



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Arthur Pereira da Silva Oliveira

**Análise multicritério no auxílio de tomada de decisão para seleção de terminal hub de
contêineres no sul do Brasil**

Florianópolis

2023

Arthur Pereira da Silva Oliveira

Análise multicritério no auxílio de tomada de decisão para seleção de terminal hub de contêineres no sul do Brasil

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em engenharia civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de engenheiro civil
Orientador: Prof Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.

Florianópolis

2023

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

Oliveira, Arthur Pereira da Silva
Análise multicritério no auxílio de tomada de decisão
para seleção de terminal hub de contêineres no sul do
Brasil. / Arthur Pereira da Silva Oliveira ; orientador,
Marcos Aurélio Marques Noronha, 2023.
100 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,
Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Hub de contêineres . 3. Análise
SWOT. 5. Matriz AHP. I. Noronha, Marcos Aurélio Marques .
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

Arthur Pereira da Silva Oliveira

**Análise multicritério no auxílio de tomada de decisão para seleção de terminal hub de
contêineres no sul do Brasil**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia Civil.

Florianópolis, 30 de junho de 2023

Prof.^a Liane Ramos da Silva, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.(a) Marcos Aurélio Marques Noronha, Dr.
Orientador(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rafael Augusto dos Reis Higashi, Dr.
Avaliador(a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng Gabriel Fonseca Bordeaux Rego
Avaliador(a)

“Viver é uma das coisas mais raras desse mundo, a maioria das pessoas apenas existem.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar, me dar saúde, discernimento e determinação para buscar meus objetivos.

Agradeço ao meu amado avô, que seja onde estiver, tem me guiado e protegido em todos os momentos da minha vida.

Agradeço à minha mãe, que desde o meu primeiro dia de vida tem sido meu porto seguro, minha inspiração e nunca me desamparou, procurando sempre fazer o possível e o impossível para realizar todos os meus desejos.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina, à atlética de Engenharia Civil (ATEC), à Betonada da Civil, e todas as pessoas que conheci durante essa jornada: vocês ajudaram a construir a pessoa que sou agora.

Agradeço a todos os meus professores, em especial ao professor Marcos Noronha, pela paciência e persistência quando até mesmo eu não acreditava.

Agradeço ao meu amigo e coorientador Gabriel Bordeaux, que estava sempre disponível para me auxiliar e incentivar.

Agradeço a todas as oportunidades profissionais que obtive ao longo da graduação, em especial à Cubo Engenharia, empresa que me fez ter certeza de estar trilhando o caminho certo e amar essa profissão.

Agradeço aos meus amigos, sejam eles os que conheci antes da graduação, os que conheci na UFSC, os que já não fazem mais parte do meu dia a dia e os que levarei para sempre comigo, todos vocês contribuíram de forma muito positiva no meu caminho até aqui. Obrigado!

RESUMO

O transporte marítimo é um dos modais mais eficientes no que diz respeito à movimentação de cargas em grandes volumes, seja para exportação ou importação. A infraestrutura portuária desempenha um papel fundamental na facilitação desse processo e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico da região em que está localizada. Os portos na região sul do Brasil desempenham um papel crucial nesse contexto, fornecendo infraestrutura moderna e eficiente para a movimentação de cargas. A presença de portos bem equipados e com capacidade operacional elevada permite a realização de operações logísticas ágeis e eficientes, garantindo a fluidez do comércio internacional. O aumento da comercialização de cargas e a adoção do conceito *hub port* pode tornar os portos do sul do Brasil mais competitivos no mercado internacional. Os portos abordados neste trabalho são exemplos de portos estratégicos na região Sul, que podem se tornar importantes pontos de conexão para o comércio internacional, permitindo que a região progrida ainda mais como um importante polo logístico. Neste trabalho, foram realizadas duas análises: uma qualitativa, conhecida como análise SWOT, abordando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças dos portos estudados; e uma análise quantitativa multicritério AHP, baseada em 4 cenários distintos para a determinação de qual porto seria o mais adequado a se tornar um porto concentrador na região Sul. Posteriormente, foi feita uma análise de sensibilidade sobre os critérios de avaliação apreciados na análise. As soluções obtidas permitem uma compreensão mais clara da condição de cada porto analisado em relação aos diferentes critérios considerados.

Palavras-chave: porto concentrador; porto hub; análise multicritério; SWOT; AHP.

ABSTRACT

Maritime transport is one of the most efficient modes when it comes to moving cargo in large volumes, whether for export or import. Port infrastructure plays a key role in facilitating this process and, consequently, in the economic development of the region in which it is located. Ports in southern Brazil are crucial in this context, providing modern and efficient infrastructure for cargo handling. The presence of well-equipped ports with high operational capacity allows for agile and efficient logistical operations, guaranteeing the fluidity of international trade. The increase in the commercialization of cargo and the adoption of the hub port concept can make the ports in the south of Brazil more competitive in the international market. The ports discussed in this work are examples of strategic ports in the South region, which can become important connection points for international trade, allowing the region to progress even further as an important logistics hub. In this work, two analyzes were carried out, a qualitative one, known as SWOT analysis, addressing the strengths, weaknesses, opportunities and threats of the studied ports and a quantitative multi-criteria AHP analysis based on 4 different scenarios to determine which port would be the most suitable to become a hub port in the southern region. After, a sensitivity analysis was carried out on the evaluation criteria that were considered in the analysis. The solutions found allow obtaining a clearer understanding of the condition of each port analyzed in relation to the different criteria considered.

Keywords: hub ports; multicriteria analysis; SWOT; AHP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de Incidência de Transshipment	21
Figura 2 – Padrões de Redes de Transporte Marítimo	22
Figura 3 – Fluxograma de trabalho	29
Figura 4 – Análise aos pontos fortes e fracos; ameaças e oportunidades	32
Figura 5 – Estrutura hierárquica básica do método AHP	33
Figura 6 – Principais Portos na Movimentação de Contêineres no Brasil em 2022	36
Figura 7 – Principais Portos na Movimentação de Contêineres na região Sul em 2022	36
Figura 8 – Porto de Paranaguá-PR	38
Figura 9 – Porto de Itapoá-SC	41
Figura 10 – Porto de Navegantes-SC	43
Figura 11 – Porto de Itajaí-SC	44
Figura 12 – Porto de Rio Grande-RS	47
Figura 13 – MHC	50
Figura 14 – Portêineres	51
Figura 15 – Tomadas Reefer	52
Figura 16 – Transtêineres	53
Figura 17 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Santos	55
Figura 18 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Buenos Aires	56
Figura 19 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Shanghai	57
Figura 20 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Santos	59
Figura 21 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Buenos Aires	60
Figura 22 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Shanghai	61
Figura 23 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Santos	64
Figura 24 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Buenos Aires	65
Figura 25 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Shanghai	66
Figura 26 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Santos	68
Figura 27 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Buenos Aires	69
Figura 28 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Shanghai.	69
Figura 29 – Clusters	72
Figura 30 – Nodes	73
Figura 31 – Conexões de Nodes	74
Figura 32 – Conexões de Nodes	73
Figura 33 – Conexões finais de Nodes	75
Figura 34 – Preenchimento dos valores de MHC	76
Figura 35 – Preenchimento dos valores de distância ao porto de Santos.	75
Figura 36 – Peso dos critérios para o cenário I	78
Figura 37 – Resultados para o cenário I	78

Figura 38 – Peso dos critérios para o cenário II	79
Figura 39 – Resultados para o cenário II	79
Figura 40 – Peso dos critérios para o cenário III	80
Figura 41 – Resultados para o cenário III	80
Figura 42 – Peso dos critérios para o cenário IV	81
Figura 43 – Resultados para o cenário IV	81
Figura 44 – Análise de Sensibilidade para o critério “Superestrutura”	82
Figura 45 – Análise de Sensibilidade para o critério “Operação”	83
Figura 46 – Análise de Sensibilidade para o critério “Infraestrutura”	84
Figura 47 – Análise de Sensibilidade para o critério “Localização”	85
Figura 48 – Análise de Sensibilidade para o critério “Economia”	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos e exemplos de fatores de uma análise SWOT	31
Quadro 2 – Classificação dos fatores identificados	31
Quadro 3 – Quadro de resumo do Porto de Paranaguá	58
Quadro 4 – Quadro de resumo do Porto de Itapoá	62
Quadro 5 – Quadro de resumo do Complexo Portuário do Itajaí-Açu	67
Quadro 6 – Quadro de resumo do Porto de Rio Grande	71
Quadro 7 – Valores finais de subcritérios	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala Numérica de Saaty	35
Tabela 2 – Produtividade de atracção em TEU/h	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

TUP – Terminais de Uso Privado

TEU – *Twenty Feet Equivalent Unit*

UNCTAD – Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento

PML – Prioridades Médias Locais

PG – Prioridades Médias Globais

MHC – Mobile Harbour Crane

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo Geral	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 LIMITAÇÕES	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1. HUB E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	18
2.2. ESTUDO DE PORTOS HUB NO BRASIL	24
3. METODOLOGIA DE PESQUISA	28
3.1. FLUXOGRAMA	28
3.2. ANÁLISE SWOT	29
3.3. MATRIZ AHP	33
4. ANÁLISES E RESULTADOS	35
4.1. DEFINIÇÃO DOS PORTOS	35
4.2. SELEÇÃO DOS PORTOS	36
4.3. ANÁLISE SWOT	37
4.3.1. Porto de Paranaguá – PR	37
4.3.1.1. Análise SWOT Porto de Paranaguá	38
4.3.2. Porto de Itapoá – SC	40
4.3.2.2. Análise SWOT Porto de Itapoá	41
4.3.3. Porto de Itajaí e Navegantes – SC	42
4.3.3.1. Análise SWOT Porto de Itajaí e Navegantes	44
4.3.4. Porto de Rio Grande – RS	46
4.3.4.1. Análise SWOT Porto de Rio Grande	47
4.4. ANÁLISE AHP	48
4.4.1 Critérios Adotados	49
4.4.1.1 Porto de Paranaguá	55
4.1.1.1.1. Quanto à localização	56
4.1.1.1.2. Quanto à infraestrutura	58
4.1.1.1.3. Quanto a superestrutura	58
4.1.1.1.4. Quanto a produtividade	58
4.1.1.1.5. Quanto a economia	59
4.4.1.2. Porto de Itapoá	59
4.1.1.2.1. Quanto a localização	59
4.1.1.2.2. Quanto à infraestrutura	62
4.1.1.2.3. Quanto a superestrutura	62
4.1.1.2.4. Quanto a produtividade	62
4.1.1.2.5. Quanto a economia	62

4.1.1.3. Complexo portuário Itajaí - Açu	63
4.1.1.3.1. Quanto a localização	64
4.1.1.3.2. Quanto à infraestrutura	65
4.1.1.3.3. Quanto a superestrutura	65
4.1.1.3.4. Quanto a produtividade	65
4.1.1.3.5. Quanto a economia	68
4.1.1.4. Porto de Rio Grande	68
4.1.1.4.1. Quanto a localização	69
4.1.1.4.2. Quanto à infraestrutura	71
4.1.1.4.3. Quanto a superestrutura	71
4.1.1.4.4. Quanto a produtividade	71
4.1.1.4.5. Quanto a economia	71
4.4.2. Matriz AHP	72
4.4.2.1. Cenário I	79
4.4.2.2. Cenário II	80
4.4.2.3. Cenário III	80
4.4.2.4. Cenário IV	81
4.5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	82
4.5.1. Variação do critério “Superestrutura”	83
4.5.2. Variação do critério “Operação”	84
4.5.3. Variação do critério “Infraestrutura”	85
4.5.4. Variação do critério “Localização”	86
4.5.5. Variação do critério “Economia”	87
5. CONCLUSÃO	88
5.1. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS	89

1. INTRODUÇÃO

O transporte hidroviário de cargas é uma das modalidades mais importantes para a economia mundial, pois permite o deslocamento de grandes volumes de mercadorias de forma eficiente e econômica. Além disso, essa modalidade de transporte é considerada uma alternativa sustentável, pois é menos poluente em comparação ao transporte rodoviário e aéreo.

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU), cerca de 80% do comércio mundial é realizado por meio do transporte marítimo. No Brasil, o transporte hidroviário também desempenha um papel importante na movimentação de cargas, especialmente na região amazônica e na costa brasileira.

Apesar da importância do transporte hidroviário de cargas, ainda existem desafios a serem superados, como a necessidade de investimentos em infraestrutura e tecnologia, bem como a melhoria da segurança e da eficiência desse modal de transporte. No entanto, as perspectivas para o setor são promissoras, e espera-se que o transporte hidroviário continue a desempenhar um papel fundamental no comércio mundial e na economia global.

O mundo está cada vez mais globalizado e integrado e as trocas comerciais não ficam de fora desse novo modelo de vivência, tornando o mercado cada vez mais competitivo. Essa busca por vantagens comerciais atinge também o modo como transportamos as pessoas e, principalmente, nossos produtos. Além dos benefícios ambientais e da movimentação de grandes volumes de carga, o transporte hidroviário também pode ser uma opção mais competitiva no mercado em comparação a outras modalidades, como o rodoviário e o ferroviário.

Isso ocorre principalmente devido ao baixo custo de traslado por tonelada, o que se deve ao fato de que as embarcações têm capacidade para comportar grandes volumes de cargas de uma só vez, reduzindo os custos unitários do transporte.

Outro fator que contribui para a competitividade do transporte hidroviário é a sua capacidade de atender a regiões remotas e de difícil acesso, como é o caso da região amazônica no Brasil. Nesses locais, o transporte hidroviário muitas vezes é a única opção viável para o escoamento da produção, o que faz com que a modalidade seja altamente valorizada pelos produtores locais. Desta forma, torna-se o modal de maior influência e interesse nos mercados nacional e internacional, sendo também fator preponderante para a

obtenção de maior competitividade nos setores de produção, provendo assim um maior desenvolvimento de empresas e regiões, que operam de forma mais vantajosa esse tipo de transporte.

No entanto, para que o transporte hidroviário de cargas seja verdadeiramente competitivo no mercado, é necessário que sejam feitos investimentos em infraestrutura, tecnologia e segurança, além de se garantir uma regulamentação adequada e eficiente do setor. Com essas medidas, é possível impulsionar a competitividade da modalidade e estimular o seu crescimento como uma opção cada vez mais relevante no mercado de transporte de cargas.

A região Sul buscou se desenvolver nas últimas décadas para atender às solicitações de demandas do mercado, firmando-se na transação nacional e internacional.

O conceito de *hub port* remete a um porto centralizador de cargas e linhas de navegação, integrando estratégias comerciais que geram maior visibilidade e competitividade ao porto. Neste trabalho, serão analisados os maiores portos da região Sul do Brasil, buscando determinar, segundo alguns critérios, qual seria o melhor porto para, possivelmente, ser adequado a se tornar um porto hub.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com o Ministério da Infraestrutura do Brasil, o transporte aquaviário é responsável por uma parcela significativa do comércio exterior brasileiro. Em 2020, cerca de 82% das exportações e 42% das importações do país foram realizadas por meio de transporte marítimo.

A região Sul do Brasil possui diversos portos importantes, como o Porto de Paranaguá, o Porto de Rio Grande e o Porto de Itajaí, que movimentam uma grande quantidade de cargas, especialmente de grãos, carnes e produtos industrializados. Além disso, a região é um importante centro de produção de *commodities* agrícolas e minerais, que precisam ser escoadas por meio dos portos para chegar a seus destinos.

No entanto, para que esses portos sejam capazes de atender às demandas do mercado e se tornem ainda mais competitivos, é necessário investir em estudos que visem a melhoria da infraestrutura portuária, da logística de transporte e da eficiência operacional. Esses

estudos podem ajudar a identificar gargalos e oportunidades de melhorias, tornando os portos mais eficientes e ágeis na movimentação de cargas.

Além disso, a construção de um porto concentrador de cargas na região Sul do Brasil pode ser uma solução para atender à crescente demanda na região. Um porto concentrador seria capaz de centralizar as operações de movimentação de cargas, reduzindo o tempo e o custo de transporte, e melhorando a eficiência logística.

Em resumo, o estudo de portos e a construção de um porto concentrador de cargas na região Sul do Brasil são de extrema importância para o desenvolvimento econômico da região e do país como um todo, visto que são responsáveis pela movimentação de grande parte das exportações e importações do Brasil. É necessário, portanto, investir em infraestrutura e tecnologia para garantir a eficiência e a competitividade do setor portuário.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar as condições de implantação de um terminal hub de contêineres no Sul do Brasil.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apontar as principais características que um porto precisa ter para alcançar o status de hub.
- Definição dos cinco principais portos da região candidatos a se tornarem um hub.
- Determinar o método de análise multicritério mais adequado para este trabalho.
- Determinar critérios relevantes para julgamento de escolha de um porto hub.
- Análise multicritério de cada porto, de forma a auxiliar a tomada de decisão das companhias de navegação sobre qual porto optar para ser o centro de transbordo da sua rede.
- Determinar, de acordo com tais critérios, qual o melhor porto para se adequar ao título de “porto concentrador” na região Sul.

- Avaliar cenários distintos em relação ao grau de importância de cada critério.
- Realizar análise de sensibilidade dos resultados.

1.3 LIMITAÇÕES

O presente trabalho limita-se somente aos portos selecionados do Sul do Brasil, os dados coletados estão restritos aos encontrados na literatura e nos sites oficiais dos portos e terminais analisados, não abordando os critérios dos administradores dos mesmos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. No primeiro consta a introdução, na qual são apresentados: a justificativa; os objetivos gerais e específicos; as limitações e a estrutura do trabalho.

O capítulo 2 é destinado à revisão bibliográfica e apresenta o cenário atual do setor portuário, a sua importância no transporte de cargas de exportação, os hubs e suas principais características. A apresentação da metodologia de pesquisa é feita no terceiro capítulo.

O quarto capítulo é destinado aos resultados e discussões da pesquisa, juntamente com gráficos e quadros que permitem o melhor entendimento do conteúdo gerado. A fim de corroborar o processo decisório de viabilização de hub de contêineres na região Sul.

Por último, no quinto capítulo, estão apresentadas as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. HUB E SUAS PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

De acordo com dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ (2022), a movimentação de contêineres nos portos brasileiros vem aumentando ano após ano, sobretudo na navegação de cabotagem. Aliado a isso, programas de incentivo à cabotagem, como o caso do BR do Mar e a introdução de operadores de terminais globais (ex: DP World, APM Terminals) e novos TUPs (Terminais de Uso Privado) no sistema portuário brasileiro,

prometem contribuir para o aumento de cargas transbordadas em alguns portos, os chamados *Hub Ports* ou *Transshipment Ports*. Segundo ANTAQ (2022), dos dez portos com mais TEUs (*Twenty Feet Equivalent Unit*) movimentados em 2022, cinco encontram-se na Região Sul, nomeadamente: Paranaguá-PR, Itapoá-SC, Navegantes-SC, Itajaí-SC e Rio Grande-RS. Deste modo, este trabalho visa responder se a região reúne as condições necessárias para abrigar um terminal hub de contêineres. Caso afirmativo, será realizada uma análise multicritério para auxiliar a tomada de decisão sobre o local de instalação desse hub.

Primeiramente, é necessário entender como estes portos surgiram e em quais circunstâncias. Ridolfi (1999) descreveu que os hubs emergiram com o advento da criação do contêiner, somado à globalização dos serviços marítimos, à formação de alianças globais entre as linhas de navegação, à concentração das rotas na orientação oeste-leste, ao desenvolvimento de novas tecnologias para movimentações de cargas, ao aumento do tamanho dos navios, à concentração do número de portos de chamada e à uma melhor gestão dos serviços *feeder*. Kurt et al (2015) mencionaram que apesar de muitos portos terem o objetivo de transformarem-se em hubs, alguns encontram obstáculos. Estas limitações podem ser em termos de infraestrutura, operações e crescimento econômico da região. De acordo com a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento – UNCTAD (2018), os portos hubs desempenham um papel fundamental no fluxo de mercadorias ao redor do mundo, uma vez que em uma rede sem pontos de transbordo as regiões mais afastadas não teriam acesso às cargas transportadas nas rotas principais. Por causa de uma concentração de rotas em poucos portos e uma redução no número de chamadas, os navios maiores passam mais tempo navegando e menos tempo em operações de carregamento e descarregamento nos portos, de modo a obter uma diluição dos custos fixos. Rodrigue e Ashar (2016) afirmaram que é impossível conectar diretamente todos os portos por conexões diretas, logo os hubs são essenciais para a conectividade dentro do sistema de comércio global. Muitos destes portos não possuem os requisitos necessários para receber grandes navios, como por exemplo, profundidade e equipamentos para uma alta performance de operação. Portanto, os portos hub não enfrentam competição de portos *gateway* próximos (isto é, portos voltados apenas para o escoamento de cargas para outros modais, sem uma quantidade significativa de transbordo de contêineres entre navios), mas sim de outros portos hub globais. Estes terminais são escolhidos para servirem continentes, e não regiões.

Por outro lado, apesar dos benefícios apresentados, os hubs podem provocar atrasos e congestionamentos caso não sejam bem planejados. Wilmsmeier e Notteboom (2011) apontaram uma das desvantagens dos portos hubs como sendo a necessidade de uma movimentação extra de contêineres em terminais intermediários, resultando em mais taxas que podem contrabalancear as economias de escala obtidas por este sistema. Os autores também afirmaram que os hubs são altamente dependentes da qualidade de serviço e da sincronização. Ducruet e Notteboom (2012) relataram que as companhias de navegação precisam fazer um *trade-off* entre as exigências dos transportadores e donos das cargas frente ao custo operacional na hora de desenhar suas redes. Os custos extra na movimentação de contêineres bem como o transporte destas mercadorias ao destino por navios *feeder* devem compensar os custos adicionais ao realizar uma escala em mais um porto naquela rota.

Na hora de classificar os tipos de portos hub existentes, um bom indicador para essa medição é o nível de incidência de transbordo, como é exemplificado na figura 1, com percentuais meramente indicativos. Os portos *gateway* ou *feeder* geralmente possuem uma atividade de *transshipment* inferior a 25%. Esta categoria inclui grandes portos que atendem uma extensa hinterlândia com apenas alguns serviços *ship-to-ship* específicos para portos locais e pequenos portos *feeder*. Os portos hub têm uma incidência de transbordo em torno de 50%, e combinam as funções de *gateway* e *transshipment*, recebendo cargas tanto para a hinterlândia quanto para portos *feeder*. Em muitos casos, o tráfego da hinterlândia funciona como âncora para o tráfego de transbordo. Por fim, os portos de *transshipment* puro (PTP) têm mais de 75% de incidência de transbordo, embora na maioria deles a incidência seja superior a 90%. Nesta categoria, o transbordo é o carro-chefe e o tráfego para o interior é quase nulo.

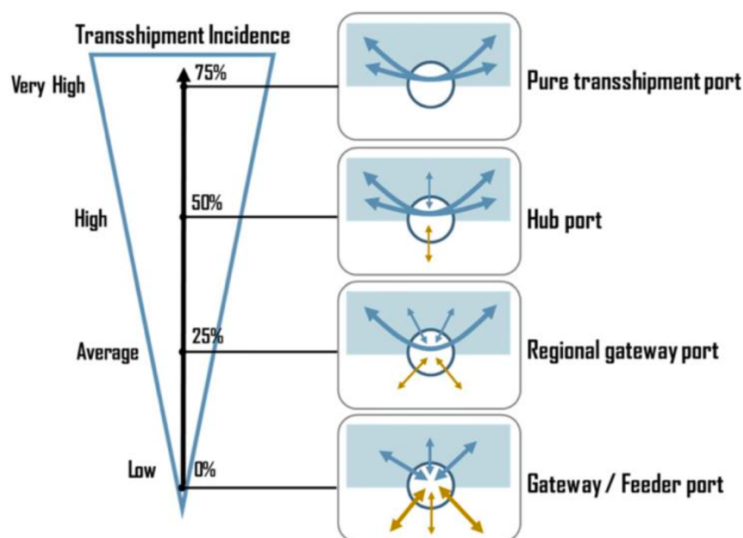


Figura 1 – Níveis de Incidência de Transshipment

Fonte: Rodrigue e Ashar, 2016

A figura 2 mostra os tipos de redes de transporte marítimo, bem como as atividades de transbordo existentes. Segundo Rodrigue e Ashar (2016), o primeiro tipo é o serviço direto no qual o navio faz chamadas em todos os portos daquela rota. Ducruet e Notteboom (2012) relataram três padrões de rotas envolvendo os principais portos hub: na primeira temos o fenômeno conhecido como *hubbing*, no qual a carga é desembarcada em um hub e transferida para navios *feeder* que fazem o transporte desta para portos menores e com menos infraestrutura. Já no *intersection/interlining*, o porto hub está estrategicamente posicionado no encontro de duas ou mais rotas principais, de modo a permitir o intercâmbio de mercadorias oriundas destas – na maioria das vezes este é um PTP. Por fim, existe a chamada rede *relay*, no qual o transbordo ocorre entre navios da linha principal, uma vez que este padrão integra rotas principais com apenas alguns portos de escala diferentes, a fim de manter o número mínimo de portos de escala sem limitar a cobertura do serviço. Rodrigue e Ashar (2016) também apresentaram dois outros padrões de transbordo envolvendo mudanças relativamente pequenas nas rotas, e que geram uma atividade de *transshipment* não considerável. No chamado *by-passing*, um porto é pulado da linha principal devido às restrições de infraestrutura (como, por exemplo, uma profundidade insuficiente) ou até mesmo volume de demanda insuficiente. Este porto então é servido através de uma rota *feeder* proveniente do porto hub mais perto. No padrão *tail cutting*, um porto periférico no final da rota principal é evitado pelos navios principais, tornando-se um porto *feeder*. Esta estratégia é uma tentativa

de encurtar a rota e o tempo de rotação para o serviço da linha principal, mantendo a frequência de serviço.

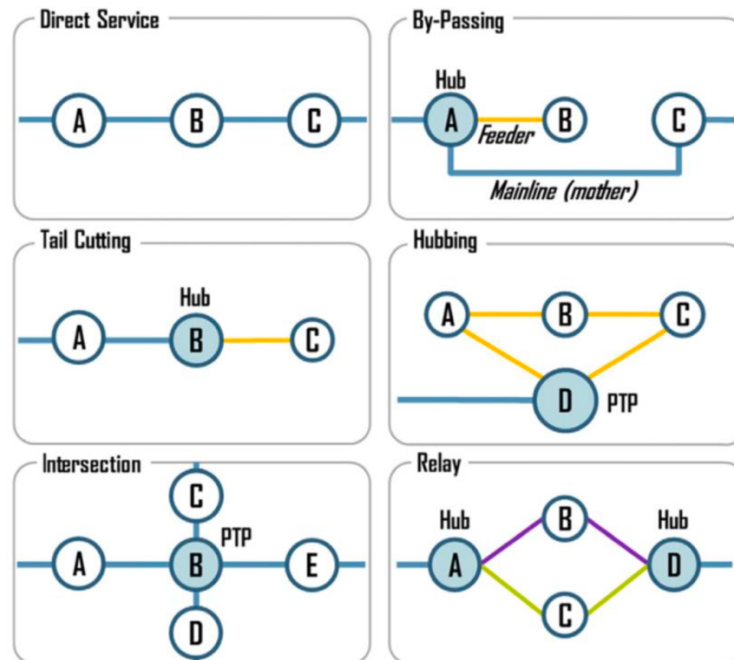


Figura 2 – Padrões de Redes de Transporte Marítimo

Fonte: Rodrigue e Ashar, 2016

A seleção de escolha de um hub não está nas mãos das autoridades portuárias, operadoras portuárias e/ou governos, mas sim das companhias de navegação que desenham suas redes de acordo com seus interesses estratégicos e econômicos. Isto torna este processo ainda mais imprevisível, uma vez que lida com um mercado muito dinâmico que é o transporte marítimo. Alguns autores tentaram explicar fatores que ajudam um porto a ser escolhido como um hub de determinada transportadora. Hayuth e Fleming (1994) apontaram as características mais comuns de um porto de transbordo, que inclui: (a) localização, (b) operação, (c) infraestrutura e (d) tecnologia empregada. Vieira et al (2006) relataram com base em entrevistas que um porto hub deve ter: (a) localização geográfica estratégica, (b) volumes de movimentação cativos, (c) frequência de serviços *feeder*, (d) tarifas competitivas e alta produtividade, (e) profundidade para receber grandes navios, (f) disponibilidade de berços para atracação e possibilidade de expansão futura da área do terminal e (g) bons acessos marítimos, rodoviários e ferroviários. De acordo com Notteboom (2012) os hubs possuem uma série de características comuns, tais como: (a) acessibilidade náutica, (b)

proximidade das principais rotas marítimas e (c) serem de propriedade, total ou parcial, de transportadoras ou operadoras multinacionais de terminais.

Como já mencionado, a localização geográfica assume um papel fundamental para a escolha de um hub. Rodrigue e Ashar (2016) mencionaram que o atual sistema portuário de transbordo se originou em condições específicas, apoiando principalmente o comércio Ásia-Europa e, em menor escala, o comércio transpacífico. Os centros de transbordo surgiram desde meados da década de 1990 em muitos sistemas portuários globais: Freeport (Bahamas), Salalah (Omã), Tanjung Pelepas (Malásia), Gioia Tauro, Algeciras, Taranto, Cagliari, Damietta e Malta no Mediterrâneo, para citar alguns (Notteboom, 2012). Logo, conclui-se que a maioria dos hubs intermediários estão localizados no Caribe, Sudeste e Leste Asiático, Oriente Médio e Mediterrâneo. Essas regiões parecem oferecer as condições ideais para o surgimento de um ou mais centros de transbordo pois estão próximas a vias de passagens estratégicas, como o caso dos: Canal do Panamá, Canal de Suez e Estreito de Malaca.

Um porto para atuar como um hub de transbordo depende muito das condições físicas do local em que está inserido, estes requisitos podem ditar o maior navio que aquele porto pode receber, como por exemplo, a profundidade e comprimento dos berços e largura e profundidade do canal de acesso. O *layout* do terminal também tem papel importante na atratividade de um centro de transbordo. Ashar (2012) descreveu que, apesar da recente introdução da automação nas operações de pátio para reduzir a área de armazenagem necessária nos terminais e aumentar a produtividade, no transbordo o contêiner precisar ser transportado do navio-mãe até o pátio para armazenamento, e depois transportado de volta para ser carregado no navio *feeder*. Portanto, o transbordo envolve dupla movimentação e, mesmo em terminais automatizados, esse processo é feito da mesma forma que os terminais convencionais de exportação/importação. Conclui-se que um terminal ideal para transbordo deve se preocupar com a frente de água (comprimento total dos berços) e com o sistema de pátios. Logo, o espaço do terminal se torna um fator importante e os *layouts* atuais mudaram, principalmente, por meio da expansão horizontal – para criar mais capacidade, adicionando ou recuperando terrenos–, ou por meio de uma colaboração com terminais terrestres (portos secos). A introdução de terminais de contêineres *offshore* ou mesmo terminais flutuantes é outra solução para expansão do porto.

Portos hub que não possuem um forte mercado interno são altamente vulneráveis a sofrerem o chamado *de-hubbing*, isto é, quando a companhia de navegação opta por abandonar os serviços naquele terminal devido a um ajuste da sua rede ou a presença de um novo terminal próximo que ofereça mais vantagens em suas operações. Rodrigue e Notteboom (2010) consideraram que portos hub são um negócio de alto risco envolvido. Estas instalações competem principalmente em recursos básicos como: localização, acessibilidade náutica, infraestrutura do terminal e produtividade. Essas características podem ser facilmente imitadas por terminais em locais vizinhos. Portanto, os portos hub devem encontrar vantagens competitivas a fim de evitar um possível *de-hubbing*. Como reação, centros de transbordo estão reorientando seu foco para desenvolver serviços rodoferroviários terrestres para capturar e servir diretamente os centros econômicos de sua hinterlândia. Hubs com um forte mercado local são menos vulneráveis em comparação com os locais *off-shore*, devido à possibilidade de combinar transbordo com exportação/importação. Outra solução encontrada é a de atrair serviços logísticos de forma a agregar valor à mercadoria dentro do porto.

2.2. ESTUDO DE PORTOS HUB NO BRASIL

Existem poucos estudos sobre portos hub relacionados ao Brasil na literatura de transporte marítimo, e essa lacuna de conhecimento enfatiza a importância deste estudo. Wilmsmeier et al (2014) descreveram a evolução do sistema portuário da América do Sul nas últimas décadas. A costa leste do continente apresentou uma leve desconcentração em termos de movimentação de cargas, portos menores tomaram parte significativa das operações de Buenos Aires, enquanto o domínio de Santos também sofreu um leve desgaste. Ao longo do período analisado, o volume de movimentação de contêineres na região apresentou um aumento considerável (de 3,2 em 1997 para mais de 10,9 milhões de TEUs em 2012), acompanhado pelo surgimento de novos portos e projetos *greenfield*, levando a uma dispersão geográfica da atividade de contêineres. A participação do Brasil na movimentação de contêineres passou de 60% para 75%, beneficiando-se muito da expansão econômica da época e da inserção de portos secundários na competição – como Navegantes, que abriu em 2007 e atingiu mais de 600 mil TEUs em 2012. Os portos de Itajaí, Manaus e Suape também apresentaram aumento no *market share* da carga containerizada. Neste período, Rio de Janeiro, principalmente, e Rio Grande apresentaram queda. Este último concorre com os

portos do Uruguai e Argentina para atuar como hub de transbordo para a região do Rio da Prata. Os autores também apontaram fatores que podem alterar o contexto atual do sistema portuário sul-americano: (a) a entrada de operadoras de terminais globais no negócio e a devolução portuária (de público para privado), (b) portos tradicionais com limitações de profundidade e falta de espaço para expandir suas instalações, (c) o crescimento econômico da região, (d) o surgimento de portos secundários e uma diversificação geográfica, (e) a introdução da competição inter portuária e intraterminal e um mercado *feeder* emergente.

Wilmsmeier e Monios (2015) estudaram a estrutura institucional e a agência na governança da diversificação espacial da evolução do sistema portuário no Brasil. Segundo os autores, desde 2013 a Lei de Modernização dos Portos 8.630/93 levou a uma estratégia integrada de modernização da administração pública dos portos e uma facilitação de investimentos. Ao mesmo tempo, a Agência Brasileira de Transporte Aquaviários (ANTAQ) ficou responsável por todos os processos licitatórios para arrendamento de áreas portuárias dos portos públicos, levando em conta os critérios de: (a) maior capacidade de movimentação, (b) taxas mais baixas ou (c) menor tempo para movimentação de carga. Além disso, os Terminais de Uso Privado (TUPs) agora podem movimentar cargas de terceiros para concorrer com os portos públicos, gerando um aumento na movimentação de contêineres nestes portos que, antes da lei, deviam estar voltados para sua própria carga. Outro aspecto da nova lei portuária é a centralização do planejamento da infraestrutura intermodal. O sistema portuário brasileiro ainda vê uma concentração significativa de cargas no porto de Santos, porém um processo de desconcentração é a tendência para os próximos anos. Os autores apontaram os fatores que podem influenciar fortemente nesta mudança: (a) questões do acesso marítimo ao porto (por exemplo, a profundidade limitada em Santos), (b) acessibilidade a hinterlândia (por exemplo, Santos e Rio de Janeiro), (c) aumentos significativos de custos devido à falta de acessibilidade e congestionamentos (por exemplo, sobretaxas específicas) e (d) entrada de novos TUPs *greenfield* no negócio (por exemplo, Itapoá). A participação no mercado de movimentação de contêineres por parte de operadores globais vem aumentando no Brasil, como o caso da APM Terminals (Itajaí e Pecém) e a DP World (Santos). Apesar disso, ainda existem regiões com hinterlândias desconectadas, principalmente no Norte e Nordeste, assim como terminais de contêineres sem a presença de portêineres.

O Brasil tem um perfil exportador de *commodities* (por exemplo, soja) produzidas em seu interior. Todavia, apesar do tamanho continental do país, os corredores de exportação são predominantemente rodoviários, com apenas uma pequena parcela sendo transportada via ferrovias – embora nos últimos anos este modal venha crescendo aos poucos sua participação na matriz de transportes. Há também uma alta concentração na movimentação de contêineres em apenas um porto, Santos, e a configuração portuária atual atende a um sistema de portos *gateway* múltiplos, sem a presença de portos de transbordo. Fato que pode ser explicado pelo país enfrentar restrições nas operações de cabotagem entre portos nacionais, também testemunhado no transporte doméstico dos Estados Unidos e da China, devido a leis que garantem que apenas as companhias marítimas domésticas possam realizar este tipo de serviço. No entanto, há novas políticas como a já conhecida BR do Mar que facilitará novos entrantes no mercado brasileiro de cabotagem, atualmente composto por apenas três companhias marítimas: Aliança, Log-in e Norsul. A perspectiva para o futuro é o aumento da cabotagem nacional com a seleção de portos hub para atender os demais portos alimentadores ao longo de toda a costa brasileira. Aliado a isso, o surgimento de novos TUPs e terminais conectados às linhas de navegação globais favorece a implantação de redes com portos hub na região. Obras rodoferroviárias (por exemplo, Ferrogrão) continuam previstas, contribuindo para o crescimento da movimentação de contêineres e modernização dos portos do Norte, que atualmente carecem de infraestrutura adequada.

Dentre os estudos referentes aos portos hub no Brasil, podem ser citados os seguintes: Aversa et al (2005) desenvolveram um modelo de programação inteira mista sobre a seleção de um porto hub na costa leste sul-americana, entre um conjunto de onze portos no Brasil, Argentina e Uruguai. Santos foi a solução ideal de hub único, com o porto de Buenos Aires ficando na segunda posição. Os autores também apresentaram as melhorias independentes mínimas nos fluxos de tráfego e custos portuários de cada alternativa para alcançar um status de hub único. Vieira et al (2006), através de uma análise conjunta, identificaram os atributos mais importantes para um potencial porto hub na costa brasileira do ponto de vista das companhias marítimas: (a) potencial gerador de volume de contêineres, (b) profundidade do porto, (c) taxas portuárias, (d) taxa de movimentação de contêineres por hora, (e) tempo de fundeio e (f) distância das rotas principais. Os autores concluíram que, segundo dados da época, os portos de Santos e Rio Grande eram os que apresentavam as melhores condições de concentração de cargas na região. Esse resultado deve-se ao fato de

que, neste período, esses portos tiveram o maior volume de movimentação de contêineres. Em relação à profundidade, esses portos apresentavam berços mais profundos que o porto de Itajaí, o terceiro maior em movimento. Os autores especificaram que, enquanto Santos encaixaria como um centro concentrador de cargas do continente, Rio Grande funcionaria como um hub regional para a região do Mercosul. Vasconcelos et al (2011) propuseram um novo modelo de localização de hubs definido pela minimização de custos sob gestão descentralizada e aplicado à rede de cabotagem brasileira. Candidatos a se tornar um novo hub eram locais sem a presença de portos de cabotagem significativamente próximos, como São Luís e Pecém, que se localizam entre Manaus e Barra do Riacho no intervalo entre Sepetiba e Salvador. De acordo com o estudo, a inserção de novos portos hub de cabotagem apresentaria um retorno financeiro positivo ao país.

Bondezan et al (2014) relataram os investimentos necessários para que Santos se torne um porto hub. O maior porto de movimentação de contêineres do país apresentava grandes entraves para atuar como porto concentrador de cargas. A largura do canal de acesso era de apenas 220 metros, o que restringia a entrada de embarcações de 46 metros de largura e 33 metros, quando utilizadas via bidirecional. A profundidade do canal de acesso também mereceu atenção, pois o calado máximo dos navios que adentravam ao porto era entre 13 e 14 metros, sendo essa limitação ainda maior na atracação. Outros problemas detectados pelos autores na época foram: (a) crescimento do porto a jusante do canal, uma vez que os novos terminais estão localizados dentro do estuário, que é mais raso e assoreado, (b) os acessos rodoviários estavam em sua maioria congestionados, pois o porto está inserido dentro da cidade de Santos, (c) falta de espaço para expansão, (d) o porto movimentava grande parte da soja oriunda do Centro-Oeste, região distante de Santos, logo um escoamento dessas cargas por portos mais próximos contribuiria para uma maior eficiência na logística do país e (e) o porto necessitava de constantes obras de dragagem, enfrentando muita resistência dos órgãos ambientais.

Silvino (2017) estudou a implantação de um terminal de contêineres no TUP Porto do Açu para atuar como porto hub. O autor propôs a substituição dos serviços das linhas regulares existentes por novas linhas com menos escalas (2 ou 3 portos hub) no Brasil, realizadas por navios de maior capacidade, resultando em ganho de eficiência e diminuição do custo anual de operação das rotas. Moraes (2017) comparou os portos do Nordeste do Brasil

(ou seja, Pecém, Suape e Salvador) por meio de uma análise SWOT, para definir estratégias para que esses portos se tornem hubs. A análise foi separada em pontos positivos e negativos do ambiente interno e externo. Entre os principais critérios de avaliação estão: (a) relação porto-cidade, (b) existência de terminal de contêineres especializado, (c) profundidade de acesso e atracação, (d) pátio de armazenagem adjacente ao berço, (e) índices de desempenho, (f) TUP ou porto público e (g) acessos ferroviários e rodoviários. Santos et al (2019) desenvolveram por meio da teoria dos grafos uma análise a fim de identificar os portos hub de cabotagem do Brasil. Em termos de rotas marítimas de cabotagem, foi possível observar a existência de dois portos atuando como hubs: Santos e Suape. Os autores relataram que, no futuro, os portos de Vitória, Rio de Janeiro e Salvador poderão desempenhar um papel importante, assim como Santos e Suape, se receberem investimentos em sua infraestrutura. As informações das redes marítimas são essenciais para a tomada de decisão dos operadores logísticos e das autoridades competentes para maior utilização da cabotagem como forma de equilibrar a matriz de transportes do país, atualmente voltada para o transporte rodoviário.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta seção trata do processo de elaboração do trabalho. A metodologia de pesquisa será a exploratória, buscando dados de diferentes fontes, tais como: planos diretores, planos mestres dos portos, artigos, livros, empresas desenvolvedoras de tecnologias, contato com profissionais da área e estudos de caso.

É apresentado o fluxograma de trabalho que foi seguido, Na sequência, foram definidos os critérios utilizados para a seleção dos portos que serão analisados. Depois, se iniciará a busca dos pontos fortes e fracos de cada um dos portos para prosseguirmos com a análise SWOT e a elaboração de parâmetros avaliativos pertinentes para abastecer a matriz do método AHP utilizado, sendo assim possível realizar a análise entre os portos previamente selecionados e fundamentar a conclusão desta pesquisa.

3.1. FLUXOGRAMA

Na Figura 3 apresenta-se o fluxograma para a realização deste estudo.



Figura 3 – Fluxograma de trabalho

Fonte: Autor, 2023

3.2. ANÁLISE SWOT

Embora muito difundida e aplicada atualmente no mundo, pouco se sabe sobre a origem da matriz SWOT. A dúvida reside no fato de não se encontrar documentos comprobatórios que evidenciam o início dos estudos, mas haver muitos documentos que relatam a aplicação e a importância da análise da matriz para melhor estabelecimento de estratégia. Ainda sim, são duas as hipóteses de origem mais comentadas; uma linha a deposita sobre os ombros do professor Albert Humphrey, da Stanford University, quando na década de

1960 desenvolvia estudos sobre estratégia considerando a lista das 500 maiores empresas dos Estados Unidos. Uma segunda teoria aponta que a origem vem dos estudos dos professores da Harvard Business School, George Albert Smith Jr e C. Roland Christensen, durante o início dos anos da década de 1950 e juntamente aos estudos de outro professor da mesma universidade, Kenneth Andrews, mas realizados na segunda metade da mesma década. Independentemente da sua origem, o modelo SWOT é uma dessas ferramentas que possibilitam avaliar o comportamento das organizações. Esse modelo é aplicado através de análises que fazem a combinação de forças e fraquezas de uma organização, com as oportunidades e ameaças provenientes do mercado. O termo SWOT é a conjunção das palavras Strengths (forças), Weaknesses (fraquezas), Opportunitys (oportunidades) e Threats (ameaças). Essa análise corresponde à identificação, por parte da organização, de forma integrada dos principais aspectos que caracterizam a sua posição estratégica em um determinado momento, tanto interna como externamente.

A aplicação da análise SWOT proporciona a avaliação preliminar de cenários divididos em: ambiente interno (Forças e Fraquezas) e ambiente externo (Oportunidades e Ameaças). Adotada como ferramenta intrínseca no apoio à tomada de decisões e em qualquer planejamento estratégico, a análise SWOT possibilita, sobre os vários aspectos organizacionais, constatar a posição atual da empresa, geralmente relacionada aos fatores internos e também questões que dizem respeito a processos decisórios em relação a eventos que possam vir a ocorrer no futuro.

Fatores para análise	Conceito	Exemplos
Pontos Fortes (<i>strengths</i>)	Fatos, recursos, reputação ou outros fatores, identificados com o ambiente interno, que podem significar uma vantagem da organização em relação aos concorrentes/ ou um diferencial no cumprimento de sua missão; recursos ou capacidades que a organização pode usar efetivamente para alcançar seus objetivos; competências distintivas.	Recursos financeiros, liderança abertura a mudança, clima organizacional, tamanho e lealdade da base de clientes, itens de diferenciação de produtos e serviços, margem de retorno, economia de escala
Pontos fracos (<i>weakness</i>)	São deficiências ou limitações que podem restringir o desempenho da organização, identificados com o ambiente interno	Inabilidades técnicas ou gerenciais, inadequado controle de custos, obsolescência de métodos e/ ou equipamentos, endividamento incompatível com o fluxo de caixa, alto índice de <i>turnover</i> , falta de definições estratégicas, vulnerabilidade à competição
Oportunidades (<i>opportunities</i>)	São fatos ou situações do ambiente externo que a organização pode vir a explorar com sucesso	Novas tecnologias, tendências de mercado, novos mercados, novos produtos, créditos facilitados, alianças estratégicas, produtos complementares
Ameaças (<i>threats</i>)	Antíteses das oportunidades são situações do ambiente externo com potencial de impedir o sucesso da organização	Novas tecnologias, tendências de mercado, legislação restritiva, novos competidores, taxa de juros, abertura de mercado

Quadro 1 – Conceitos e exemplos de fatores de uma análise SWOT

Fonte: Silveira, 2001

Após a criação da lista de fatores influenciadores no SWOT, adotamos um segundo processo para a ordenação dos pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças, empregando o critério de importância.

Fatores para análise	Fatores ordenados
Pontos fortes (<i>strengths</i>)	- ponto forte mais importante - ponto forte menos importante
Pontos fracos (<i>weakness</i>)	- ponto fraco mais importante - ponto fraco menos importante
Oportunidades (<i>opportunities</i>)	- oportunidade mais importante - oportunidade menos importante
Ameaças (<i>threats</i>)	- ameaça mais importante - ameaça menos importante

Quadro 2 – Classificação dos fatores identificados

Fonte: Silveira, 2001

A observação dos pontos fortes e fracos de uma organização visa a busca por equilíbrio das forças e escolha de estratégias adequadas para se obter sucesso, conquistando seu espaço no mercado e obtendo o reconhecimento. Outro benefício é o conhecimento sobre os negócios e as tendências de mercado, de forma a manter-se estruturada e preparada para vencer o concorrente. O modelo SWOT possibilita ao gestor uma identificação das potencialidades e vulnerabilidades da empresa em que atua. É importante salientar que há outras interpretações na análise dos pontos fortes e fracos /ameaças e oportunidades dentro de uma organização, que consiste na junção dos fatores a serem analisados, originando novas nomenclaturas, tais como: Alavancagem, Problemas, Restrições e Vulnerabilidade.

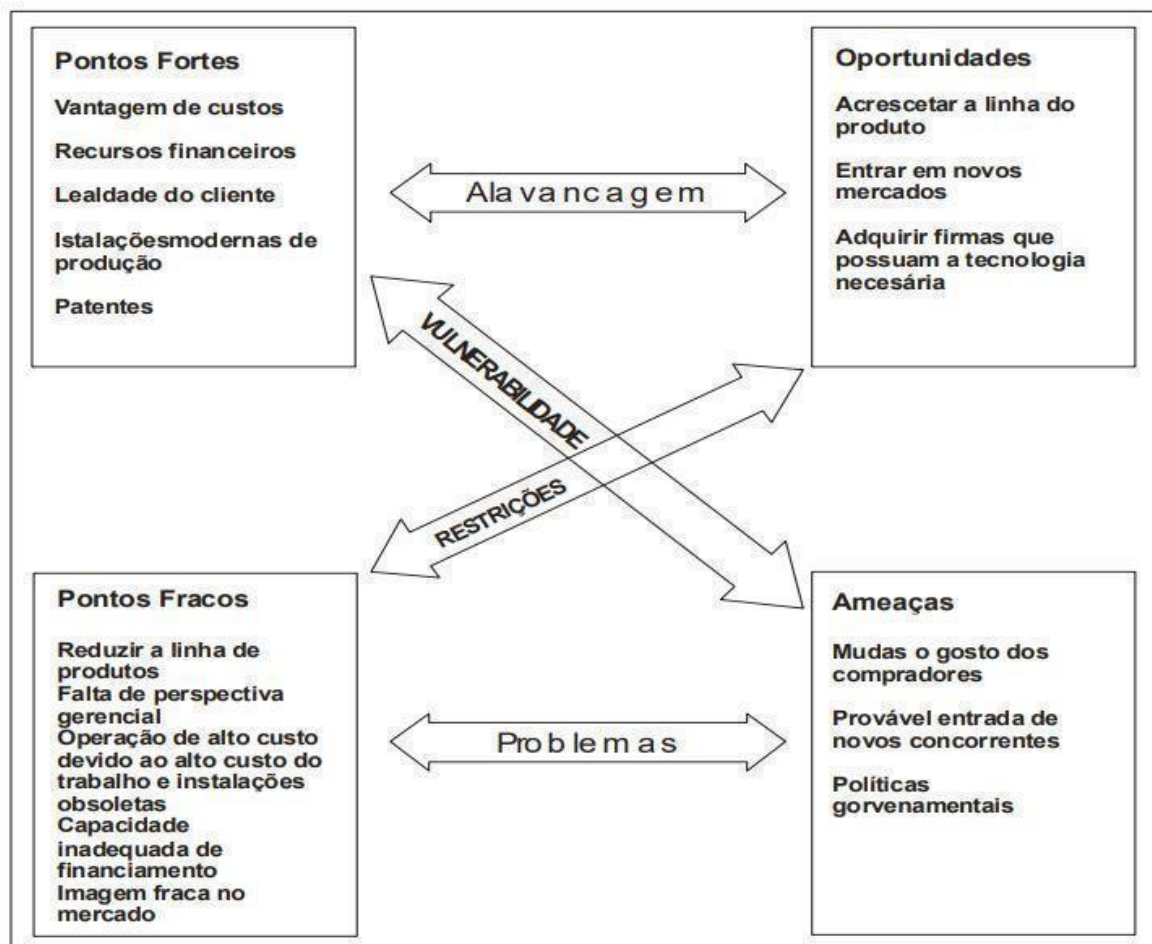


Figura 4 -Análise aos pontos fortes e fracos; ameaças e oportunidades

Fonte: Adaptado de Boone e Kurtz (1998, p. 122)

3.3. MATRIZ AHP

Introduzido por Saaty em 1987, o método AHP tem como finalidade a tomada de decisão em uma análise de multicritérios de avaliação. O AHP é um método de análise hierárquica, que auxilia o desmembramento de problemas complexos em níveis hierárquicos, de modo a facilitar a tomada de decisão. O método consiste na obtenção de uma matriz de paridade de critérios e alternativas, provida pelas perspectivas subjetivas dos usuários, com o propósito de obter um peso relativo para cada critério e alternativa. Segundo Costa (2002), o critério está baseado em três princípios:

- Construção de hierarquias: no método, o problema é fracionado em níveis hierárquicos, visando um melhor entendimento do mesmo. Essa hierarquia é composta por várias camadas, que vão desde o objetivo central do problema até as possibilidades de escolha. Na elaboração de hierarquias, identificam-se os elementos-chave para a tomada de decisão, juntando-os em grupos. A Figura 5 apresenta a estrutura básica do método AHP.

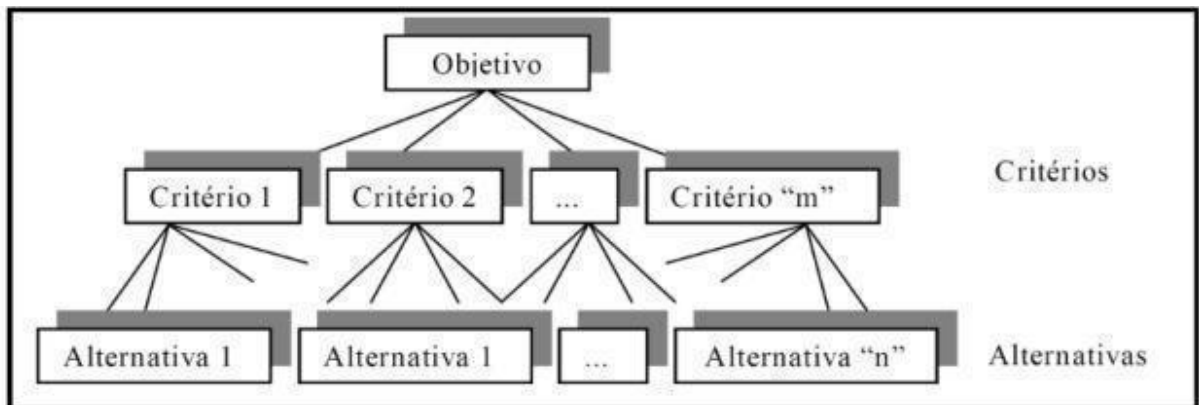


Figura 5 – Estrutura hierárquica básica do método AHP

Fonte: Marins, Souza e Barros, 2009

- Definição de prioridades: baseado na habilidade do ser humano de relacionar objetos e situações analisadas, equiparando pares de elementos à luz de um determinado foco (julgamento paritário);
- Consistência lógica: avaliar o modelo de priorização em relação à sua consistência.

Para construção das hierarquias, deve-se, primeiramente, definir qual o interesse principal da análise. Logo após, enumerar o conjunto de alternativas possíveis para a solução

do problema e, por fim, definir quais critérios avaliativos serão considerados para a tomada de decisão.

Assim que feita a hierarquização, o avaliador deve equiparar os elementos de um nível da hierarquia em relação a cada um dos elementos com ligação em uma camada superior da hierarquia (COSTA, 2002).

Assim, no AHP busca-se filtrar a subjetividade intrínseca relacionada ao uso de variáveis qualitativas. Através de uma escala específica para padronização de julgamentos dos avaliadores desenvolvida por Saaty (1987), exibida na Tabela 1.

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos elementos são de igual importância.	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é fortemente favorecido.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.	Usados como valores de consenso entre as opiniões.
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.	Usados para graduações mais finas das opiniões.

Tabela 1 – Escala Numérica de Saaty

Fonte: Adaptado de Saaty, 1987

Ainda segundo Costa (2002), os peritos dos critérios do método AHP são pessoas responsáveis pela observação do grau de relevância de cada um dos elementos de um nível de hierarquia em relação aos elementos aos quais estão ligados na camada superior da mesma. Azevedo e Costa (2001) confirmam que a efetividade dos resultados está diretamente ligada à competência dos avaliadores, e que, para cada etapa da análise, devem ser consultados avaliadores que tenham alto conhecimento sobre o tópico em apreciação. Uma vez feitas as avaliações dos critérios, transformam-se os julgamentos em um quadro, com auxílio da escala de conversão apresentada na Tabela 1. Depois, o quadro deve ser normalizado através da soma dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e posterior divisão de cada elemento destas matrizes pelo somatório dos valores da respectiva coluna. Em seguida são obtidos os valores das prioridades médias locais (PMLs) e prioridades médias globais (PGs).

Os elementos de PG armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas em relação ao foco principal, ou seja, a alternativa que alcançar o maior PG será a resposta à questão do foco principal da análise (BARROS; MARINS; SOUZA, 2009).

4. ANÁLISES E RESULTADOS

Neste capítulo serão escolhidos os portos que têm potencial para se tornarem hub e, na sequência, serão feitas as análises SWOT de cada um e a matriz AHP dos mesmos para quatro cenários distintos. Para concluir a seção, será feita uma análise de sensibilidade dos resultados.

4.1. DEFINIÇÃO DOS PORTOS

Para a definição dos portos que serão avaliados, serão considerados os principais portos segundo a movimentação de contêineres da região Sul do Brasil, de acordo com dados obtidos através do relatório anual da ANTAQ do ano de 2022.

A Região Sul do Brasil possui uma área de aproximadamente 576 mil km² e uma população de mais de 30 milhões de habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021). Em relação aos indicadores econômicos, a região destaca-se pela diversidade de atividades, seja no setor primário, secundário ou terciário.

De acordo com o Anuário da ANTAQ (2022), que mostra a movimentação de contêineres em toneladas entre os dez maiores portos movimentadores de contêineres, quatro deles estão localizados na região Sul.

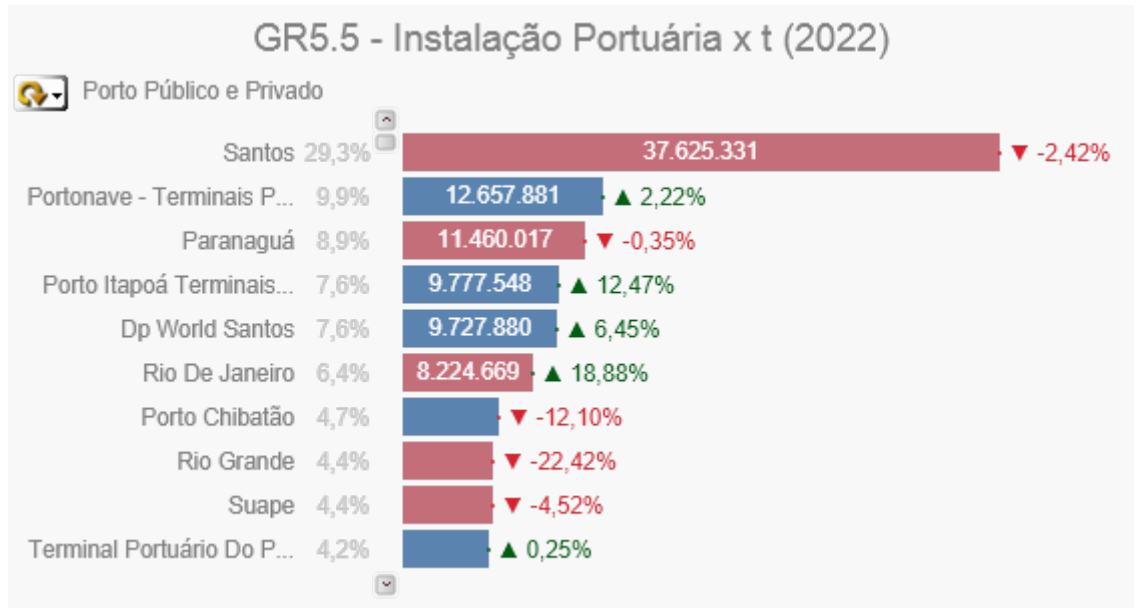


Figura 6 – Principais Portos na Movimentação de Contêineres no Brasil em 2022

Fonte: ANTAQ, 2022

4.2. SELEÇÃO DOS PORTOS

Levando em conta apenas a região Sul, sete portos são responsáveis por quase 35% de todos os contêineres que embarcaram e desembarcaram no país, como mostra a figura 7.

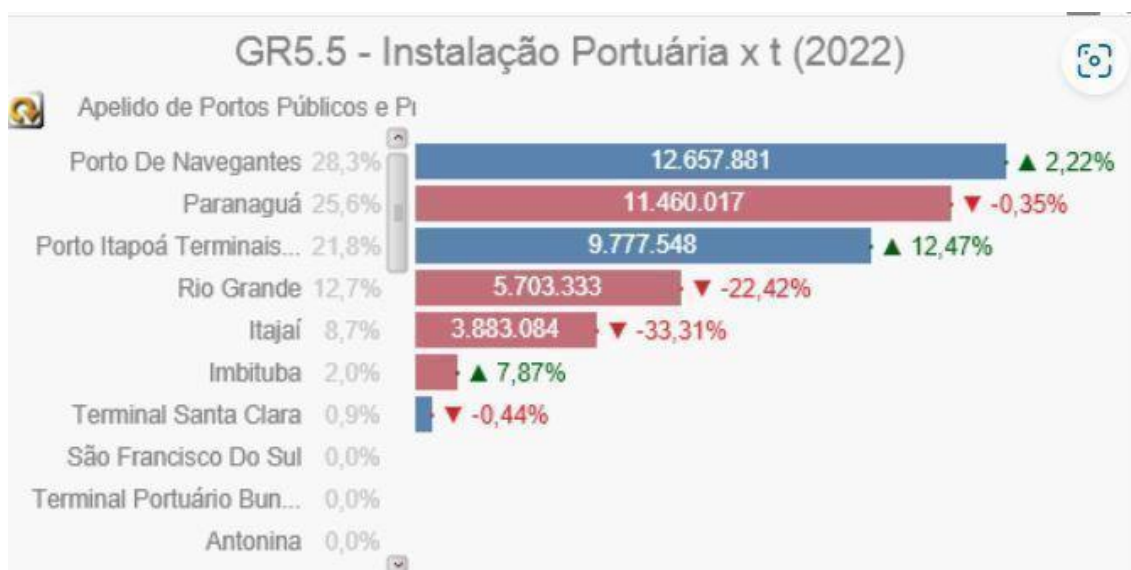


Figura 7 – Principais Portos na Movimentação de Contêineres na região Sul em 2022

Fonte: ANTAQ, 2022

Analisando as figuras 6 e 7, tornou-se óbvia a escolha dos portos de Navegantes (SC), Paranaguá (PR), Itapoá (SC), e Rio Grande (RS), devido ao fato de os quatro figurarem entre os dez maiores portos movimentadores de contêineres do país e fez – se útil, a adição também do porto de Itajaí (SC), que neste trabalho será analisado de maneira integrada ao porto de Navegantes.

Enquanto Paranaguá, Rio Grande e Itajaí apresentaram quedas em relação ao ano anterior, pode-se notar que Navegantes e Itapoá obtiveram ganhos significativos de produção no período analisado.

4.3. ANÁLISE SWOT

A análise SWOT é uma técnica que auxilia o tomador de decisão a identificar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relacionados às alternativas do objetivo a ser alcançado, conforme já citado no capítulo 3 deste trabalho. Forças e fraquezas são relacionadas ao ambiente interno do objeto de análise, enquanto ameaças e oportunidades estão fora do controle e são identificados como aspectos do ambiente externo. Esta análise então visa sintetizar as informações detalhadas de cada porto, de modo a identificar os pontos positivos e negativos para uma companhia de navegação instalar um hub naquele local.

Como citado no capítulo 1.3, a falta de acesso aos administradores dos portos limita nosso rol de informações, dessa forma os dados apresentados neste capítulo estão disponibilizados massivamente no site dos portos, no plano mestre dos portos cedido pelo Ministério da Infraestrutura, e no anuário da ANTAQ.

4.3.1. Porto de Paranaguá – PR

O porto de Paranaguá é público, sendo administrado pela autoridade portuária Portos do Paraná. A movimentação de contêineres fica a cargo do terminal arrendado à TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá (figura 8) que integra o portfólio da *China Merchants Port Holding Company* (CMPort). Com uma área de influência que abrange os estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Santa Catarina, os tipos de mercadorias mais movimentados via carga containerizada são carnes frigoríficas (37% dos contêineres movimentados são refrigerados), madeira e carvão vegetal, celulose, plásticos e

fertilizantes (ANTAQ, 2021). Quanto ao tipo de navegação, 82% é destinado ao longo curso, enquanto 18% à cabotagem (ANTAQ, 2021). Segundo dados do arrendatário, o comprimento total do seu cais é de 1099 metros de extensão, com 4 berços. Em termos de equipamentos, o terminal tem à disposição 6 portêineres (4 deles *Super Post Panamax*), 6 guindastes *Mobile Harbour Crane* (MHC), além de 30 transtêineres. O terminal possui uma retroárea de cerca de 500 mil m² com mais de 3600 tomadas *reefer*, e sua capacidade total de movimentação chega a 2,5 milhões de TEUs/ano. O calado máximo operacional do porto passou, em 2020, para 12,10 metros. Já a profundidade do canal de acesso pode chegar a 14 metros com as obras de derrocagem que estão sendo realizadas (TCP, 2021). O porto conta com acesso ferroviário direto, além dos acessos rodoviários.

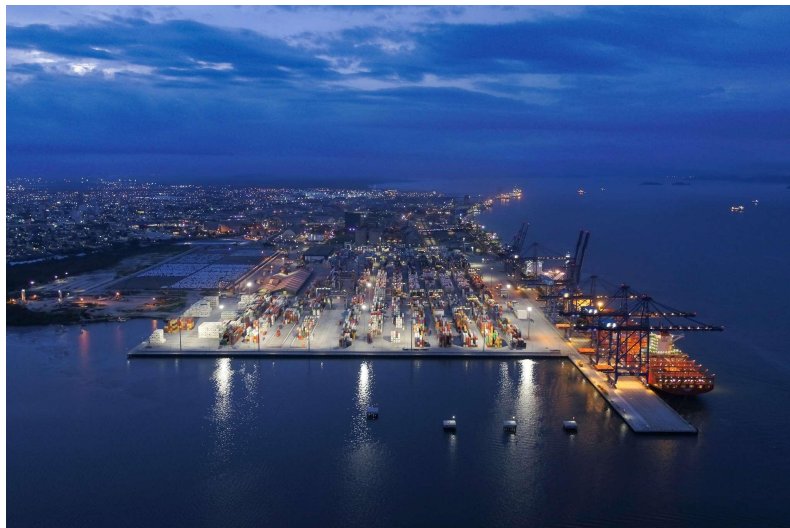


Figura 8 – Porto de Paranaguá-PR

Fonte: TCP

4.3.1.1. Análise SWOT Porto de Paranaguá

Forças:	Fraquezas:
<ul style="list-style-type: none"> - Condições favoráveis das rodovias situadas na hinterlândia do Complexo Portuário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Berços de atracação insuficientes. - Atracação de navios de passageiros no cais comercial do Porto de Paranaguá. - Espera por atracação.

<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidade de pátios de triagem para caminhões. - Vias de acesso internas em boas condições de trafegabilidade. - Existência de rotas definidas para acesso aos terminais do Porto de Paranaguá e ao TUP Cattalini. - Revitalização de vias do entorno portuário de Paranaguá. - Distribuição espacial favorável da malha ferroviária intraporto. - Disponibilidade de utilização do pátio ferroviário Km 5 como entreposto. - Maior comprimento de cais e maior número de berços. - Maior número de tomadas <i>reefer</i>. - Acesso ferroviário direto. - Segunda maior área de pátio com o maior número de transtêineres. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade da principal via de acesso está saturada na região da Serra do Mar (Morretes/PR). - Capacidade saturada nas interseções rodoviárias do entorno portuário. - Falta de manutenção da malha ferroviária intraporto. - Possível déficit de capacidade do acesso aquaviário para atender à projeção de demanda.
<p style="text-align: center;">Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perspectiva de investimentos em infraestrutura. - Disponibilidade de dados de contagem de tráfego detalhados. - Interesse da concessionária em antecipar a renovação dos contratos de concessão ferroviária e ampliar a capacidade. - Construção do novo acesso ferroviário, em bitola larga (Maracaju–Lapa e Lapa–Paranaguá). 	<p style="text-align: center;">Ameaças:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Previsão de capacidade saturada em segmentos das vias de acesso na hinterlândia. - Ampliação prevista da estrutura para exportação de grãos no Complexo de São Francisco do Sul. - Perspectivas do crescimento da frota de navios. - Maior proximidade com o porto de Santos dos quatro cenários, o que pode gerar

- Possibilidade de arrendamento de áreas subutilizadas.	dúvidas sobre a instalação de um hub no local.
---	--

O Porto de Paranaguá, dentre as suas virtudes possui uma localização estratégica próxima a centros consumidores e áreas de produção agrícola, contando com uma infraestrutura desenvolvida e uma equipe especializada. No entanto, enfrenta limitações de capacidade e saturação dos acessos terrestres. As oportunidades incluem o crescimento do comércio internacional e investimentos em infraestrutura, enquanto as ameaças estão relacionadas à concorrência de outros portos e às restrições regulatórias e ambientais.

4.3.2. Porto de Itapoá – SC

O porto de Itapoá é um TUP, na qual a *APM Terminals* detém 30% de participação, iniciou suas operações em 2011 e vem se destacando nos últimos anos na movimentação de carga containerizada. Localizado no norte de Santa Catarina, região altamente industrializada, a hinterlândia do porto abrange a região Sul e os estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os tipos de mercadorias mais movimentadas são madeira e carvão vegetal, plásticos, produtos químicos orgânicos e carnes frigoríficas (ANTAQ, 2021). A participação da navegação de cabotagem é maior do que em Paranaguá, chegando a 21% (ANTAQ, 2021). O porto possui um comprimento de cais de 800 metros com dois berços, sendo planejada uma expansão para 1210 metros e mais um berço de atracação. O pátio de armazenagem conta com 250 mil m² também previsto para ser expandido brevemente. Atualmente a capacidade de movimentação anual é de 1,2 milhões de TEUs, mas com as obras de expansão previstas essa capacidade poderá chegar a aproximadamente 2 milhões. A profundidade natural do porto é de 16 metros, o que permite a atracação simultânea de dois navios *Super Post Panamax*. Já o calado máximo de operação nos berços pode chegar a até 12,8 metros dependendo do *load* do navio. O terminal conta com 8 guindastes *Mobile Harbour Crane* (MHC), 2.892 tomadas *reefers*, 6 portêineres e 17 transtêineres (Itapoá, 2021).



Figura 9 – Porto de Itapoá-SC

Fonte: Porto de Itapoá

4.3.2.2. Análise SWOT Porto de Itapoá

<p>Forças:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profundidade natural de 16 metros, a maior dos cinco portos. - Crescimento na movimentação de contêineres considerável nos últimos anos. - Obras de expansão previstas de modo a aumentar sua capacidade anual para 2 milhões de TEUs, bem como aumentar o número de berços, portêineres e área de pátio. 	<p>Fraquezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Não conta com acesso ferroviário. - Menor comprimento de cais e possui apenas dois berços de atracação.
<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Localizado no norte de Santa Catarina, o maior parque industrial do estado. 	<p>Ameaças:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projetos de terminais próximos a TUP de Itapoá estão sendo planejados, o que pode aumentar a concorrência na região e a

	escolha de escala da companhia de navegação para terminais adjacentes.
--	--

O Porto de Itapoá apresenta uma análise SWOT favorável. Suas forças incluem rotas marítimas importantes, uma infraestrutura moderna e eficiente, e uma equipe especializada em gestão portuária. No entanto, algumas fraquezas podem ser identificadas, como limitações de capacidade e acesso terrestre limitado. O porto possui oportunidades significativas, como o crescimento do comércio internacional, a proximidade com o maior parque industrial do estado e os investimentos em infraestrutura. Apesar disso, é necessário considerar as ameaças, como a concorrência de outros portos regionais e as restrições regulatórias e ambientais.

4.3.3. Porto de Itajaí e Navegantes – SC

Em uma das margens do rio Itajaí de frente para o Portonave, encontra-se o porto público de Itajaí, no qual a movimentação de contêineres está sob responsabilidade do terminal arrendado pela *APM Terminals*. Dentre os 5 portos analisados, este é o que movimenta o menor número de contêineres atualmente (pouco mais de 500 mil TEUs), devido a razões de capacidade e infraestrutura. Os tipos de mercadorias mais movimentados neste porto são carnes frigoríficas, madeira e carvão vegetal, e plásticos (ANTAQ, 2021). A cabotagem é responsável por 29% das operações, enquanto a navegação de longo curso corresponde a 68%, e o apoio portuário a 3% (ANTAQ, 2021). O terminal possui uma área de 180 mil m² com capacidade anual de movimentação de 580 mil TEUs. Apresenta um comprimento total de cais de 1035 metros com 4 berços de atracação, dois deles sendo da *APM Terminals* e dois do cais público. O terminal da *APM Terminals* conta com 2 portêineres, 3 MHC e 1800 tomadas *reefer*. Uma vez que o porto divide o canal de acesso com a Portonave, a profundidade do porto de Itajaí também é de 14 metros (APM Terminals, 2021).

O porto de Navegantes, ou Portonave como é conhecido, foi o primeiro TUP do país a movimentar contêineres tendo iniciado suas operações em 2007. O terminal divide o canal de acesso e bacia de evolução juntamente com o porto público de Itajaí; esta última foi

recentemente ampliada, o que permitiu o terminal receber navios de até 350 metros de comprimento. Os tipos de mercadorias mais movimentados dentro de suas instalações são madeira e carvão vegetal, carnes frigoríficas e plásticos (ANTAQ, 2021). A navegação de longo curso é responsável por 90% das operações, enquanto a cabotagem reflete apenas 10% (ANTAQ, 2021). O terminal possui um cais linear de 900 metros, com 3 berços de atracação e uma profundidade de 14 metros. A área de armazenamento é de 400 mil m² com capacidade estática de até 30 mil TEUs, além de 2.430 tomadas *reefer* e uma câmara frigorífica automatizada. O terminal conta com 6 portêineres e 18 transtêineres (Portonave, 2021).



Figura 10 – Porto de Navegantes-SC

Fonte: Portonave



Figura 11 – Porto de Itajaí-SC

Fonte: APM Terminals

4.3.3.1. Análise SWOT Porto de Itajaí e Navegantes

Forças:	Fraquezas:
<ul style="list-style-type: none"> - Relevância na movimentação de contêineres, Navegantes foi o porto que mais movimentou contêineres na região Sul no ano de 2021. - Obras recentes aumentaram a bacia de evolução no canal de acesso de Itajaí e Navegantes permitindo a entrada de navios com maior comprimento nas suas instalações. - Boa estrutura para movimentação de contêiner. - Ampliação das instalações de acostagem. - Condições favoráveis de infraestrutura na Rodovia BR-101. 	<ul style="list-style-type: none"> - O terminal da APM Terminals está localizado dentro do porto público sob controle da autoridade marítima municipal e Navegantes é um TUP fora do porto organizado, o que pode gerar conflito de interesses caso uma companhia de navegação decida utilizar os dois terminais como hubs - Profundidade inadequada no acesso aos terminais localizados a montante do Rio Itajaí-Açu. A profundidade do porto é de 14 metros. - Limitação da retroárea no Porto de Itajaí.

<ul style="list-style-type: none"> - Boas condições de sinalização nas vias do intraporto. - Disponibilidade de áreas para estacionamentos de caminhões. - A Superintendência do Porto de Itajaí e a APM Terminals realizam monitoramentos conjuntamente. - A área do Complexo possui diversos estudos ambientais elaborados regularmente. - Áreas logísticas em zonas específicas e às margens das vias de acesso ao complexo portuário. 	<ul style="list-style-type: none"> - Infraestrutura viária insatisfatória nas vias da hinterlândia. Os dois portos não possuem acesso ferroviário - Infraestrutura viária insatisfatória no entorno portuário do município de Navegantes. - Ausência de sistema de agendamento integrado a áreas de apoio logístico e equipamentos de automatização nas portarias. - Falta de instrumentos de planejamento e gestão na Autoridade Portuária. - Baixa aderência ao Planejamento do Setor Portuário.
<p style="text-align: center;">Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maior capacidade de movimentação de contêineres dos quatro cenários caso haja uma combinação entre Navegantes e Itajaí, o que colocaria o complexo portuário de Itajaí isolado na segunda posição do país, perdendo apenas para Santos aumentando sua força na região sul frente a seus concorrentes. - Ampliação da retroárea do Porto de Itajaí. - Aumento da possibilidade de o Complexo Portuário receber navios maiores. - Aumento da capacidade da Rodovia BR-470. - Implantação da Via Expressa Portuária. - Restauração e aumento da capacidade da BR-486. 	<p style="text-align: center;">Ameaças:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recentemente começaram as discussões para a desestatização do porto de Itajaí, o que poderia fazer com que a companhia de navegação escolhesse outro cenário devido a essas incertezas. - Proximidade a outros terminais e ampla concorrência no mercado de contêineres. - Região suscetível às enchentes. - Perspectiva de ocorrência de déficit de capacidade do acesso aquaviário. - Condições instáveis de trafegabilidade na hinterlândia e no entorno portuário. - Entorno portuário urbanizado.

<ul style="list-style-type: none"> - Revitalização e duplicação da SC-412. - Investimentos futuros em infraestrutura ferroviária. - Atualização do Plano Diretor de Gestão e Desenvolvimento Territorial e do Zoneamento de Itajaí. - Atualização do Plano Diretor e Zoneamento de Navegantes. 	
--	--

O Porto de Itajaí-Navegantes, apresenta uma análise SWOT abrangente. Suas principais forças são a localização estratégica, com acesso a importantes rotas marítimas e proximidade de centros consumidores, além de uma infraestrutura portuária moderna e eficiente. No entanto, o porto enfrenta desafios, como limitações de capacidade e necessidade de melhorias no acesso terrestre. Oportunidades estão presentes no crescimento do comércio internacional e na possibilidade de investimentos em infraestrutura para expandir suas operações. Por outro lado, ameaças incluem a concorrência de outros portos, restrições regulatórias e ambientais, região propícia a enchentes e incerteza sobre a desestatização.

4.3.4. Porto de Rio Grande – RS

O porto de Rio Grande encontra-se perto da fronteira com o Uruguai, sendo sempre cotado em estudos como um hub para o mercado da região do Rio da Prata. Dentro do porto público, a movimentação de contêineres é controlada pelo terminal arrendado TECON Rio Grande, operado pela Wilson Sons. Os tipos de mercadorias movimentadas diferem um pouco dos últimos quatro terminais apresentados. Plástico, cereais, carnes frigoríficas e tabaco são as principais (ANTAQ, 2021). A navegação de longo curso corresponde a 72% das operações do porto, enquanto a cabotagem chega a 21% e a navegação interior pela Lagoa dos Patos 7% (ANTAQ, 2021). Este é o único porto da região a contar com acessos hidroviários para outros terminais na hinterlândia. O terminal também conta com acesso interno à malha ferroviária. Em termos de infraestrutura, o TECON Rio Grande possui 735 mil m² de área total com uma

capacidade anual para movimentar até 1,4 milhões de TEUs. Além disso, apresenta um calado de 15 metros de profundidade. O comprimento total de cais linear é de 900 metros com 3 berços de atracação. Em termos de equipamento, o terminal possui 9 portêineres, 2 MHC, 22 transtêineres e 2800 tomadas *reefer* (Wilson Sons, 2021).



Figura 12 – Porto de Rio Grande-RS

Fonte: Wilson Sons

4.3.4.1. Análise SWOT Porto de Rio Grande

Forças:	Fraquezas:
<ul style="list-style-type: none"> - Relevância na movimentação de contêineres. - Boa profundidade para atracação. - Áreas de expansão para possíveis arrendamentos. - Boa estrutura de acostagem. - Maior área de pátio de armazenamento. - Maior número de portêineres e segundo maior número de transtêineres. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desequilíbrio financeiro. - Vias de circulação antigas e em mau estado de conservação. - Estrutura de cais não condizente com as atuais dimensões das embarcações. - Posição geográfica mais periférica na região Sul frente aos outros concorrentes. - Mesmo possuindo uma capacidade anual de 1,4 milhões de TEUs, o porto movimentou metade que isso no ano de 2021.

<ul style="list-style-type: none"> - Acesso ferroviário e acesso hidroviário a outros terminais situados no interior do Rio Grande do Sul. 	
<p style="text-align: center;">Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinâmica econômica intensa da hinterlândia. - Possibilidade de interligação de hidrovias para aumento da movimentação portuária. - Capacidade ociosa do acesso ferroviário. - Proximidade com o Uruguai, Argentina e Paraguai o que faz com que o porto seja cotado para ser um hub do Mercosul, fomentando a chamada grande cabotagem. 	<p style="text-align: center;">Ameaças:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O porto está geograficamente distante de áreas produtoras e exportadoras. - Incidência de altos pedágios no estado, aumentando os custos de transporte. - Incidência de altos pedágios no estado, aumentando os custos de transporte. - O porto movimenta mercadorias diferentes dos outros concorrentes.

Em suma, todos os quatro portos analisados possuem uma análise SWOT bem semelhante uns aos outros, devido a sua infraestrutura similar e a proximidade geográfica e econômica, e o porto de Rio Grande não seria diferente. Suas principais forças incluem uma localização estratégica, com acesso ao oceano Atlântico e proximidade a rotas de comércio internacional, além de uma infraestrutura portuária bem estabelecida. No entanto, o porto enfrenta desafios, como a necessidade de investimentos em modernização e expansão de capacidade. Oportunidades são evidentes no crescimento do comércio internacional e no potencial de desenvolvimento de terminais especializados. No entanto, ameaças podem surgir na forma de concorrência de outros portos e nas restrições regulatórias e ambientais.

4.4. ANÁLISE AHP

Para a construção da matriz AHP deste trabalho, se torna necessário definir o foco principal, as alternativas viáveis e o conjunto de critérios a serem avaliados.

O foco principal é responder ao objetivo principal da pesquisa, que é: identificação de porto com maior potencial para se tornar um hub na região Sul do Brasil.

A maneira de definição das alternativas viáveis foi descrita na seção 3.3 deste trabalho. Sabe-se que, no método AHP, é permitido avaliar tanto critérios quantitativos quanto qualitativos. No entanto, para a análise qualitativa são exigidos julgamentos de indivíduos que possuem ampla experiência e conhecimento nos critérios em observação. No caso deste trabalho, como as informações usadas para avaliação serão somente aquelas encontradas na literatura, julgou-se mais assertivo levar em consideração apenas dados quantitativos, em que os critérios podem ser comparados numericamente, sem possível influência de subjetividade do autor. Os dados foram obtidos através de fontes diversas de pesquisa, sendo as principais os site dos portos e operadores, o anuário da ANTAQ, e o IBGE.

4.4.1. Critérios Adotados

Portanto, os critérios avaliados serão:

- Quanto à localização: serão julgados critérios de localização a nível nacional, continental e mundial.
 - Nacional: será julgada a distância, em milhas náuticas, do porto considerado ao porto de Santos, uma vez que este é o maior movimentador de cargas containerizadas do país. (ANTAQ, 2022).
 - Continental: será julgada a distância, em milhas náuticas, do porto analisado ao porto de Buenos Aires, visto que este pode ser considerado um importante ponto de transbordo para esse futuro hub na região Sul do país.
 - Global: será julgada a distância, em milhas náuticas, do porto estudado ao porto de Shanghai, em razão de este ser o primeiro colocado no ranking *World Shipping Council dos* cinquenta maiores portos em movimentação de contêineres do mundo em 2022, e estar localizado na China, que é nosso maior parceiro comercial.

- Quanto à infraestrutura, serão apontados os:

- Comprimentos dos berços: O comprimento do berço é uma medida utilizada para determinar o tamanho máximo de um navio que pode ser acomodado em um determinado berço ou cais em um porto. É a distância entre as extremidades do berço que suportam o navio e pode variar de porto para porto, dependendo das suas capacidades e limitações estruturais.
- Número de berços: O número de berços em um porto pode variar significativamente dependendo do tamanho do porto e da sua capacidade operacional. Um berço é uma estrutura construída ao longo da margem de um corpo d' água, geralmente equipado com equipamentos portuários para permitir a atracação e operação de navios.
- Profundidade de atracação: É a profundidade da água ao longo do cais ou berço onde um navio atraca para carregar ou descarregar cargas. Essa profundidade é um fator crítico para a operação portuária, pois determina o tamanho máximo do navio que pode atracar em um determinado berço e a quantidade de carga que pode ser transportada.

A profundidade de atracação pode ser influenciada por vários fatores, como o nível das marés, a profundidade do canal de acesso ao porto, a sedimentação e a dragagem do fundo do mar. É importante que a profundidade seja adequada para permitir a atracação segura dos navios, evitando danos aos cascos e equipamentos, bem como garantindo a eficiência e a rentabilidade da operação portuária.

- Quanto à superestrutura: será apontada a quantidade de equipamentos
 - MHC: *Mobile Harbour Crane* (MHC) é um tipo de guindaste móvel utilizado em portos para manuseio de carga, especialmente para contêineres. Os MHCs são normalmente montados sobre pneus ou trilhos e podem ser movidos facilmente entre diferentes áreas do porto. Eles são equipados com um sistema hidráulico que lhes permite levantar, mover e colocar contêineres em caminhões, vagões de trem ou em outros navios.



Figura 13 – MHC

Fonte: Container Management

- **Portêineres:** os portêineres são guindastes de pórtico automatizados que são usados para mover contêineres dos navios para áreas de armazenamento no porto. Eles são equipados com um sistema de ponte rolante, com uma ou mais vigas transversais, que se movem sobre trilhos paralelos. Os portêineres são altamente eficientes e capazes de mover grandes quantidades de carga em um curto período de tempo, o que os torna ideais para o manuseio de contêineres em portos de grande movimentação, tornando-os uma peça importante da infraestrutura de um porto moderno.



Figura 14 – Portêineres

Fonte: Konecranes

- Tomadas reefer: as tomadas *reefer* são pontos elétricos projetados para fornecer energia a contêineres refrigerados (também conhecidos como *reefers*). para manter a carga armazenada em temperatura controlada durante o transporte.

Podem ser encontradas em portos, terminais ferroviários e de caminhões, bem como em outros locais de armazenamento de contêineres refrigerados, permitindo que eles sejam alimentados continuamente com energia elétrica enquanto estão armazenados ou em trânsito.



Figura 15 - Tomadas Reefer

Fonte: Wilson Sons

- **Transtêineres:** Transtêineres são equipamentos de manuseio de carga que são usados para mover contêineres em seus terminais. Eles são uma espécie de empilhadeira sobre rodas, que têm a capacidade de empilhar contêineres um em cima do outro para otimizar o espaço de armazenamento no terminal. Os transtêineres podem ser operados por motoristas ou por meio de sistemas de controle remoto, permitindo que eles movam os contêineres de forma rápida e eficiente. Eles geralmente possuem quatro rodas e são capazes de se mover em várias direções, o que lhes permite manobrar em espaços estreitos e em áreas congestionadas do terminal. Os transtêineres são usados principalmente em terminais de contêineres e em armazéns de logística para movimentação de carga. Eles são projetados para suportar grandes cargas e podem transportar contêineres de diferentes tamanhos e pesos. Eles são uma peça fundamental da infraestrutura necessária para o transporte e armazenamento de contêineres e permitem que os terminais maximizem o espaço de armazenamento e movimentem a carga com eficiência.



Figura 16 – Transtêineres

Fonte: Konecranes

- Quanto à produtividade: será julgada a produtividade de atracação, em TEU/h, de acordo com o PNL 2019 (Plano Nacional de Logística Portuária) do Ministério da Infraestrutura, e a capacidade de movimentação de contêineres em TEU/ano de cada um dos portos analisados.

Produtividade de atracação (TEU/h)	
Instalação portuária	2018
Portonave	93
DP World Santos	77
Paranaguá	74
Santos	74
Rio Grande	72
TUP Porto Itapoá	68
Itaguaí	66
Suape	64
Itajaí	61
Porto Chibatão	60
Pecém	60
Salvador	59
Rio de Janeiro	41
Vitória	40

Tabela 2 – Produtividade de atracação em TEU/h

Fonte: PNLP, 2019

- Quanto à economia: será julgado o PIB da região e a população do estado segundo o IBGE de cada porto analisado.

4.4.1.1 Porto de Paranaguá

O porto de Paranaguá é público, sendo administrado pela autoridade portuária Portos do Paraná, e é um dos principais portos do Brasil. Ele é responsável pela movimentação de uma grande variedade de cargas, incluindo grãos, fertilizantes, contêineres, veículos, combustíveis e produtos siderúrgicos.

4.1.1.1.1. Quanto à localização

- Em nível nacional, será avaliado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Santos. A distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Santos é de 202 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.



Figura 17 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Santos

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível continental será avaliado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Buenos Aires. A distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Buenos Aires é de 883 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

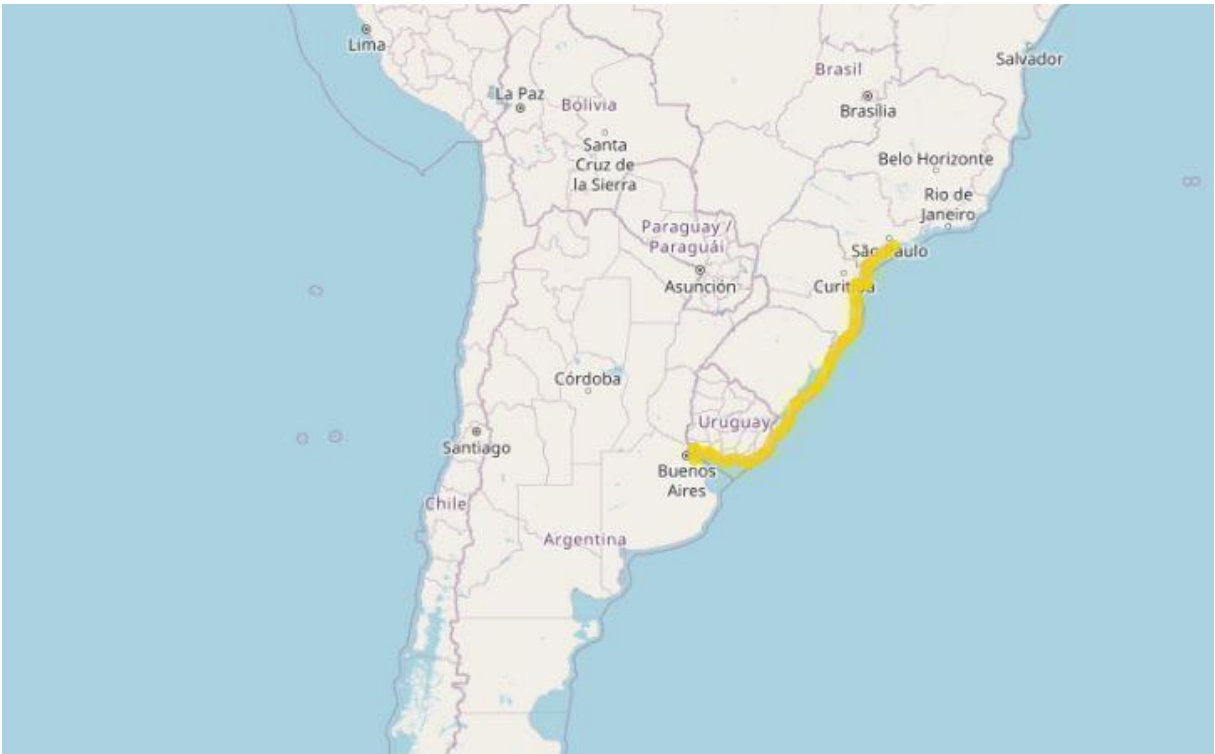


Figura 18 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Buenos Aires

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível global, será avaliada a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Shanghai. A distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Shanghai é de 13.236 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.



Figura 19 – Distância entre o porto de Paranaguá e o Porto de Shanghai

Fonte: *Ship Traffic*

4.1.1.1.2. Quanto à infraestrutura

Conforme já exposto no capítulo 4.3.1, o porto de Paranaguá possui 4 berços, com 1099 metros de comprimento e 14 metros de profundidade de atracação.

4.1.1.1.3. Quanto à superestrutura

Segundo dados do arrendatário, o terminal tem à disposição 6 portêineres (4 deles *Super Post Panamax*), 6 guindastes *Mobile Harbour Crane* (MHC), além de 30 transtêineres. O terminal possui uma retroárea de cerca de 500 mil m² com mais de 3600 tomadas *reefer*.

4.1.1.1.4. Quanto à produtividade

O porto de Paranaguá tem capacidade total de movimentação de 2,5 milhões de TEUs/ano e produtividade de atracação de 74 TEU/h.

4.1.1.1.5. Quanto à economia

O Porto de Paranaguá está localizado na cidade de Paranaguá, no estado do Paraná, na região sul do Brasil. Com população de 11.597.484 pessoas e PIB de R\$ 487.931 milhões de reais de acordo com o IBGE 2020.

	LOCALIZAÇÃO	INFRAESTRUTURA	SUPERESTRUTURA	PRODUTIVIDADE	ECONOMIA
DIST ATE SANTOS	202	-	-	-	-
DIST ATE B AIRES	883	-	-	-	-
DIST ATE SHANGAI	13236	-	-	-	-
Nº DE BERÇOS	-	4	-	-	-
COMP DE BERÇOS	-	1099	-	-	-
PROF DE ATRACAÇÃO	-	14	-	-	-
MHC	-	-	6	-	-
PORTAINERES	-	-	6	-	-
TRANSTEINERES	-	-	30	-	-
TOMADAS REEFER	-	-	3600	-	-
TEU/ANO	-	-	-	2,5	-
TEU/h	-	-	-	74	-
POPULAÇÃO	-	-	-	-	11597484
PIB	-	-	-	-	487931

Quadro 3 – Quadro de resumo do Porto de Paranaguá

Fonte: Autor, 2023

4.1.1.2. Porto de Itapoá

O Porto de Itapoá é um porto brasileiro, localizado no município de Itapoá, no estado de Santa Catarina. Foi inaugurado em 2011 e é considerado um dos portos mais modernos e eficientes do país, apontado como um importante centro de escoamento da produção agrícola e industrial da região Sul do país, além de ser uma opção estratégica para o comércio com países do Mercosul e da Ásia.

4.1.1.2.1. Quanto à localização

- Em nível nacional, será analisada a distância em milhas náuticas entre o Porto de Itapoá e o Porto de Santos. A distância entre os portos é de 202 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

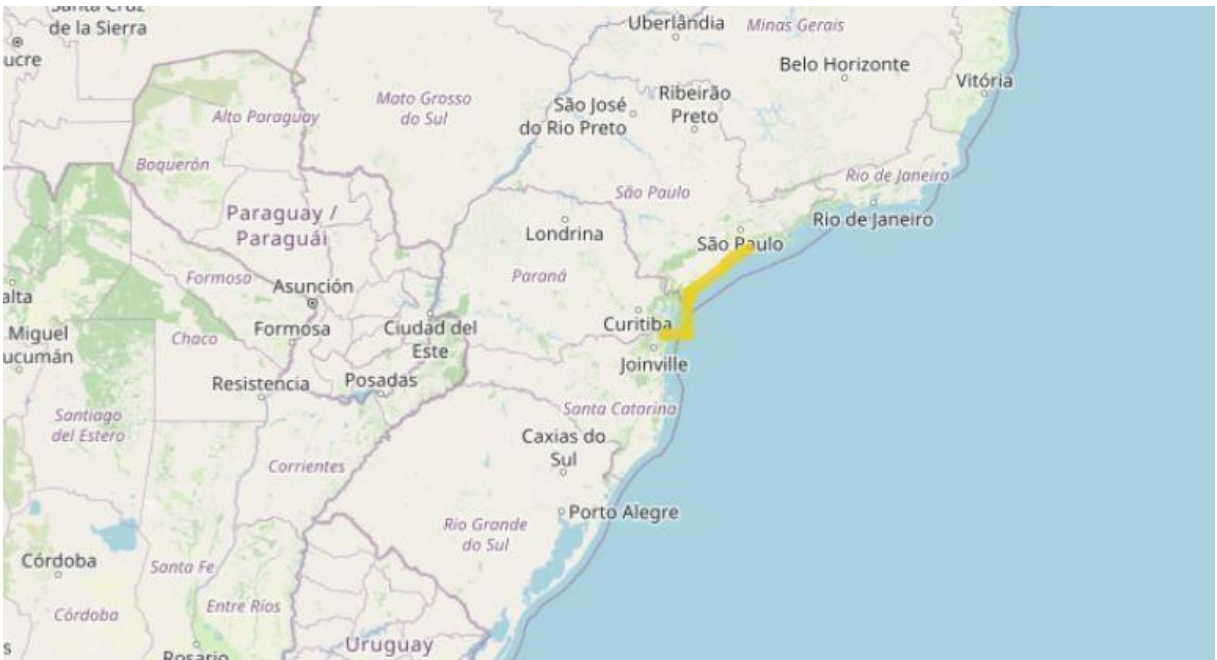


Figura 20 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Santos

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível continental, será considerado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Buenos Aires. A distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Buenos Aires é de 883 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.



Figura 21 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Buenos Aires

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível global, será julgado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Shanghai. A distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Shanghai é de 13.227 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

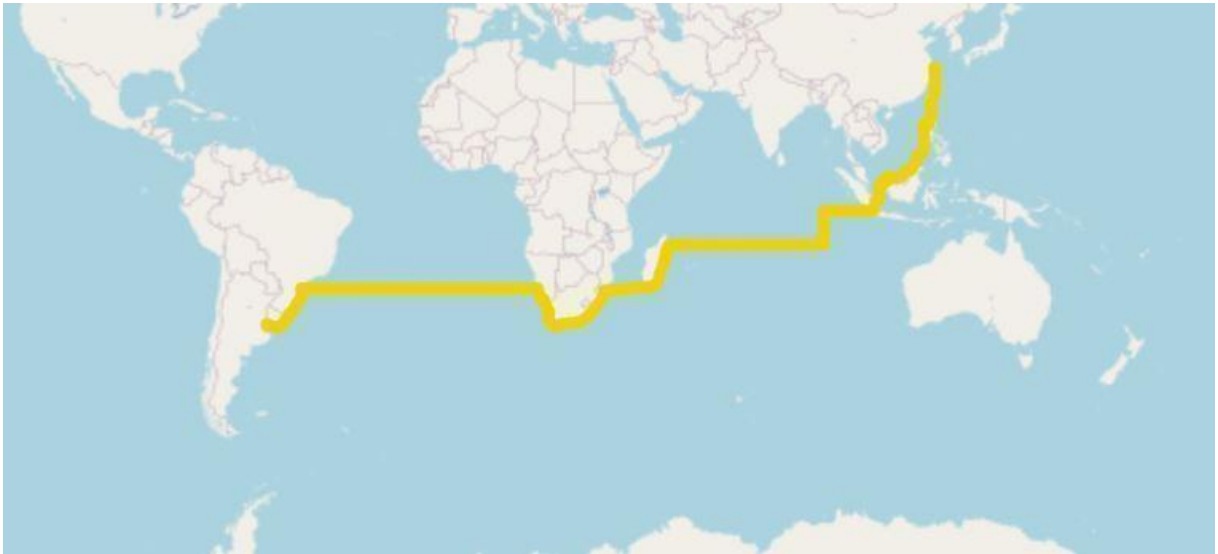


Figura 22 – Distância entre o porto de Itapoá e o Porto de Shanghai

Fonte: *Ship Traffic*

4.1.1.2.2. Quanto à infraestrutura

De acordo com o capítulo 4.3.2, o porto de Itapoá possui 2 berços, com 800 metros de comprimento e 12,8 metros de profundidade de atracação.

4.1.1.2.3. Quanto à superestrutura

Segundo dados do arrendatário, o terminal tem à disposição 6 portêineres, 8 guindastes *Mobile Harbour Crane* (MHC), além de 17 transtêineres. O terminal possui uma retroárea de cerca de 250 mil m² com mais de 2892 tomadas *reefer*.

4.1.1.2.4. Quanto à produtividade

O porto de Itapoá tem capacidade total de movimentação de 1,2 milhões de TEUs/ano e produtividade de atracação de 68 TEU/h.

4.1.1.2.5. Quanto à economia

O Porto de Itapoá está localizado na cidade de Itapoá, no estado de Santa Catarina, na região Sul do Brasil. Com população de 7.338.473 pessoas e PIB de R\$349.275 milhões de reais de acordo com o IBGE 2020.

	LOCALIZAÇÃO	INFRAESTRUTURA	SUPERESTRUTURA	PRODUTIVIDADE	ECONOMIA
DIST ATE SANTOS	202	-	-	-	-
DIST ATE B. AIRES	883	-	-	-	-
DIST ATE SHANGHAI	13227	-	-	-	-
Nº DE BERÇOS	-	2	-	-	-
COMP DE BERÇO	-	800	-	-	-
PROF DE ATRACAÇÃO	-	12,8	-	-	-
MHC	-	-	8	-	-
PORTAINERES	-	-	6	-	-
TRANSTEINERES	-	-	17	-	-
TOMADAS REEFER	-	-	2892	-	-
TEU/ANO	-	-	-	1,2	-
TEU/h	-	-	-	68	-
POPULAÇÃO	-	-	-	-	7338473
PIB	-	-	-	-	349275

Quadro 4 – Quadro de resumo do Porto de Itapoá

Fonte: Autor, 2023

4.1.1.3. Complexo portuário Itajaí-Açu

O Complexo Portuário de Itajaí-Açu é um dos principais complexos portuários do Brasil e está localizado no estado de Santa Catarina. Ele engloba os portos de Itajaí e Navegantes, além de outras estruturas portuárias da região.

Os dois portos juntos são responsáveis pela movimentação de uma ampla variedade de cargas, incluindo contêineres, veículos, granéis sólidos e líquidos, cargas de projeto e cargas gerais. Ele é considerado um importante centro logístico do Sul do Brasil e um dos principais corredores de exportação, escoando grande parte da produção industrial e agrícola da região para o mercado internacional.

Diferentemente dos capítulos anteriores, nos quais detalhamos os portos de maneira individualizada, neste capítulo decidimos analisar a junção de dois portos devido a sua proximidade, desta forma os dados coletados para o preenchimento da matriz AHP serão a

totalidade da união dos dois portos quando se tratar de critérios unitários, e a escolha do maior quando se tratar de critérios de unidade métrica.

4.1.1.3.1. Quanto à localização

- Em nível nacional, será analisada a distância em milhas náuticas entre o complexo portuário Itajaí-Açu e o porto de Santos. A distância entre os portos é de 262 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

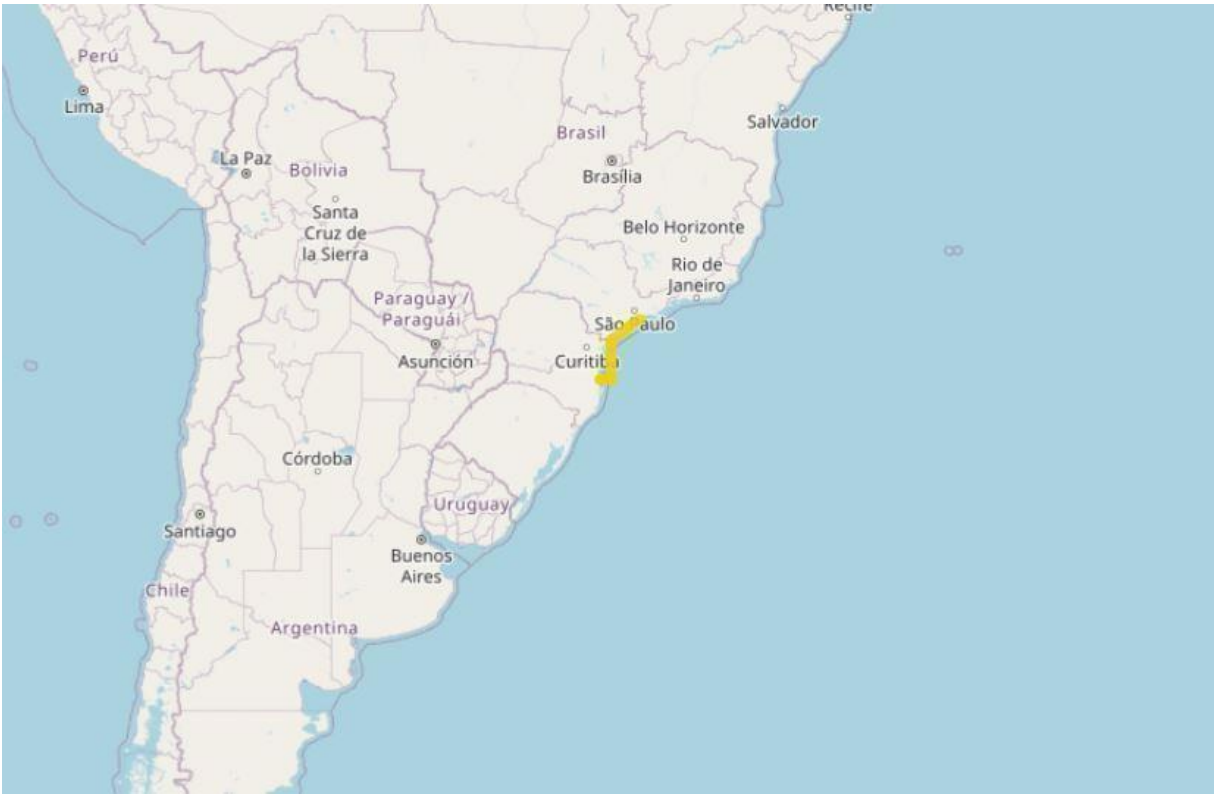


Figura 23 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Santos

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível continental, será considerado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Buenos Aires. A distância entre o porto de Itajaí-Navegantes e o Porto de Buenos Aires é de 817 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

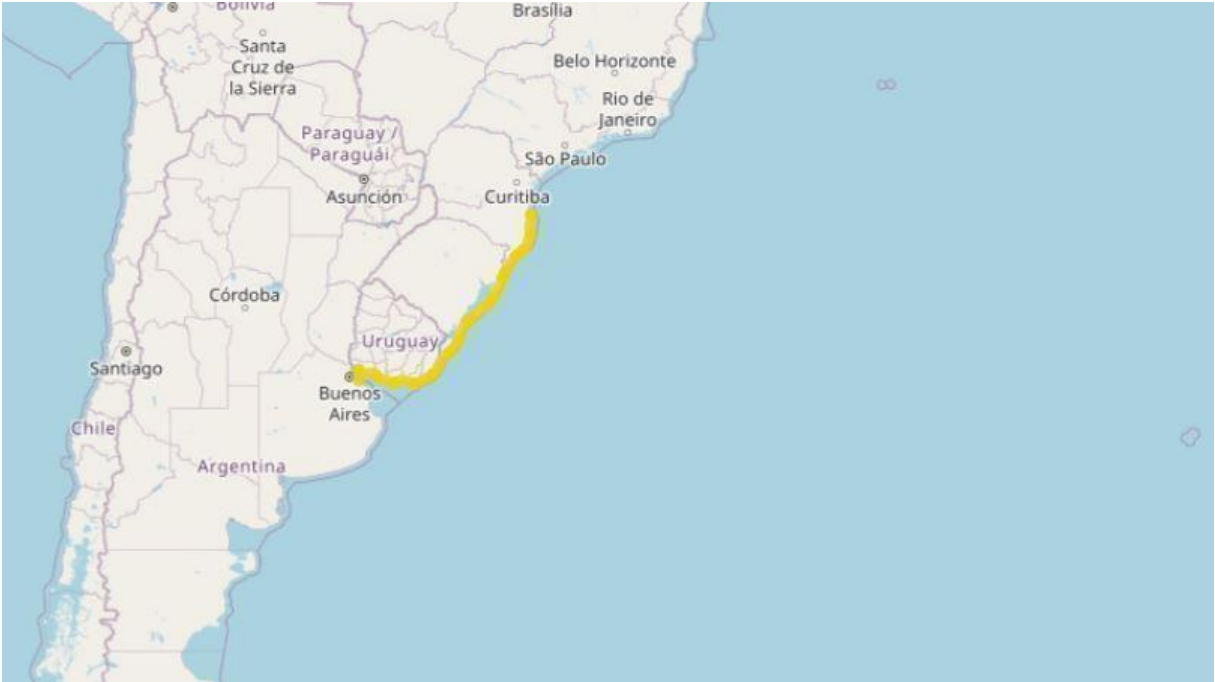


Figura 24 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Buenos Aires

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível global, será julgado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Shanghai. A distância entre o porto de Itajaí-Navegantes e o Porto de Shanghai é de 13.145 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

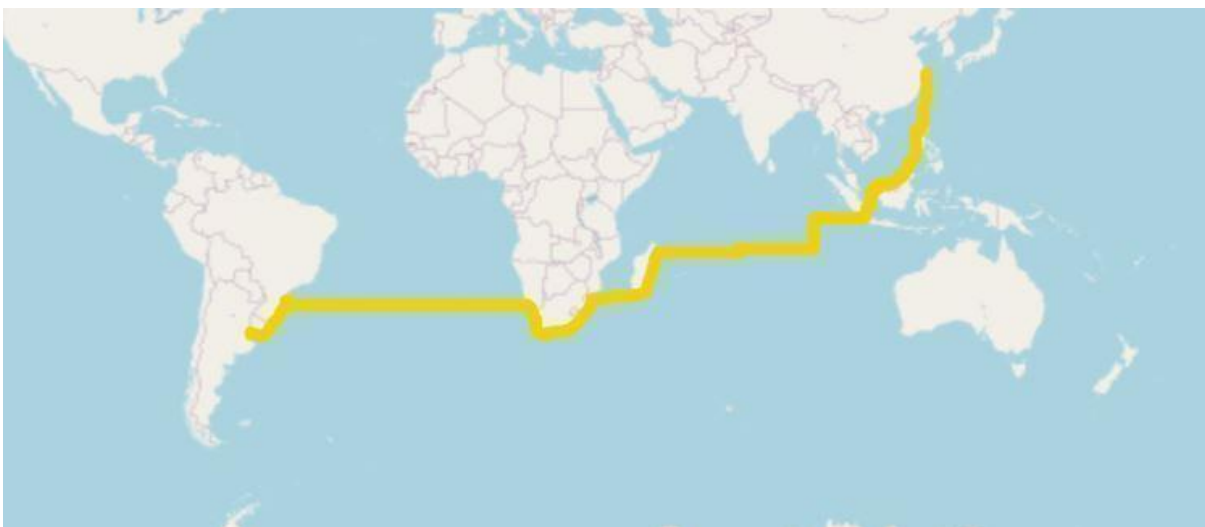


Figura 25 – Distância entre o porto de Itajaí - Navegantes e o Porto de Shanghai

Fonte: *Ship Traffic*

4.1.1.3.2. Quanto à infraestrutura

De acordo com o capítulo 4.3.3. o porto de Itajaí possui 4 berços, com 535 metros de comprimento, já o porto de Navegantes dispõe de 3 berços com 900 metros de comprimento e ambos os portos possuem 14 metros de profundidade de atracação.

4.1.1.3.3. Quanto à superestrutura

Segundo dados do arrendatário, o terminal de Itajaí tem à disposição 2 portêineres, 5 MHC e 1800 tomadas *reefer*. O porto de Navegantes conta com 6 portêineres e 18 transtêineres, 2 MHC, além de 2430 tomadas *reefer*.

4.1.1.3.4. Quanto à produtividade

O porto de Itajaí tem capacidade total de movimentação de 590 mil TEUs/ano e produtividade de atracação de 61 TEU/h. Enquanto o porto de Navegantes tem potencial total de movimentação de 1,2 milhões de TEUs/ano e produtividade de 93 TEU/h.

4.1.1.3.5. Quanto à economia

O Porto de Itajaí está localizado na cidade de Itajaí, enquanto o porto de Navegantes está instalado na cidade de mesmo nome, sediado em margens opostas do mesmo rio, ambos no estado de Santa Catarina, na região Sul do Brasil. Com população de 7.338.473 pessoas e PIB de R\$349.275 milhões de reais de acordo com o IBGE 2020.

	LOCALIZAÇÃO	INFRAESTRUTURA	SUPERESTRUTURA	PRODUTIVIDADE	ECONOMIA
DIST ATE SANTOS	262	-	-	-	-
DIST ATE B. AIRES	817	-	-	-	-
DIST ATE SHANGHAI	13145	-	-	-	-
Nº DE BERÇOS	-	7	-	-	-
COMP DE BERÇO	-	1035	-	-	-
PROF DE ATRACAÇÃO	-	14	-	-	-
MHC	-	-	7	-	-
PORTAINERES	-	-	8	-	-
TRANSTEINERES	-	-	18	-	-
TOMADAS REEFER	-	-	4230	-	-
TEU/ANO	-	-	-	1,7	-
TEU/h	-	-	-	93	-
POPULAÇÃO	-	-	-	-	7338473
PIB	-	-	-	-	349275

Quadro 5 – Quadro de resumo do Complexo Portuário do Itajaí-Açu

Fonte: Autor, 2023

4.1.1.4. Porto de Rio Grande

O Porto do Rio Grande é um importante porto brasileiro, localizado na cidade de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, região Sul do Brasil. Ele é o terceiro maior porto do país em termos de movimentação de cargas, atrás apenas dos portos de Santos e Paranaguá. Além disso, o porto de Rio Grande é um importante polo logístico e de distribuição de cargas para o Sul do Brasil, atendendo também às demandas de países vizinhos como Argentina, Uruguai e Paraguai. Ele tem um papel fundamental na economia da região e do país, movimentando grandes volumes de cargas e gerando empregos e renda para a população local.

4.1.1.4.1. Quanto à localização

- Em nível nacional, será analisada a distância em milhas náuticas entre o porto de Rio Grande e o porto de Santos. A distância entre os portos é de 631 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.

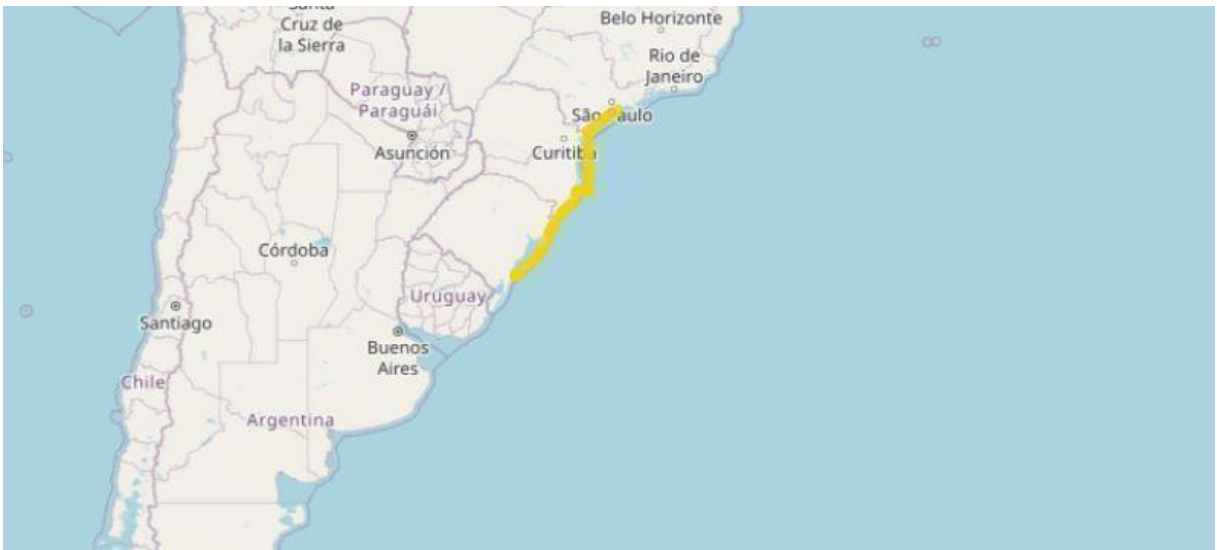


Figura 26 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Santos

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível continental, será considerado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Buenos Aires. A distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Buenos Aires é de 447 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.



Figura 27 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Buenos Aires

Fonte: *Ship Traffic*

- Em nível global, será julgado a distância em milhas náuticas em relação ao porto de Shanghai. A distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Shanghai é de 12.897 milhas náuticas, segundo o site *Ship Traffic*.



Figura 28 – Distância entre o porto de Rio Grande e o Porto de Shanghai

Fonte: *Ship Traffic*

4.1.1.4.2. Quanto à infraestrutura

De acordo com o capítulo 4.3.4, o porto de Rio Grande dispõe de 3 berços, com 900 metros de comprimento e 15 metros de profundidade de atracação.

4.1.1.4.3. Quanto à superestrutura

Segundo dados do arrendatário, o terminal de Rio Grande é equipado com 9 portêineres, 22 transtêineres, 2 MHC e 2800 tomadas *reefer*.

4.1.1.4.4. Quanto à produtividade

O porto de Rio Grande tem capacidade total de movimentação de 1,4 milhões de TEUs/ano e produtividade de atracação de 74 TEU/h.

4.1.1.4.5. Quanto à economia

O Porto de Rio Grande está localizado na cidade de Rio Grande, no estado do Rio Grande do Sul, na região Sul do Brasil. Com população de 11.466.630 pessoas e PIB de R\$470.942 milhões de reais, de acordo com o IBGE 2020.

	LOCALIZAÇÃO	INFRAESTRUTURA	SUPERESTRUTURA	PRODUTIVIDADE	ECONOMIA
DIST ATE SANTOS	631	-	-	-	-
DIST ATE B. AIRES	447	-	-	-	-
DIST ATE SHANGHAI	12897	-	-	-	-
Nº DE BERÇOS	-	3	-	-	-
COMP DE BERÇO	-	900	-	-	-
PROF DE ATRACAÇÃO	-	15	-	-	-
MHC	-	-	2	-	-
PORTAINERES	-	-	9	-	-
TRANSTEINERES	-	-	22	-	-
TOMADAS REEFER	-	-	2800	-	-
TEU/ANO	-	-	-	1,4	-
TEU/h	-	-	-	74	-
POPULAÇÃO	-	-	-	-	11466630
PIB	-	-	-	-	470942

Quadro 6 – Quadro de resumo do Porto de Rio Grande

Fonte: Autor, 2023

4.4.2. Matriz AHP

Para a efetuação da análise através do método AHP neste trabalho, será utilizado o software SuperDecisions versão 3.2, em função de seu fácil manuseio e acessibilidade online e gratuita. Com esse *software*, é possível criar e gerenciar modelos AHP, inserir critérios, obter resultados e realizar análises de sensibilidade dos resultados. O primeiro passo para iniciar a análise, na janela *network* é criar as hierarquias ou *clusters* do método conforme ilustrado na figura 29. Neste caso, foram criadas as hierarquias:

- 1) Objetivo: define o objetivo principal da análise;
- 2) Critérios: enumera quais os critérios que serão julgados;
- 3) Localização: aponta os subcritérios de localização;
- 4) Superestrutura: nomeia os subcritérios de superestrutura;
- 5) Infraestrutura: determina os subcritérios de infraestrutura;
- 6) Economia: caracteriza os subcritérios de economia;
- 7) Operação: revela os subcritérios de operação;

- 8) Alternatives: reconhece quais são as alternativas para solução da análise (o software demanda que a hierarquia de alternativas tenha o nome “Alternatives”).



Figura 29 – Clusters

Fonte: Autor, 2023

O passo seguinte foi introduzir, dentro dos *clusters*, os subcritérios ou *nodes* dentro de cada um deles, como ilustrado na Figura 30.

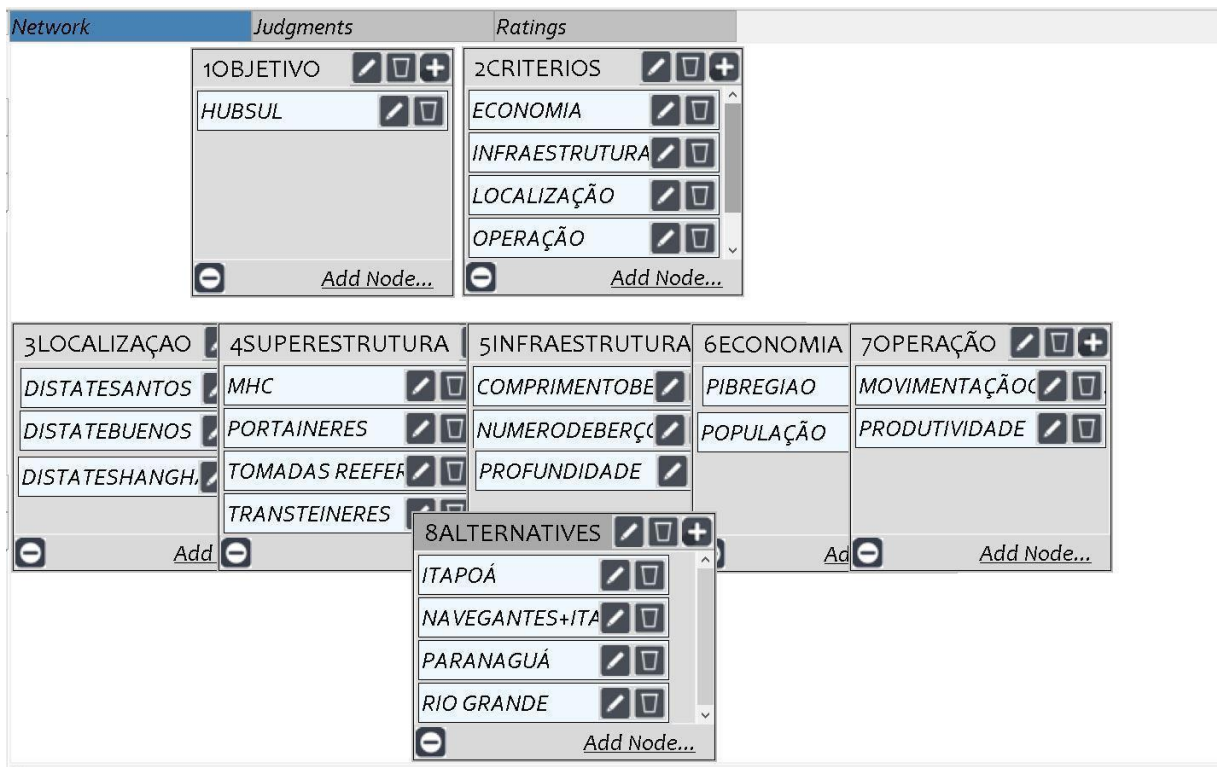


Figura 30 – Nodes

Fonte: Autor, 2023

Na sequência, foram criadas as ligações entre os *clusters* e os *nodes*. Desta forma, o *node* HUB SUL está conectado aos cinco parâmetros: localização, superestrutura, infraestrutura, economia e operação. Cada um dos critérios está ligado aos seus respectivos subcritérios. Por fim, todos os subcritérios estão conectados às quatro alternativas finais. As conexões são desenvolvidas na aba *make/show connections*, escolhendo o componente inicial *parent node* e, posteriormente, selecionando quais os componentes diretamente ligados à ele *child node*. As Figura 31 e Figura 32 trazem exemplos de como são feitas essas conexões no software.

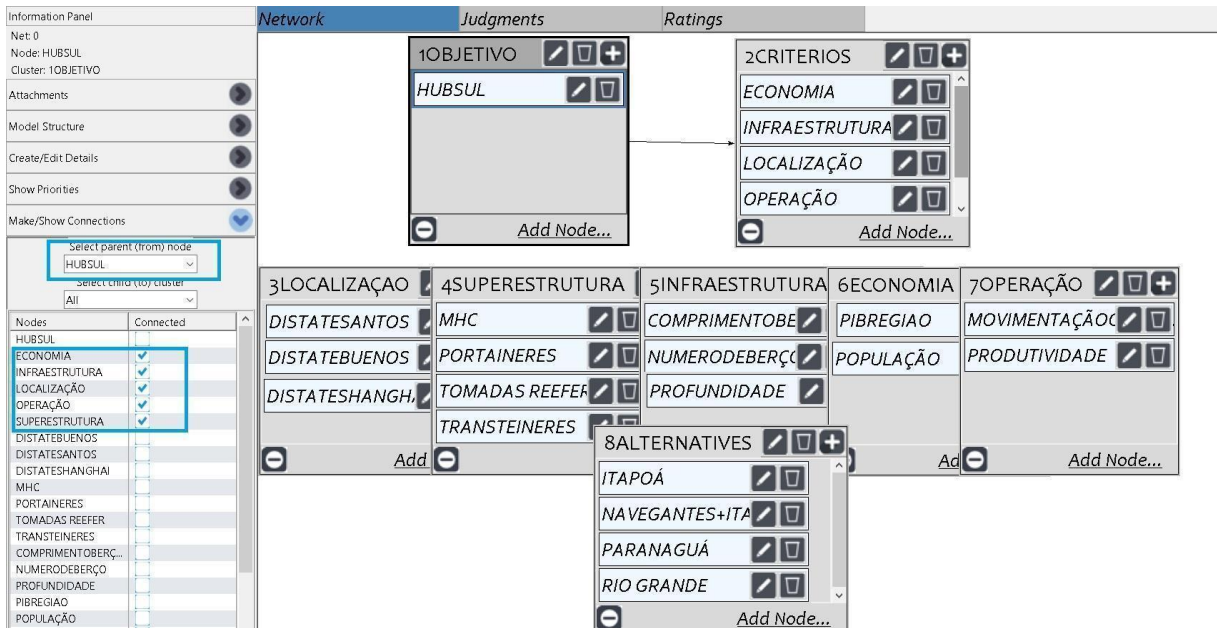


Figura 31 – Conexões de Nodes

Fonte: Autor, 2023

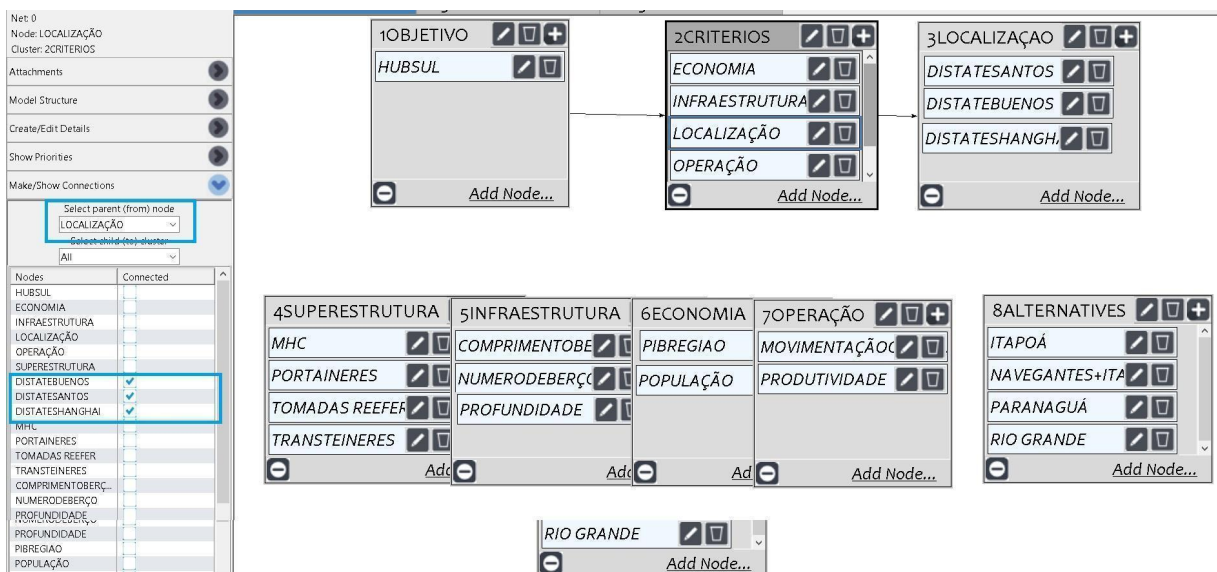


Figura 32 – Conexões de Nodes

Fonte: Autor, 2023

A Figura 33 exibe o arranjo final das ligações, sendo elas indicadas pelas setas pretas.

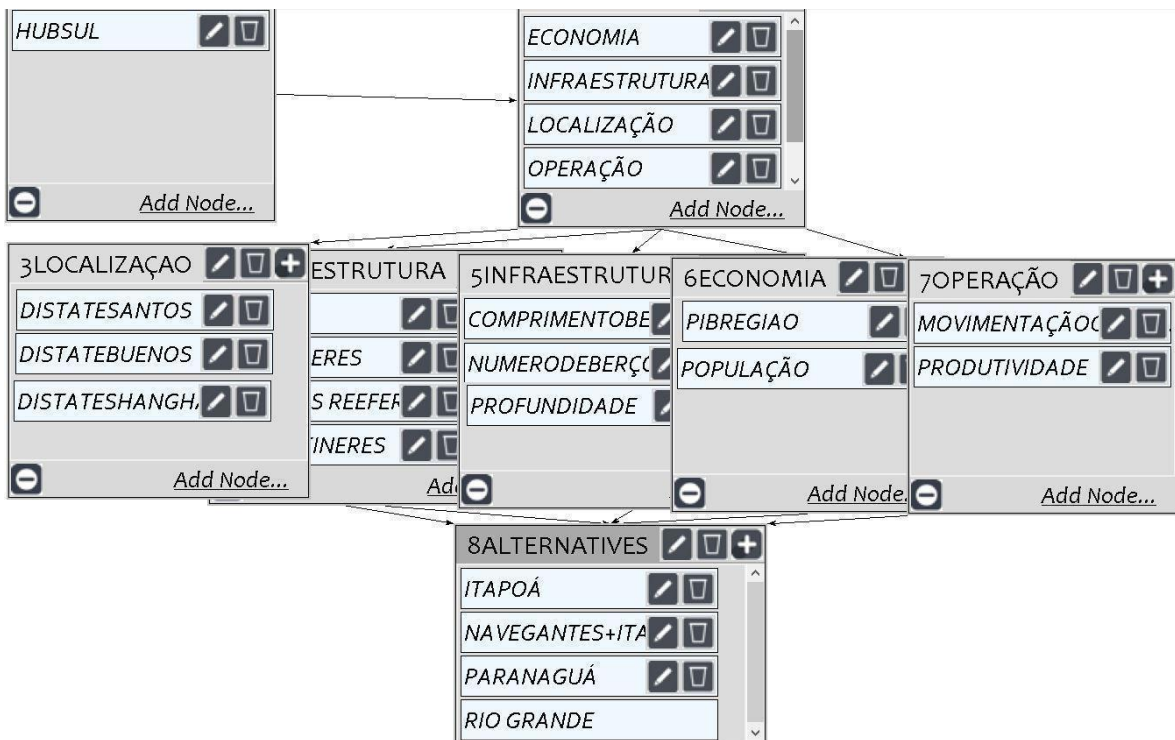


Figura 33 – Conexões finais de Nodes

Fonte: Autor, 2023

Após a finalização das conexões, na aba “Judgements” deve-se adicionar dentro dos componentes dos subcritérios, os valores definidos para cada um deles. O quadro 7 apresenta todos os valores dos subcritérios, coletados ao longo da pesquisa, para cada uma das quatro possibilidades.

OBJETIVO	CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	ALTERNATIVAS			
			PARANAGUÁ	ITAPOÁ	NAVEGANTES + ITAJAI	RIO GRANDE
ESCOLHA DO HUB DE PORTOS NA REGIÃO SUL	LOCALIZAÇÃO	DIST ATE SANTOS	202	202	262	631
		DIST ATE B. AIRES	883	883	817	447
		DIST ATE SHANGHAI	10732	13227	13145	12897
	INFRAESTRUTURA	Nº DE BERÇOS	4	2	7	3
		COMP DE BERÇO	1099	800	1035	900
		PROF DE ATRACAÇÃO	14	12,8	14	15
	SUPERESTRUTURA	MHC	6	8	7	2
		PORTAINERES	6	6	8	9
		TRANSTEINERES	30	17	18	22
	PRODUTIVIDADE	TOMADAS REEFER	3600	2892	4230	2800
		TEU/ANO	2,5	1,2	1,7	1,4
	ECONOMIA	TEU/h	74	68	93	74
		POPULAÇÃO	11697464	7338473	7338473	11466630
		PIB	487931	349275	349275	470942

Quadro 7 – Valores finais de subcritérios

Fonte: Autor, 2023

A Figura 34 traz um caso de preenchimento dos valores dos componentes dos subcritérios no *Superdecisions*.

The screenshot shows the Superdecisions software interface. The 'Judgments' tab is selected, and the '2. Node comparisons with respect to MHC' section is active. The 'Choose Node' dropdown is set to 'MHC', and the 'Cluster' is '4SUPERESTRUTURA'. The 'Choose Cluster' dropdown is set to '8ALTERNATIVAS'. The 'Direct' input area shows the following values:

Node	Value
ITAPOA	3
NAVEGANTES+ITAJAI	7
PARANAGUA	6
RIOGRANDE	2

The '3. Results' section shows the following results:

Node	Result
ITAPOA	0.34783
NAVEGANTES+ITAJAI	0.30435
PARANAGUA	0.26087
RIOGRANDE	0.08696

The 'Inconsistency' value is 0.00000. The 'Completed Comparison' button is visible at the bottom right.

Figura 34 – Preenchimento dos valores de MHC.

Fonte: Autor, 2023

Para os subcritérios de “localização”, a caixa “invert” deve ser marcada, pois ela indica que a comparação deve ser invertida, ou seja, quanto menor o valor inserido, maior o peso do componente. Por exemplo, o porto com a menor distância a Santos, terá maior nota nesta análise. A Figura 35 ilustra um julgamento de critério de "localização".

Node	Cluster	Distance
ITAPOA		208
NAVEGANTES-ITAJAI		262.00005
PARANAGUA		201.99998
RIOGRANDE		630.99997

Node	Score
ITAPOA	0.32351
NAVEGANTE~	0.24942
PARANAGUA	0.32351
RIOGRANDE	0.10356

Figura 35 – Preenchimento dos valores de distância ao porto de Santos

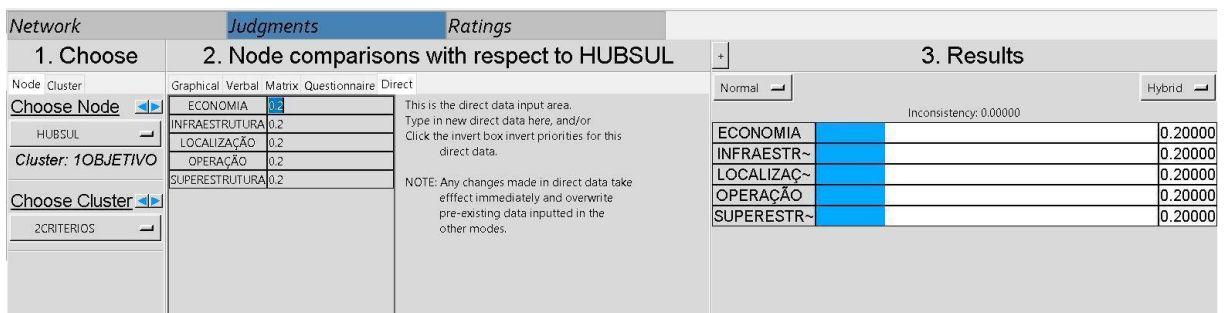
Fonte: Autor, 2023

Para concluir a análise, é preciso indicar qual o peso de cada um dos critérios para a definição de um porto hub. Serão avaliados quatro cenários diferentes:

- Cenário I: será considerado que os cinco critérios principais têm o mesmo peso na definição de um possível porto hub;
- Cenário II: será ponderado maior peso para critérios relacionados às características estruturais dos portos (superestrutura e infraestrutura);
- Cenário III: será apontado maior peso para critérios relacionados às questões operacionais dos portos (operação);
- Cenário IV: será julgado maior peso para os critérios relacionados ao meio em que os portos estão inseridos (localização e economia);

4.4.2.1. Cenário I

No cenário I, será observado que os cinco critérios têm o mesmo peso na definição de um possível porto hub, portanto, 20% de importância. Desta forma, na aba “Judgments”, deve ser inserido o valor de 0.20 para cada critério, conforme ilustrado na figura 36.



Node Cluster	Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct
Choose Node					
HUBSUL					
Cluster: 1OBJETIVO					
Choose Cluster					
2CRITERIOS					

Criteria	Weight
ECONOMIA	0.20000
INFRAESTRUTURA	0.20000
LOCALIZAÇÃO	0.20000
OPERAÇÃO	0.20000
SUPERESTRUTURA	0.20000

Figura 36 – Peso dos critérios para o cenário I

Fonte: Autor, 2023

Com todos os dados preenchidos, o software já consegue gerar o resultado. No fluxo “*Computations > Synthesize Whole Model*” o resultado pode ser examinado. A Figura 37 traz o resultado para o cenário I.





Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
ITAPOA		0.768783	0.216294	0.072098
NAVEGANTES+ITAJAI		0.928078	0.261111	0.087037
PARANAGUA		1.000000	0.281346	0.093782
RIOGRANDE		0.857484	0.241250	0.080417

Figura 37 – Resultados para o cenário I

Fonte: Autor, 2023

Portanto, para o cenário I, o porto de Paranaguá destaca-se como a melhor opção para tornar-se um porto concentrador de contêineres na região Sul do país.

4.4.2.2. Cenário II

No cenário II, os critérios superestrutura e infraestrutura terão maior importância. Optou-se por conferir 35% do peso para cada um destes critérios, e 10% do peso para os demais critérios faltantes.

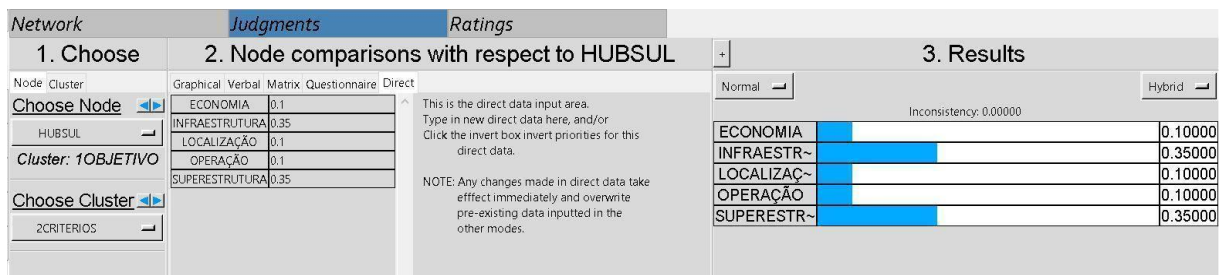


Figura 38 – Peso dos critérios para o cenário II

Fonte: Autor, 2023

A figura 39 traz o resultado para o cenário II.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
ITAPOA		0.771296	0.215318	0.071773
NAVEGANTES+ITAJAI		1.000000	0.279163	0.093054
PARANAGUA		0.980530	0.273728	0.091243
RIOGRANDE		0.830305	0.231791	0.077264

Figura 39 – Resultados para o cenário II

Fonte: Autor, 2023

Nota-se que, fortalecendo o peso dos critérios estruturais dos portos, o porto de Itajaí-Navegantes passa a ser o mais adequado para se tornar o porto hub da região Sul do Brasil.

4.4.2.3. Cenário III

No cenário III, o critério operação terá maior relevância. Decidiu-se por conceder 40% do peso para este critério, e 15% do peso para os demais.

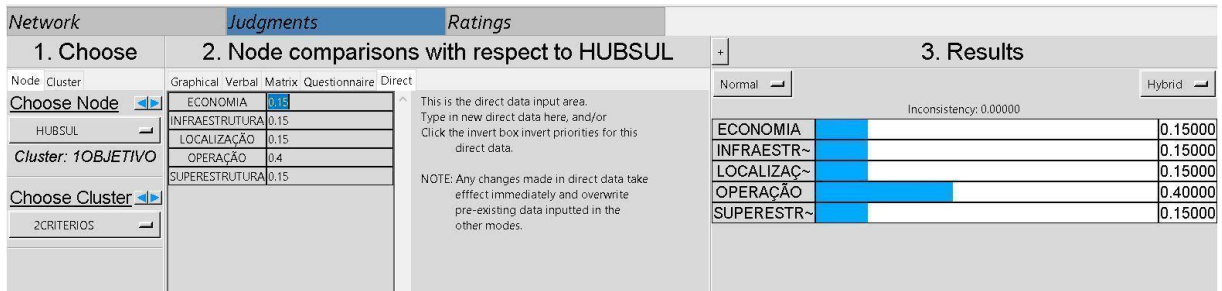


Figura 40 – Peso dos critérios para o cenário III

Fonte: Autor, 2023

A figura 41 traz o resultado para o cenário III.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
ITAPOA		0.738191	0.211787	0.070596
NAVEGANTES+ITAJAI		0.922635	0.264704	0.088235
PARANAGUA		1.000000	0.286901	0.095634
RIOGRANDE		0.824703	0.236608	0.078869

Figura 41 – Resultados para o cenário III

Fonte: Autor, 2023

Verifica-se que, amplificando o peso do critério operacional, o porto de Paranaguá volta a ser o mais indicado para formar um hub de portos no sul do Brasil.

4.4.2.4. Cenário IV

No cenário IV, os critérios localização e economia terão maior influência. Optou-se por conferir 35% do peso para cada um destes critérios, e 10% do peso para os demais critérios faltantes.

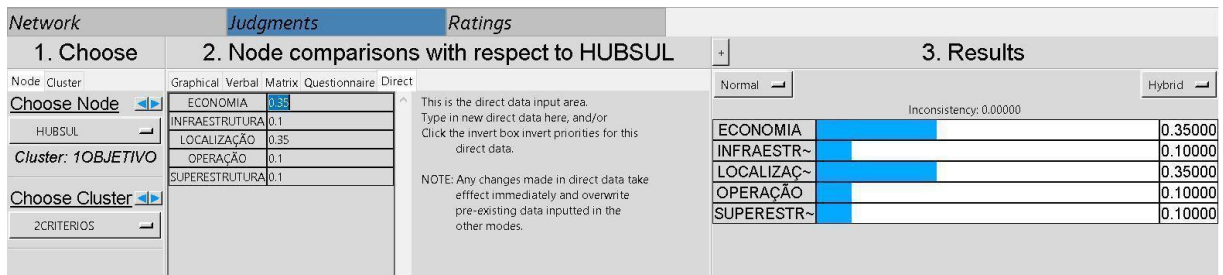


Figura 42 – Peso dos critérios para o cenário IV

Fonte: Autor, 2023

A figura 43 traz o resultado para o cenário IV.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
ITAPOA		0.782532	0.221776	0.073925
NAVEGANTES+ITAJAI		0.844944	0.239464	0.079822
PARANAGUA		1.000000	0.283409	0.094470
RIOGRANDE		0.900996	0.255350	0.085117

Figura 43 – Resultados para o cenário IV

Fonte: Autor, 2023

Observa-se que, elevando o peso dos critérios envolvidos no meio em que os porto estão inseridos, temos o porto de Paranaguá ainda como a opção mais viável de instalação de um hub de portos. Porém, nesse cenário temos o porto de Rio Grande como a segunda melhor opção, diferentemente do panorama anterior analisado.

4.5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

No *SuperDecisions* é possível gerar gráficos de sensibilidade que apontam o quanto será afetado o resultado final se uma de seus critérios for variado. Desta forma, foram gerados cinco gráficos de sensibilidade correspondentes aos cinco critérios contemplados na nossa análise, que demonstram a tendência do comportamento do resultado ao variar o peso das variáveis.

4.5.1. Variação do critério “Superestrutura”

A figura 44 ilustra a análise de sensibilidade ao variar o critério “Superestrutura”.

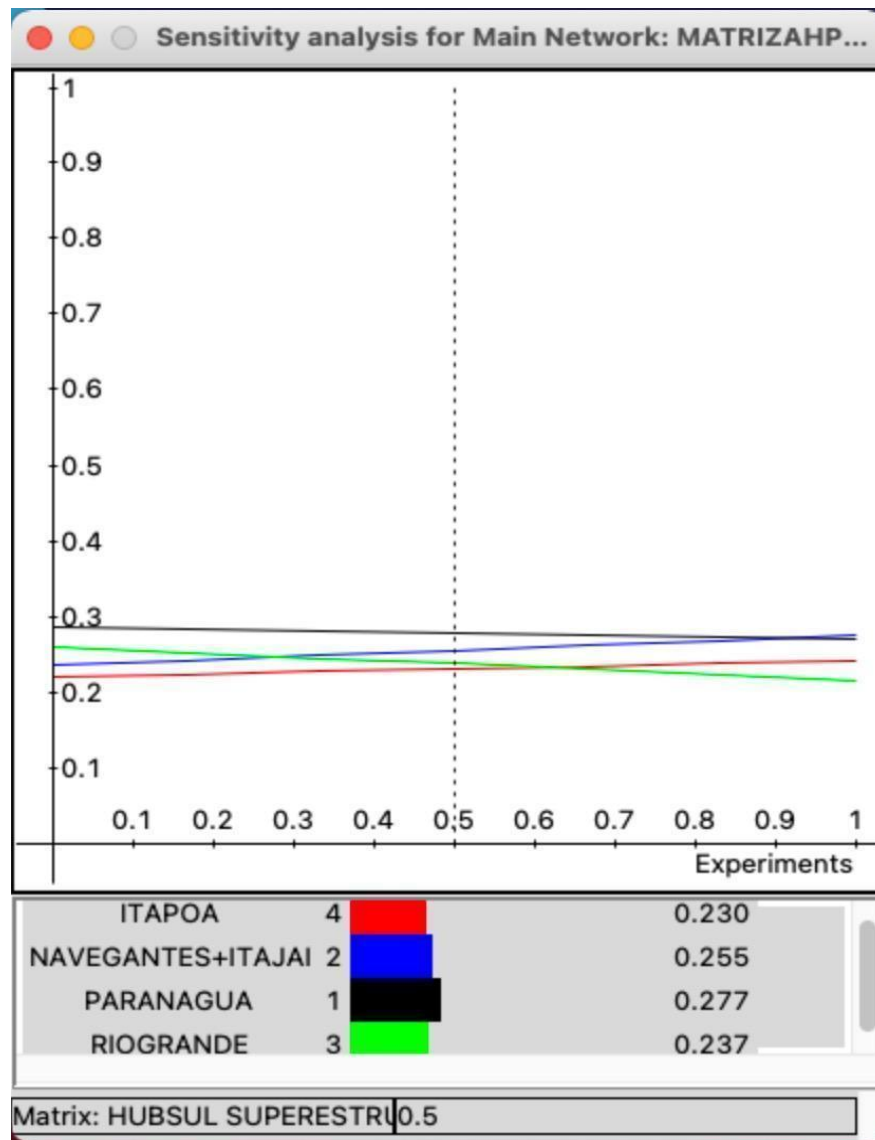


Figura 44 – Análise de Sensibilidade para o critério “Superestrutura”

Fonte: Autor, 2023

Nota-se que, à medida em que o peso do critério “Superestrutura” é aumentado, o porto de Itajaí-Navegantes tende a ultrapassar levemente o porto de Paranaguá, e o porto de Itapoá tende a superar o porto de Rio Grande.

4.5.2. Variação do critério “Operação”

A figura 45 exemplifica a análise de sensibilidade ao variar o critério “Operação”.

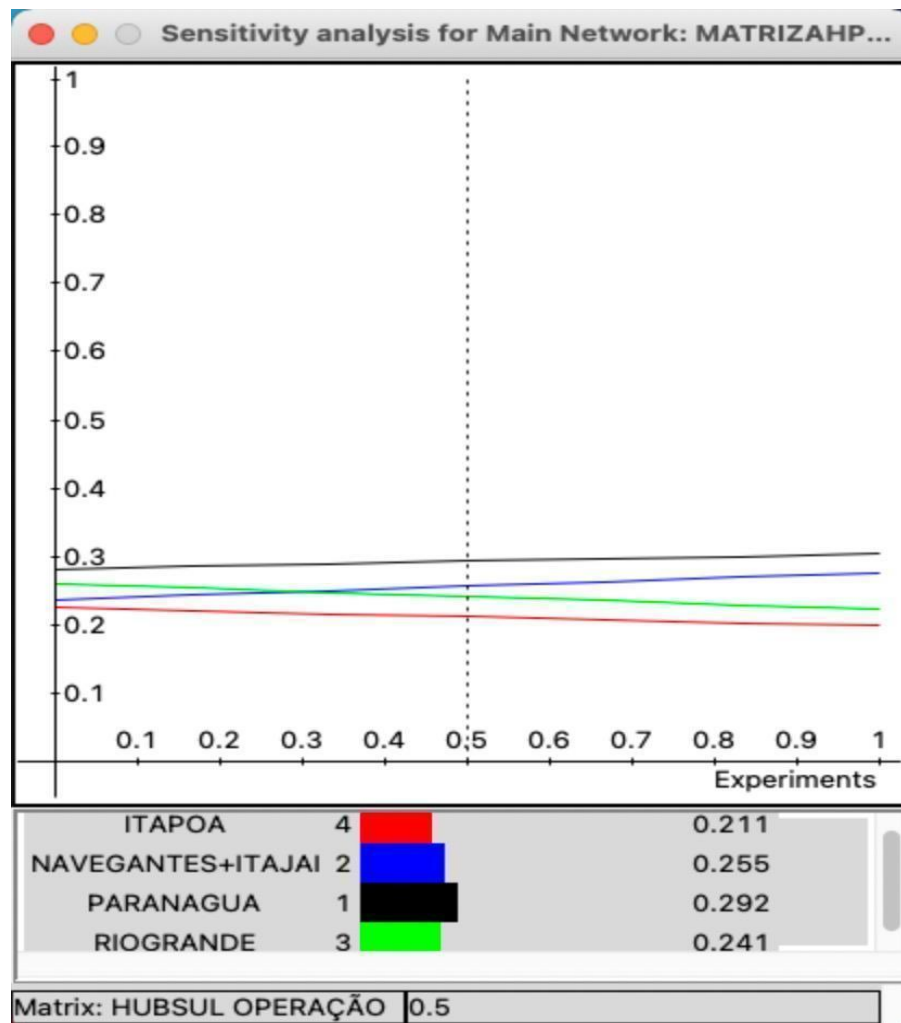


Figura 45 – Análise de Sensibilidade para o critério “Operação”

Fonte: Autor, 2023

Observa-se que, ao passo que o peso do critério “Operação” é aumentado, o resultado da análise não se altera e o ordenamento dos portos se mantém o mesmo.

4.5.3. Variação do critério “Infraestrutura”

A figura 46 demonstra a análise de sensibilidade ao variar o critério “Infraestrutura”.

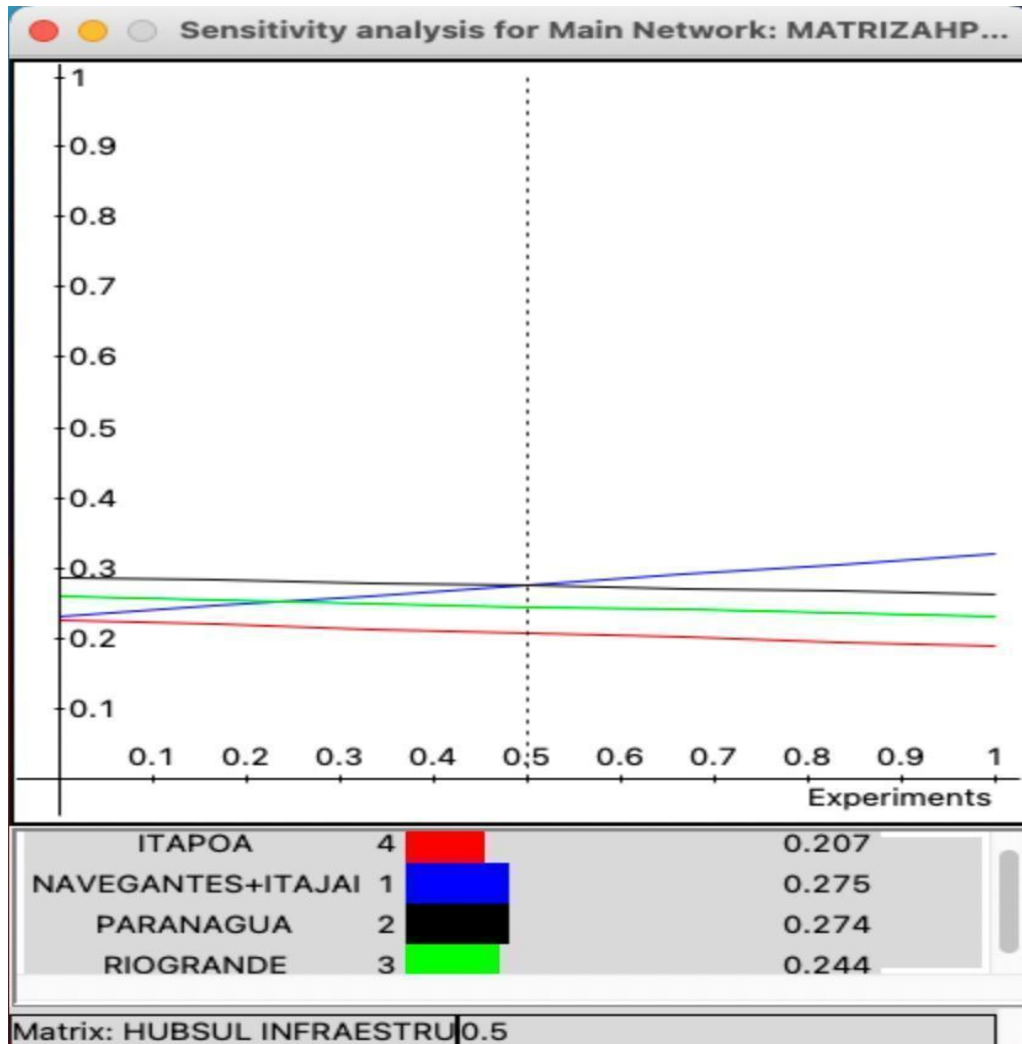


Figura 46 - Análise de Sensibilidade para o critério “Infraestrutura”

Fonte: Autor, 2023

Detecta-se que, à proporção que o peso do critério “Infraestrutura” é aumentado, o porto de Itajaí-Navegantes tende a distanciar-se do porto de Paranaguá.

4.5.4. Variação do critério “Localização”

A figura 47 apresenta a análise de sensibilidade ao variar o critério “Localização”.

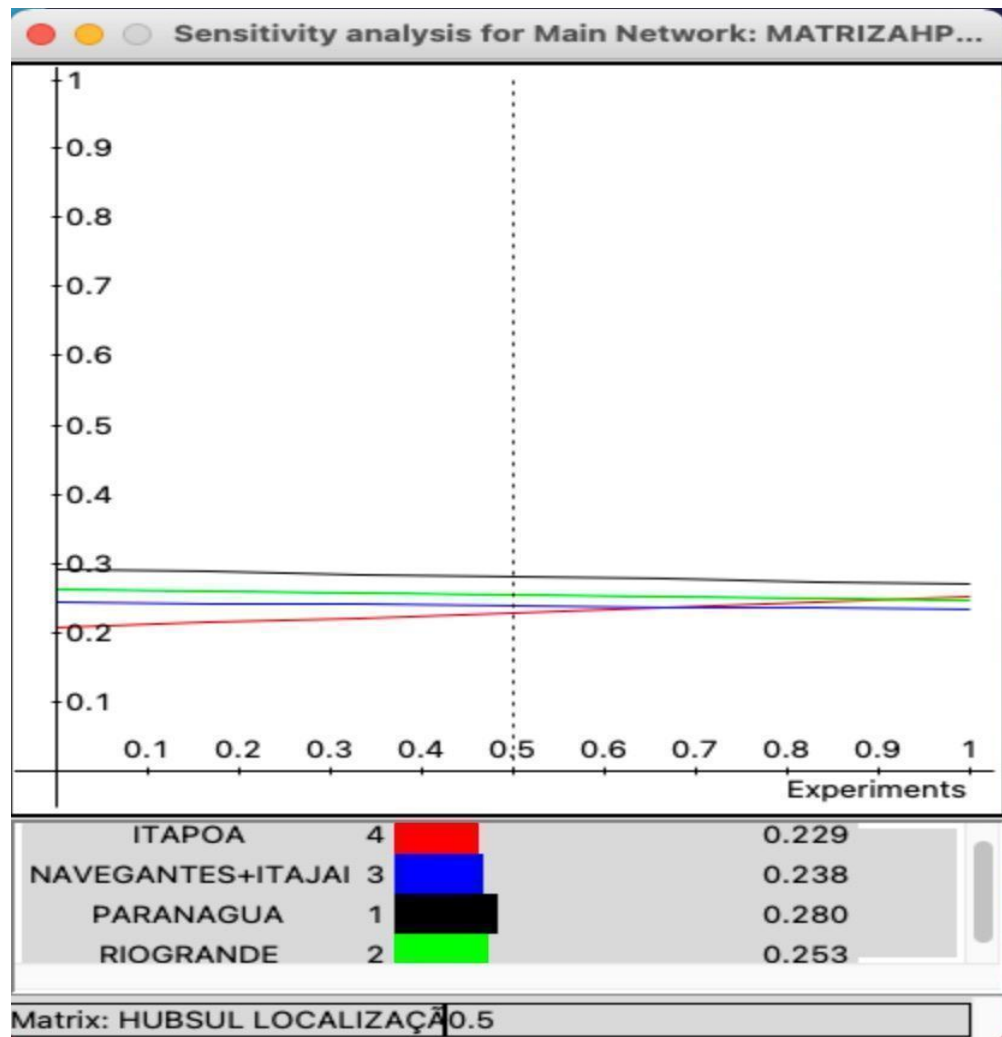


Figura 47 - Análise de Sensibilidade para o critério “Localização”

Fonte: Autor, 2023

Percebe-se que, enquanto o peso do critério “Localização” é aumentado, existe a tendência de o porto de Itapoá ultrapassar os porto de Itajaí-Navegantes e Rio Grande.

4.5.5. Variação do critério “Economia”

A figura 48 exibe a análise de sensibilidade ao variar o critério “Economia”.

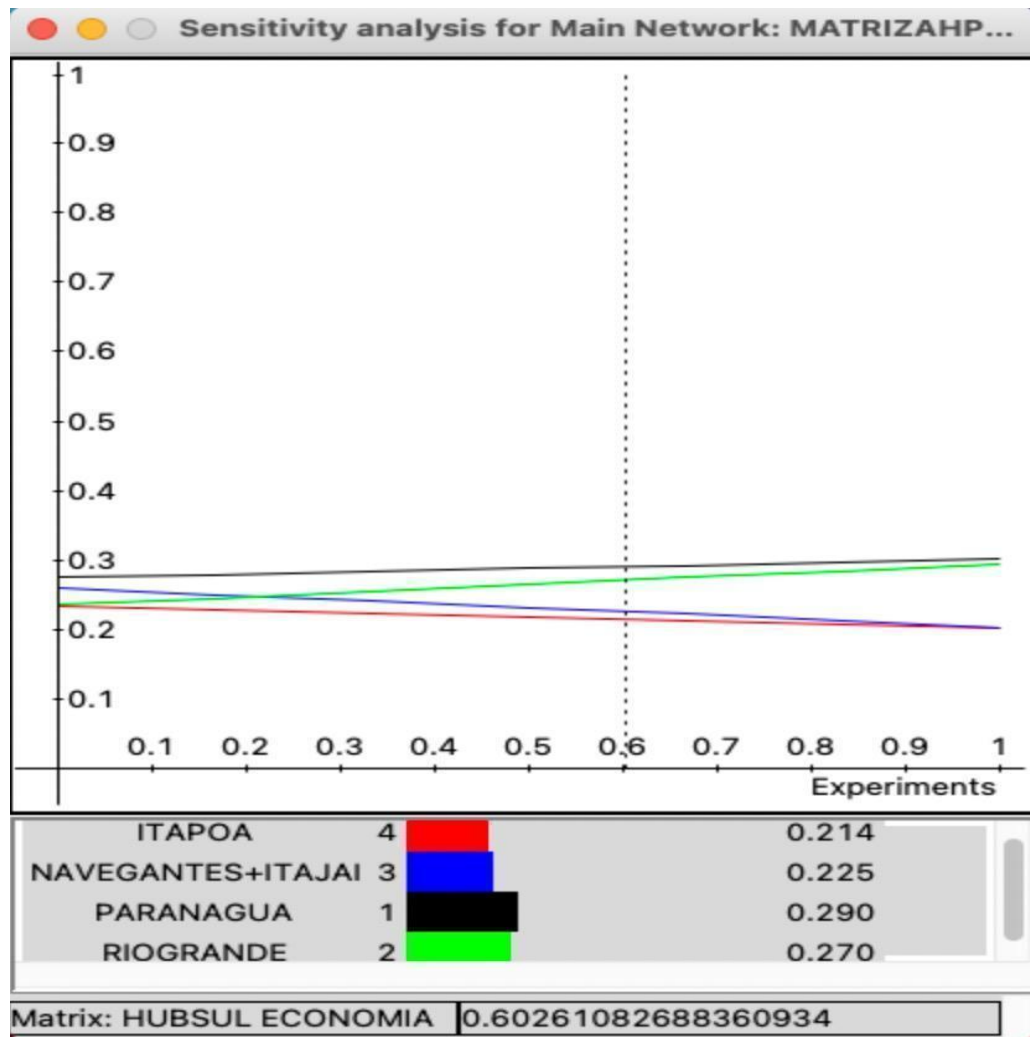


Figura 48 - Análise de Sensibilidade para o critério “Economia”

Fonte: Autor, 2023

Constata-se que, durante o tempo que o peso do critério “Economia” é aumentado, existe a tendência de aproximação dos portos localizados no mesmo estado e o afastamento dos portos de estados diferentes.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo principal indicar qual porto já existente na região Sul do Brasil teria maior potencial em se tornar um porto hub no país.

Para isso, foram examinados quais os portos da região tinham movimentações de contêineres mais significantes, para serem observados através de dois métodos de análise multicritério, segundo parâmetros estabelecidos ao longo do trabalho.

Os portos hub são caracterizados por sua capacidade de concentrar uma grande quantidade de cargas e conectar diferentes rotas marítimas, tornando-se um importante centro de distribuição de mercadorias. Além disso, a implantação de um porto hub pode estimular investimentos em infraestrutura, gerar empregos e impulsionar a economia local.

Os portos foram avaliados de duas formas, uma análise qualitativa chamada análise SWOT. A análise qualitativa aponta para a necessidade de se considerar aspectos como a localização geográfica, a capacidade operacional, a infraestrutura portuária, a disponibilidade de mão de obra qualificada e os impactos ambientais. Também é importante destacar a exigência de transparência e participação dos *stakeholders* no processo de seleção do local para a implantação do porto hub, o que não envolve o escopo deste trabalho, por isso a análise qualitativa descrita neste estudo baseia-se na literatura encontrada e no plano mestre dos portos analisados. Dessa forma, foram avaliados diversos critérios quantitativos em relação à localização, infraestrutura, produtividade e economia dos quatro portos concorrentes. É importante salientar também que existe muita subjetividade nesse tipo de análise, dessa maneira podem existir critérios analisados de forma ambígua, o que não caracteriza um erro propriamente dito mas apenas formas de interpretação diferentes de um mesmo critério.

A análise quantitativa foi realizada através do método de análise multicritério AHP, no *software SuperDecisions*. Anteriormente, para a realização da análise foram necessários a adoção de alguns critérios pertinentes à superestrutura, operação, infraestrutura, localização e economia de todos os cinco portos observados.

Com os critérios definidos e a coleta de dados concluída, foram apreciados com mais profundidade quatro cenários distintos. O cenário I confere os pesos de cada critério de forma igualitária, o cenário II atribui maior destaque aos critérios de “Superestrutura” e

“Infraestrutura”, o cenário III entrega maior peso ao critério de “Operação”, enquanto o cenário IV concede maior peso aos critérios de “Localização” e “Economia”.

O resultado do cenário I indica que, se todos os critérios tiverem igual importância, o porto de Paranaguá seria o mais adequado a se tornar o porto hub da região Sul. A determinação do cenário II, mostra que com o fortalecimento dos critérios estruturais a junção do porto Itajaí-Navegantes passa a ser o preferido. Já na análise do cenário III, com ênfase no parâmetro operacional, o porto de Paranaguá volta a ser o escolhido. A observação do cenário IV, em que o meio onde o porto está inserido ganha força, sugere, como no cenário III, o porto de Paranaguá o mais oportuno para se tornar hub.

Após a consideração dos cenários, foi feita uma análise de sensibilidade que tem como objetivo identificar o comportamento do resultado da análise à medida em que os pesos dos critérios são modificados. Deste modo, no *software*, foram gerados cinco gráficos de sensibilidade em função de cada um dos cinco critérios principais.

Percebe-se que o resultado deste trabalho não tem uma resposta exata. Ainda que a análise quantitativa teoricamente seja dotada de menos subjetividade do que a análise qualitativa, o que verifica-se na prática é que ainda sim ela pode variar de acordo com o julgamento dos critérios pelos avaliadores. As análises de sensibilidade indicam a tendência dos resultados à medida em que o peso dos critérios é alterado. Portanto, os julgamentos e sensibilidades dos avaliadores são fatores primordiais para determinação do resultado da análise.

Devido a essa sensibilidade dos julgadores, para um resultado o mais próximo possível da realidade foram estudados quatro cenários distintos, além da análise de sensibilidade o que contribui para a diminuição do impacto da subjetividade nos pesos adotados.

Nesse sentido, é importante salientar que a escolha do local para implantação de um porto hub deve ser feita com base em critérios objetivos, avaliando aspectos como localização geográfica, capacidade operacional, acessibilidade, infraestrutura portuária, disponibilidade de mão de obra qualificada, custos operacionais, impacto ambiental, e considerando as necessidades do mercado. Além disso, é fundamental garantir a transparência do processo de seleção e a participação de diferentes *stakeholders* na tomada de decisão.

Em suma, a implantação de portos hub no Sul do país pode trazer diversos benefícios econômicos e sociais, mas deve ser precedida de uma análise multicritério cuidadosa e

transparente, a fim de garantir a escolha do local mais adequado e minimizar possíveis impactos negativos.

5.1 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se:

- Efetuar análise SWOT dos portos da região Nordeste do Brasil para determinar a melhor alternativa de porto hub;
- Realizar comparação dos resultados para determinação de porto hub na região Sul por métodos de análise distintos;
- Incluir no modelo de análise questões referentes aos impactos econômicos, sociais e ambientais que serão gerados por cada porto, caso se tornem um porto hub;
- Indicar o possível porto hub da região Sul incluindo critérios qualitativos, envolvendo diretores dos portos, *stakeholder*, economistas e outras autoridades.

REFERÊNCIAS

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviário. **Estatístico Aquaviário**. 2022. Disponível em: <https://antag-anuario2014-v0.9.3.qvw>. Acesso em: 05 abr. 2023.

APM Terminals. Disponível em: <https://www.apmterminals.com/pt/itajai>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ASHAR, A., 2012. Long-term trends in container shipping – the revised fourth revolution. **Port Technology International**, n. 55, p. 77-95, 10, 2012.

AVERSA, R.; BOTTER, H. E.; HARALAMBIDES, R. C.; YOSHIKAWA, H. T. Y. A mixed integer programming model on the location of a hubport in the east coast of South America. **Maritime Economics and Logistics**, v. 7, p. 1–18, 2005.

BONDEZAN, M.G.; MELLO, J.R.; SILVA, P.J. **Melhoramentos do porto de Santos para sua adequação à condição de porto concentrador**. XIV Safety, Health and Environment World Congress, 2014.

CONTAINER MANAGEMENT. Disponível em: [Konecranes receives orders for MHCs in Italy and Nigeria | Container Management \(container-mag.com\)](https://www.container-mag.com). Acesso em: 07 mai. 2023

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Niterói: HGC, 2002. 104 p.

DUCRUET, C; NOTTEBOOM, T. E. **Developing liner service networks in container shipping**. Maritime Logistics: A complete guide to effective shipping and port management, p. 77-100, 2012.

HAYUTH, Y.; FLEMING, D. K. Concepts of strategic commercial location: the case of container ports. **Maritime Policy and Management**, 21(3), p. 187-19, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 10 abr. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censodemografico-2022.html?=&t=resultados>. Acesso em: 10 abr. 2023.

KONECRANES. **Equipamentos e serviços portuários**. Disponível em: [Transtêineres | Konecranes Brasil](#). Acesso em: 07 mai. 2023

KURT, I.; BOULOUGOURIS, E.; TURAN, O. **An AHP decision support model for the hub port choice of the shipping liners in the Mediterranean region**. 2015.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, M. S. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso. **XLI Sbpo**, v. 1, p. 49, 2009.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Mestre do porto de Rio Grande**. 2013. Disponível em: [se26-pdf \(www.gov.br\)](#) Acesso em: 15 mar. 2023.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Itajaí**. 2018. Disponível em: [se14-pdf \(www.gov.br\)](#). Acesso em: 17 mar. 2023.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Paranaguá e Antonina**. 2018. Disponível em: [plano mestre dos portos de paranagua e antonina.pdf \(portosdoparana.pr.gov.br\)](#). Acesso em: 20 mar. 2023.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Plano Nacional de Logística Portuária: Diagnóstico**. Brasília: PNLP, 2019b.

NOTTEBOOM, T. Bundling of freight flows and hinterland network developments. **The Future of Intermodal Freight Transport**, v. 66, 2008.

NOTTEBOOM, T. Towards a new intermediate hub region in container shipping? Relay and interlining via the Cape route vs. the Suez route. **Journal of Transport Geography**, 2012.

PORTO DE ITAPOÁ. **Infraestrutura**. Disponível em: [Infraestrutura - Porto Itapoá \(portoitaipoa.com\)](http://infraestrutura-portoitaipoa.com). Acesso em: 10 abr. 2023.

PORTONAVE. **Infraestrutura**. Disponível em: [Infraestrutura - Portonave](http://infraestrutura-portonave.com). Acesso em: 10 abr. 2023.

RIDOLFI, G. Containerisation in the mediterranean: between global ocean route ways and feeder services. **Geojournal**, 48 (1), p. 29–34, 1999.

RODRIGUE, J.; NOTTEBOOM, T. Foreland-based regionalization: Integrating intermediate hubs with port hinterlands. **Research in Transportation Economics**, v. 27, n. 1, p. 19-29, 2010.

RODRIGUE, J.; ASHAR, A. Transshipment hubs in the New Panamax Era: The role of the Caribbean. **Journal of Transport Geography**, v. 51, p. 270-279, 2016.

SAATY, R. W. The analytic hierarchy process — what it is and how it is used. **Mathematical Modelling**, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

SANTOS, C. C. R.; PEREIRA, H. B. B.; PALMEIRA, A. S.; CUNHA, M. V. Aplicação da teoria de redes para análise logística dos hub ports da cabotagem brasileira, **Revista Mundi Engenharia**, v. 4, 2019.

SHIPTRAFFIC. **Sea Distance Calculator**. Disponível em: <http://www.shiptraffic.net/2001/05/sea-distances-calculator.html>. Acesso em: 05 mai. 2023.

SILVEIRA, H; TARAPANOFF, K. (org). SWOT. IN: **Inteligência Organizacional e Competitiva**. Brasília: Ed. UNB, 2001.

SILVINO, V. R. G. Avaliação do transporte de container no Brasil e o potencial do porto de Açu para operar com movimentação de container na ótica de hub port. **UFRJ – Escola Politécnica**, 2017.

TCP. **Nossa História**. Disponível em: [Nossa História - TCP - Terminal de Contêineres de Paranaguá](#). Acesso em: 10 abr. 2023.

UNCTAD – United Nations conference on trade and development. **Review of maritime transport**, technical report, 2018.

VASCONCELOS, A. D.; NASSI, C. D.; LOPES, L. A. S. The uncapacitated hublocation problem in networks under decentralized management. **Computers and operations research**, 38, p. 1656–1666, 2011.

VIEIRA, G. B. B.; PASA, G. S.; GOMES, C. F. S.; SANTOS, C. H. S. Identificação de hub ports na costa brasileira – uma comparação entre a análise conjunta e o sad-thor. **XXXVIII Simpósio brasileiro de pesquisa operacional**, p. 984–995, 2006.

WILMSMEIER, G.; MONIOS, J.; PÉREZ-SALAS, G. Port system evolution: the case of Latin America and the caribbean. **Journal of Transport Geography**, 39, p. 208–221, 2014.

WILMSMEIER, G.; MONIOS, J. Institutional structure and agency in the governance of spatial diversification of port system evolution in Latin America. **Journal of Transport Geography**, 51, p. 294–307, 2015.

WILMSMEIER, G.; NOTTEBOOM, T. Determinants of liner shipping network configuration: a two-region comparison. **Geojournal** 76 (3), p. 213– 228, 2011.

WILSON SONS. Disponível em:

<https://www.wilsonsons.com.br/pt-br/teconriogrande/sobre-o-terminal/>. Acesso em: 07 mai. 2023

WORLD SHIPPING COUNCIL. **The Top 50 Container Ports**. Disponível em: <https://www.worldshipping.org/top-50-ports>. Acesso em: 24 abr. 2023