições refletidas na definição do problema, identificar partes envolvidas, checar como estas definem o problema e suas formas de participação no AHP.

(2) Decompor o problema desestruturado em hierarquias sistemáticas, do topo (objetivo geral) para o último nível (fatores mais específicos, usualmente as alternativas). Caminhando do topo para a extremidade, a estrutura do AHP contém objetivos, critérios (parâmetros de avaliação) e classificação de alternativas (medição da adequação da solução para o critério). Cada nó é dividido em níveis apropriados de detalhes. Quanto mais critérios, menos importante cada critério individual se torna, e a compensação é feita pela atribuição de pesos para cada critério.

É importante certificar-se de que os níveis estejam consistentes internamente e completos, e que as relações entre os níveis estejam claras.

(3) Construir uma matriz de comparação paritária entre os elementos do nível inferior e os do nível imediatamente acima. Em hierarquias simples, cada elemento de nível inferior afeta todos os elementos do nível superior. Em outras hierarquias, elementos de nível inferior afetam somente alguns elementos do nível superior, requerendo a construção de matrizes únicas.

(4) Fazer os julgamentos para completar as matrizes. Para isso, são necessários $n(n-1)/2$ julgamentos para uma matriz $n \times n$, sendo n o número de linhas e colunas. O analista ou grupo participante julga se A domina o elemento B. Se afirmativo, inserir o número na célula da linha de A com a coluna de B. A posição coluna A com linha B terá o valor recíproco. Assim prossegue-se o preenchimento da matriz. Os valores inseridos são aqueles da escala de comparação, mostrados na **Quadro 4**.

(5) Calcular o índice de consistência (IC). Se não for satisfatório, refazer julgamentos.

Equação 2:

$$\text{I.C.} = \text{Índice de Consistência} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

De acordo com Saaty (1991), para obter-se a consistência de uma matriz positiva recíproca (matriz criada no Passo 4), seu autovalor máximo deveria ser igual a n (dimensão da matriz). No caso de uma matriz consistente, precisamos de $n-1$ comparações paritárias já que, a partir dessas, as outras podem ser deduzidas logicamente. O auto vetor dá a ordem de prioridade e o autovalor é a medida de consistência do julgamento. O método da análise hierárquica busca o autovalor máximo, $\lambda_{\max}$, que pode ser calculado pela multiplicação da matriz de julgamentos A (Passo 4) pelo vetor coluna de prioridades computado w , seguido da divisão desse novo vetor encontrado, Aw , pelo primeiro vetor w , chegando-se ao valor de $\lambda_{\max}$. Cabe lembrar que $Aw = \lambda_{\max} w$, e, que no método da análise hierárquica, $Aw = \lambda_{\max} * w$.

Para o cálculo de $\lambda_{\max}$, utiliza-se a equação abaixo:

Equação 3:

$$\lambda_{\max} = \text{média do vetor } \frac{Aw}{w}$$

Como regra geral, se o índice de consistência for menor do que 0.1, então há consistência para prosseguir com os cálculos do AHP. Se for maior do que 0.1 recomenda-se que julgamentos sejam refeitos (por exemplo, reescrevendo questões do questionário ou categorizando elementos) até que a consistência aumente. Saaty (1991) sugere também o uso da Razão de Consistência, que considera o IC e o Índice Randômico (IR), que varia com o tamanho n da amostra.

Equação 4:

$$\text{Razão de Consistência} = \frac{IC}{\text{Índice Randômico (IR) para } n}$$

Saaty (1991) propõe uma tabela com os índices randômicos (IR) de matrizes de ordem 1 a 15 calculados em laboratório, conforme exibido na **Figura 6**.

Figura 6 - Índice Randômico Médio do AHP

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Fonte: Saaty (1991)

(6) Analisar as matrizes para estabelecer as prioridades locais e globais, comparar as alternativas e selecionar a melhor opção. Saaty (1991) mostra que há dois meios de sintetizar as prioridades locais das alternativas, usando prioridades globais dos critérios pares: o modo distributivo e o modo ideal. No distributivo, os pesos das alternativas somam 1. É adotado quando há dependência entre as alternativas e uma prioridade unitária é distribuída entre elas, ou seja, quando o objetivo é escolher uma alternativa que é melhor em relação a outras.

Grandzol (2005) exemplifica que o modo distributivo é apropriado para alocação proporcional de um benefício.

Traduzindo numericamente o exemplo do autor, três alternativas com relação de dependência A, B e C teriam prioridades como $A=0.2$, $B=0.5$ e $C=0.3$, que totalizam 1.0.

Já o modo ideal, é utilizado para obter a melhor alternativa entre alternativas distintas e sem relação de dependência. Nesse modo, as prioridades locais das alternativas são divididas pelo maior valor entre elas. Isso é feito para cada critério, e a alternativa torna-se ideal de valor 1. Se as alternativas são suficientemente distintas, sem dependência nas definições, o modo ideal seria o meio de síntese.

No exemplo citado de A, B e C, B seria a alternativa ideal com prioridade 1.0 ($= 0.5 \div 0.5$), C teria prioridade 0.6 ($= 0.3 \div 0.5$) e A teria prioridade 0.4 ($= 0.2 \div 0.5$).

6.1.3 AHP Aplicada a uma Instalação Portuária

Segundo Grandzol (2005), a metodologia do AHP agrega valor no planejamento de um projeto, ao tratar de prioridades, de parâmetros ótimos e de seleção de alternativas. O AHP é baseado na habilidade humana inata de fazer julgamentos sobre problemas diversos e foi aplicado em projetos de decisão e planejamento em cerca de vinte países.

O grupo de alternativas a serem escolhidas compõe a motivação da tomada de decisão que, Saaty (1991), é um processo que envolve os seguintes passos:

- Estruturar um problema com um modelo que mostre os elementos-chave do problema e suas relações;
- Expor julgamentos que refletem conhecimento, sentimentos e emoções;
- Representar os julgamentos com números significativos;
- Usar esses números para calcular as prioridades dos elementos da hierarquia;
- Sintetizar esses resultados para determinar um resultado geral;
- Analisar a sensibilidade a mudanças de julgamento.

Com a teoria explicada nesta seção, observa-se que o método AHP atende a esses critérios de processo de tomada de decisão. O AHP quebra um problema em subproblemas e depois agrega as soluções dos subproblemas em uma solução geral. Facilita a tomada de decisão ao organizar percepções, sentimentos, julgamentos e memórias em uma estrutura que exhibe as forças influentes na decisão e que gera um resultado numérico e conclusivo. Por isso, a teoria do AHP pode ser usufruída pela teoria de Gerenciamento de Projetos: o AHP ajuda a estruturar o Planejamento e na tomada de decisões e, ao mesmo tempo, o Gerenciamento de Projetos depende de Planejamento para tomada de decisões.

No estudo em questão, o AHP apoia o Gerenciamento de Projeto na escolha de contratadas, além de auxiliar o entendimento e melhoramento dos processos das mesmas. O projeto avaliado na presente pesquisa tem diversas variáveis que dificultam a medição do desempenho. De fato, o AHP é útil no estudo em questão porque busca simplificar a medição, corroborando a sugestão de Meyer (2003).

O método tem a capacidade de simplificar e organizar de forma racional os critérios necessários para a avaliação da qualidade de projetistas do estudo de caso para facilitar as análises de gerenciamento de projetos. Ao considerar aspectos objetivos e subjetivos, numéricos e qualitativos, o método consegue compor um índice único formado pela combinação dos critérios principais do problema objetivo e das áreas de conhecimento de gerenciamento sugeridas pelo PMI. PUC-RIO.

O presente capítulo descreve a metodologia deste trabalho que vai desde a escolha do método de análise multicritérios até análise dos seus resultados, através de um software para definição da localização de um porto e a relação porto x cidade que é o nosso objeto de estudo.

Dentre dos métodos de análise hierárquica o AHP foi o de maior destaque, com maior número de aplicabilidade em outros trabalhos e pesquisas, além de ser o mais completo ele possibilita a análise de seus resultados através de softwares facilitando o seu entendimento, síntese de dados e resultados ao seu público, esses foram os principais critérios que o definiram como método de escolha para o objetivo deste trabalho.

Após vasta pesquisa sobre softwares estatísticos que dessem auxílio a resolução do problema, o presente trabalho apresenta o Software Super Decision como escolha para ferramenta de aplicação.

Segundo Costa (2006), o método está baseado em três princípios do pensamento analítico:

- Construção de hierarquias - o problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos como forma de buscar uma melhor compreensão e avaliação do mesmo. A construção de hierarquias é uma etapa fundamental do processo de raciocínio humano. No exercício desta atividade, identificam-se os elementos-chave para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas;

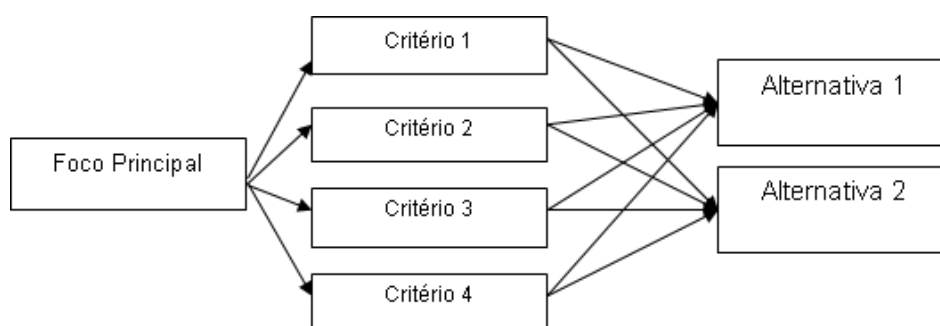
- Definição de prioridades: o ajuste das prioridades no AHP fundamenta-se na habilidade do ser humano de perceber o relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares à luz de um determinado foco ou critério (julgamentos paritários);

- Consistência lógica: no AHP, é possível avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência.

Os elementos-chave de uma hierarquia para o tratamento de problemas de decisão são: foco principal - objetivo geral em estudo; conjunto de alternativas viáveis - definição de quais serão as opções que serão analisadas à luz dos critérios definidos; critérios - universo de atributos, quesitos ou critérios que serão avaliados em pares de alternativas; construção da hierarquia - após a definição do problema, é construída a hierarquia que representará toda a estruturação do problema.

Segundo Chankong e Haimes (1983), o conjunto de critérios deve ser completo - todas as propriedades relevantes à solução do problema devem estar cobertas; mínimo - não devem ocorrer redundâncias; operacional - para que possa ser compreendido e utilizado pelos avaliadores. Na **figura 7**, um exemplo de hierarquia:

Figura 7 - Hierarquia estruturada após a definição dos problemas de decisão



Fonte: auxílio à decisão utilizando o Método AHP - análise competitiva dos softwares Estatísticos, 2010

Para as estruturas de problemas de decisão mais complexos, pode-se usar como instrumento de visualização uma tabela com o mesmo objetivo da hierarquia gráfica (**tabela 3**).

Tabela 3 - Tabela representativa do problema decisório

Foco Principal	Critérios	Subcritérios	Alternativas
Definição do Objetivo	Critério 1	Subcritério 1	Alternativa 1 Alternativa 2 Alternativa 3
		Subcritério 2	
	Critério 2	Subcritério 1	
		Subcritério 2	
		Subcritério 3	
		Subcritério 4	
	Critério 3	Subcritério 1	
		Subcritério 2	
		Subcritério 3	
		Subcritério 4	

Fonte: auxílio à decisão utilizando o Método AHP - análise competitiva dos softwares Estatísticos, 2010

Após a estruturação da hierarquia gráfica ou da tabela que representa o problema decisório, é necessária a seleção de especialistas que irão analisar os critérios e as alternativas. Necessariamente, os especialistas selecionados devem ter conhecimento e até mesmo domínio do problema abordado no foco principal (MALHOTRA et al, 2007).

Nas etapas de julgamento de critérios e alternativas, o avaliador compara paritariamente os elementos de uma camada ou nível da hierarquia à luz de cada um dos elementos em conexão em uma camada superior da hierarquia. Caso o problema tenha subcritérios, os mesmos deverão passar pelo mesmo processo de avaliação à luz de cada critério. Finalmente, compara-se a importância dos critérios à luz do foco principal.

Com o entendimento teórico dos julgamentos obtido, é importante definir como é desenvolvida a escala de critérios. Essa escala tem como objetivo padronizar as respostas de cada um dos julgadores após a análise dos critérios e das alternativas.

Existem diversas escalas de julgamento de critérios e alternativas. O quadro apresentado na **tabela 4** ilustra a escala proposta por Saaty (1991), que possibilita ao avaliador emitir os julgamentos de uma forma bastante simplificada, utilizando uma linguagem natural.

Tabela 4 - Tabela com as escalas de prioridades

Escala Verbal	Escala Ordinal
Preferência (ou Importância) Igual	1
Preferência (ou Importância) Moderada	3
Preferência (ou Importância) Forte	5
Preferência (ou Importância) Muito Forte	7
Preferência (ou Importância) Absoluta	9
Preferência (ou Importâncias) Intermediárias	2, 4, 6, 8

Fonte: auxílio à decisão utilizando o Método AHP - análise competitiva dos softwares Estatísticos, 2010

6.1.4 Aquisição dos Dados - Opiniões dos Especialistas

A coleta dos julgamentos paritários é uma das etapas fundamentais para utilização do AHP. Deve-se buscar desenvolver mecanismos simples e de fácil entendimento para que o avaliador possa se concentrar especificamente na emissão dos julgamentos (COSTA, 2006). Os avaliadores (especialistas) são os indivíduos (ou grupo de indivíduos) 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.

Com base na opinião dos especialistas, obtemos as matrizes de julgamentos de tal forma que uma Matriz de Julgamento será do tipo:

Equação 5:

$$A = [a_{ij}]_{n \times n}$$

onde a_{ij} representa a importância relativa do atributo E_i em relação ao atributo E_j , de modo que $a_{ij} > 1$, se e somente se E_i for mais importante que E_j e, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ para qualquer par (i, j) .

Diversas alternativas para conjugar as informações fornecidas pelos diferentes avaliadores (especialistas) já foram propostas e muitas delas chegam a valores muito próximos da consistência.

De toda forma, o que interessa é que as propriedades básicas da matriz recíproca e transitiva sejam respeitadas, ou seja, $a_{ij} \times a_{ji} = 1$ para todo i, j e ainda, se E_i for K_1 vezes mais importante que E_j e, este K_2 vezes mais importante que E_k , então E_i deve ser $K_1.K_2$ vezes mais importante que E_k (proporcionalidade).

Crawford e Williams (1985) sugerem a construção de uma matriz (Matriz Média Geométrica-MMG) formada a partir de $c_{ij} = v_i / v_j$, onde v_i é a raiz-enésima do produtório das linhas é representada pela equação (2).

Equação 6:

$$v_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}$$

A constante i pode assumir valores de 1 até n , ou seja, v_i é a média geométrica dos a_{ij} . Bajwa et al (2007) realizam uma comparação de vários métodos de análise e obtenção de vetor de prioridades para matrizes de comparações paritárias, utilizando simulações, e identificam o método da Média Geométrica (Geometric Means) como o mais eficaz, dentro do respeito às propriedades exigidas.

No AHP, a priorização é feita em quatro etapas:

1. Obtenção das Matrizes de Julgamento;
2. Normalização das Matrizes de Julgamento;
3. Cálculo de Prioridades Médias Locais;
4. Cálculo de Prioridades Médias Globais.

Os julgamentos obtidos são convertidos para matrizes de julgamentos com o auxílio da escala de conversão. Observa-se que os valores apresentados nestes quadros se comportam como elementos de matrizes recíprocas. Este tipo de comportamento (reciprocidade) está presente em todos os quadros de julgamento de valor do AHP.

As Prioridades Médias Locais (PML) são obtidas para cada um dos nós de julgamentos. As PML são as médias das colunas dos quadros normalizados. Após a conclusão dos cálculos das

Prioridades Médias Locais, será possível verificar quais alternativas obtiveram as maiores prioridades em relação ao critério julgado.

Para calcular as Prioridades Globais (PG) é necessário combinar as Prioridades Médias Locais no vetor de prioridades globais. Os elementos de PG armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do foco principal.

6.1.5 Análise de Consistência

Mesmo quando os julgamentos paritários estão fundamentados na experiência e conhecimento de profissionais, inconsistências podem ocorrer principalmente quando existir um grande número de julgamentos.

Conforme reportado em Saaty (1980), uma matriz cujos elementos sejam não negativos e recíprocos e, para os quais valha a propriedade da transitividade, apresenta seu maior autovalor com valor igual à ordem da matriz. A matriz de julgamentos no AHP é, com certeza, uma matriz não negativa e recíproca. No entanto, a presença de inconsistência nos julgamentos paritários introduz intransitividades nesta matriz.

Assim, uma forma de se mensurar a intensidade ou grau da inconsistência em uma matriz de julgamentos paritários é avaliar o quanto o maior autovalor desta matriz se afasta da ordem da matriz. Saaty propõe a equação (7) para o cálculo do Índice de Consistência (IC).

$$\text{Equação 7:} \quad \text{IC} = |(\lambda_{\text{máx}} - N)| / (N - 1)$$

onde N e $\lambda_{\text{máx}}$ representam, respectivamente, a ordem e o estimador de autovalor máximo da matriz de julgamentos paritários.

Uma equação para o cálculo do Estimador de Autovalor Máximo é dada por (8).

$$\text{Equação 8:} \quad \lambda_{\text{máx}} = T \cdot w$$

onde T é o somatório das colunas das matrizes e w é o auto vetor normalizado para $\sum v_i = 1$.

Segundo Saaty (1980), a gravidade da ocorrência de inconsistência é reduzida com o aumento da ordem da matriz de julgamentos. Com objetivo de permitir a avaliação da inconsistência em função da ordem máxima da matriz de julgamento, Saaty (1980) desenvolveu o uso da Razão de Consistência (RC). O RC é obtido através da equação (9).

$$\text{Equação 9:} \quad \text{RC} = \text{IC} / \text{IR}$$

Onde IR é um índice consistência obtido para uma matriz recíproca, com elementos não-negativos e gerados de forma randômica. A **tabela 5** ilustra os resultados apresentados por Saaty (1980) para IR, em função da ordem da matriz randômica utilizada.

Tabela 5 - Índices de Consistência Randômicos (IR)

Ordem da Matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	

Fonte: auxílio à decisão utilizando o Método AHP - análise competitiva dos softwares Estatísticos, 2010

Ainda segundo Saaty (1980), a inconsistência é um fato inerente ao ser humano. Portanto, deve existir uma tolerância para a sua aceitação. Em seu trabalho, Vargas (1982) propõe a aceitação de julgamentos que gerem uma inconsistência com RC menor do que 0,1.

6.1.6 Determinação do Software para Análise dos Dados

Um grande número de softwares estatísticos, de uso tanto geral como específico estão disponíveis no mercado. Muitos destes softwares oferecem atualmente um leque abrangente de procedimentos estatísticos e uma grande flexibilidade para explorar e analisar dados, porém o acesso e a utilização em larga escala ainda não têm acompanhado esse desenvolvimento.

Nesse capítulo vamos analisar a aquisição do software estatístico mais adequado para a análise dos dados de um modelo multicritério de decisão (Analytical Hierarchy Process – AHP).

6.1.6.1 *Super Decisions*

O Decision Support Systems Glossary (DSS) define o AHP como uma aproximação para tomada de decisão que envolve estruturação de múltiplos critérios de escolha em uma hierarquia. O método avalia a importância relativa desses critérios, compara alternativas para cada critério e determina um ranking total das alternativas.

Dessa forma, o AHP objetiva a seleção ou escolha de alternativas, em um processo que considera diferentes critérios de avaliação.

É um software usado para tomada de decisão com dependência e feedback. Implementa o AHP e o ANP. Ambos usam o mesmo processo de priorização, baseado na comparação par a par de elementos. No AHP os elementos de decisão são dispostos numa estrutura hierárquica de decisão, enquanto que o ANP os elementos de decisão são estruturados em forma de rede. AHP é um caso especial do ANP.

Cluster: dispositivo para ajudá-lo na estruturação do problema de decisão. Ou seja, é um agrupamento lógico de fatores ou elementos na decisão considerada.

Nós: fatores ou elementos do cluster.

Supermatriz sem pesos: é composta pelos autos vetores obtidos por meio das comparações par a par dos elementos.

Supermatriz ponderada: considera a importância de cada cluster (pesos dos clusters). Numa hierarquia a supermatriz ponderado é a mesma que a supermatriz sem pesos.

Supermatriz limite: supermatriz que apresenta as prioridades finais dos elementos do modelo.

Resumo do software:

- Custo estimado do software: gratuito.
- Custo de manutenção: variado por contrato, a empresa não fornece esse serviço.
- Código aberto: sim.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows, Mac OS e Unix/Linux.

6.1.6.2 *Projeto R*

R é uma linguagem e um ambiente de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos. Foi criado inicialmente por Ross Ihaka e Robert Gentleman na Universidade de Auckland, Nova Zelândia, e desenvolvido por um esforço colaborativo de pessoas em vários locais do mundo. É altamente expansível com o uso dos pacotes, que são bibliotecas para funções específicas ou áreas de estudo específicas.

Disponibiliza uma ampla variedade de técnicas estatísticas - modelagem linear e não-linear, testes estatísticos clássicos, análises de séries temporais, classificação, segmentação e técnicas de criação de gráficos. Outro ponto forte do R é a ferramenta de criação gráfica, que produz gráficos com qualidade para publicação, nos quais inclui símbolos matemáticos.

Resumo do software:

- Custo estimado do software: gratuito.
- Custo de manutenção: variado por contrato, a empresa não fornece esse serviço.
- Código aberto: sim.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows, Mac OS e Unix/Linux.

6.1.6.3 *SAS*

O pacote SAS é provavelmente o maior pacote computacional oferecido no mercado. O número de ferramentas de análise da companhia SAS só aumentou e seu principal objetivo hoje não está mais centrado na análise estatística. Os pacotes de análise estatística são apenas uma das muitas opções de ferramentas colocadas pela empresa no mercado.

Dos 25 módulos (um central e outros 24 agregados) que a empresa oferece, pelo menos seis possuem, de alguma forma, suporte para a análise de dados.

Assim, os módulos oferecem recursos para a entrada, recuperação e apresentação de dados, relatórios escritos e gráficos, análise estatística e matemática, planejamento de negócios, previsões e suporte a decisões, pesquisa operacional e gerenciamento de projetos, controle estatístico de qualidade, avaliação do desempenho de computadores e para o desenvolvimento de aplicações. Dos componentes do sistema SAS, dois são pacotes estatísticos: o SAS Enterprise Guide e o SAS/STAT. Além desses dois módulos, a empresa oferece ainda o SAS/QC, para o controle estatístico de qualidade e o projeto de experimentos, o SAS/ETS, com recursos para análises econométricas e de séries temporais, o SAS/IML (SAS BRASIL, 2009).

Resumo do software:

- Custo estimado do software: não divulgado pela empresa, porém o custo estimado do software varia em torno de US\$30.000 por processador e por tipo de módulo adquirido.
- Custo de manutenção: variado por cada contrato, a empresa fornece esse serviço.
- Código aberto: não.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows e Unix/Linux.

6.1.6.4 SPSS

É uma evolução da versão orientada por comandos projetada originalmente para mainframes, passando pelo DOS, OS/2 e finalmente para o Windows. Ele é oferecido em módulos que incluem: o básico, o profissional, o avançado e outros, que possuem preços diferenciados e são comercializados separadamente (PASW STATISTICS, 2009). O pacote teve sua origem nas Ciências Sociais e na análise de pesquisas, mas atualmente é utilizado nas mais diversas áreas, possuindo um conjunto sofisticado de procedimentos para a análise de sobrevivência para ser utilizado na área médica. A empresa produtora do pacote costuma incorporar módulos desenvolvidos por outras companhias ou grupos.

Para lecionar, o SPSS possui uma curva de aprendizagem um pouco mais demorada do que muitos outros pacotes. O pacote é na realidade um conjunto de recursos constituído de um editor de dados, um mecanismo de filtragem de dados, um navegador de saídas, um editor de gráficos e um editor de tabelas. Sobre a dificuldade de manejo do pacote, Lurie (1995) define o SPSS para Windows como um pacote extremamente capaz, mas não para o estatístico casual ou para aqueles com recursos computacionais limitados.

Resumo do software:

- Custo estimado do software: não divulgado pela empresa, porém o custo estimado do software varia em torno de US\$1.600 por usuário e por tipo de módulo adquirido.
- Custo de manutenção: variado por cada contrato, a empresa fornece esse serviço.
- Código aberto: não.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows, Mac OS e Linux.

6.1.6.5 *Statistica*

O Statistica é um pacote produzido pela empresa StatSoft, fundada em 1984 por um grupo de professores universitários e pesquisadores. É um sistema abrangente, envolvendo análise de dados integrada, gráficos, gerenciamento de base de dados e o desenvolvimento de aplicações customizadas objetivando usuários das áreas de Engenharia, Ciências e Negócios.

Além de procedimentos estatísticos e gráficos de propósito gerais, o sistema apresenta um conjunto de módulos especializados para cientistas sociais, pesquisadores biomédicos e engenheiros. Atualmente, o pacote é uma coletânea de módulos, a exemplo de outros, com um pacote base suportando os módulos adicionais (STATSOFT, 2009).

Resumo do software:

- Custo estimado do software: não divulgado pela empresa, porém o custo estimado do software varia em torno de US\$700 por usuário e por tipo de módulo adquirido.
- Custo de manutenção: variado por cada contrato, a empresa fornece esse serviço.
- Código aberto: não.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows.

6.1.6.6 *S-Plus*

Para Ripley (1997), o S-Plus é um dos mais completos pacotes estatísticos disponíveis comercialmente, apresentando um ambiente de desenvolvimento para muitas pesquisas em metodologia estatística e incorporando pesquisas recentes em visualização de dados. Um subproduto deste uso em pesquisa é o fato de que muitas metodologias recentes (especialmente na área de alisamento, bootstrapping, estatísticas robustas e análise multivariada) estarem disponíveis como bibliotecas, estendendo o S-Plus. Ainda segundo o autor, isto torna o pacote a escolha natural para cursos de pós-graduação e para disciplinas especializadas de cursos de graduação.

O pacote é constituído de duas partes. Uma é a interface baseada no pacote gráfico Axum e a outra é o mecanismo S-Plus, que é implementado como uma DLL. Ele incorpora ainda a linguagem S, com extensões.

A interface fornece uma maneira direta e fácil de executar comandos que antes eram digitados na linguagem S, que foi desenvolvida nos laboratórios da AT&T Bell e tem suporte da StaSci.

Resumo do software:

- Custo estimado do software: não divulgado pela empresa, porém o custo estimado do software varia em torno de US\$1000 por usuário e por tipo de módulo adquirido.
- Custo de manutenção: variado por cada contrato, a empresa fornece esse serviço.
- Código aberto: não.
- Suporte aos sistemas operacionais: Windows e Unix/Linux

7 FATORES POSITIVOS E NEGATIVOS DE UMA INSTALAÇÃO PORTUÁRIA

Desde a construção até a fase de operação de um porto marítimo constituem-se de inúmeras etapas, atividades e processos dotados de alta complexidade, pois envolvem diversos fatores com objetivos diversificados e, muitas vezes, divergentes. Além destas características, segundo (PASSOS, 2016) A implantação de um novo porto gera impactos positivos e negativos significativos no meio onde está inserido, e a busca por alternativas que reduzam tais impactos, bem como elevar a sustentabilidade do porto, é uma busca constante pelos facilitadores do processo. A análise desses é um importante processo de gestão para as organizações, pois, além de promover a preservação do meio ambiente gerando operações sustentáveis para ela própria, também beneficia os clientes que utilizam os serviços portuários.

A complexidade na administração portuária pode ser notada e descrita pelo número de atores atuantes em suas operações. Geralmente, um porto marítimo possui relação direta com o Estado, até por sua responsabilidade na regulamentação e administração sobre os processos de importação e exportação. Com relação às cidades onde o porto está instalado, seu relacionamento impacta o desenvolvimento destas sob os aspectos positivos e negativos à população.

7.1 Pontos Positivos

- o Aumento de postos de trabalho;
- o Aumento de locais para atendimento médico;
- Empresas de Segmento Logístico
- o Aumento de Rede de Hotéis
- o Aumento da receita de turismo de negócios
- o Aumentar capacidade portuária;
- o Instaurar manutenção à infraestrutura portuária;
- o Instaurar intercambio entre modais.
- o Aumento da arrecadação Tributária.

7.2 Pontos Negativos

- o Aumento da criminalidade;
- o Redução da receita do turismo.
- o Aumento da poluição visual;
- o Aumento da poluição sonora;
- o Aumento do tempo de deslocamento urbano;
- o Perda da qualidade da água;
- o Perda da qualidade do ar.
- o Redução da atividade de Caça;
- o Redução da atividade de Pesca;
- o Redução da atividade de Artesanato.
- o Redução da fauna terrestre;
- o Redução da fauna marítima;
- o Redução da flora marítima;
- o Redução vegetação terrestre.
- o Redução da Capacidade de Atendimento Médico;
- o Proliferação de vetores – Pombos e Ratos;
- o Aumento do consumo de água.

7.3 Correlação dos Pontos Positivos e Negativos Através da Análise SWOT Cruzada

Criada por Kenneth Andrews e Roland Cristensen, professores da Harvard Business School, e posteriormente aplicadas por inúmeros acadêmicos, a análise SWOT estuda a competitividade de uma organização segundo quatro variáveis: Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças). Através destas quatro variáveis, poderá fazer-se a inventariação das forças e fraquezas da empresa, das oportunidades e ameaças em um (SILVA, et al., 2011)

A análise da Matriz SWOT é uma ferramenta essencial para uma organização, pois é através dela que a empresa consegue ter uma visão clara e objetiva sobre quais são suas forças e fraquezas no ambiente interno e suas oportunidades e ameaças no ambiente externo, dessa forma com essa análise os gerentes conseguem elaborar estratégias para obter vantagem competitiva e melhor o desempenho organizacional.

Para a constatação de forças e fraquezas, oportunidades e ameaças advêm sempre dos resultados de uma análise combinada, na qual as condições internas devem ser sobrepostas e confrontadas com as situações do ambiente de negócios da empresa (YANAZE, 2007). A função da análise SWOT é compreender fatores influenciadores e apresentar como eles podem afetar a iniciativa organizacional, levando em consideração as quatro variáveis citadas (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), com base nas informações obtidas a empresa poderá elaborar novas estratégias.

A seguir, é apresentada a análise estratégica realizada, na qual, essencialmente, buscou avaliar os pontos positivos e negativos do porto, tanto no que se refere ao seu ambiente interno quanto ao externo:

Quadro 1 – Análise SWOT Simples Entre Fatores Positivos e Negativos

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Ambiente Interno	· Aumento de postos de trabalho · Empresas de Segmento Logístico · o Aumentar capacidade portuária; · o Instaurar manutenção à infraestrutura portuária; · Aumento da arrecadação Tributária.	· o Aumento da poluição visual; · o Aumento da poluição sonora; · o Perda da qualidade da água; · o Perda da qualidade do ar. · o Proliferação de vetores – Pombos e Ratos; · o Aumento do consumo de água.
Ambiente Externo	· o Aumento de locais para atendimento médico; · o Aumento de Rede de Hotéis · o Aumento da receita de turismo de negócios · Instaurar intercambio entre modais.	· o Aumento da criminalidade; · Redução da receita do turismo. · o Aumento do tempo de deslocamento urbano; · o Redução da atividade de Caça; · o Redução da atividade de Pesca; · o Redução da atividade de Artesanato.

Fonte: Autor

Identificados os principais fatores positivos e negativos que interferem diretamente uma instalação portuária, foi elaborado um questionário (**ANEXO I**) para coleta e pontuação definida por pesos de 01 a 09 entre critérios e subcritérios com as informações baseadas e extraídas de acordo com a respostas dos especialistas na área como engenheiros, mestres, doutores, autoridades portuárias, empresários e pessoas diretas ou indiretamente relacionadas ao ramo portuário.

Para maior precisão e veracidade das informações foi elaborada como primeiro filtro uma análise SWOT cruzada com os resultados obtidos através do questionário, descartando possíveis respostas que poderiam prejudicar a amostra e resultados da pesquisa.

7.4 Definição do Problema

Elaborar um procedimento padrão para seleção e avaliação da interação porto x cidade para a melhor definição da localização geográfica de um porto através da metodologia multicritério AHP.

7.5 Avaliação de especialistas através de questionário

Após o estudo, foram levantados os principais aspectos gerais positivos e negativos (subtópico 7.1) e a triagem dos mesmos através de uma análise SWOT (subtópico 7.2), estes critérios foram embasamento para elaboração das perguntas inclusas no questionário (ANEXO I). Foram selecionados especialistas da área portuária, engenharia naval, transporte aquaviário para resolução do questionário.

O questionário foi enviado por diversas plataformas online aos destinatários como aplicativos e sites de formulários online para facilitar e agilizar a obtenção de tais informações primordiais para continuidade da pesquisa.

O Questionário foi um conjunto de 42 perguntas, 21 referentes a comparação em pares de 7 critérios e outros 21 referentes a comparação em pares dos 20 subcritérios. Além da comparação em pares os especialistas atribuíram notas referentes a peso de relevância de um critério sobre o outro ou um subcritério sobre o outro em uma escala de notas de 1 a 9 no qual foi determinada pelo autor.

Logo após a resolução dos questionários, foi elaborada uma tabela (ANEXO II) com todas as respostas dos especialistas e através da mesma calculada a média geométrica para cada pergunta com o objetivo de sintetizar todas as respostas em uma única.

Segundo (GOVEIA, 2017) a média geométrica é definida, para números positivos, como a raiz enésima do produto de n elementos de um conjunto de dados. Assim como a média aritmética, a média geométrica também é uma medida de tendência central. É usada a seguinte equação com mais frequência em dados que apresentam valores que aumentam de forma sucessiva:

Equação 10:

$$M_G = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n}$$

M_G : média geométrica

n : número de elementos do conjunto de dados

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: valores dos dados

Conforme observado na tabela (ANEXO II), a linha do item 15 foi os resultados obtido da média geométrica arredondadas para então poder ser lançados no software.

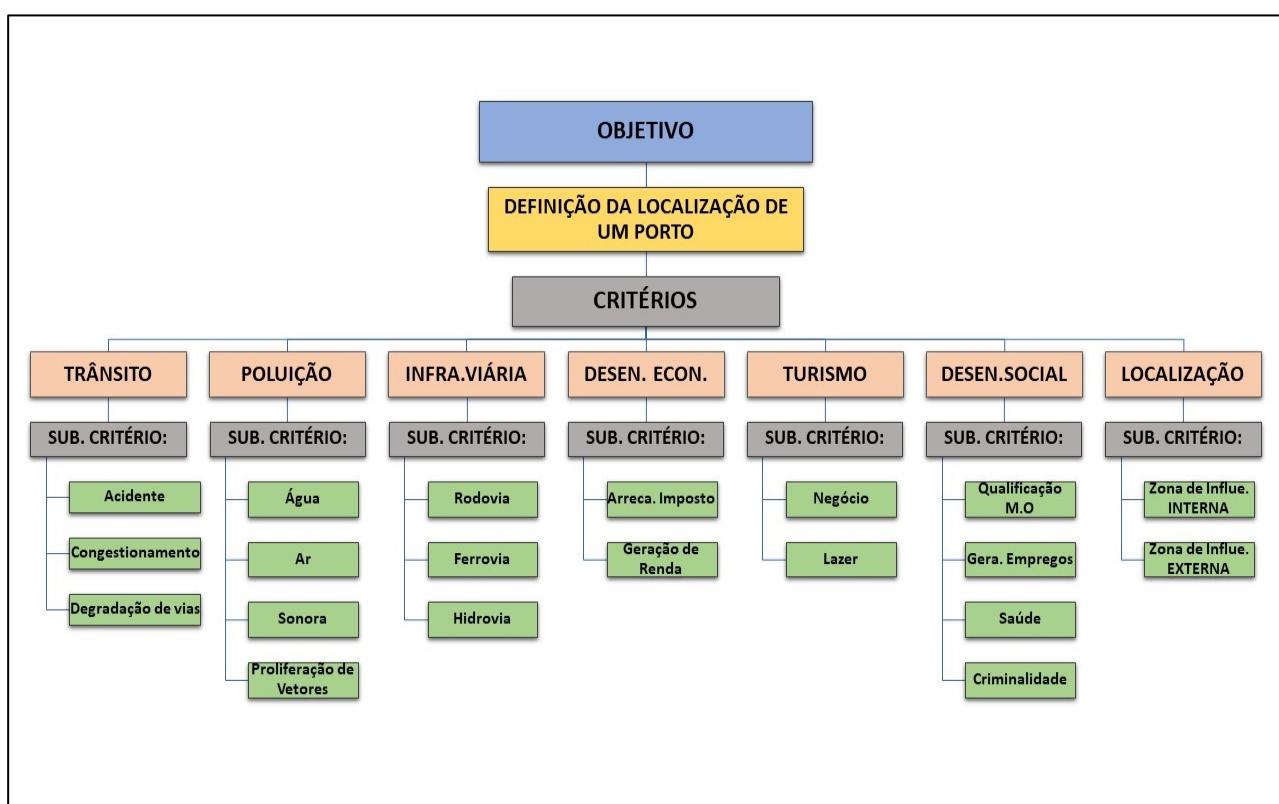
8 APLICAÇÃO DO AHP VIA SOFTWARE SUPER DECISIONS

Já definido anteriormente o software adequado a pesquisa se iniciou então a síntese das informações obtidas através do questionário no software *Super Decisions*.

8.1 Estrutura Hierárquica

A criação da estrutura hierárquica é definida através da inclusão do objetivo, critérios e subcritérios de acordo com a **Figura 8**.

Figura 8 - Modelo hierárquico de estruturação do problema.



Fonte: Autor

1º Passo: criar os clusters Add new cluster  > Creating New Cluster> Name > Save.

2º Passo: Criar os elementos dentro dos clusters, ou seja, a estrutura hierárquica:

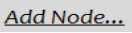
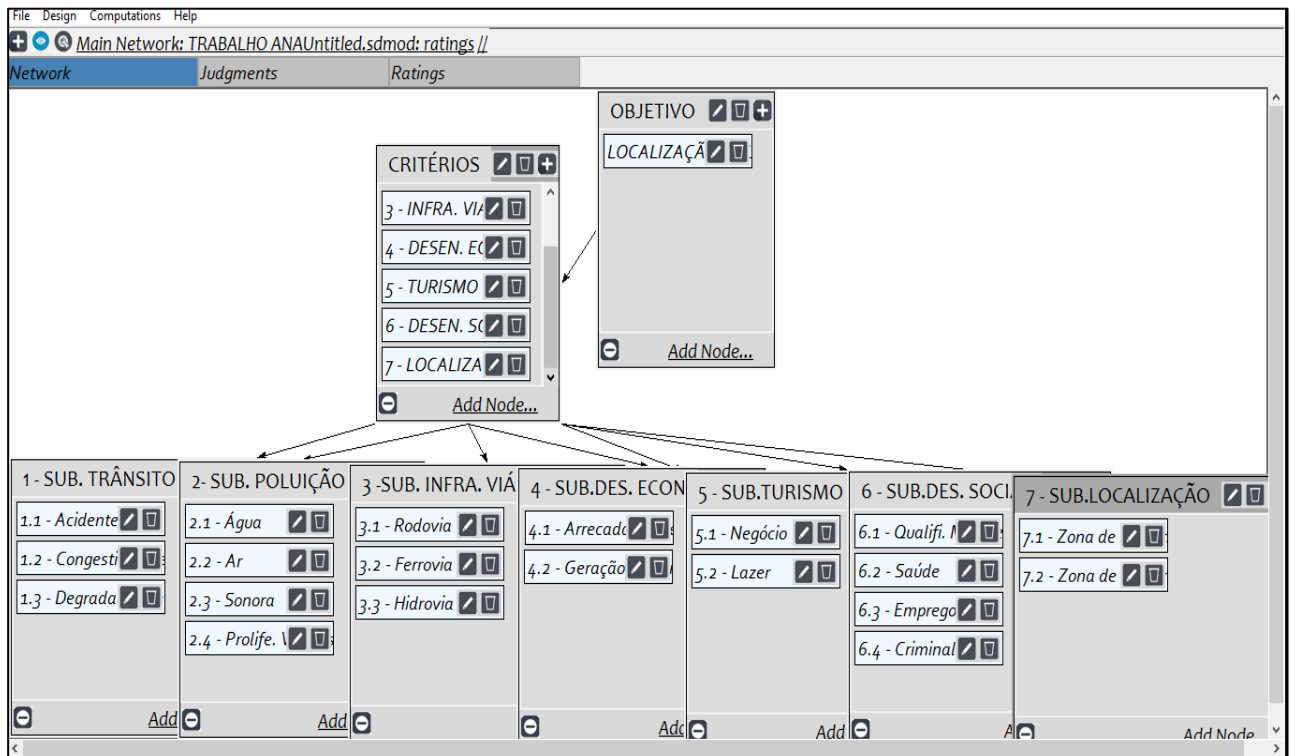
Add Node ()> Name > Save.

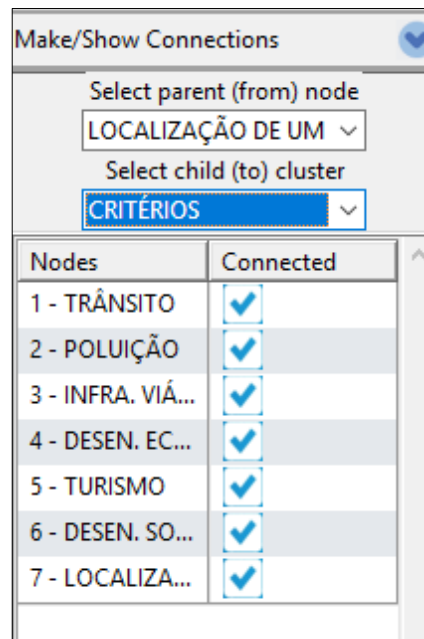
Figura 9 - Modelo hierárquico de estruturação do problema no Software



Fonte: Autor

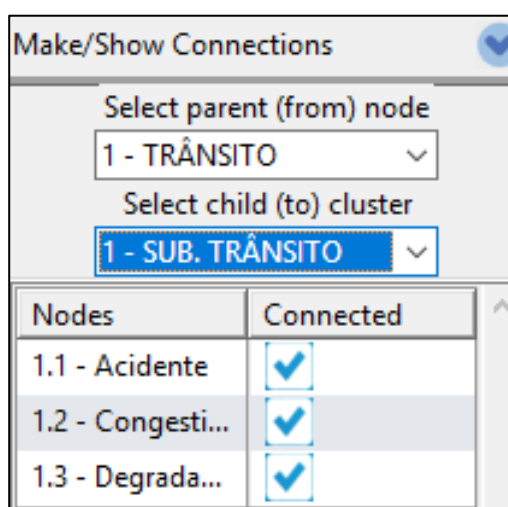
4º Passo: Em: Make/Show Connections > Fazer as conexões entre o objetivo (node) com os critérios (cluster) e os subcritérios.

Figura 10 - Selecionando o objetivo e conectando com todos os critérios.



Fonte: Autor

Figura 11 - Selecionando os critérios e conectando com todos os subcritérios.



Nodes	Connected
1.1 - Acidente	☒
1.2 - Congesti...	☒
1.3 - Degrada...	☒

Fonte: Autor

Logo após a finalização das conexões do objetivo com os critérios e os subcritérios, finalizou-se a estrutura da hierarquia. Automaticamente o Software já estrutura o modelo de comparação de pares entre todos os critérios e de cada critério com os subcritérios, como pode ser observado na aba *Judgmentes*.

As comparações são feitas pelo software em formato de gráfico, verbal, matriz ou questionário. Foi utilizado o formato de questionário, pois viabiliza a utilização da escala linear (variando de 1 a 9) e dessa forma foi aplicada as entrevistas com os especialistas (PALITTOT,2018).

8.2 Inclusão de dados questionário

Os dados dos questionários dos especialistas foram trabalhados em planilha eletrônica (ANEXO II, Linha 15). Com a média geométrica calculada resultaram os valores de entrada que foram lançados no software no formato de questionário, como mostrado na figura a seguir:

Figura 12 - Selecionando os critérios e conectando com todos os subcritérios.

File Design Computations Help

Main Network: TRABALHO ANAUntitled.sdm; ratings //

Network

Judgments Ratings

1. Choose 2. Node comparisons with respect to LOCALIZAÇÃO DE UM PORTO

Node Cluster

Choose Node

LOCALIZAÇÃO DE~

Cluster: OBJETIVO

Choose Cluster

CRITÉRIOS

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "LOCALIZAÇÃO DE UM PORTO" node in "CRITÉRIOS" cluster

1 - TRÂNSITO is equally to moderately more important than 2 - POLUIÇÃO

1. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	2 - POLUIÇÃO
2. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3 - INFRA. V~
3. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~
4. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO
5. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~
6. 1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~
7. 2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3 - INFRA. V~
8. 2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~
9. 2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO
10. 2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~
11. 2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~
12. 3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~
13. 3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO
14. 3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~
15. 3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~
16. 4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO
17. 4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~
18. 4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~
19. 5 - TURISMO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~

Restore

Fonte: Autor

5º Passo: Verificar a inconsistência dos julgamentos que deve ser, segundo Saaty, menor ou igual a 0,10. Caso a inconsistência seja superior a esse valor deve se fazer ajustes nos valores de entrada. (PALITTOT,2018)

Figura 13 - Resultado da Inconsistência

3. Results		
Normal		Hybrid
Inconsistency: 0.09697		
1 - TRÂNS~		0.09501
2 - POLUI~		0.08522
3 - INFRA~		0.21894
4 - DESEN~		0.24990
5 - TURIS~		0.03282
6 - DESEN~		0.07766
7 - LOCAL~		0.24046

Fonte: Autor

6º Passo: Criar as alternativas e definir as escalas de avaliação. Porém, o objetivo da pesquisa foi definir uma avaliação para encontrar a possível melhor alternativa, logo não temos alternativa definida.

Nessa etapa o software já calcula os valores dos pesos de cada critério e subcritério e podem ser observados na aba *Ratings* de acordo com a figura a seguir:

Figura 14 - Ratings

File Design Computations Help

Main Network: TRABALHO ANAUntitled.sdmod: ratings //

Network Judgments **Ratings**

Step 1: Select criteria for rating alternatives

Double click criterion to add it

Currently chosen ratings criteria:

- 1 - TRÂNSITO
- 2 - POLUIÇÃO
- 3 - INFRA. VIÁRIA
- 4 - DESEN. ECON
- 5 - TURISMO
- 6 - DESEN. SOCIAL
- 7 - LOCALIZAÇÃO

Select criteria to remove:

Remove Criteria

Step 2: Add alternatives

Step 3: Define rating scale for each criterion

Ratings Table

Display Options Show/Hide Calculations Manage Ratings

☒ Category Names ☒ Priorities Column Synthesize Copy Ratings Table to Clipboard

☐ Category Priorities ☒ Totals Column Synthesize whole model Clear Ratings Judgments

☐ Both Column Priorities Revert to Relative Model

To rate an alternative with respect to a criterion, click on a cell then click the down arrow to display the Rating scale intensities for that criterion. Click to select the one you think applies. Move to the next cell by clicking with the mouse.

Alternatives	Priorities	Totals	1 - TRÂNSITO (0.0475)	2 - POLUIÇÃO (0.0426)	3 - INFRA. VIÁR... (0.1095)	4 - DESEN. ECON (0.1249)	5 - TURISMO (0.0164)	6 - DESEN. SOC... (0.0388)	7 - LOCALIZAÇ... (0.1202)

Fonte: Autor

Os dados que compõem os atributos representam a pontuação final que cada critério terá no ranking.

7º Passo: Obter o ranking de prioridade de cada critério e subcritério.

Em computations > Priorities, foi obtido o resultado por prioridade dos critérios e subcritérios de acordo com a figura a seguir:

Figura 15 - Priorities

Here are the priorities.				
Icon	Name		Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	1.1 - Acidente		0.25992	0.012347
No Icon	1.2 - Congestionamento		0.32747	0.015556
No Icon	1.3 - Degradação de Vias		0.41261	0.019600
No Icon	2.1 - Água		0.57965	0.024699
No Icon	2.2 - Ar		0.14938	0.006365
No Icon	2.3 - Sonora		0.09815	0.004182
No Icon	2.4 - Prolife. Vetores		0.17282	0.007364
No Icon	3.1 - Rodovia		0.05357	0.009211
No Icon	3.2 - Ferrovia		0.49762	0.085564
No Icon	3.3 - Hidrovia		0.44881	0.077170
No Icon	4.1 - Arrecadação de Impostos		0.25000	0.015619
No Icon	4.2 - Geração de Renda		0.75000	0.046856
No Icon	5.1 - Negócio		0.83331	0.013673
No Icon	5.2 - Lazer		0.16669	0.002735
No Icon	6.1 - Qualifi. Mão de Obra		0.31260	0.012139
No Icon	6.2 - Saúde		0.34260	0.013304
No Icon	6.3 - Emprego		0.27125	0.010533
No Icon	6.4 - Criminalidade		0.07355	0.002856
No Icon	7.1 - Zona de Influência Interna		0.66667	0.080152
Okay	Copy Values			

Fonte: Autor

Os resultados das prioridades serão explicados e detalhados com mais informações no capítulo a seguir.

9 RESULTADOS OBTIDOS

9.1 Análise comparativa dos resultados

9.1.1 Análise Comparativa dos Critérios

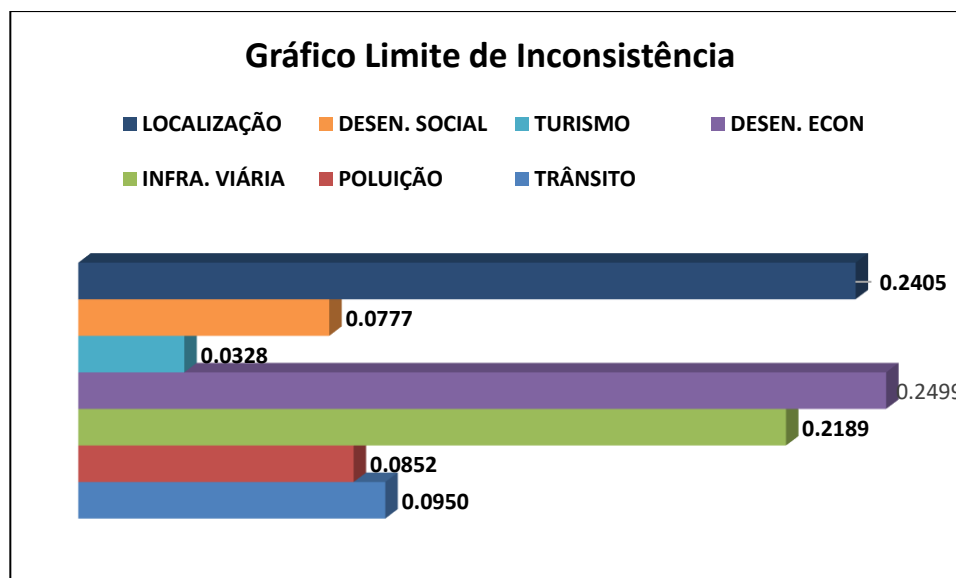
Tabela 6 - Matriz Comparativa Critérios

	TRÂNSITO	POLUIÇÃO	INFRA. VIÁRIA	DESEN. ECON.	TURISMO	DESEN. SOCIAL	LOCALIZAÇÃO
TRÂNSITO	1	2	0.2	0.17	7	0.50	0.50
POLUIÇÃO	0.5	1	0.5	0.50	3	1	0.50
INFRA. VIÁRIA	5	2	1	0.50	5	4	1
DESEN. ECON.	6.00	2	2	1	5	3	0.50
TURISMO	0.14	0.33	0.20	0.20	1	0.50	0.20
DESEN. SOCIAL	2	1	0.25	0.33	2	1	0.20
LOCALIZAÇÃO	2	2	1	2	5	5	1

Fonte: Autor

A tabela anterior representa a matriz comparativa dos sete critérios formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

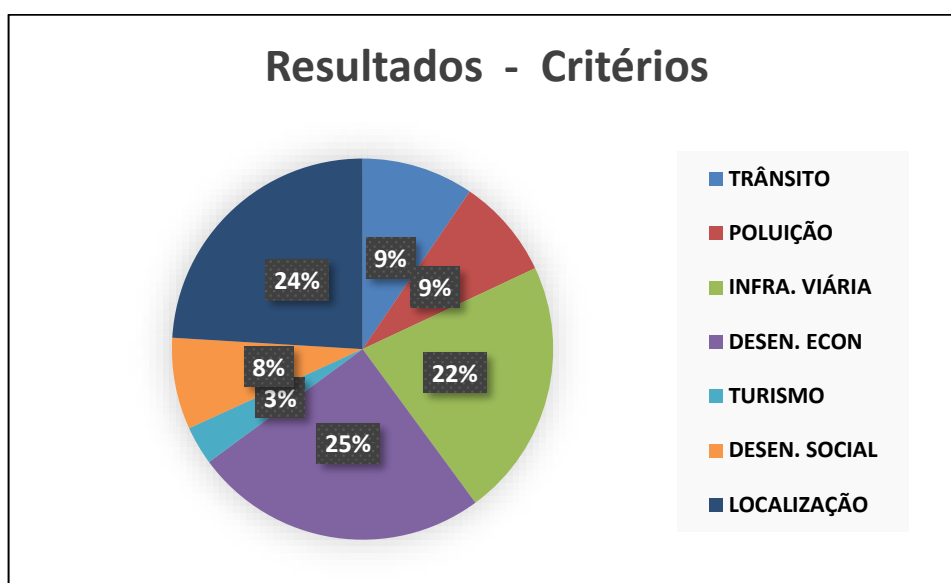
Gráfico 6 - Gráfico resultado de matriz comparativa e análise do limite de inconsistência



Fonte: Autor

Inconsistência = $0,09697 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável. Em destaque, conforme o (gráfico 6) os critérios Localização (Zona de Influência), Desenvolvimento Econômico e Infraestrutura Viária em suas respectivas ordens obtiveram como resultados os maiores valores para a razão de inconsistência.

Gráfico 7 - Resultado Avaliação dos Especialista - Critérios



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a localização e desenvolvimento econômico seguidos da infraestrutura viária são os critérios mais importantes para a determinação da Localização (Zona de Influência) de um porto. O posicionamento geográfico de um porto pode beneficia-lo ao até mesmo restringir e até inviabilizar a sua operação e produtividade, como exemplo; o porto de Belém onde a metodologia da pesquisa será aplicada no capítulo 10.

9.1.2 Análise Comparativa dos Subcritérios

9.1.2.1. - Trânsito

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios acidente, congestionamento e degradação de vias formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

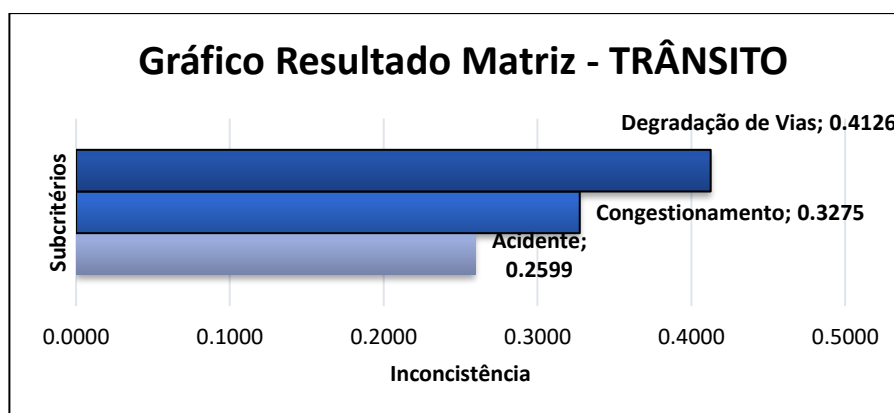
Tabela 7- Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Trânsito

	Acidente	Congestionamento	Degradação de Vias
Acidente	1	1	0.5
Congestionamento	1	1	1
Degradação de Vias	2	1	1

Fonte: Autor

O gráfico a baixo representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

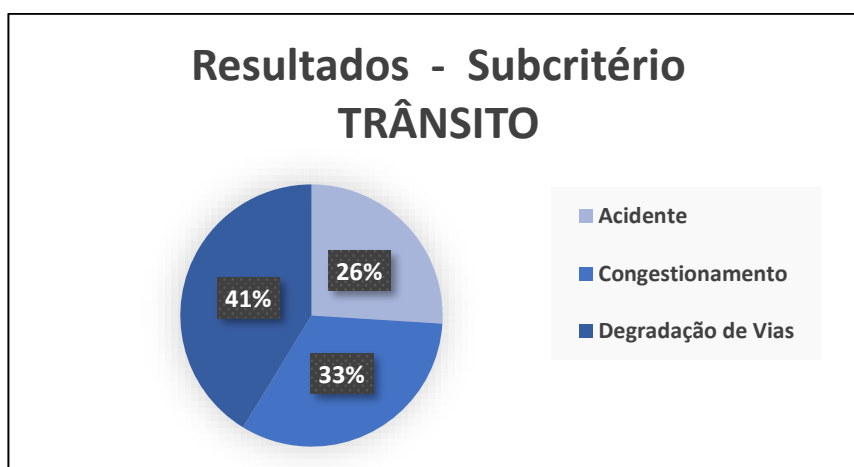
Gráfico 8 - Resultado Matriz e Inconsistência - Subcritério Trânsito



Fonte: Autor

Inconsistência = $0,05156 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios trânsito foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável. Em destaque, conforme o (gráfico 8) dentre os subcritérios Trânsito, a degradação de vias foi o maior valor em destaque para a razão de inconsistência.

Gráfico 9 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios - Trânsito



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a degradação de vias é o subcritério mais importante do critério trânsito em relação a determinação da localização de um porto.

Para o Porto de Vila do Conde, a rodovia PA - 483 representa o primeiro trecho de acesso, seguida por vias locais. De maneira geral, o entorno rodoviário dos terminais situados em Barcarena, é caracterizado por um baixo grau de urbanização, pois o acesso à área urbanizada da cidade de Barcarena é realizado por meio das rodovias PA - 151 e PA - 481, evitando o conflito do trânsito que tem como destino a cidade.

Apenas o acesso ao Terminal Portuário Graneleiro de Barcarena os veículos de carga necessitam passar pela Avenida Padre Casemiro Pereira de Souza – via de acesso à área urbanizada de Barcarena. Entretanto, ressalta-se que apesar das condições favoráveis ao trânsito, algumas vias do entorno portuário apresentam condições ruins de pavimentação e sinalização. (PLANO MESTRE, PORTO VLC, 2017).

Percebe-se que o Complexo Portuário em análise é composto por diversas instalações com diferentes matrizes modais. Para o Porto de Belém, verifica-se a predominância do modal rodoviário, sendo os derivados de petróleo (exceto GLP) os principais responsáveis por esse comportamento, já que a expedição de 82,8% dessas cargas ocorre por rodovia. O Porto de Vila do Conde, atualmente, faz uso de três modais distintos. Algumas cargas são recebidas ou expedidas 100% por rodovias, enquanto a principal carga movimentada nesse Porto (alumina ou alumina hidratada) é recepcionada por meio de correias transportadoras, apontando a predominância dutoviária. (PLANO MESTRE, PORTO VLC, 2017).

9.1.2.2. – Poluição

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios Água, Ar e Poluição Sonora formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

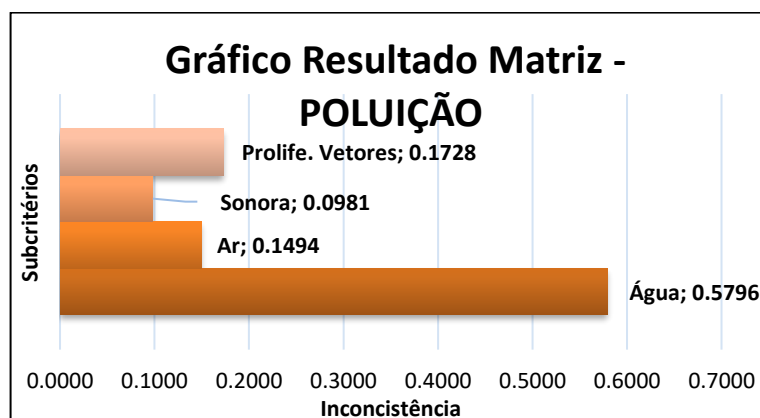
Tabela 8 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Poluição

	Água	Ar	Sonora	Prol. Vetores
Água	1.00	6.00	4.00	3.00
Ar	0.17	1.00	2.00	1.00
Sonora	0.25	0.50	1.00	0.50
Prol. Vetores	0.33	1.00	2.00	1.00

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

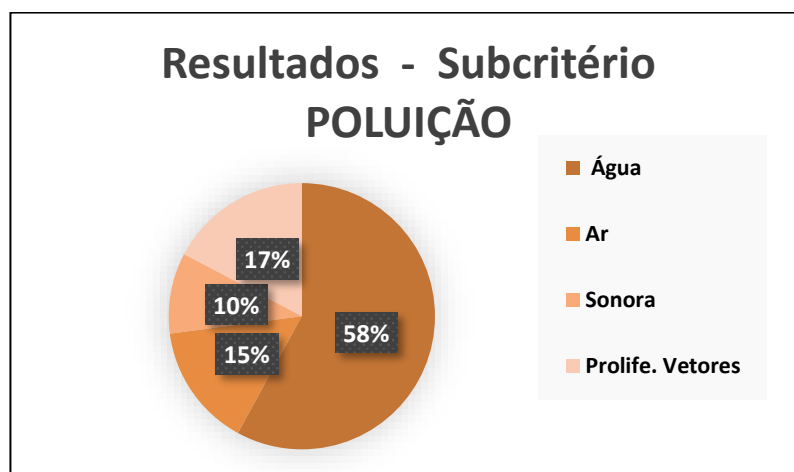
Gráfico 10 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Poluição



Fonte: Autor

Inconsistência = $0,04417 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios poluição foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável. Em destaque, conforme o (gráfico 10) dentre os subcritérios Poluição, a poluição da água de vias foi o maior valor em destaque para a razão de inconsistência.

Gráfico 11 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios - Poluição



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a água é o subcritério mais importante do critério poluição em relação a determinação da localização de um porto. Segundo a (ANTAQ, 2019), os principais impactos causados pelos portos são:

- Pela implantação dos portos;

Alteração da linha de costa, alteração do padrão hidrológico e da dinâmica sedimentar, destruição ou alteração de áreas naturais costeiras (habitats, ecossistemas), supressão de vegetação, modificação no regime e alteração no fundo dos corpos d'água, agressão a ecossistemas, poluição da água, do solo, do subsolo e do ar.

- Pela operação portuária;

Alteração da qualidade da água, poluição do ar por emissão de gases e partículas sólidas, perturbações diversas por trânsito de veículos pesados em ambientes urbanos, geração de odores e ruídos, alteração da paisagem, modificação das linhas de costa, geração de ruídos em ambientes urbanos, distúrbios na fauna e flora, interação com outras atividades (pesca, turismo, aquicultura, recreação), atração de vetores de doenças (ratos, pombos), introdução de espécies exóticas, entre outros.

9.1.2.3 – Infraestrutura Viária

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios rodovia, ferrovia e hidrovía formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

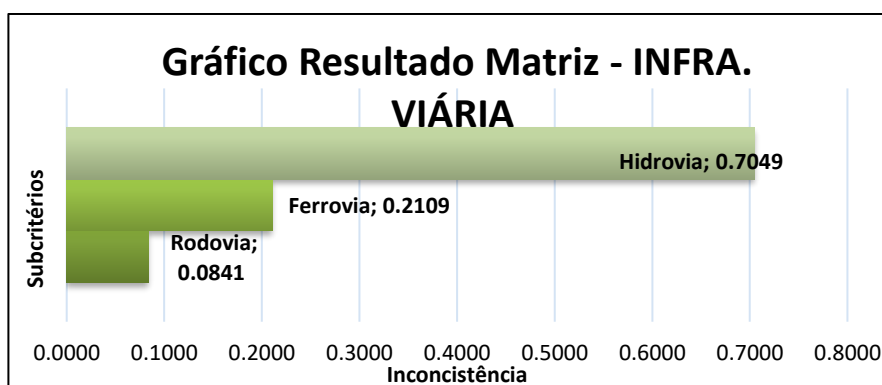
Tabela 9- Matriz Comparativa Entre os Subcritérios – Infraestrutura Viária

	Rodovia	Ferrovia	Hidrovia
Rodovia	1.00	0.33	0.14
Ferrovia	3.00	1.00	0.25
Hidrovia	7.00	4.00	1.00

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

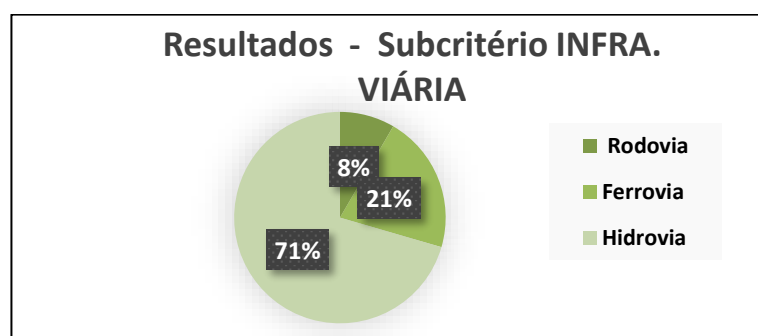
Gráfico 12 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios – Infraestrutura Viária



Fonte: Autor

Inconsistência = $0,03112 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios infraestrutura viária foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável. Em destaque, conforme o (gráfico 12) dentre os subcritérios Infraestrutura Viária, a utilização de Hidrovias foi o maior valor em destaque para a razão de inconsistência. Logo, as Hidrovias foram destaques como vias de acesso ao um porto, devido hoje ainda seu percentual de utilização do seu potencial e capacidade é inferior perante as rodovias, que são o maior volume utilizados atualmente como vias de acesso aos principais porto no Brasil como exemplo.

Gráfico 13 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Infraestrutura Viária



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a hidrovía é o subcritério mais importante do critério infraestrutura viária em relação a determinação da localização de um porto.

9.1.2.4 – Desenvolvimento Econômico

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios arrecadação de impostos e geração de renda formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

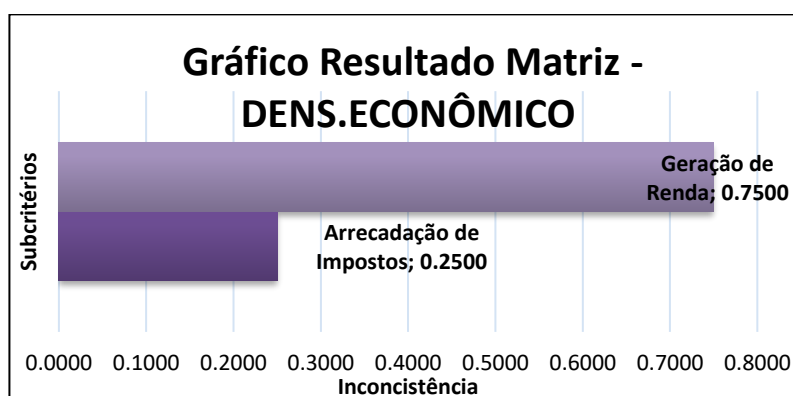
Tabela 10 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios – Desenvolvimento Econômico

	Arrecadação de Impostos	Geração de Renda
Arrecadação de Impostos	1.00	0.33
Geração de Renda	3.00	1.00

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

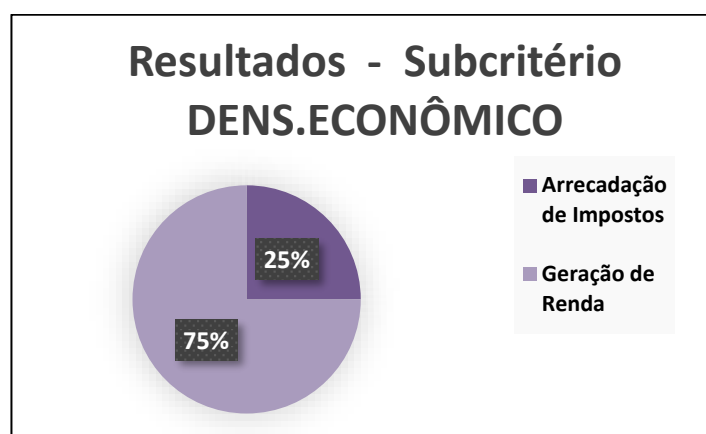
Gráfico 14 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios – Desenvolvimento Econômico



Fonte: Autor

Inconsistência = $0 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios desenvolvimento econômico foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 15 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Desenvolvimento Econômico



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que gerar renda é o subcritério mais importante do critério desenvolvimento econômico em relação a determinação da localização de um porto.

Hoje, o porto representa cerca de 95% da corrente de comércio exterior que passa pelo País e movimenta, em média, 293 bilhões anualmente, o que representa 14,2% do PIB brasileiro. O Brasil possui um total de 175 instalações portuárias de carga, incluindo portos e terminais marítimos e instalações aquaviárias. Temos portos ao longo da nossa costa e no interior do país utilizando nossas extensas bacias hidrográficas. Existem no interior, fora da costa litorânea, mais 76 terminais, 18 deles localizados na Região Sul, 6 na Região Centro-Oeste e 52 na Região Norte.

O transporte oceânico entre portos de diferentes nações, chamado de transporte de longo curso é o tipo de navegação mais utilizado, com 823,98 milhões de toneladas transportadas só no ano passado. Existe também a navegação de cabotagem que é o transporte litorâneo entre portos ou pontos do território brasileiro (portos fluviais) que movimentou 230,74 milhões de toneladas no mesmo período, enquanto a movimentação no interior do país foi de 60,32 milhões de toneladas em 2018.

Assim, o crescimento das exportações e economia de um País passam pelo Porto. O setor portuário gera mais de 120 mil empregos diretos e indiretos e investiu mais de R\$ 10 bilhões em melhorias no último ano.

Os números ilustram um pouco da importância do setor portuário para a economia do Brasil. Hoje, o porto representa cerca de 95% da corrente de comércio exterior que passa pelo País e movimenta, em média, 293 bilhões anualmente, o que representa 14,2% do PIB brasileiro. Hoje, 100% das cargas do agronegócio são escoadas pelos portos. (ANTAQ,2017)

9.1.2.5 – Turismo

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios negócio e lazer formado a partir dos julgamentos dos especialistas.

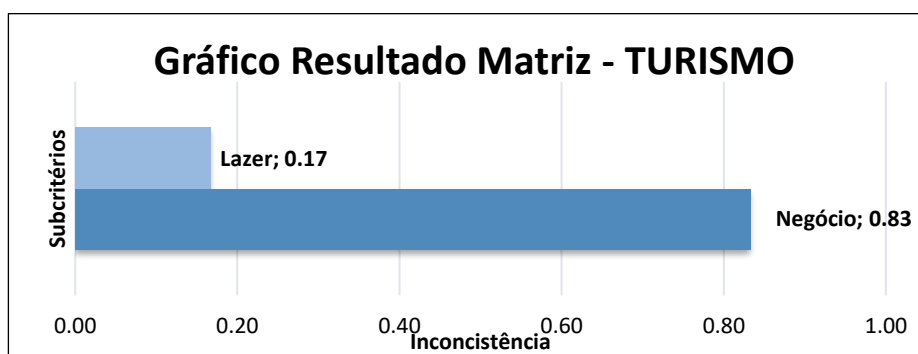
Tabela 11 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Turismo

	Negócio	Lazer
Negócio	1	5
Lazer	0.2	1

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

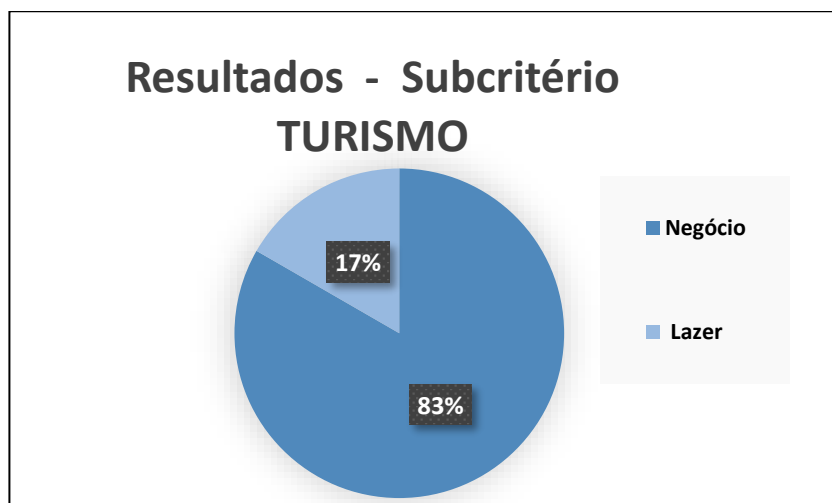
Gráfico 16 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Turismo



Fonte: Autor

Inconsistência = $0 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios turismo foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável

Gráfico 17 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Turismo



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que o turismo voltado ao negócio é o subcritério mais importante do critério turismo em relação a determinação da localização de um porto. O turismo de negócio é impulsionado pela instalação portuária, devido a necessidade de atendimento a demanda e fluxo de pessoas diretas ou indiretamente ligadas com a indústria portuária como trabalhadores, prestadores de serviço e entre outros. Vem-se então a necessidade do crescimento urbano daquela região ligado ao turismo de negócio, como rede de hotéis, restaurantes, pontos turísticos e atrações ou lugares para o lazer com o objetivo de atender o novo público que vai ser deslocado para aquela determinada região.

9.1.2.6 – Desenvolvimento Social

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios qualificação da mão de obra, saúde, emprego e criminalidade, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

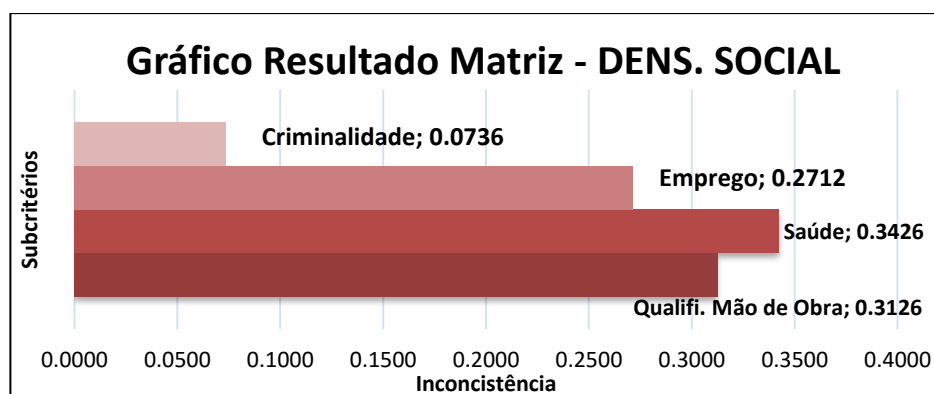
Tabela 12 - Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Desenvolvimento Social

	Qualif. Mão de Obra	Saúde	Emprego	Criminalidade
Qualif. Mão de Obra	1.00	1.00	1.00	5.00
Saúde	1.00	1.00	2.00	3.00
Emprego	1.00	0.50	1.00	5.00
Criminalidade	0.20	0.33	0.20	1.00

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

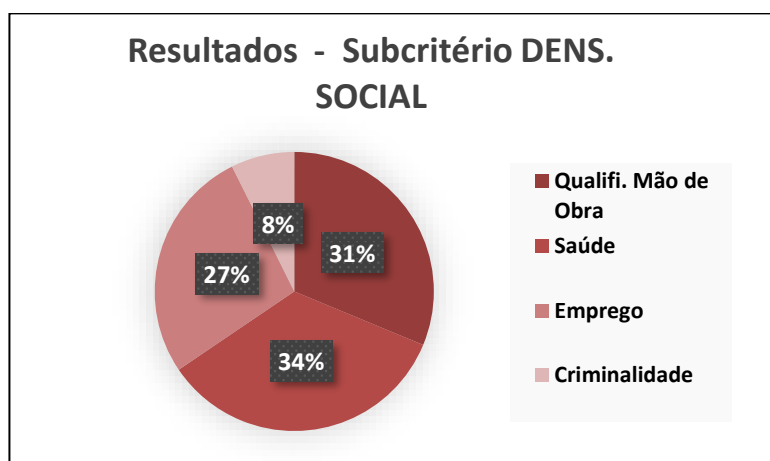
Gráfico 18 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Desenvolvimento Social



Fonte: Autor

Inconsistência = $0,05244 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios desenvolvimento social foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável

Gráfico 19 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Desenvolvimento Social



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a saúde e a qualificação da mão de obra são os subcritérios mais importantes do critério desenvolvimento social em relação a determinação da localização de um porto.

Em relação ao grupo de variáveis referentes aos trabalhadores terem ou não apresentado durante o seu tempo de trabalho no Porto, doenças que eles associam a sua ocupação, de acordo com 306 respondentes, 220 (71,90%) apresentaram afecções no sistema osteoarticular, 127 (41,50%) referiram ter apresentado problemas mentais, 64 (20,92%) apresentaram problemas no sistema gastrointestinal, 67 (21,90%) apresentaram problemas auditivos, 64 (20,92%) apresentaram problemas no aparelho respiratório, 32 (10,46%) apresentaram problemas dermatológicos e 64 (20,92%) referiram ter apresentado problemas no aparelho gênito-urinário. No que tange aos problemas do aparelho circulatório, 58 (18,95%) referiram ter apresentado, porém três (0,98%) trabalhadores não souberam informar. (SOARES,2016)

Segundo o BNDS (Banco Nacional de Desenvolvimento) o trabalho portuário avulso tem representado aumento dos custos da operação portuária. Costuma-se apontar que os ternos (cuja composição é objeto de negociação coletiva com os sindicatos) são formados por mais trabalhadores do que o necessário para executar a operação, havendo casos, inclusive, de operações idênticas realizadas por números diferentes de trabalhadores avulsos em portos distintos.

Aliás, nas entrevistas realizadas ao longo da execução do estudo foram apontados casos nos quais há trabalhadores que se apresentam nos terminais, mas, por não terem a qualificação necessária, os operadores optam por não os utilizar na prática.

Justamente em razão disso, há operadores portuários que estão contratando trabalhadores por prazo indeterminado, vinculando-os em seus quadros. Mesmo com o vínculo empregatício, há relatos de que, nesses casos, mesmo com o operador pagando um valor maior ao trabalhador do que se ele fosse avulso, o custo com mão de obra portuária diminuiu.

Isso ocorre, basicamente, porque o trabalhador contratado exerce várias funções, permitindo ao operador gerir melhor sua mão de obra.

Ressalte-se ainda que nem todos os operadores obtêm êxito em contratar por prazo indeterminado. Isso porque, conforme já supracitado, eles acabam sofrendo grandes pressões políticas e sociais para utilizar o trabalhador portuário avulso. Afinal, a contratação por prazo indeterminado, se realizada por todos os operadores portuários de um porto organizado, poderia gerar um problema social sério ao desempregar os TPAs que não fossem vinculados aos quadros dos operadores portuários.

Outro problema apontado consiste na baixa frequência na realização de cursos de treinamento, tornando mais difícil a implantação da multifuncionalidade no trabalho portuário. Costuma-se apontar que a Marinha do Brasil – que administra o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional (FDEPM) – não tem liberado os recursos no momento adequado e com a frequência desejada para a realização de esforços de qualificação da mão de obra. (BNDS, 2012)

9.1.2.7 – Localização (Zona de Influência)

A tabela abaixo representa a matriz comparativa entre os subcritérios zona de influência interna e externa formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

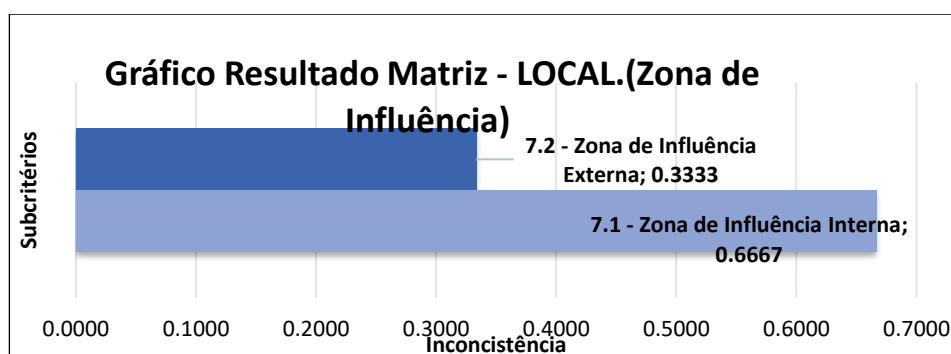
Tabela 13 -Matriz Comparativa Entre os Subcritérios Locali. (Zona de Influência)

	Zona de Influência Interna	Zona de Influência Externa
Zona de Influência Interna	1	2
Zona de Influência Externa	0.5	1

Fonte: Autor

O gráfico a seguir representa o resultado da matriz comparativa acima para cada subcritério de acordo com a sua inconsistência.

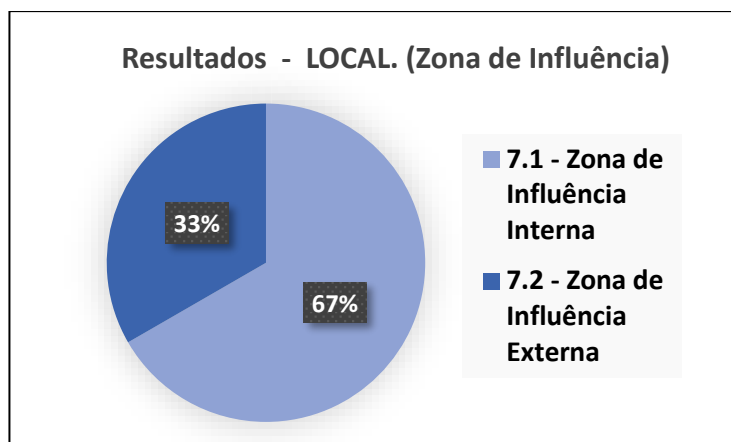
Gráfico 20 - Gráfico 18 - Resultado Matriz e Inconsistência – subcritérios Local. (Zonas de Influência)



Fonte: Autor

Inconsistência = $0 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos subcritérios localização foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 21 - Resultado Avaliação dos Especialista - subcritérios Local. (Zona de Influência)



Fonte: Autor

De acordo com a avaliação dos especialistas, temos como resultado que a zona de influência interna é o subcritério mais importante do critério zona de influência em relação a determinação da localização de um porto.

Um porto que está localizado à beira de um oceano ou de um mar é constantemente chamado de porto marítimo como exemplo; Santos é um porto situado na beira de um estuário. Rio de Janeiro está localizado em uma baía. Salvador, idem. Um porto situado à beira de um rio ou estuário é chamado um porto fluvial, como Lisboa, Aveiro, Manaus ou Belém. Contudo, há portos fluvio-marítimos que são intermediários entre marítimos e fluviais. Já um pequeno porto destinado principalmente à recreação é mais habitualmente chamado de marina.

Em geografia urbana, hinterlândia corresponde a uma área geográfica (que pode se tratar de um município ou um conjunto de municípios) servida por um porto e a este conectada por uma rede de transportes, através da qual recebe e envia mercadorias ou passageiros (do porto ou para o porto). Trata-se, portanto, da área de influência de uma cidade portuária que, por concentrar significativa atividade econômica, pode engendrar uma rede urbana, constituída por centros urbanos menores. (PAIVA,2006)

O hinterland de um porto é a zona de impacto econômico em terra e define-se por considerações comerciais mais do que simplesmente geográficas. O hinterland é a área que cobre a origem e a destinação do frete utilizando o porto. Ele depende do nível de atividade econômica e da concorrência entre os diferentes modos de transporte assim como da intermodalidade.

O hinterland de um porto é diferente para cada um dos produtos que são transportados. Cada tipo de produto tem uma cadeia diferente de logística. Os produtos que entram têm um hinterland baseado nos consumidores e no seu acesso por transporte. Os produtos que saem têm um hinterland baseado nas zonas de produção. (ROSILDA,2009)

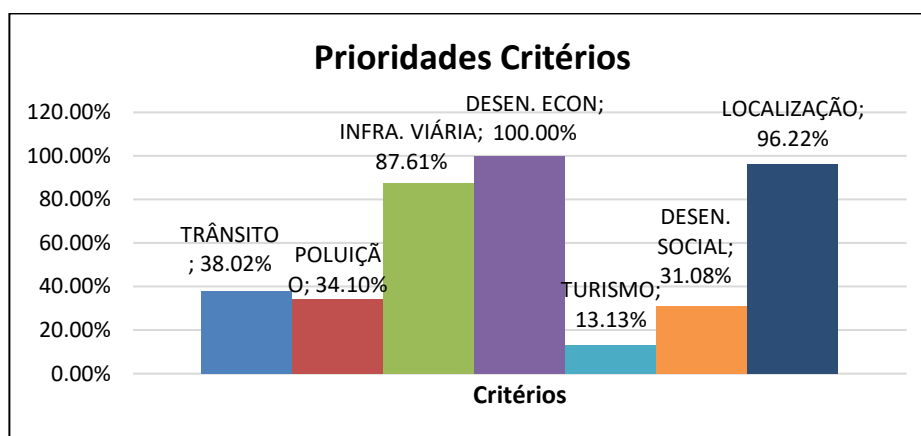
O foreland do porto é o seu litoral marítimo. O espaço marítimo de projeção no qual o porto entretém laços comerciais. É o conjunto dos mercados alcançados via portos conectados. O foreland de um porto é constituído por um conjunto de outros portos com os quais se organizam intercâmbios regulares, quer se trate do transporte de passageiros ou de mercadorias. (ROSILDA,2009)

Logo, para os especialistas a influência do porto com a sua zona interna é mais importante em consideração a sua zona de externa, marítima de relação com outros país e continentes.

9.2 Análise de Prioridades

9.2.1 Prioridades Entre os Critérios

Gráfico 22 - Resultado dos Critérios por Prioridades

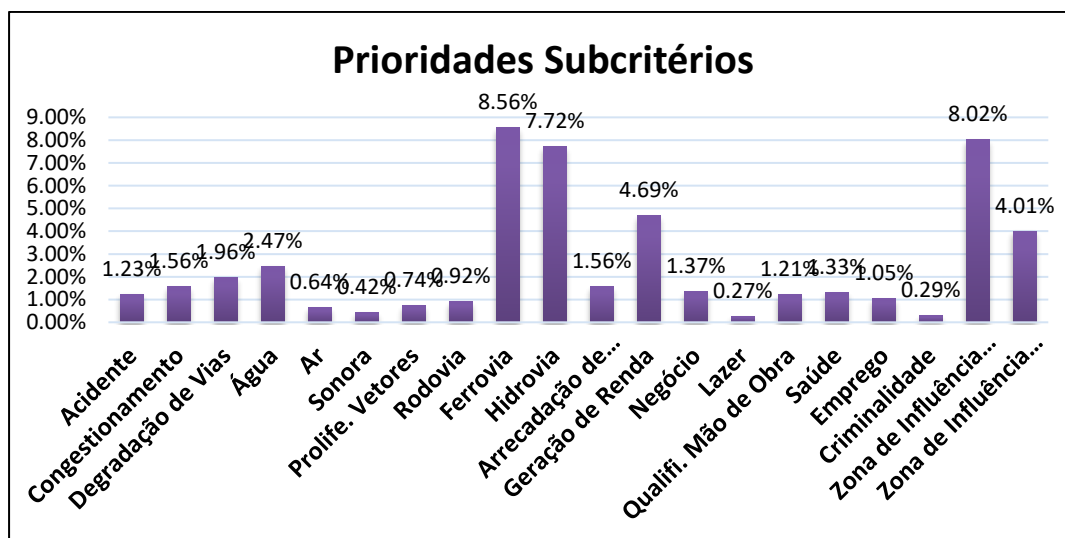


Fonte: Autor

Determinado pelos especialistas como prioridade, os critérios de Localização, Desenvolvimento Econômico e Infraestrutura viária como os mais importantes e que influenciam na escolha para uma localização portuária, de acordo com o gráfico 22.

9.2.2 Prioridades Entre os Subcritérios

Gráfico 23 - Resultado dos Subcritérios por Prioridades



Fonte: Autor

Quanto aos subcritérios, de acordo com a avaliação dos especialistas, foram definidos como prioridades para o estabelecimento de uma localização portuária; a Zona de Influência Interna, o acesso via Ferrovia, o acesso via Hidrovia, Geração de Emprego e Renda e a Zona de Influência Externa.

10 APLICANDO A METODOLOGIA AO PORTO DE BELÉM – PA

Como breve exemplo para aplicação da metodologia, foi escolhido o porto de o Porto de Belém devido a ser o primeiro porto do estado do Pará, situado em Belém, Estado do Pará, à margem direita da baía de Guajará a jusante do mercado do Ver-o-Peso e a montante da Base Naval de Val-de-cães a uma distância de 120 km do oceano Atlântico.(CDP,2019).

Figura 16 - Porto de Belém



Fonte: Google Earth, 2019, o autor

10.1 Histórico

Devido a constante presença de estrangeiros no Pará, notadamente ingleses, franceses e holandeses, foi organizada uma expedição com cerca de 200 homens e 3 embarcações: "Santa Maria da Candelária", "Santa Maria da Graça" e "Assunção". Sob o comando de Francisco Caldeira Castelo Branco, em 12 de janeiro de 1616, a expedição conquistou o território, lançando os fundamentos de uma casa forte, recebendo em nossos dias a denominação de Forte do Castelo e a região, chamada de Nossa Senhora de Belém.

No início do século XX a Amazônia despontava como a maior produtora de borracha do mundo. Com isso crescia a afluência da navegação e logo surgiu a necessidade de se construir um Porto em Belém, pois os trapiches existentes na época eram ineficientes, perigosos e enfejavam a cidade. Portanto, Belém estava fadada a ser uma grande metrópole, pois sua privilegiada situação geográfica no estuário amazônico lhe garantia, futuramente, tornar-se um importante centro urbano, pois praticamente todo o comércio da região, forçosamente, teria que passar pelo seu Porto.

O homem de negócios, natural da Pensilvânia - Estados Unidos, Percival Farquhar (1864-1953), depois de participar da organização da LIGHT AND POWER em São Paulo e no Rio de Janeiro, recebeu autorização para executar diversas obras no cais da cidade de Belém, através do Decreto n.º 6.283, de 20.12.1906, conseguiu a concessão para explorar os serviços portuários, através da empresa PORT of PARÁ Co.

A empresa organizada pelo Engenheiro Percival por meio de ações vendidas nas bolsas de valores da França, Bélgica, Canadá e Estados Unidos da América do Norte, exercendo os direitos de sua concessão, a "Porto of Pará", como primeiro passo, encampou todos os trapiches do litoral da cidade, providenciando a demolição dos mesmos e construindo em seus lugares o moderno cais de Belém.

O primeiro trecho do Porto de Belém foi inaugurando em 02.10.1909, com 120 metros de cais e o primeiro armazém de 20 por 100 metros, sendo quatro anos depois concluídos em 1913 com 15 armazéns e 1.860 m de cais acostável.

O Decreto Lei n.º 2.154, de 27.04.40, criou a SNAPP – Administração Autônoma dos Serviços de Navegação da Amazônia e de Administração do Porto do Pará e o Decreto Lei n.º 2.436, de 22.07.40, passou para a União as instalações portuárias de Belém.

10.2 Instalações

O Porto de Belém abrange uma área territorial do 333.297,22 m². A estrutura do cais, que tem forma de um molhe contínuo côncavo, é constituída de blocos pré-moldados de concreto simples, só existindo fundações profundas nas entradas da Doca Marechal Hermes, o restante tem base de pedras assentes em argila dura, que é a constituição do leito do rio.

Possui um dolfin de amarração, situado a jusante do berço 500 (Ocrim), constituído por bloco assente sobre estacas, executados em concreto armado com cabeço para 100 tf destinado para a situação mais desfavorável para amarração de navios de até 40.000 DWT.

- Faixa de cais entre os armazéns 4 ao 8 é constituído pelos berços 100, 200 e 300, onde estão movimentados carga geral e contêineres;

- Faixa de cais entre os armazéns 9 ao 10 é constituído pelo berço 600, onde operam apenas embarcações de navegação interior, movimentando carga geral e passageiros;

- Faixa de cais entre os armazéns 11 ao 12 e silos (Ocrim) é constituído pelos berços 400 e 500, onde são movimentados contêineres e trigo a granel, possui ainda instalada uma câmara frigorífica, utilizada para inspeção e vistoria de cargas refrigeradas que permite duas operações simultâneas de carregamento, descarga e inspeção;

- O pátio de contêineres tem disponibilizado 56 tomadas "refeers" para ligação de contêineres frigorificados, sendo distribuídas em sete cabines fixas com quatro tomadas cada uma e em dois carrinhos móveis com quatorze tomadas cada um.

Quase todos os órgãos intervenientes no trabalho portuário estão instalados nos altos do armazém nº10 do porto, como Alfândega, Ministério da Agricultura, IBAMA, Ministério do Trabalho, Vigilância Sanitária e em outras áreas do porto a Secretária de Estado da Fazenda e OGMO.

- Área Primária

Armazéns 4 ao 8: composto por 9 (nove) armazéns cobertos medindo 20m x 100m cada um, ocupa área total de 18.000 m².

Pátio de Armazenagem: abrangendo um total de 53.517 m².

Armazéns 11 ao 12: composto por 2 (dois) armazéns cobertos medindo 20m x 100m cada um, ocupa área total de 4.000 m².

Pátio de Contêineres: abrangendo um total de 25.300 m² com capacidade estática para 1.956 TEUs.

- Área Secundária

Lotes V e W: composto 2 (dois) galpões germinados medindo 15m x 50m cada um, ocupa área total de 1.500 m².

Pátio de Armazenagem: abrangendo um total de 13.688 m².

- Área Arrendada

- OCRIM: ocupa uma área de 9.073,90 m² e opera na movimentação de granel sólido (trigo a granel).

10.3 Movimentação de Carga

O Porto de Belém a partir de 1909 iniciou com suas atividades voltadas para o descarregamento de mercadorias para atender ao mercado consumidor local, sendo que em 1915 a movimentação geral de importação participou com mais de 60% do total.

Naquela época predominava na exportação a borracha nativa, produzida em larga escala no norte do país. Da década de 1970 em diante o porto passou a ser exportador e atualmente predomina a carga geral containerizada e granel sólido (trigo a granel).

10.4 Aplicação do Questionário

Foi aplicado então o questionário modelo desta metodologia (ANEXO II) como primeira ferramenta para avaliação das condições atuais do porto.

Figura 17- Questionário (ANEXO II) Aplicado ao Porto de Belém no Software

Comparisons wrt "LOCALIZAÇÃO DE UM PORTO" node in "CRITÉRIOS" cluster																										
1 - TRÂNSITO is equally to moderately more important than 2 - POLUIÇÃO																										
1.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	2 - POLUIÇÃO				
2.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3 - INFRA. V~				
3.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~				
4.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO				
5.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~				
6.	1 - TRÂNSITO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~				
7.	2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3 - INFRA. V~				
8.	2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~				
9.	2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO				
10.	2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~				
11.	2 - POLUIÇÃO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~				
12.	3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4 - DESEN. E~				
13.	3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO				
14.	3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~				
15.	3 - INFRA. V~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~				
16.	4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5 - TURISMO				
17.	4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~				
18.	4 - DESEN. E~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	7 - LOCALIZA~				
19.	5 - TURISMO	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6 - DESEN. S~				

Fonte: Autor

10.5 Análise comparativa dos resultados

10.5.1 Quanto aos Critérios

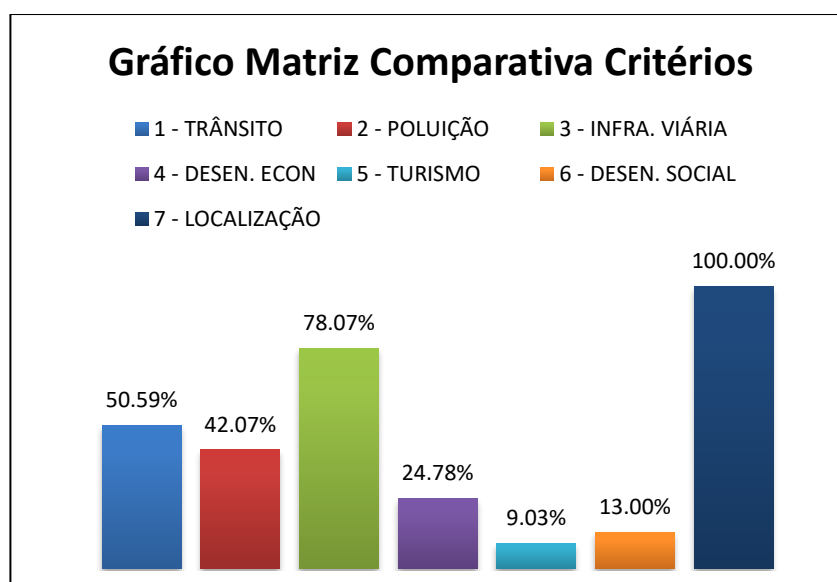
Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os critérios estabelecidos e avaliados.

Tabela 14 - Matriz Comparativa entre os Critérios aplicada ao Porto de Belém

	TRÂNSITO	POLUIÇÃO	INFRA. VIÁRIA	DESEN. ECON.	TURISMO	DESEN. SOCIAL	LOCALIZAÇÃO
TRÂNSITO	1.00	2.00	0.33	4.00	4.00	5.00	0.33
POLUIÇÃO	0.50	1.00	0.50	3.00	5.00	4.00	0.50
INFRA. VIÁRIA	3.00	2.00	1.00	5.00	8.00	5.00	0.33
DESEN. ECON.	0.25	0.33	0.20	1.00	4.00	5.00	0.25
TURISMO	0.25	0.20	0.13	0.25	1.00	0.33	0.20
DESEN. SOCIAL	0.20	0.25	0.20	0.20	3.00	1.00	0.20
LOCALIZAÇÃO	3.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.00	1.00

Fonte: Autor

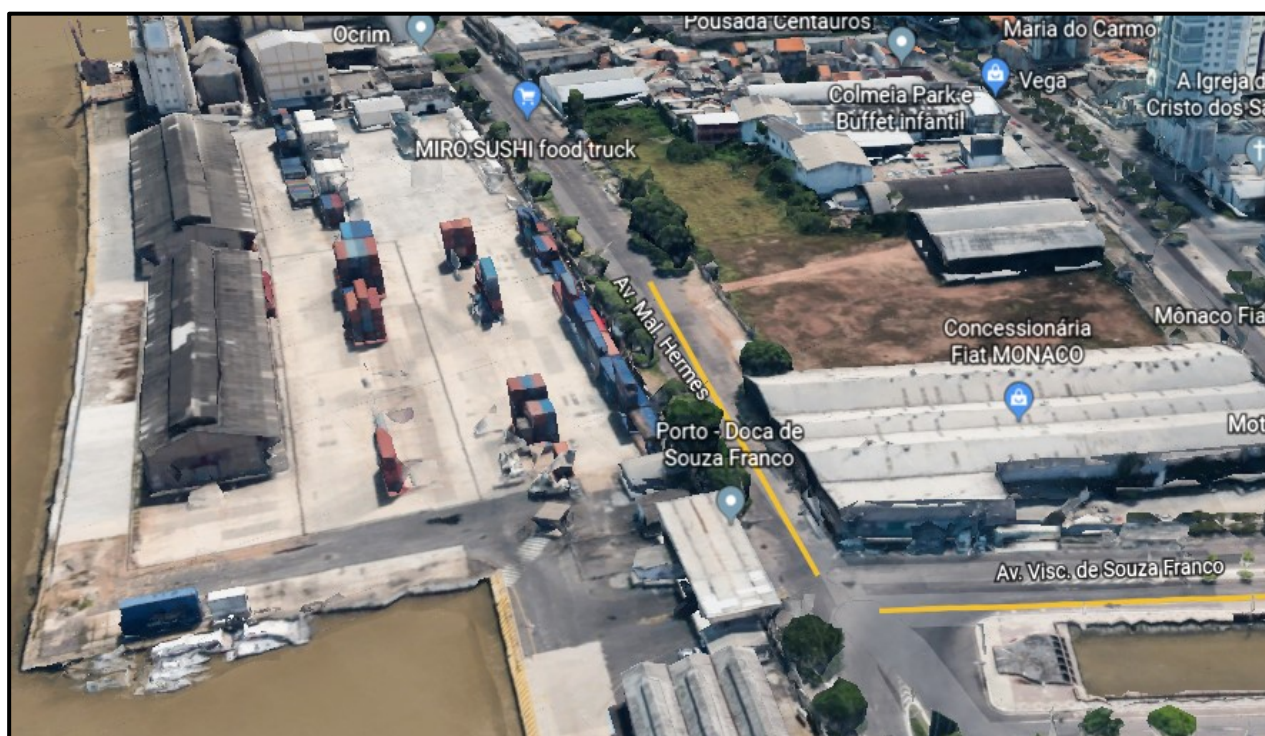
Gráfico 24 - Gráfico Matriz Comparativa entre os Critérios aplicada ao Porto de Belém



Fonte: Autor

Em análise ao Gráfico 24 como resultado da matriz comparativa, foi evidenciado que atualmente o Porto de Belém possui grande deficiência quanto os critérios trânsito e infraestrutura viária. Não há a existência de rodovia ou ferrovias de acesso, devido está localizado ao centro da cidade só existem atualmente duas ruas de acesso, Av. Marechal Hermes e Av. Visconde de Souza Franco conforme a figura a seguir:

Figura 18 - Vias de Acesso ao Porto de Belém



Fonte: Google Earth, 2019, o autor

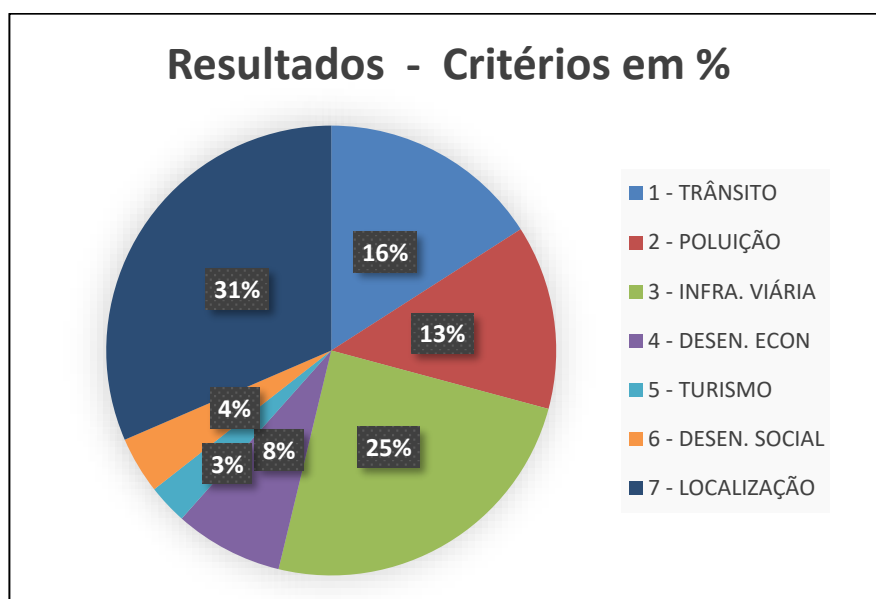
Constatado no Gráfico 24 e reafirmado no Gráfico 25, o critério localização de acordo com os resultados, representou 31% total como o maior problema hoje do Porto de Belém, o mesmo apesar de estar as margens da grande Baía do Guajará (Figura 19) limitou suas zonas de influência (Interland/Foreland) devido limitado calado ao longo da baía, dificultando assim e não sendo previsto em sua construção acesso de embarcações de grande porte como existem atualmente.

Figura 19 - Margens do Porto de Belém



Fonte: Google Earth, 2019, o autor

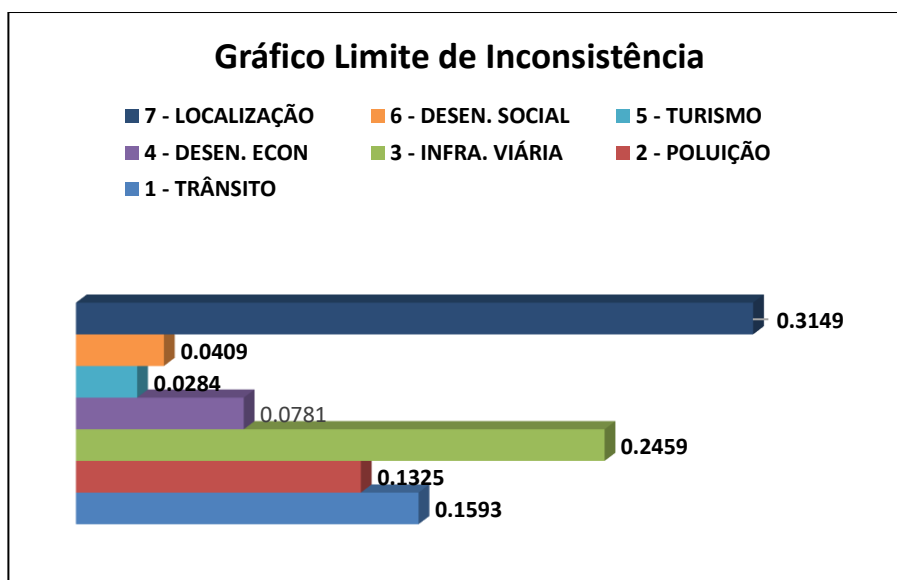
Gráfico 25 - Gráfico Percentual de Análise dos Critérios



Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 26) o Resultado da Inconsistência = $0.09802 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 26 - Resultado da Inconsistência dos Critérios Aplicados ao Porto de Belém



Fonte: Autor

10.5.2 Quantos aos Subcritérios

Após finalizada a análise dos resultados dos critérios, a segunda etapa foi a análise dos subcritérios.

10.5.2.1 Trânsito

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério trânsito.

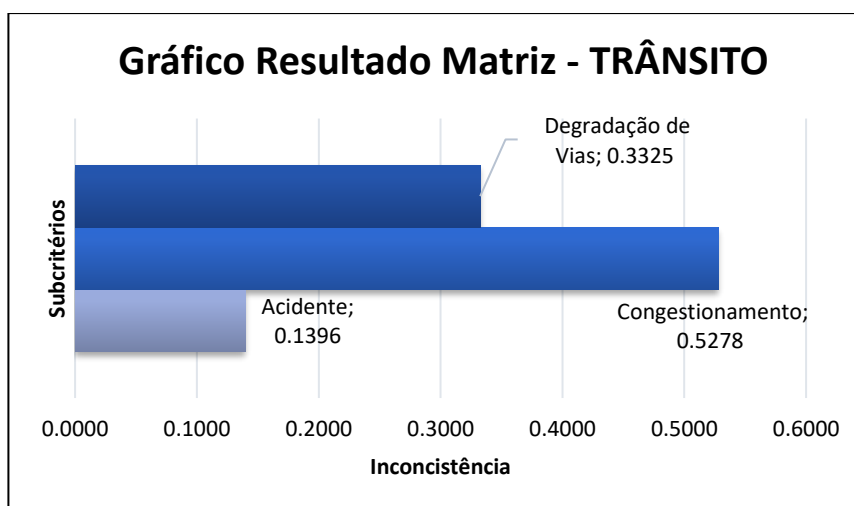
Tabela 15 - Matriz Comparativa entre os Subcritérios TRÂNSITO aplicada ao Porto de Belém

	Acidente	Congestionamento	Degradação de Vias
Acidente	1.00	0.33	0.33
Congestionamento	3.00	1.00	2.00
Degradação de Vias	3.00	0.50	1.00

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 27) o Resultado da Inconsistência = $0.05156 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

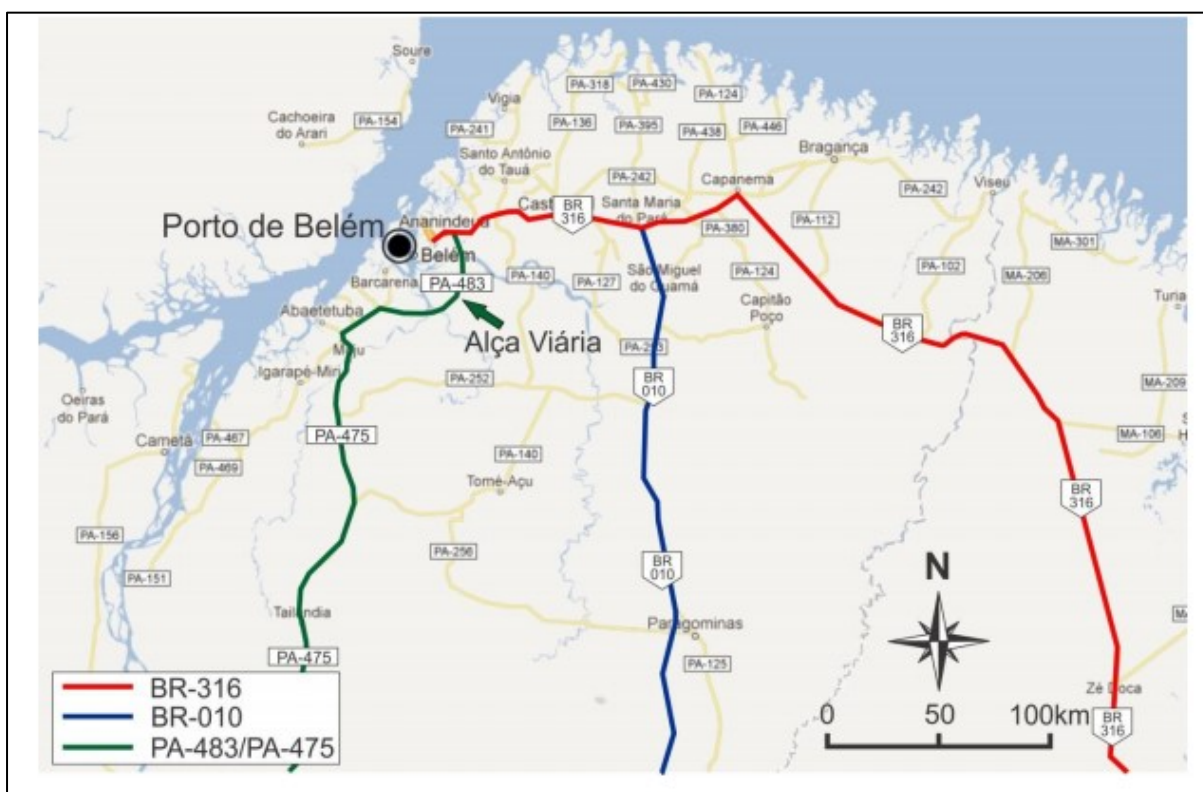
Gráfico 27- Resultado da Matriz Subcritério Trânsito



Fonte: Autor

As principais rodovias que fazem a ligação do Porto de Belém com a hinterlândia são a BR-316, a BR-010 e a PA-140, destacando-se ainda a Alça Viária do Pará – PA-, como mostra a figura a seguir. (SEP/PR,2013).

Figura 20 - Rotas de Acesso ao Porto de Belém



Fonte: Fonte: Google Maps; Elaborado por LabTrans, 2013

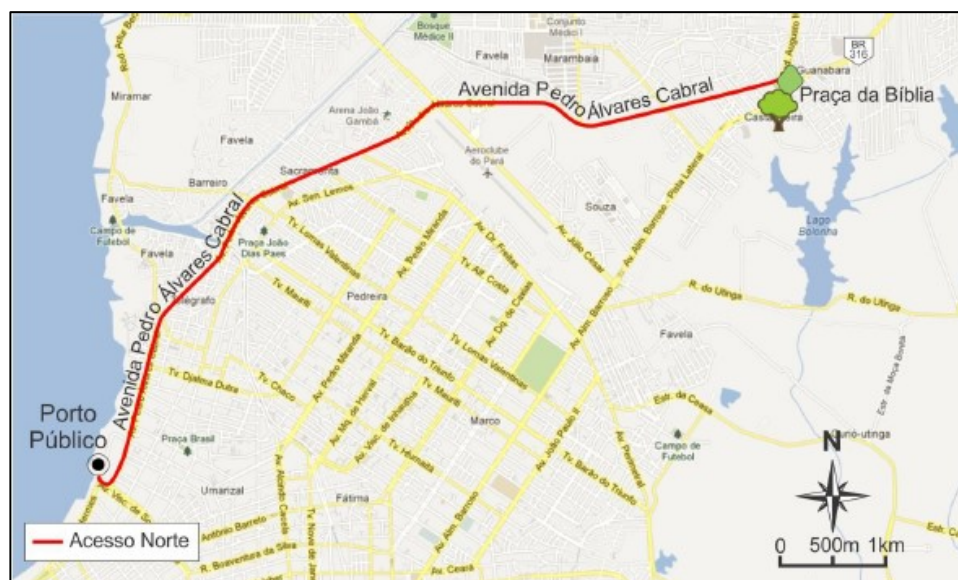
A BR-316 é uma rodovia diagonal e tem seu marco zero dentro da cidade de Belém e se desenvolve a oeste da capital paraense. Até Benevides, são 25 km de pista. Este segmento é predominantemente urbano, passando ainda pelas cidades de Ananindeua e Marituba. Apesar de possuir grande capacidade de tráfego, seu nível de serviço é significativamente comprometido pelo fato de que todos os cruzamentos são realizados em nível.

A Alça Viária do Pará consiste na rodovia estadual PA-483, construída a partir da necessidade de unir a capital do estado, Belém, ao Polo Industrial de Barcarena e Abaetetuba. São encontrados ao longo da Alça Viária alguns aglomerados urbanos que viviam isolados antes da construção da rodovia e que aos poucos vêm se desenvolvendo. Entretanto, apesar da grande importância para a economia e desenvolvimento social do Pará, as condições de trafegabilidade e conservação da PA-483 deixam muito a desejar. Há vários trechos em que a vegetação avança sobre a rodovia, outros onde a deterioração do pavimento é tamanha que impede o tráfego de qualquer veículo a uma velocidade compatível com a de projeto. Não possui boa infraestrutura resultando em péssimas condições de tráfego. (LABTRANS,2013).

O acesso Norte parte da Praça da Bíblia no início da BR-316 para oeste na Avenida Pedro Álvares Cabral, percorrida em praticamente toda a sua extensão, num total de 8 km. Cerca de 500 m antes do cruzamento com a Avenida Doca, à direita, acontece o acesso ao terminal de cargas do porto, Avenida Pedro Álvares Cabral é uma das mais importantes vias que contornam a região central da cidade.

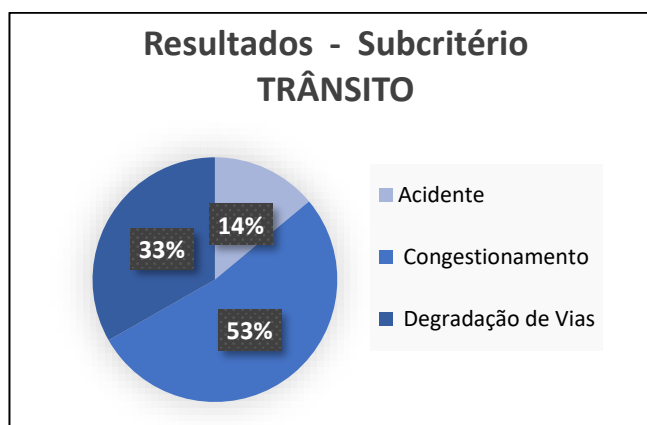
Apesar de ser uma importante via arterial da cidade, possuindo função de escoamento do tráfego, é muito grande a quantidade de acessos diretos a esta avenida. A presença de semáforos e cruzamentos em nível com outras importantes avenidas também podem ser descritas como um ponto negativo de infraestrutura viária. O terminal de passageiros possui acesso pela Avenida Marechal Hermes, 1,0 km depois do cruzamento com a Avenida Doca, a Avenida Marechal Hermes, onde se virar à esquerda, chegando aos portões do porto 250 m depois. (LABTRANS,2013).

Figura 21- Acesso Norte ao Terminal de Cargas do Porto Público



Fonte: Fonte: Google Maps; Elaborado por LabTrans, 2013

Gráfico 28- Resultados - Subcritério TRÂNSITO



Fonte: Autor

Entretanto, em função da grande quantidade de acessos diretos, polos geradores de tráfego e semáforos, a capacidade útil das vias de acesso ao Porto de Belém encontra-se significativamente comprometidas aos seus limites máximos como foi evidenciado no (Gráfico 28). Apesar da não existência hoje grandes polos geradores de tráfego nesta parte do percurso, existe grande conflito urbano, com a formação de filas nos horários de pico além da falta de infraestrutura nas vias para acesso de veículos longos e pesados para o transporte de carga, o congestionamento e degradação de vias são atualmente uns dos principais pontos negativos do Porto de Belém.

10.5.2.2 Poluição

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Poluição.

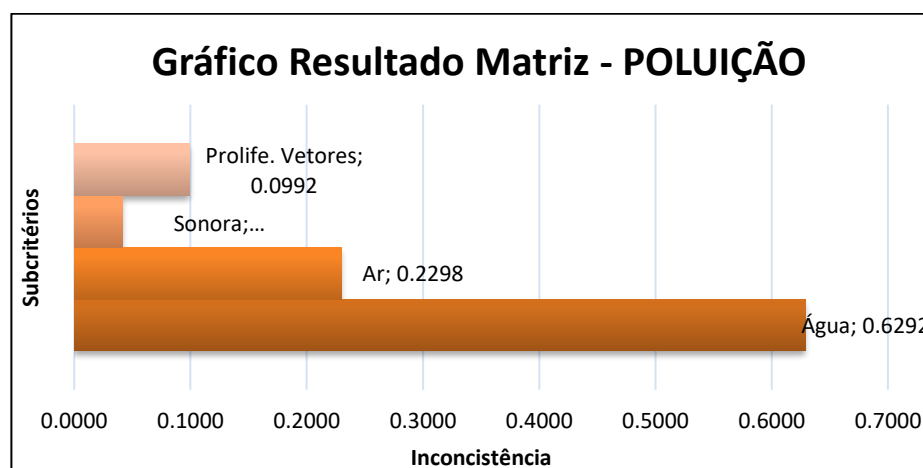
Tabela 16 – Resultado Matriz Subcritério Poluição

	Água	Ar	Sonora	Proli. Vetores
Água	1.00	4.00	8.00	8
Ar	0.25	1.00	7.00	3
Sonora	0.13	0.14	1.00	0.25
Proli. Vetores	0.13	0.33	4.00	1

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 29) o Resultado da Inconsistência = $0.09529 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 29 - Gráfico Resultado Matriz - POLUIÇÃO

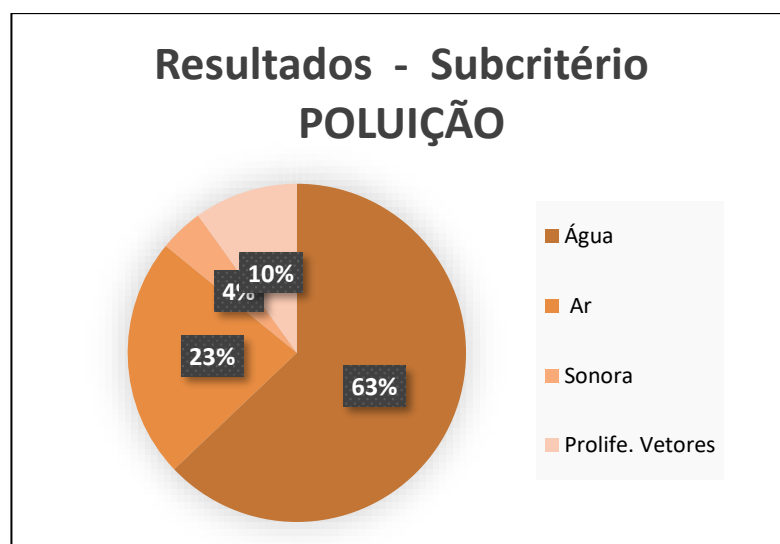


Fonte: Autor

Os sistemas portuários são responsáveis por grandes modificações e impactos causados no meio ambiente em virtude da necessidade de sua implantação e atualização gradativa de acordo com as demandas do mundo globalizado. Segundo Dias (2013), de modo geral as alterações ambientais de um porto estão associadas à sua construção, ampliação, reforma ou modernização, onde temos presentes os reflexos negativos comumente observados em construções civis de grande porte. Além disso, a própria operação portuária, englobando a manutenção da infraestrutura física, bem como os serviços e sistemas de carga/descarga, estocagem e transporte, possui também um grande potencial para geração de impactos ambientais.

Dentre as alterações geradas pode-se relacionar algumas, como por exemplo, dragagens e disposição dos materiais dragados, produção de resíduos sólidos e líquidos, derramamento de produtos, drenagens de áreas, inserção de espécies exóticas através das águas de lastro, processos erosivos e alterações da linha costeira, entre outros. (DIAS,2013)

Gráfico 30- Resultados - Subcritério POLUIÇÃO



Fonte: Autor

Algumas variáveis físico-químicas apontam que a água bruta do Porto de Vila do Conde, apresenta um nível de qualidade melhor que das águas do Porto de Belém e do Terminal Petroquímico de Miramar, isto pode estar relacionado ao fato de que urbanização no Porto de Vila do Conde é menor. Com base nos resultados microbiológicos encontrados, podemos concluir que o Porto de Vila do Conde apresentou a melhor qualidade de água, fato representado pela ausência de *Escherichia coli* em todo o período, fato este não ocorrido nos outros portos. Foi possível perceber que o poço do Porto de Vila do Conde apresenta menor vulnerabilidade das águas subterrâneas em relação aos poços do porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar. (CARNEIRO,2015).

As pressões antrópicas decorrentes das diversas atividades da sociedade aumentam a vulnerabilidade dos poços, e consequentemente os riscos de poluição e/ou contaminação em áreas mais urbanizadas, como no caso do porto de Belém e Terminal Petroquímico de Miramar, que apresentaram um comportamento hidro químico distinto do porto de Vila do Conde. (CARNEIRO,2015).

Tabela 17- Valores máximos e mínimos de químicos comparativo nos portos de Belém, Miramar e Vila do Conde.

Parâmetros	Unidades	Poço BEL02	Poço MIR03	Poço VDC01
		Min. - Máx.	Min. - Máx.	Min. - Máx.
pH	-	6,76 - 7,27	5,99 - 7,46	4,29 - 7,61
Temperatura	°C	28,87 - 29,63	28,23 - 32,1	26,90 - 29,70
Condutividade	µS/cm	394,90 - 656,00	186,6 - 435,0	41 - 55,8
TDS	mg/L	218,0 - 328,0	72,8 - 217,0	23 - 33,2
Turbidez	UNT	20,10 - 63,00	6 - 107	1,0 - 17,8
STS	mg/L	8,0 - 50,0	2,0 - 67	2,0 - 15,0
Cor	mg/L	142 - 311	24 - 538	1,0 - 102,0
Alcalinidade	mg/L	3,0 - 57,0	3,0 - 40,0	3,0 - 17,0
Fluoreto	mg/L	0,05 - 4,55	0,004 - 3,27	<LD - 0,06
Cloreto	mg/L	0,13 - 46,71	<LD - 16,22	2,43 - 4,48
Nitrito	mg/L	<LD - 0,27	<LD - 0,19	<LD - 0,12
Nitrato	mg/L	<LD - 4,67	<LD - 5,47	0,26 - 7,94
Sulfato	mg/L	<LD - 6,58	<LD - 6,84	<LD - 2,71
Fósforo Total	mg/L	<LD	<LD - 0,5	<LD - 0,15
N-Amoniacal	mg/L	<LD - 0,53	<LD - 0,63	<LD - 0,28
Dureza	mg/L	<LD - 75,24	<LD - 23,03	<LD - 2,78
Fe	mg/L	<LD - 0,06	<LD - 4,048	<LD - 0,06
Al	mg/L	<LD - 0,05	<LD - 0,045	0,04 - 0,14
Ba	mg/L	0,04 - 0,13	0,042 - 0,171	0,002 - 0,09
Cr	mg/L	<LD - 0,002	<LD - 0,002	<LD - 0,002
Cu	mg/L	<LD - 0,01	<LD - 0,004	<LD - 0,02
Mn	mg/L	0,06 - 0,58	0,009 - 1,116	<LD - 0,005
Zn	mg/L	<LD - 0,13	<LD - 0,022	0,002 - 0,26
Coliformes totais/100ml	NMP/100mL	Ausência - 23,1	Ausência - 70	Ausência - 12,1
<i>Escherichia coli</i> /100ml	NMP/100mL	Ausência - 1	Ausência - 6,3	Ausência - Ausência

LD – Menor que o limite de detecção.

Fonte: monitoramento da qualidade da água subterrânea de uma região de intensa atividade portuária no estado do Pará, Carneiro, 2015

10.5.2.3 Infraestrutura Viária

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Infraestrutura Viária.

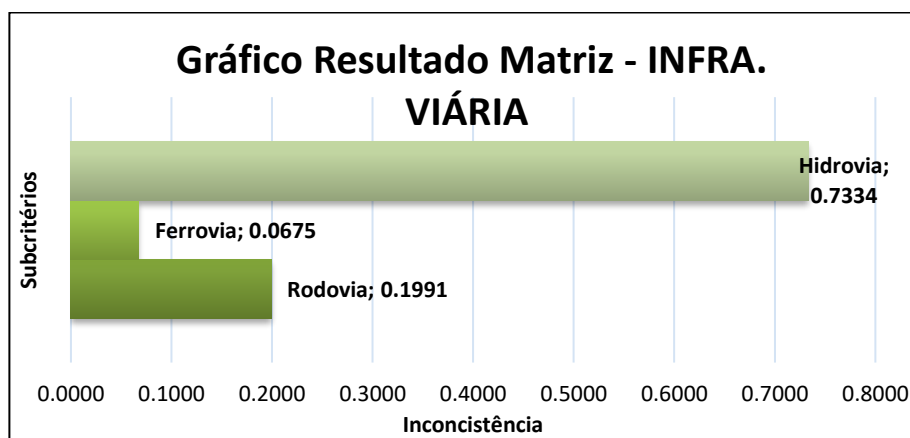
Tabela 18 - Resultado Matriz Subcritério Infra. Viária

	Rodovia	Ferrovias	Hidrovia
Rodovia	1.00	4.00	0.20
Ferrovias	0.25	1.00	0.13
Hidrovia	5.00	8.00	1.00

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 31) o Resultado da Inconsistência = $0.0904 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 31- Gráfico Resultado Inconsistência Matriz - INFRA. VIÁRIA



Fonte: Autor

O acesso aquaviário para os navios que demandam o Complexo Portuário de Belém, mostrado nas cartas DHN-316 e 32, inicia-se na barra do rio Pará, podendo ser realizado pelo canal do Espadarte ou pelo canal do Quiriri até o largo do Mosqueiro. A praticagem é obrigatória no canal do Espadarte e facultativa no canal do Quiriri, a menos que transportando carga perigosa.

O canal do Quiriri é balizado, prumando-se no mínimo 10,5 m entre as boias nº 5 e nº 10 na maré baixa. A variação máxima de maré no local é da ordem de 3,0 m, permitindo, assim, a passagem de navios de grande porte. Contando com a maré, navios com 12,5 m de calado podem trafegar no Quiriri. Já no canal do Espadarte a menor profundidade é de 10,5 m, próximo a Taipu, a praticagem é obrigatória entre o Mosqueiro e o porto.

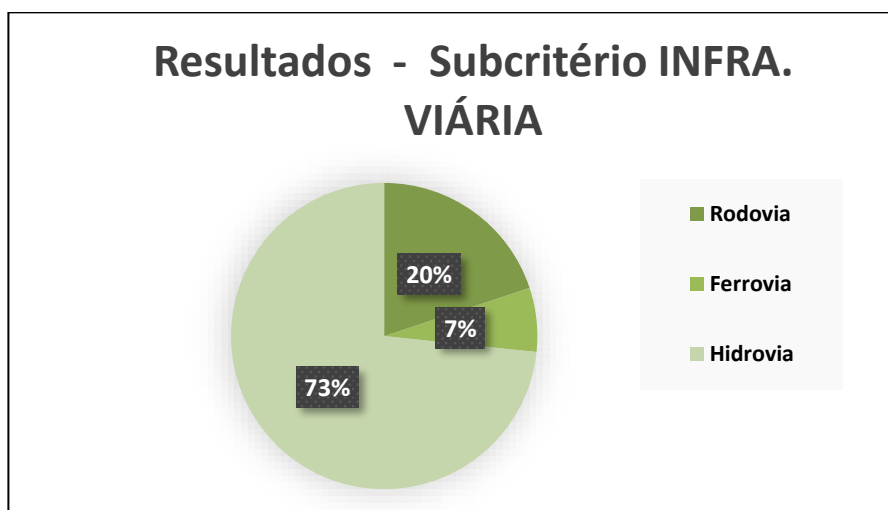
Por se tratar de um porto também fluvial, Belém pode ser acessado pelos Estreitos, ou Furos, existentes ao sul da Ilha de Marajó (interligando o rio Amazonas e o rio Pará) e pelo rio Tocantins. São acessos com profundidades restritas, utilizados por pequenas embarcações e comboios com carga.

No caso do rio Tocantins o pedral do Lourenço, ainda não derrocado, impede a navegação franca do rio no período da estiagem. Quando retirado esse pedral, que se estende por cerca de 40 km, será possível a navegação desde a cidade de Marabá até o Complexo de Belém, totalizando aproximadamente 590 km. (LABTRANS,2013).

O Porto de Belém está situado no Rio Guamá a jusante do Mercado do Ver-o-Peso e a montante da Base Naval de Val-de-cães. O calado será limitado pela Barra do Tapanã, onde se prumam 7,92 m na preamar e 6,00 m na baixa-mar, o calado máximo recomendado no canal de acesso do Porto de Belém é 7,0 m para atracação e até 7,30 m para saída, conforme crescimento da maré, e 5,10 m na baixa-mar.

A bacia de evolução situa-se nas proximidades do mercado Ver-o-Peso e limita a 180 m o comprimento dos navios que demandam o Porto de Belém, no Terminal de Miramar o calado máximo recomendado será limitado, a exemplo do Porto de Belém, também pela Barra do Tapanã. A velocidade máxima recomendada entre o Terminal do Miramar e o Porto de Belém é de 8 nós. Logo, as profundidades não são homogêneas ao longo dos berços de atracação, sendo passíveis de variação relativamente rápida, devido ao assoreamento e também ao longo dos canais de acesso o que tornou o acesso pelas hidrovias ao porto completamente limitados, outro ponto negativo da localização do porto de acordo com o gráfico a seguir.

Gráfico 32- Resultados - Subcritério INFRA. VIÁRIA



Fonte: Autor

10.5.2.4 Desenvolvimento Econômico

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Desenvolvimento Econômico.

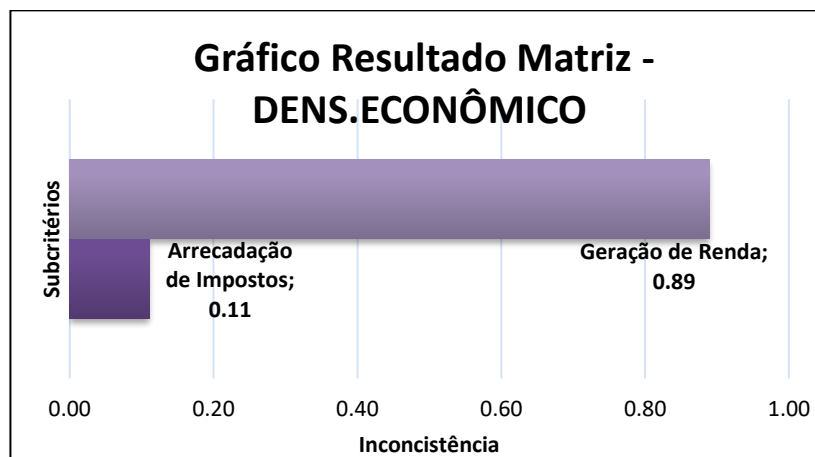
Tabela 19 - Resultado Inconsistência Matriz – Desenvolvimento Econômico

	Arrecadação de Impostos	Geração de Renda
Arrecadação de Impostos	1.00	0.13
Geração de Renda	8.00	1.00

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 33) o Resultado da Inconsistência = $0.0 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

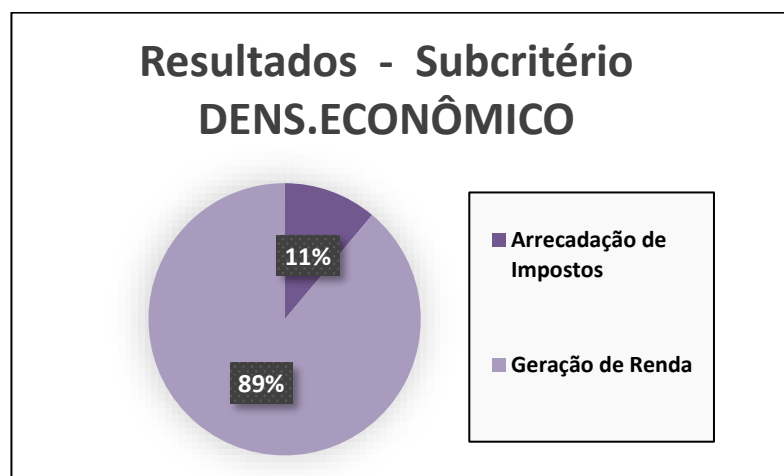
Gráfico 33 - Gráfico Resultado Matriz - DENS. ECONÔMICO



Fonte: Autor

Atualmente devido à grande redução na operação e movimentação de carga do porto de Belém, há um existente e crescente déficit na renda gerada ao município já que a sua atividade vem reduzindo a cada dia conforme o gráfico a seguir:

Gráfico 34 - Gráfico Resultado Subcritério - DENS. ECONÔMICO



Fonte: Autor

Devido às restrições de infraestrutura, houve nos últimos anos uma considerável queda na movimentação de carga no porto de Belém junto a arrecadação de impostos conforme a figura a seguir:

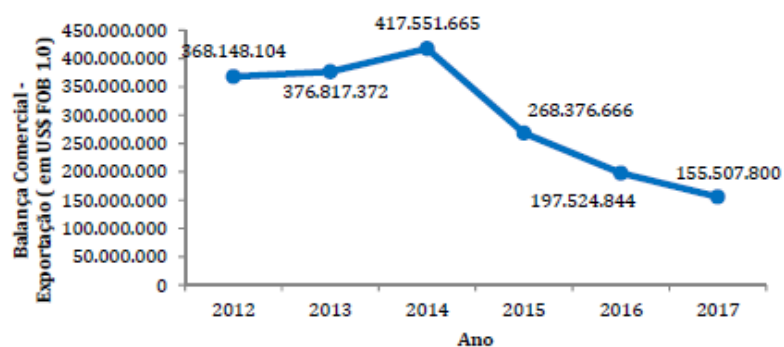
Figura 22 - Balança comercial da movimentação do porto de Belém

Tabela 5 - Balança Comercial - Exportação (em US\$ FOB 1.0), no Município de Belém - 2012 a 2017.

Ano	Balança Comercial - Exportação (em US\$ FOB 1.0)
2012	368.148.104
2013	376.817.372
2014	417.551.665
2015	268.376.666
2016	197.524.844
2017	155.507.800

Fonte: MDIC - Alice Web

Figura 4 - Balança Comercial - Exportação (em US\$ FOB 1.0), no Município de Belém - 2012 a 2017.



Fonte: SEGEPI BELÉM (2019)

10.5.2.5 Turismo

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Turismo.

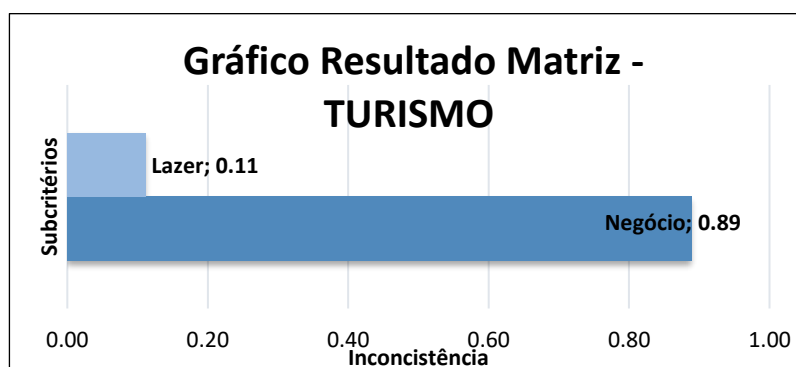
Tabela 20 - Resultado Matriz - Turismo

	Negócio	Lazer
Negócio	1	8
Lazer	0.13	1

Fonte: Autor

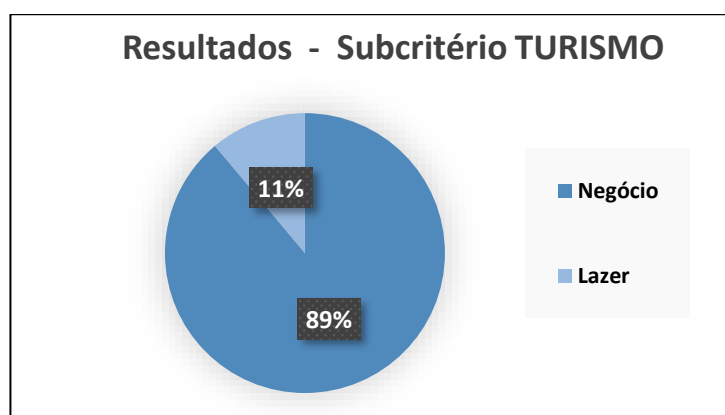
Observado no (Gráfico 35) o Resultado da Inconsistência = $0.0 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 35 - Gráfico Resultado Matriz - TURISMO



Fonte: Autor

Gráfico 36 - Gráfico Resultado Subcritério - TURISMO



Fonte: Autor

Devido ao grande crescimento urbano aos redores do porto, hoje o turismo é voltado a área do negócio e comércio, já com uma outra realidade desde sua inauguração o turismo no porto está crescendo em direção ao lazer, como exemplo a estação das docas que foi uma área cedida e transformada em um complexo de restaurantes e lojas.

10.5.2.6 Desenvolvimento Social

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Desenvolvimento Social.

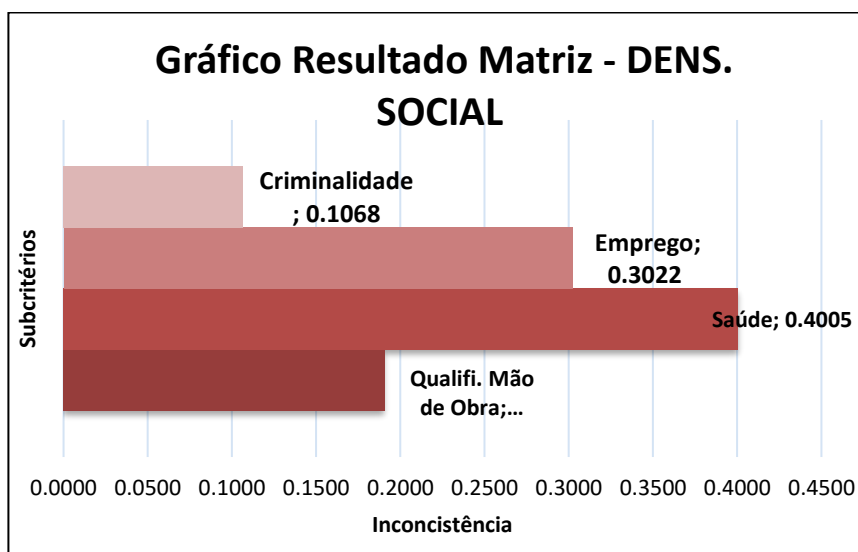
Tabela 21 - Resultado Matriz – Desenvolvimento Social

	Qualif. Mão de Obra	Saúde	Emprego	Criminalidade
Qualif. Mão de Obra	1.00	0.50	0.33	3.00
Saúde	2.00	1.00	2.00	3.00
Emprego	3.00	0.50	1.00	2.00
Criminalidade	0.33	0.33	0.50	1.00

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 37) o Resultado da Inconsistência = $0.0976 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

Gráfico 37- Gráfico Resultado Matriz - DENS. SOCIAL



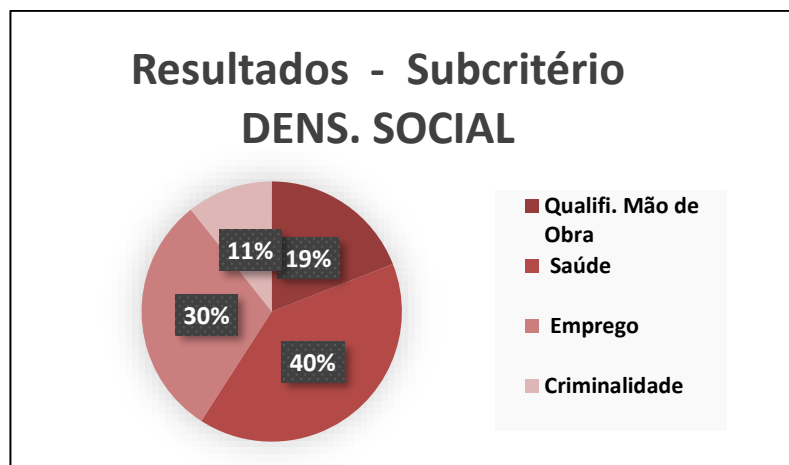
Fonte: Autor

Foi identificado segundo Almeida (2012), doenças diagnosticadas em trabalhadores portuários avulsos, atendidos em um ambulatório de medicina do trabalho portuário. Estudo quantitativo descritivo com análise retrospectiva, que apresentou como fonte de dados as fichas de atendimento médico dos trabalhadores portuários avulsos entre 2000 e 2009. A coleta de dados desenvolveu-se mediante aplicação de um formulário predeterminado e procedeu-se à análise quantitativa descritiva em 953 fichas médicas dos trabalhadores.

Resultou: totalizou-se 953 fichas médicas (94,7%), das quais 90,47% pertenciam a trabalhadores do sexo masculino, 52% na faixa etária acima de 50 anos e 51,7% com mais de 19 anos de atuação. Identificaram-se 527 diagnósticos, sendo os principais relacionados ao trabalho: hipertensão (8,3%), lombalgia (6,2%), outras doenças pulmonares (1,7%) e episódios depressivos (1,2%). Constatou-se o acometimento do trabalhador por patologias ocupacionais de ordem mental, circulatória, respiratória e osteomuscular, evidenciando morbidades que o afetam e interferem em sua qualidade de vida e na produtividade das atividades laborais. (ALMEIDA,2012)

Consequência essa, que a saúde vem se tornando um problema em constante crescimento na atividade portuária conforme o gráfico a seguir, esta foi o subcritério em destaque.

Gráfico 38 - Gráfico Resultado Subcritério - DENS. SOCIAL



Fonte: Autor

10.5.2.7 Localização

Gerou-se no Software com a matriz comparativa entre os Subcritérios estabelecidos e avaliados dentro do critério Localização.

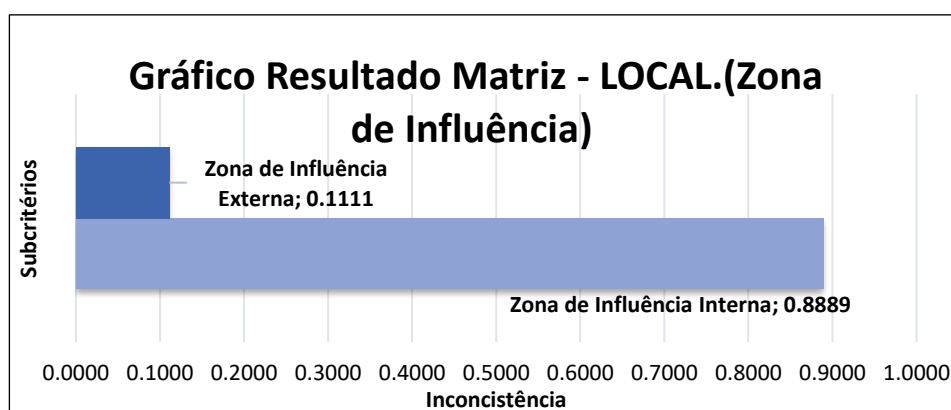
Tabela 22 - Resultado Matriz – Zona de Influência

	Zona de Influência Interna	Zona de Influência Externa
Zona de Influência Interna	1	8
Zona de Influência Externa	0.125	1

Fonte: Autor

Observado no (Gráfico 35) o Resultado da Inconsistência = $0.0976 \leq 0,10$, logo a inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

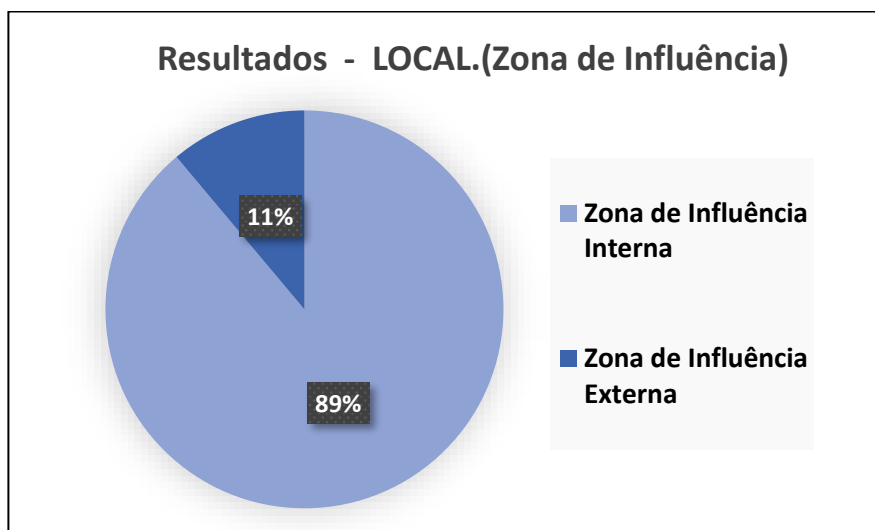
Gráfico 39- Gráfico Resultado Matriz – Zona de Influência



Fonte: Autor

Hoje, o porto de Belém devido as restrições de navegabilidades de suas hidrovias de acesso, limitações de vias terrestres de acessos, acaba limitando toda sua operatividade o que reflete diretamente em suas zonas de influências, com o foco na Interna como sua zona principal de acordo com o (Gráfico 40).

Gráfico 40- Gráfico Resultado Subcritério - Localização



Fonte: Autor

11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da atividade portuária vêm liderando a promoção e o desenvolvimento da econômico e social, fatores como o aumento do fluxo de movimentação e transporte de cargas, vêm-se acelerando a necessidade de construção e obras de ampliação de portos, como exemplo a capacidade de atracação de maior número de navios e embarcações, aperfeiçoando a infraestrutura e suas funções, construindo modernos portos tipo *hub* entre outros modelos de portos e tecnologia de operação. Paralelo a isso, também se faz necessário o aperfeiçoamento das funções portuárias, tendo como foco o desenvolvimento em uma determinada cidade central correlacionada ao porto, ocorrendo este e executado em velocidade, atrai grandes investimentos, a formação de novas indústrias e impulsiona o crescimento urbano local.

O planejamento e programas de desenvolvimento econômico estão envolvidos diretamente com as construções de base logística modernas, plataformas de negócios e plataforma informacionais. Este deve ser feito de forma prática, levando em consideração e adotando propostas sugestiva relacionada ao porto, fornecendo uma base de planejamento para o “renascimento porto” e desenvolvimento da cidade.

Foi evidenciado com os resultados da pesquisa avaliada pelos especialistas da área como engenheiros ,mestres, doutores em engenharia naval, grandes investidores, gerentes, CEOs de empresas e industrias que possuem grande fluxo de atividade portuária, diretores de infraestrutura de órgãos públicos local entre outros que o primeiros pontos de maior relevância na determinação de um porto foram o desenvolvimento econômico regional e a sua localização geográfica; pois a mesma não assertiva seria a responsável de impactos consideráveis em uma determinada região, dependente ainda de outros grandes fatores determinantes como a sua zona de influência 92,22% e em seguida a infraestrutura viária 87,61% necessária para atendê-lo.

Com destaque aos portos de zona de influência interna (Hinterlands) 8,02% destacada com acessos por hidrovias 7,72% e a necessidade de uma excelente malha ferroviária 8,56 % para escoamento de produção e cargas o que é habitual, principalmente em portos brasileiros, apesar do seu grande potencial hidroviário, bem diferente de outras regiões do mundo.

Foram apontados também em destaque a poluição 34,10% com ênfase nas bacias e mananciais de água a redores 58%, o que com certa frequência se tornou até comum no mundo e são vistos diariamente casos de poluição ligados a atividade portuária.

Também respectivamente o critério trânsito 38,02% quase que equilibrado o resultado de grau de importância dos seus três subcritérios: Acidentes, congestionamentos e degradação de vias, estas já são quase que em todos os portos no mundo problemática atual como consequência do que o objetivo geral da pesquisa está evidenciando. O turismo, principalmente o lazer deixado com ponto destaque de menor relevância e grau de importância para a atividade portuária.

Por fim, no capítulo 10, a metodologia foi aplicada como exemplo ao porto de Belém, os resultados obtidos demonstram claramente que apesar de volumes de tráfego relativamente baixos, o nível de serviço é em geral ruim nas rodovias analisadas e apresentam suas capacidades excedidas e requerem uma análise mais profunda.

O Nível de Serviço aquém do desejável se deve principalmente à infraestrutura inadequada das vias que implica em menores velocidades de viagem, fator que mais contribuiu para que o nível de serviço não alcance os patamares aceitáveis. O Porto de Belém é totalmente incrustado na cidade de Belém, as imediações são marcadas pela presença de periferias e comunidades pobres. Há grande quantidade de comércio ilegais, bem como ambulantes, pedestres e ciclistas que se misturam ao tráfego de passagem, um conflito urbano evidenciado.

Além de apresentar infraestrutura consolidada, mobilidade reduzida, degradação paisagística e ambiental, edificações históricas descaracterizadas, presença de ocupação desordenada, infraestrutura e habitações precárias, presença de atividades portuárias privadas tradicionais, degradação ambiental, risco social e presença de edificações históricas. Logo, devido a questões históricas, a sua idade, a localização não determinada e planejada com perspectivas futuras acabou inviabilizando o Porto de Belém diante ao acelerado crescimento do mercado e avanço da tecnologia e porte não somente das embarcações como dos equipamentos e a operação portuária como um todo.

Conclui-se que a pesquisa teve seu objetivo alcançado em evidenciar critérios de suma importância como parâmetros de avaliação para a determinação de uma localização portuária. Esta, pode ser aplicada a qualquer porto, não somente a uma futura construção como também a obras de ampliações de maneira a amenizar todo e qualquer impacto gerado negativamente pelo mesmo e também a portos já estabelecidos como forma de identificar principais problemas e fatores para determinação de melhorias futuras.

Sugere-se, que sejam realizados estudos voltados a melhorar a infraestrutura viária de rodovia, recuperar áreas degradadas, livres ou ocupadas, potencializando as suas qualidades paisagísticas; requalificar e ampliar a infraestrutura urbana, especialmente para o desenvolvimento de atividades turísticas, culturais, de esporte e lazer; requalificar a infraestrutura portuária e de entreposto comercial; valorizar a integração existente entre o patrimônio natural e o patrimônio construído, garantir a acessibilidade rodovial mitigando os impactos na circulação; estimular a navegabilidade como suporte ao transporte de carga e por fim promover a requalificação urbanística e ambiental.

Deste modo, a pesquisa então, deixa como sugestão final que a elaboração de planejamentos e estudos minuciosos na busca, de maneira geral, da harmonização das atividades portuárias, suas edificações e demais infraestruturas, com o restante do ambiente urbano das cidades propondo estratégias que possam atenuar o conflito envolvendo a localização de um porto e demais terminais portuários com centros e meios urbanos.

12 REFERENCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. Disponível em:
<http://portal.antaq.gov.br/>, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. Disponível em:
<http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/conteudo/52-sistema-de-transportes/1432-transporte-aquaviario.html>

ANTAQ. Análise dos Indicadores.2016.

ANTAQ. IDA – Índice de Desempenho Ambiental.2016.

ANTAQ. Índice por Instalação. 2016

ALMEIDA, Marlice. VAZ, Marta e etc. **Trabalhador portuário: perfil I de doenças ocupacionais diagnosticadas em serviço de saúde ocupacional**. Acta Paul Enferm. 2012;

AZEREDO, Andre Ferreira. **Multi-Criteria Decision Analysis: o que é, como funciona, virtudes e limitações da tomada de decisão por múltiplos critérios** 2016.

BAJWA, G., CHOO, E.U., WEDLEY, W.C. **Effectiveness Analysis of Deriving Priority Vectors from Reciprocal Pairwise Comparison Matrices. Proceedings of The 9th International Symposium of Analytic Hierarchy Process (ISAHP2007)**. Chile, 2007.

BIRD J.H. **The major seaports of the United Kingdom**. Londres.Hutchison. 1963. 454p.

BNDS, **Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro**. -- São Paulo: Booz & Company, 2012.

BOUBACHA, E. **Ciudad y Puerto: Mutacion y Recomposion**. Association Internationale Villes et Ports (AIVP). Le Havre, 1997. Disponível em: Acesso em: jan. 2007.

CAMPOS NETO, C.A.S. et al. **Portos brasileiros: ranking, área de influência, porte e o valor agregado médio dos produtos movimentados**. Rio de Janeiro: IPEA, 2009a (Texto para discussão nº 1408).

CARNEIRO, Bruno. MORAES, Lena e etc. **Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea de uma Região de Intensa Atividade Portuária no Estado do Pará**. 2015.

CHAN, A. H.S., KWOK W.Y., D. V. G. **Using AHP for determining priority in a safety management system**. *Industrial Management & Data Systems*, Volume 104, Number 5, pg 430–445.1983.

COCCO, G.; SILVA, G. (Orgs.). **Cidades e portos: os espaços da globalização**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

COMPANHIA DOCAS DO PARÁ AUTORIDADE PORTUÁRIA. Disponível em: <http://www.cdp.com.br/porto-de-belem>, 2019.

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

CRUZI, Rita de Cássia Ariza; ORNELASII, Ronaldo dos Santos. **Relação Porto–Cidade: entre diferentes Modelos Analíticos, uma Reflexão sobre o Caso de Santos**. *Espaço Aberto*, PPGG - UFRJ, V. 5, N.2, p. 81-100, 2014.

CURCINO, G. A. **Análise de adequabilidade de portos às novas teorias e práticas portuárias: um estudo de caso no porto de Belém**. 2007. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, departamento de engenharia civil e ambiental. Brasília 2007.

DARBRA, R. M., RONZA, A., Casal, J., STOJANOVIC, T. A., WOOLDRIDGE, C. (2004). **The Self Diagnosis Method A new methodology to assess environmental management in sea ports**. *Marine Pollution Bulletin* 48 (2004) 420–428. Disponível em: www.elsevier.com/locate/marpolbul.

DIAS, Anibal. **Portos e a Gestão Ambiental Estudo de Caso: Companhia Docas do Pará – CDP.**2013.

DUCRUET, C., LEE, S.-W. **Frontline soldiers of globalisation: port-city evolution and regional competition.** *GeoJournal* 67, 107–122.2005.

FRÉMONT, A. **Les réseaux maritimes conteneurisés: épine dorsale de La mondialisation.** SaintDié: INRETS, 2005.

GOVEIA, Rosimar. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/media-geometrica/> . 2011

GRANDZOL, J. R. (2005) **Improving the Faculty Selection Process in Higher Education : a case for the analytic hierarchy process.** *IR Applications*, v. 6, 13 p.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna.** São Paulo: Loyola, 1989.

HENRY, Magali. **Villes Portuaires em Mutation, Lês nouvelles relations ville-port à Marseille.** Institut de Géographie; Université de Lausanne, 2006. Disponível em :<http://doc.rero.ch/lm.php?url=1000,41,5,20061117144840-QE/HENRY_memoire.pdf>. Acesso em: 2019.

HOYLE, B.S., **East African seaports: an application of the concept of ‘anyport’.** *Trans. Pap. Inst. Br. Geogr.* 44, 163–183. 1968.

HOYLE, B.S., **The port-city interface: trends, problems and examples.** *Geoforum* 20 (4), 429–435. 1989.

IOPA, Portos - **Obras demoradas- Pequena parcela do orçamento de investimento é executada.** 2009. Ano 6. Edição 54 – 2019.

JORDÃO, Bruno; PERRIRA Susete. **A análise multicritério na tomada de decisão - o método Analítico hierárquico de t. L. Saaty - desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto.** 2016.

MALHOTRA, V. A., LEE M. D., KHURANA, A. **Domain Experts Influence Decision Quality: Towards a Robust Method for their Identification.** J. of Petroleum Science and Engineering, 57, 2007.

MARINS, Cristiano.S.; SOUZA, Daniela.O; BARROS, Magno.Silva. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso.** Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. XLI SBPO 2009.

MEYER, M. W; EBRARY, INC. **Rethinking performance measurement: beyond the balanced scorecard.** Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, p.202, 2002.

MONIÉ, Frédéric; VASCONCELOS, Flavia Nico. **Evolução das relações entre cidades e portos: entre lógicas homogeneizantes e dinâmicas de diferenciação.** Ano XII Volume XIII Nº 25 Julho/Dezembro. Rio de Janeiro 2016.

MONIOS, Jason; BERGQVIST, Rickard; WOXENIUS, Johan. **Port-centric cities: The role of freight distribution in defining the port-city relationship (Traduzido).** Science Direct. Journal of Transport Geography Volume 66, January 2018, Pages 53-64.

MONIOS, Jason. **Integrating intermodal transport with logistics: a case study of the UK retail sector.** Transp. Plan. Technol. 38 (3), 1–28.2015.

MONIOS, Jason. **Intermodal transport as a regional development strategy: the case of Italian freight villages.** Growth Chang. 47 (3), 363–377.2016.

MONIOS, Jason; WILMSMEIER, G. **Port-centric logistics, dry ports and offshore logistics hubs: strategies to overcome double peripherality?** Marit. Policy Manag. 39 (2), 207–226.2012.

MONIOS, Jason., WILMSMEIER, G. **The role of intermodal transport in port regionalisation.** Transp. Policy 30, 161–172.2013.

MONIOS, Jason., NOTTEBOOM, T.E., WILMSMEIER, G., RODRIGUE, J.-P. **Competition and Complementarity between Seaports and Hinterlands for Locating Distribution Activities.** (PortEconomics discussion paper).2016.

MONIÉ, Frédéric; VIDAL, Soraia Maria do S. C. **Cidades, portos e cidades portuárias na era da integração produtiva**. Rio de Janeiro. 2006.

PAIVA, Rodrigo. Tavares **Zonas de Influência Portuárias (Hinterlands) e um Estudo de Caso em um Terminal de Contêineres com a Utilização de Sistemas de Informação Geográfica Capítulo 3. "Hinterland"**, p. 38. PUC-Rio. 2006

PASSOS, Julio. **A Proposta de Planejamento do Estudo de Impacto Ambiental Integrado à Metodologia de Auxílio Multicritério à Decisão para a Implantação de um Porto Marítimo CIDESPORT -4.1.6 e Cap 5.2018**.

PASW STATISTICS. Disponível em: <http://www.spss.com/statistics/>. Acesso em: 2019.

PLANO MESTRE, **Complexo Portuário de Belém e Vila do Conde**, julho 2017.

PUIG, M.; WOOLDRIDGE, C.; DARBRA, R. M. **Identification and selection of Environmental Performance Indicators for sustainable port development. Marine Pollution Bulletin**, v. 81, p. 124-130, 2014.

REVISTA EXAME. **ANUÁRIO exame infraestrutura 2008-2009. São Paulo, 2008**. Acesso em: 2019.

RIPLEY, B. D. **S-PLUS for Windows version 4.0. EUA- Maths&Stats Newsletter**, 1997.

ROSILDA. Disponível em: <http://metodologiacientifica-rosilda.blogspot.com/2009/02/hinterland-e-foreland.html>. 2019.

SAATY, T. L. **Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process. Behaviormetrika**, v. 29, p. 1-9, 1991.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1991.

SAATY, T. L., **The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority, Setting and Resource Allocation**, McGrawHill, Inc., 1980.

SANTOS, Antonio e etc. **Pesquisas e estudos para a logística portuária e desenvolvimento de instrumentos de apoio ao planejamento portuário – UFSC**. 2013

SAS BRASIL. Disponível em: <<http://www.sas.com/offices>>. Acesso em: 2019

SEASSARO, L. **O sistema portuário italiano: privatização, operadores transnacionais e recomposição da relação porto-cidade**.

SECRETÁRIA DOS PORTOS. Disponível em:
<http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/conteudo/52-sistema-de-transportes/1432-transporte-aquaviario.html>. 2019.

SILVA, Andréia e etc. **A Utilização da Matriz SWOT como Ferramenta Estratégica – um Estudo de Caso em uma Escola de Idioma de São Paulo**. VIII Simpósio de Excelência, Gestão e Tecnologia. 2011.

SILVA, G.; COCCO, G. **Cidades e portos. Os espaços da globalização**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999. 274p.

SILVA, Marina. **O Método AHP – Analytic Hierarchy Process Medição**. UC RIO. 2017

SOARES, Jorgana. **Saúde do Trabalhador e Risco no Ambiente de Trabalho: Conhecimento dos Trabalhadores Portuários Avulsos (Tpa's) do Porto do Rio Grande-RS**. 2006.

SOMENSI, Karine. **Estruturação de um Modelo Multicritério de Apoio à Gestão da Qualidade Ambiental: um Estudo de Caso no Porto de São Francisco do Sul**. Congresso CIDESPORT -4.1.6. 2016.

STATSOFT. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/>>. Acesso em: 2019

SUPER DECISIONS. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/357700/>

UFSC, Comissão Técnica, **Plano Mestre – Porto de Belém** .2015

UNCTAD. **Review of maritime transport**. Genève/New York, UNCTAD, 2013.

ZHUAN, Duan. **Speeding up the construction and rebuilding of port in coastal Cities (Traduzido)**. Science Direct, 2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities. 2011

13 ANEXOS

ANEXO I

QUESTIONÁRIO

O questionário abaixo tem por objetivo a aferição de critérios que visam caracterizar os principais fatores que influenciam em uma instalação e localização portuária.

Para o preenchimento do mesmo, o entrevistado deverá atribuir notas compreendidas de 1 a 9, relativas ao grau de importância de cada critério, onde:

- Igual importância → 1;
- Moderadamente mais importante → 3;
- Muito mais importante → 5;
- Fortemente mais importante → 7;
- Extremamente mais importante → 9;
- Intermediários → 2, 4, 6, 8.

Comparação dos critérios em que um porto gera sobre seu meio urbano:

***Obrigatório**

Endereço de email

1- Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Trânsito
- ☐ Poluição

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

6 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Trânsito
- ☐ Localização - Zona de Influência

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

7 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infraestrutura Viária
- ☐ Poluição

Quanto? ☆

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

8 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Poluição
- ☐ Desenvolvimento Economico

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

9 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Poluição
- ☐ Turismo

Quanto? ☆

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

10 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Poluição
- ☐ Desenvolvimento Social

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

11 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Poluição
- ☐ Localização - Zona de Influência

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infraestrutura Viária
- ☐ Desenvolvimento Economico

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

13 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infraestrutura Viária
- ☐ Turismo

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infraestrutura Viária
- ☐ Desenvolvimento Social

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

15 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infraestrutura Viária
- ☐ Localização - Zona de Influência

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

16 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Desenvolvimento Econômico
- ☐ Turismo

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

17 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Desenvolvimento Econômico
- ☐ Desenvolvimento Social

21 - Qual o critério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Localização - Zona de Influência
- ☐ Desenvolvimento Social

Quanto? ★

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

Para o critério Trânsito temos os seguintes comparativos:

1.1. Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Acidente
- ☐ Congestionamento

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

1.2. Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Acidente
- ☐ Degradação de Vias/Pavimentos

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

3.3 Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Ferrovía
- ☐ Hidrovía

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Para o critério Desenvolvimento Econômico temos os seguintes comparativos:

4.1 Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Arrecadação de Imposto
- ☐ Geração de Renda

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Para o critério Turismo temos os seguintes comparativos:

5.1 Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Negócio
- ☐ Lazer

Para o critério Localização temos os seguintes comparativos:

7.10 Qual o subcritério mais importante? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Zona de Influência Interna (Hinterland)
- ☐ Zona de Influência Externa (Foreland)

Quanto? *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

ANEXO II

PERGUNTAS		TRANSITO X POLUIÇÃO	TRANSITO X INFRA	TRANSITO X DES. ECON	TRANST X TURISMO	TRANST X DESN SOCIAL	TRANSITO X LOC	POLUIÇÃO X INFRA V	POLUIÇÃO X DES ECONO	POLUIÇÃO X TURISMO	POLUIÇÃO X DESN SOCIAL	POLUIÇÃO X LOCA	INFRA X ECON	INF X TURI	INFRA X DESV SOCIAL	INFR X LOC	TURISMO X DESV ECO	DESN X DESN ECON	LOC X DESV. ECON	TURISMO X DESN SOC	TURISMO X LOCA	LOCAL X DESN SO
ITEM	ESPECIALISTAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	RESPOSTA 1	1/8	9	8	1/9	7	7	8	9	7	8	9	6	1/9	1/6	7	8	3	8	9	9	1/6
2	RESPOSTA 2	1/6	8	7	1/9	1/9	1/9	1/9	7	1/6	1/8	1/6	1/6	1/7	1/6	1/7	7	7	7	7	6	1/8
3	RESPOSTA 3	8	9	6	1/7	1/7	1/7	9	7	1/7	1/7	9	6	1/9	1/7	7	7	9	9	7	1/7	1/5
4	RESPOSTA 4	5	9	7	1/9	7	7	1/3	1	1/7	1	7	7	1/7	1	5	7	1	1/7	7	9	1/7
5	RESPOSTA 5	1/7	7	6	1/9	9	9	9	5	1/7	7	9	9	1/9	1/7	9	7	7	1/9	7	7	1/7
6	RESPOSTA 6	7	8	6	1/4	5	5	7	3	1/7	2	6	6	1/8	1/7	4	7	5	1/6	4	8	1/8
7	RESPOSTA 7	1/7	1/7	7	1/7	7	7	7	1/7	7	7	1/7	1/7	7	1/7	1/7	7	1/7	1/7	1/7	7	7
8	RESPOSTA 8	7	9	7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	7	9	7	1/7	7	1/7
9	RESPOSTA 9	1/7	7	6	1/7	7	7	5	5	3	7	7	5	1/7	5	7	7	7	1/5	5	7	1/5
10	RESPOSTA 10	1/9	7	7	1/7	9	9	7	7	1/7	1/7	7	5	1/9	1/7	3	7	7	1/3	4	7	1/7
11	RESPOSTA 11	1/3	6	4	1/7	2	2	3	3	1/3	1	3	3	1/5	1/3	2	3	1	1/5	3	6	1/3
12	RESPOSTA 12	1/3	9	7	1/7	9	9	7	1/5	1/9	1/5	7	7	1/9	1/9	1/5	1/5	5	1/9	1/5	9	1/9
13	MEDIA GEOMÁTRICA	4/7	5 2/3	6 3/7	1/7	2 3/7	2 3/7	2 2/3	2	3/8	1	2 5/8	2 1/3	1/6	1/4	1 4/7	5	3 1/3	3/5	2 2/7	5 1/3	2/9
14	RESUL. DECIMAL	0.58	5.67	6.42	0.14	2.42	2.42	2.66	1.94	0.37	0.93	2.63	2.32	0.18	0.24	1.57	4.90	3.36	0.60	2.29	5.31	0.22
15	RESUL. FINAL ARREDON.	1/2	5	6	1/7	2	2	2	2	1/3	1	2	2	1/5	1/4	1	5	3	1/2	2	5	1/5