



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

METODOLOGIA PARA DEFINIR E PRIORIZAR CRITÉRIOS DE PROJETO PARA
EMBARCAÇÃO DE PASSAGEIROS

PRISCILA PEREIRA PALITOT

Belém
2019

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

**METODOLOGIA PARA DEFINIR E PRIORIZAR CRITÉRIOS DE PROJETO PARA
EMBARCAÇÃO DE PASSAGEIROS**

PRISCILA PEREIRA PALITOT

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval - PPGNAV, da Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Naval.

Linha de Pesquisa: Transporte aquaviário.

Orientador: Dr. Hito Braga de Moraes

Belém

PRISCILA PEREIRA PALITOT

METODOLOGIA PARA DEFINIR E PRIORIZAR CRITÉRIOS DE PROJETO PARA
EMBARCAÇÃO DE PASSAGEIROS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval - PPGNAV, da Universidade Federal do Pará - UFPA, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Naval.

Linha de Pesquisa: Transporte aquaviário.

Data de aprovação: __/__/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hito Braga de Moares
(Orientador - PPGNAV - UFPA)

Prof. Dr. Nélio Moura de Figueiredo
(Membro - PPGNAV - UFPA)

Prof Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho
(Membro - PPGNAV - UFPA)

Prof Dra. Regina Célia Brabo Ferreira
(Membro externo)

A minha família e amigos por todo incentivo para que eu atingisse e finalizasse mais essa etapa da minha vida.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados da utilização de um método multicritério de tomada de decisão - *Analytic Hierarchy Process* - AHP aplicado a uma linha de transporte de passageiros para identificar e definir a prioridade de critérios de projeto para embarcação de passageiros. Para a realização do estudo, houve a escolha do método multicritério a ser usado após vasta pesquisa sobre metodologias de tomada de decisão e a busca de um *software* que desse auxílio a resolução do problema. Foram definidos os critérios, subcritérios e alternativas da estrutura hierárquica e por meio de questionários foram coletadas as notas auferidas pelos usuários do transporte e por profissionais de visão técnica no assunto. Foi possível validar o modelo e aplicar a metodologia utilizando o *software SuperDecisions* onde foram obtidos os rankings de prioridades. A aplicação da metodologia AHP permitiu hierarquizar as embarcações, e obter como resultados que os critérios de Segurança, Acomodação e Banheiro são os principais para o projeto de embarcação de passageiros segundo avaliação de especialistas e usuários.

Palavras-chave: Embarcação. Transporte hidroviário. Passageiros.

ABSTRACT

This paper presents the results of using a multicriteria decision making method- Analytic Hierarchy Process - AHP applied in a passenger transport line to identify and prioritize criteria for passenger vessels projects. For execution the study, there was a choice of a multi-criteria method after wide research about decision-making methods, and the search for a software that helps to solve the problem. The criteria, sub criteria and alternatives of the hierarchical structure were defined, and by using questionnaires note were collected given by the users of the transport and by professionals with technical view on the subject. It was achievable validate the model and applying the methodology using the software Super Decisions where priority rankings were obtained. The apply of AHP methodology allowed to hierarchized the vessels, and achieve as results that the criterias of Safety, Accommodation and Bathroom are the main ones for the passenger vessel project according to experts and users.

Keywords: Vessel. Water transport. Passengers.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa comparativo da malha prevista no PNV com as vias economicamente navegadas..... | 11 |
| Figura 2 - Mapa do transporte de carga na região amazônica | 12 |
| Figura 3 - Mapa do transporte de passageiro e transporte misto na região amazônica..... | 13 |
| Figura 4 - Principais Escalas do Transporte de Passageiros. | 16 |
| Figura 5 - Árvore de decisão | 21 |
| Figura 6 - Fluxo de decisão para os métodos AHP, ELECTRE e PROMETHEE | 24 |
| Figura 7 - Estrutura hierárquica básica | 29 |
| Figura 8 - Questionário de Sato | 30 |
| Figura 9 - Exemplo de matriz paritária das alternativas | 31 |
| Figura 10 - Modelo hierárquico de estruturação do problema..... | 38 |
| Figura 11 - Criação da estrutura hierárquica no software | 42 |
| Figura 12 - Estrutura hierárquica no Software..... | 43 |
| Figura 13 - Pairwise Comparisons. | 44 |
| Figura 14 - Comparação dos critérios em formato de questionário..... | 44 |
| Figura 15 - Resultado da Inconsistência | 45 |
| Figura 16 - Criação e avaliação das alternativas..... | 45 |
| Figura 17 - Resultado da matriz comparativa dos critérios (usuários)..... | 46 |
| Figura 18 - Resultado da matriz comparativa do critério Acesso (usuários) | 47 |
| Figura 19 - Resultado da matriz comparativa do critério Segurança (usuários) | 48 |
| Figura 20 - Resultado da matriz comparativa do critério Acomodação (usuários) | 49 |
| Figura 21 - Resultado da matriz comparativa do critério Entretenimento (usuários) . | 50 |
| Figura 22 - Resultado da matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (usuários) | 51 |
| Figura 23 - Resultado da matriz comparativa do critério Banheiro (usuários) | 51 |
| Figura 24 - Ranking das alternativas segundo os usuários..... | 53 |

| | |
|---|----|
| Figura 25 - Resultado da matriz comparativa dos critérios (especialistas)..... | 54 |
| Figura 26 - Resultado da matriz comparativa do critério Acesso (especialistas)..... | 55 |
| Figura 27 - Resultado da matriz comparativa do critério Segurança (especialistas) . | 55 |
| Figura 28 - Resultado da matriz comparativa do critério Acomodação (especialistas) | 56 |
| Figura 29 - Resultado da matriz comparativa do critério Entretenimento (especialistas) | 57 |
| Figura 30 - Resultado da matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (especialistas) | 58 |
| Figura 31 - Resultado da matriz comparativa do critério Banheiro (especialistas) | 59 |
| Figura 32 - Ranking das alternativas segundo os especialistas | 61 |
| Figura 33 - Comparação do resultado dos critérios..... | 61 |
| Figura 34 - Comparação do resultado do critério Acesso | 62 |
| Figura 35 - Comparação do resultado do critério Segurança | 63 |
| Figura 36 - Comparação do resultado do critério Acomodação | 64 |
| Figura 37 - Comparação do resultado do critério Entretenimento | 65 |
| Figura 38 - Comparação do resultado do critério Bar/Lanchonete | 66 |
| Figura 39 - Comparação do resultado do critério Banheiro | 66 |
| Figura 40 - Comparação do ranking das embarcações..... | 67 |
| Figura 41 - Representação percentual dos critérios..... | 68 |
| Figura 42 - Representação percentual do subcritério Segurança | 68 |
| Figura 43 - Representação percentual do subcritério Acomodação..... | 69 |
| Figura 44 - Representação percentual do subcritério Banheiro | 69 |
| Figura 45 - Representação percentual do subcritério Acesso | 70 |
| Figura 46 - Representação percentual do subcritério Bar/Lanchonete | 71 |
| Figura 47 - Representação percentual do subcritério Entretenimento | 71 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Relação descritiva das hidrovias do Plano Nacional de Viação | 8 |
| Tabela 2 - Rede Hidroviária Brasileira Efetivamente Considerada pelo Ministério dos Transportes. | 9 |
| Tabela 3 - Extensão das vias economicamente navegadas | 10 |
| Tabela 4 - Extensão das vias economicamente navegadas no transporte longitudinal de carga | 11 |
| Tabela 5 - Extensão das vias economicamente navegadas no transporte de passageiros (e misto) | 12 |
| Tabela 6 – Comparativo dos dados da extensão das vias navegáveis da Bacia Amazônica..... | 13 |
| Tabela 7 - Comparação teórica entre métodos de MCDM | 24 |
| Tabela 8 - Escala fundamental de Saaty..... | 30 |
| Tabela 9 - Índices de inconsistência aleatória para até sete alternativas | 33 |
| Tabela 10 - Embarcações Linha Belém-Macapá (Santana)..... | 35 |
| Tabela 11 - Matriz comparativa dos critérios (usuários) | 46 |
| Tabela 12 - Matriz comparativa do critério Acesso (usuários)..... | 47 |
| Tabela 13 - Matriz comparativa do critério Segurança (usuários) | 48 |
| Tabela 14 - Matriz comparativa do critério Acomodação (usuários)..... | 49 |
| Tabela 15 - Matriz comparativa do critério Entretenimento (usuários) | 50 |
| Tabela 16 - Matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (usuários) | 50 |
| Tabela 17 - Matriz comparativa do critério Banheiro (usuários) | 51 |
| Tabela 18 - Prioridade dos critérios e subcritérios (usuários)..... | 52 |
| Tabela 19 - Matriz comparativa dos critérios (especialistas) | 53 |
| Tabela 20 - Matriz comparativa do critério Acesso (especialistas)..... | 54 |
| Tabela 21 - Matriz comparativa do critério Segurança (especialistas) | 55 |
| Tabela 22 - Matriz comparativa do critério Acomodação (especialistas)..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Tabela 23 - Matriz comparativa do critério Entretenimento (especialistas) | 57 |
| Tabela 24 - Matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (especialistas) | 58 |
| Tabela 25 - Matriz comparativa do critério Banheiro (especialistas) | 59 |
| Tabela 26 - Prioridade dos critérios e subcritérios (especialistas)..... | 60 |
| Tabela 27 - Avaliação dos critérios por embarcação..... | 62 |
| Tabela 28 - Avaliação do critério Acesso por embarcação | 62 |
| Tabela 29 - Avaliação do critério Segurança por embarcação | 63 |
| Tabela 30 - Avaliação do critério Acomodação por embarcação | 64 |
| Tabela 31 - Avaliação do critério Entretenimento por embarcação | 65 |
| Tabela 32 - Avaliação do critério Bar/Lanchonete por embarcação | 66 |
| Tabela 33 - Avaliação do critério Banheiro por embarcação | 67 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHIMOR: Administração das Hidrovias da Amazônia Oriental

AHIMOC: Administração das Hidrovias da Amazônia Ocidental

AHP: Analytic Hierarchy Process

AMD: Apoio Multicritério a Decisão

ANA: Agência Nacional das Águas

ANTAQ: Agência Nacional de Transportes Aquaviários

ELECTRE: Elimination and Choice Expressing Reality

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MCDA: Multicriteria Decision Analysis

MCDM: Multiple Criteria Decision Making

PNV: Plano Nacional de Viação

PROMETHEE: Preference Ranking Organisation Method for Enrichment
Evaluations

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1 Objetivos | 3 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 3 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.2 Justificativas..... | 3 |
| 1.3 Hipótese..... | 4 |
| 1.4 Estrutura do Trabalho | 4 |
| 1.5 Fluxograma do Trabalho | 6 |
| 2. ASPECTOS GERAIS DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO..... | 7 |
| 2.1 Malha hidroviária do Brasil..... | 7 |
| 2.2 Vias navegáveis da Amazônia | 14 |
| 2.3 Demanda, frota e linhas da Amazônia. | 15 |
| 2.4 Transporte hidroviário de passageiros | 17 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 20 |
| 3.1 Processo de decisão..... | 20 |
| 3.2 Apoio à decisão | 22 |
| 3.3 Aplicação de métodos multicritério | 25 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 27 |
| 4.1 Método de Análise Hierárquica – AHP..... | 27 |
| 4.1.1 Construção de hierarquias | 28 |
| 4.1.2 Escala de valor..... | 29 |
| 4.1.3 Modelagem do método..... | 31 |
| 4.1.4 Análise de Consistência..... | 32 |
| 4.2 Software..... | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 5. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA | 34 |
| 5.1 Estrutura Hierárquica | 36 |
| 5.2 FLUXOGRAMA | 41 |
| 5.3 Aplicação do AHP via software Super Decisions | 41 |
| 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS | 46 |
| 6.1 Resultados da avaliação dos usuários | 46 |
| 6.2 Resultados da avaliação dos especialistas | 53 |
| 6.3 Análise comparativa dos resultados | 61 |
| 6.3.1 Quanto à prioridade dos Critérios..... | 61 |
| 6.3.2 Quanto à prioridade do critério Acesso..... | 62 |
| 6.3.3 Quanto à prioridade do critério Segurança | 63 |
| 6.3.4 Quanto à prioridade do critério Acomodação | 64 |
| 6.3.5 Quanto à prioridade do critério Entretenimento | 65 |
| 6.3.6 Quanto à prioridade do critério Bar/Lanchonete | 65 |
| 6.3.7 Quanto à prioridade do critério Banheiro | 66 |
| 6.3.8 Ranking das embarcações..... | 67 |
| 6.4 Avaliação percentual dos critérios e subcritérios | 68 |
| 7. CONCLUSÃO | 72 |
| REFERÊNCIAS..... | 74 |
| ANEXOS | 78 |
| ANEXO 1 - Questionário | 78 |
| ANEXO 2 - Avaliação das embarcações | 81 |

1. INTRODUÇÃO

O transporte aquaviário de cargas e passageiros na Amazônia é vasto devido à extensão da malha hidroviária da região. Além disso, a grande diversidade de tipos, características operacionais e a carência de estudos nesta área, levaram ao desenvolvimento desta pesquisa que busca criar soluções que auxiliem na seleção da embarcação mais adequada para o transporte hidroviário de passageiros nas linhas da Amazônia, contribuindo para que o transporte seja mais eficiente, de maneira a melhor atender o usuário, reduzindo custos e aumentando a segurança nas linhas fluviais que ligam as cidades da região.

O Brasil dispõe de uma vasta malha hidroviária composta por bacias hidrográficas que colaboram para que o transporte hidroviário venha a ser uma alternativa inteligente no deslocamento de cargas e pessoas.

A bacia amazônica por sua vez, ocupa 45% do território brasileiro e possui cerca de 50% a 60% das vias navegáveis do país, essas vias navegáveis movimentam a economia da região através de embarcações destinadas ao transporte misto (carga e passageiros) ou somente carga.

A navegação fluvial é o mais importante meio de transporte de pessoas e mercadorias na região amazônica, conectando as diversas comunidades e polos de produção, comercialização e consumo estabelecidos junto à sua vasta e notável malha hidroviária (ANTAQ, 2013).

Segundo a ANTAQ (2018) a demanda de transporte de passageiros na região amazônica é de 9.780.324 passageiros.

O transporte misto (passageiros e cargas) atende as principais cidades da Amazônia, principalmente aquelas que não possuem atratividade para os grandes grupos econômicos. Este fato faz com que esse meio de transporte seja predominante e fundamental para a vida em sociedade da população, já que a grande maioria dos núcleos urbanos está localizada às margens de rios, havendo localidades que a única forma de acesso é por meio fluvial.

Sendo assim, na região amazônica o sistema de transporte hidroviário necessita atender o fluxo de pessoas e cargas com uma infraestrutura que garanta a qualidade e segurança do transporte, e que possa prover o desenvolvimento das regiões que o sistema abrange. Além disso, quanto mais eficiente for o sistema hidroviário, melhor será para a população que irá se beneficiar e terá seu direito de locomoção garantido.

A lei 10.233/2001, que dispõem sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre no Brasil, prevê que são objetivos da Agência Nacional de Transportes Aquaviários, ANTAQ, regular ou supervisionar, em suas respectivas esferas e atribuições, as atividades de prestação de serviços e de exploração da infraestrutura de transportes, exercidas por terceiros, com vistas a garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas.

Para que seja feito esse planejamento e melhoramento do sistema hidroviário da região amazônica é fundamental mesurar como esse modal funciona, devendo ser verificado se há o cumprimento dos padrões previstos em Lei.

Esse trabalho visa encontrar um processo de decisão para definir critérios que auxiliem na elaboração do projeto de embarcações de passageiros, tendo em vista melhorarem o nível de serviço do sistema de transporte hidroviário de passageiros da região amazônica. Busca-se com isso auxiliar as empresas prestadoras do serviço de transporte a selecionarem adequadamente as embarcações que irão operar em cada linha.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Criar um processo para definir e priorizar critérios de projeto para embarcação de passageiros, segundo usuários e especialistas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar o método de tomada de decisão mais adequado.
- Definir critérios relevantes para o processo de decisão.
- Criar uma estrutura hierárquica.
- Identificar a alternativa melhor avaliada.
- Identificar os critérios de maior importância na operação de embarcações do transporte hidroviário de passageiros.

1.2 Justificativas

A Amazônia é uma região singular e por isso precisa de soluções específicas para cada área de navegação, dependendo da área da região, são necessários embarcações e terminais específicos (ANTAQ, 2018).

A grande heterogeneidade do perfil dos operadores e usuários, a dispersão de instalações portuárias, a predominância de práticas informais profundamente marcadas pela cultura local e suas tradições, dentre outras peculiaridades regionais, contribuem para essa escassez de informações (ANTAQ, 2013).

O modo fluvial carece de uma infraestrutura de terminais com mais segurança e acessibilidade aos passageiros e adequados às embarcações que os utilizam, o que contribui para a insegurança e ineficiência do setor (ANTAQ, 2018).

MORAES, R. (2013) verificou que o custo do transporte hidroviário de passageiro na Amazônia não é homogêneo, em virtude da grande diversidade de embarcações que operam em cada linha, e que, a otimização do projeto adequado para cada linha pode ter grandes reduções no custo do passageiro transportado.

A maior dificuldade para a movimentação de passageiros é a inexistência de um transporte regular, seguro e rápido que atenda a padrões de serviço mais adequados. As embarcações que realizam o transporte de passageiros apresentam problemas de conforto, higiene e segurança (ANTAQ, 2018).

Considerando os valores apurados na pesquisa da ANTAQ (2015), o Índice de Satisfação Geral do Serviço, para mensurar a satisfação dos usuários com o serviço de transporte longitudinal de passageiro, foi de 6,73, ou seja, o grau de satisfação dos usuários com o serviço de transporte foi avaliado como mediano.

Dessa forma, como se pode decidir, entre os critérios de projeto, qual o mais importante para a elaboração de uma embarcação para realizar o transporte de passageiros de determinada linha, de modo a tornar o transporte mais eficiente.

1.3 Hipótese

A identificação de critérios de decisão para a elaboração de projetos de embarcações contribui para melhorar o desempenho e adequação do transporte fluvial de passageiros na região Amazônica.

1.4 Estrutura do Trabalho

Esse trabalho foi dividido em capítulos, sendo a introdução o capítulo 1.

No capítulo 2 são apresentados os aspectos gerais do transporte hidroviário, a configuração da malha hidroviária do Brasil e como se apresentam as vias navegáveis na região Amazônica.

O capítulo 3 aborda a fundamentação teórica com uma busca na literatura existente sobre metodologias multicritério que auxiliam na tomada de decisão e aplicações dessas metodologias em diversas áreas.

No capítulo 4 é justificada a escolha do método AHP para a tomada de decisão e é demonstrado o embasamento teórico e matemático da metodologia. Além de ser apresentado o software *SuperDecisions*, o qual utiliza o método AHP para fazer o ranking das alternativas.

No capítulo 5 há a definição do problema, a criação da estrutura hierárquica e a aplicação da metodologia utilizando o software escolhido. Também sendo realizada a análise de inconsistência do problema.

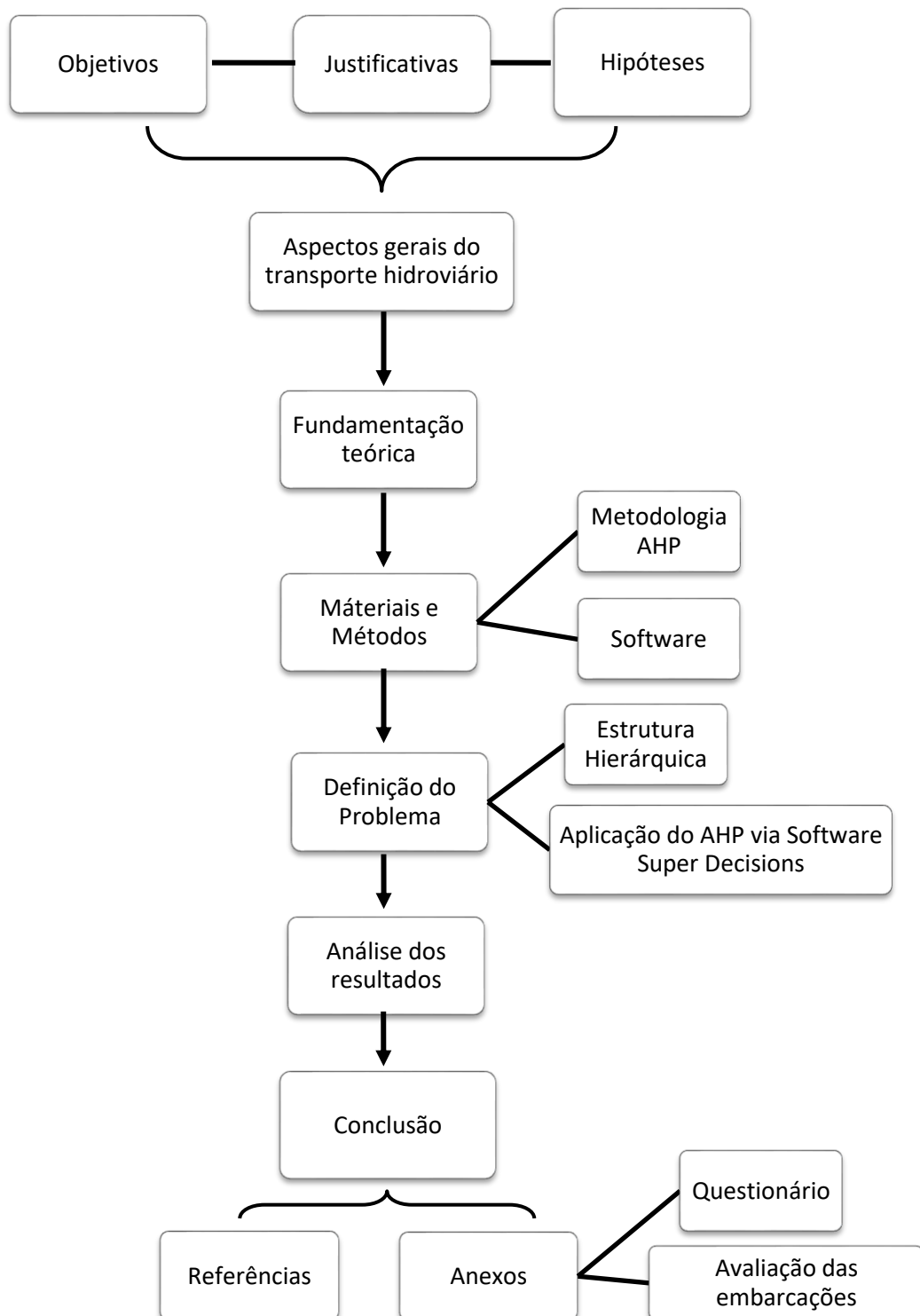
O capítulo 6 apresenta a análise e a comparação dos resultados obtidos.

O capítulo 7 apresenta a definição e priorização dos critérios para o projeto de embarcação de passageiros.

A conclusão encontra-se no capítulo 8.

.

1.5 Fluxograma do Trabalho



2. ASPECTOS GERAIS DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

O transporte hidroviário no Brasil possui diferenças e características próprias que variam de região para região, portanto o estudo da malha hidroviária nacional, das vias navegáveis, identificação da ocorrência dos tipos de transporte (passageiro, carga e misto), das demandas e frotas existentes, dão base para entender como esse transporte funciona.

2.1 MALHA HIDROVIÁRIA DO BRASIL

As principais hidrovias brasileiras encontram-se nas Regiões Hidrográficas da Amazônia, do Atlântico Nordeste Ocidental, do Parnaíba, do Tocantins, do São Francisco, do Atlântico do Sul, do Paraná e do Paraguai (ANA, 2007).

A Região Amazônica é reconhecida pelo sua vastidão de terras e distinta configuração territorial, uma de suas principais características é a sua disponibilidade hídrica.

A Bacia amazônica corresponde a uma área total de 6.110.000 km², sendo 3.879.207 km² (63%) localizados no Brasil, o restante é dividido entre Peru (17%), Bolívia (11%), Colômbia (5,8%), Equador (2,2%), Venezuela (0,7%) e Guiana (0,2%) (ANA, 2017).

A Região Hidrográfica Amazônica representa 45% do território nacional (ANA, 2015). Abrangendo os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Roraima, Rondônia, Pará e Mato Grosso, com uma população de cerca de 20 milhões de habitantes (9% da população do País) (IBGE, 2017).

A Lei nº 5.917, de 1973, apresenta uma relação descritiva das vias navegáveis interiores e das interligações de bacias do Plano Nacional de Viação - PNV, são cerca de 40.000 km de hidrovias. Essa foi atualizada pela Lei nº 6.630, de 1979, conforme Tabela 1 (ANA, 2007).

Tabela 1- Relação descritiva das hidrovias do Plano Nacional de Viação

| BACIA | Extensão Aproximada (Km) * |
|--------------------|-----------------------------------|
| AMAZÔNICA | 21.618 |
| DO NORDESTE | 4.178 |
| DO LESTE | 1.080 |
| DO SULDESTE | 1.359 |
| DO PARAGUAI | 2.793 |
| DO PARANÁ | 4.632 |
| DO URUGUAI | 1.200 |
| TOTAL GERAL | 39.906 |

*Pontos Extremos dos Trechos Navegáveis

Fonte: Lei no 5.917, de 1973 apud ANA, 2007. (Adaptado pelo autor)

De acordo com a relação descritiva do PNV, dos 39.906 km de vias navegáveis do Brasil, na Bacia Amazônica localizam-se 21.618 km, cerca de 54% .

Apesar da relação descritiva das hidrovias do Plano Nacional de Viação ser o “documento oficial” da rede hidroviária brasileira, ao longo dos anos houve, informalmente, modificação na sua estrutura com inclusão de novos trechos de rios considerados navegáveis pelo Ministério dos Transportes. (ANA, 2007).

Observa-se um total de 26.664 km apresentados na tabela 2, dos quais 15.626 km (58%) localizam-se na Bacia Amazônica. Por outro lado, segundo a Agência Nacional das Águas - ANA, incluindo os trechos de rios navegáveis apenas nas cheias e os potencialmente navegáveis, ou seja, aqueles que podem adquirir boas condições de navegabilidade com a execução de melhorias, a rede hidroviária brasileira poderia ultrapassar a extensão de 40.000 km, que é o valor aproximado considerado pelo PNV.

A Tabela 2 apresenta a rede hidroviária brasileira efetivamente considerada pelo Ministério dos Transportes.

Tabela 2 - Rede Hidroviária Brasileira Efetivamente Considerada pelo Ministério dos Transportes.

| Região Hidrográfica | Extensão Navegável (Km) |
|------------------------------|--------------------------------|
| Amazônica | 15.626 |
| Tocantins | 3.488 |
| Atlântico Nordeste Ocidental | 648 |
| Parnaíba | 1.175 |
| São Francisco | 1.578 |
| Paraguai | 1.280 |
| Paraná | 1.668 |
| Atlântico Sudeste | 370 |
| Uruguai | 210 |
| Atlântico Sul | 621 |
| TOTAL GERAL | 26.664 |

Fonte: Ministério dos Transportes, 2004 apud ANA, 2007. (Adaptado pelo autor)

Como se pode perceber cada dado encontrado sobre as extensões das Bacias hidrográficas do Brasil leva em consideração um aspecto diferente, tornando dificultoso saber com exatidão os reais valores.

Em face disso, QUEIROZ et al (2013) atualizaram a estimativa da extensão das vias de interior economicamente navegadas, economicamente navegadas no transporte longitudinal de carga , e economicamente navegadas no transporte de passageiros (e misto).

A tabela 3 apresenta a extensão das vias economicamente navegadas no Brasil.

Tabela 3 - Extensão das vias economicamente navegadas

| Região Hidrográfica | Extensão Navegável (Km) | % |
|----------------------------|--------------------------------|-------------|
| Amazônica | 16.797 | 80,15 |
| Tocantins | 982 | 4,69 |
| São Francisco | 576 | 2,75 |
| Paraguai | 592 | 2,82 |
| Paraná-Tietê | 1.495 | 7,13 |
| Sul | 514 | 2,45 |
| TOTAL GERAL | 20.956 | 100% |

Fonte: Queiroz et al, 2013. (Adaptado pelo autor)

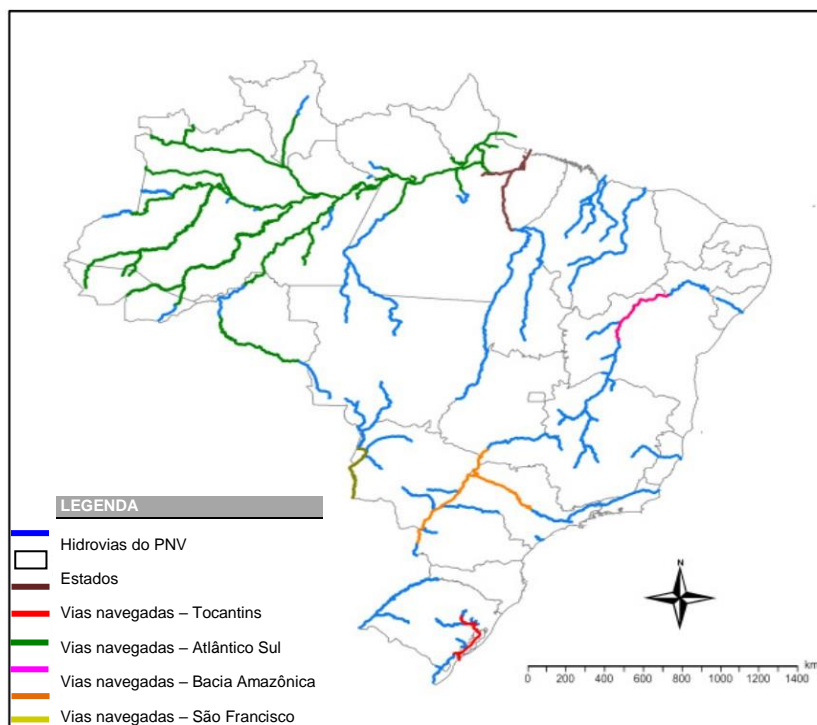
Queiroz et al (2013) utilizaram a ferramenta SIGTAQ, e encontraram o provável percurso utilizado pelas empresas que operam em trechos de vias navegáveis. Chegaram então a uma extensão total estimada de 20.956 km de vias economicamente navegadas no Brasil, conforme distribuição da Tabela 3.

Dessa extensão total em 19.764 km foi identificado o transporte de passageiros em 6.360 km. Em 1.192 km identificaram-se o de transporte de passageiros e cargas (misto).

Percebe-se que em termos de potencial hídrico a região amazônica é detentora de 80% das vias economicamente navegáveis.

Comparando-se os trechos navegados pelas empresas com os trechos navegáveis previstos pelo PNV, identificou-se 1.535 km de vias navegadas que não constam na lista do PNV, como ilustra a figura 1.

Figura 1 - Mapa comparativo da malha prevista no PNV com as vias economicamente navegadas.



Fonte: QUEIROZ et al, 2013.

A tabela 4 apresenta a extensão das vias economicamente navegadas no transporte longitudinal de cargas no Brasil.

Tabela 4 - Extensão das vias economicamente navegadas no transporte longitudinal de carga

| Região Hidrográfica | Extensão (km) | % |
|---------------------|---------------|-------------|
| Amazônica | 15.704 | 79,5 |
| Tocantins | 883 | 4,5 |
| São Francisco | 576 | 2,9 |
| Paraguai | 592 | 3,0 |
| Paraná-Tietê | 1.495 | 7,6 |
| Sul | 514 | 2,6 |
| TOTAL GERAL | 19.764 | 100% |

Fonte: QUEIROZ et al, 2013. (Adaptado pelo autor)

Em relação ao transporte de carga, as vias navegadas existentes na Região Amazônica totalizam 15.704 km, o que corresponde a aproximadamente 80%. A figura 2 ilustra o mapa do transporte de carga na região amazônica.

Figura 2 - Mapa do transporte de carga na região amazônica

Fonte: QUEIROZ et al, 2013.

A tabela 5 apresenta a extensão das vias economicamente navegadas no transporte de passageiros e transporte misto na região amazônica.

Tabela 5 - Extensão das vias economicamente navegadas no transporte de passageiros (e misto)

| Região Hidrográfica | Extensão (km) | % |
|---------------------|---------------|-------------|
| Amazônica | 6.047 | 95,0 |
| Tocantins | 313 | 5,0 |
| TOTAL GERAL | 6.360 | 100% |

Fonte: QUEIROZ et al, 2013. (Adaptado pelo autor)

QUEIROZ et al (2013) não computaram o transporte de passageiro e misto (passageiros e carga) fora da região amazônica, como na Hidrovia do Sul, nem o transporte de travessias. A figura 3 ilustra o mapa de onde ocorre o transporte de passageiros e transporte misto.

Figura 3 - Mapa do transporte de passageiro e transporte misto na região amazônica.

Fonte: QUEIROZ et al, 2013.

A partir das informações já apresentadas, as de maior relevância são as que se referem à Bacia Amazônica, dessa forma na Tabela 6 há o comparativo entre essas informações.

Tabela 6 – Comparativo dos dados da extensão das vias navegáveis da Bacia Amazônica.

| | PNV | Ministério dos Transportes | Vias economicamente navegadas | Vias economicamente navegadas (Carga) | Vias economicamente navegadas (Passageiro e carga) |
|------------------------|------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|
| Brasil | 39.906 | 26.664 | 20.956 | 19.764 | - |
| Bacia Amazônica | 21.618 | 15.626 | 16.797 | 15.704 | 6.047 |
| % | 54% | 58% | 80% | 78% | - |

Fonte: Autor.

Para um entendimento claro dos dados da tabela 6, é importante diferenciar via navegável, via economicamente navegável e hidrovia. Portanto seguem os conceitos:

- via navegável: “É o espaço físico, natural ou não, nas águas dos oceanos, mares, rios, canais, lagos e lagoas, que pode ser utilizado para a navegação” (ANTAQ, 2014);
- via economicamente navegável: “É o espaço físico, natural ou não, nas águas dos oceanos, mares, rios, canais, lagos e lagoas, que pode ser utilizado para a navegação” (ANTAQ, 2014) e onde haja prestação do

serviço de transporte longitudinal de cargas, de passageiros ou de passageiros e carga (misto) (QUEIROZ et al, 2013);

- c) hidrovias: “É uma via navegável interior projetada com características padronizadas para determinados tipos de embarcações, mediante obras de engenharia de regularização, dotada de sinalização e equipamentos de auxílio à navegação” (ANTAQ, 2014).

2.2 VIAS NAVEGÁVEIS DA AMAZÔNIA

A navegação fluvial é o mais importante meio de transporte de pessoas e mercadorias na região amazônica, conectando as diversas comunidades e polos de produção, comercialização e consumo estabelecidos junto à sua vasta e notável malha hidroviária (ANTAQ, 2013).

Vale ressaltar que cada rio oferece condições bem diferentes de navegabilidade, no que diz respeito ao calado, largura da rota de navegação, raios das curvas presentes, presença de corredeiras, cachoeiras, barragens e eclusas, bem como às variações decorrentes do ciclo hidrológico (ANA, 2007).

A administração das hidrovias e vias navegáveis da Região Hidrográfica Amazônica fica a cargo da AHIMOR e da AHIMOC. A AHIMOR atua na área geográfica compreendida pelos Estados do Pará e Amapá, e a AHIMOC atua principalmente nos Estados de Roraima, Amazonas, Acre e Rondônia (ANA, 2007).

Dos 6.360 km de vias navegáveis onde há o transporte de passageiros na Amazônia (Queiroz et al, 2013), existe vias que merecem destaque por ligarem as cidades que são os principais polos origem/destino das linhas fluviais de passageiros.

O Rio Amazonas liga as cidades de Manaus (AM), Belém (PA), Santarém (PA) e Macapá (AP) e possui cerca de 1.650 km, sendo fundamental para o transporte local de passageiros e cargas diversas. A via permite a navegação de longo curso e cabotagem e geralmente não existem restrições à navegação no trecho (ANA, 2007).

O Rio Madeira possui 1.060 km de extensão entre Porto Velho (RO) e sua foz, na margem direita do rio Amazonas. A profundidade mínima é de 2 m,

ocorrendo no trecho entre Humaitá (AM) e Porto Velho (RO), na época de águas altas, sua profundidade pode atingir até 30 m (BRITO, 2008).

O Rio Tapajós possui a extensão navegável de 345 km, do Porto de Santarém (PA), na foz do rio Tapajós, que deságua no rio Amazonas, até as corredeiras de São Luís do Tapajós, na cidade da Itaituba (PA) (BRITO, 2008).

O Rio Xingu é navegável desde sua foz até a localidade de Belo Monte, no município de Altamira (PA), numa extensão de 220 km. Nos meses de estiagem, a profundidade mínima atinge 1,40 m, sendo utilizada para transporte de passageiros, combustível e carga geral.

Há ainda a região hidrográfica do Tocantins, onde se encontram as vias navegáveis do Tocantins-Araguaia e do Guamá-Capim. A Hidrovia do Tocantins-Araguaia é administrada pela AHITAR, ao passo que a do Guamá-Capim é administrada pela AHIMOR (ANA, 2007).

A navegação no rio Tocantins ocorre de forma descontínua em 1.152 km: da foz até a barragem de Tucuruí, trecho com 254 km e calado mínimo 1,50 m. De Tucuruí até Imperatriz (MA), trecho com 458 km e calado mínimo de 1,00 m. De Estreito (MA) até a barragem de Lajeado, trecho com 440 km e calado mínimo de 1,00 m. O estirão que vai da foz do Tocantins até a barragem de Tucuruí apresenta excelentes condições de navegabilidade para embarcações com calado de pelo menos 1,50 m, durante o ano todo. (ANA, 2007).

A via do Guamá-Capim é utilizada para a navegação por pequenas embarcações para transportes de passageiros e abastecimento das populações dispersas ao longo dos rios, e para transporte de minérios e outras cargas (ANA, 2007).

2.3 DEMANDA, FROTA E LINHAS DA AMAZÔNIA.

Segundo a ANTAQ (2013) a demanda de transporte de passageiros na região amazônica é de 9.780.324 passageiros por ano em 317 linhas pesquisadas em 2012, sendo projetada para 2022 uma demanda total de 9.948.715 passageiros. Ou seja, o equivalente a quase metade da população da região (20 milhões de habitantes) (IBGE, 2017).

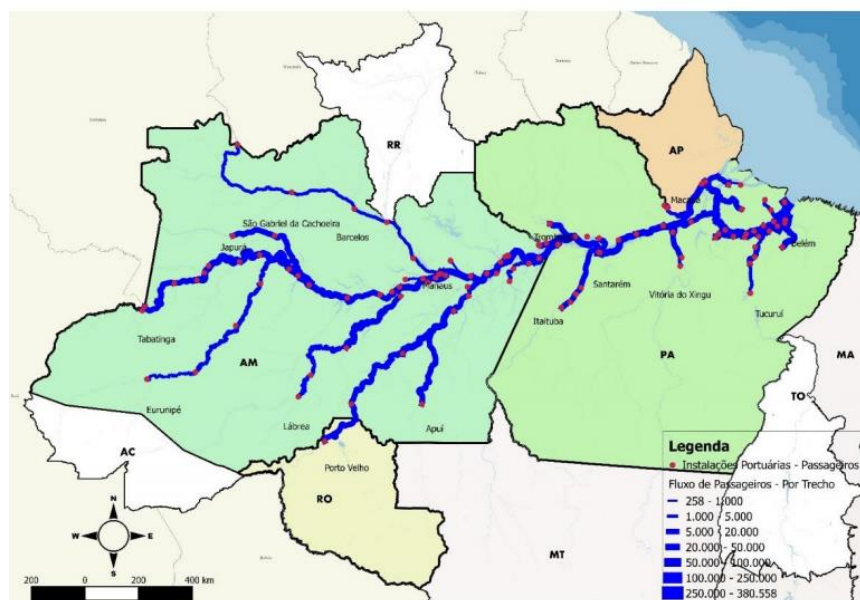
Essa demanda pode ser explicada por a Região Amazônica ser uma ampla área territorial cortada por extensa malha hidroviária navegável e inúmeras localidades que se situam às margens de rios não possuem outro modo de

locomoção e só são acessadas por meio fluvial. A base de todo o deslocamento de cargas e pessoas é o transporte hidroviário e o seu papel social é significativo, servindo como meio de integração de grande parte da população (BRITO, 2008).

Além disso, os principais núcleos urbanos apesar de terem acesso por rodovias, ferrovias ou aerovias estão firmemente inseridos no contexto hidroviário, sendo estes os principais destinos e origem das linhas fluviais da região. Segundo a ANTAQ (2013) as cidades que se destacam como principais polos de atração de passageiros são Manaus (AM), Belém (PA), Santarém (PA), Macapá (AP), Santana (AP) e Porto Velho (RO). As rotas do transporte de passageiros pode ser visualizada no mapa da figura 4.

O sistema de transporte hidroviário da Região Amazônica é composto por linhas fluviais estaduais e interestaduais. As principais linhas do transporte de passageiros são Belém-Macapá/Santana, Belém-Santarém, Belém-Manaus, Manaus Santarém, Manaus-Porto Velho, Santarém-Macapá/Santana, Santarém-Itaituba (BRITO, 2008).

Figura 4 - Principais Escalas do Transporte de Passageiros.



Fonte: UFPA (2017) apud ANTAQ (2018).

De acordo com a ANTAQ (2013), de um total de 446 embarcações das linhas que circulam na Amazônia, a média de idade é de 11 anos, sendo que 32,3% está entre 1 e 4 anos, 29,9% entre 5 a 10 anos, 21,2% entre 11 e 20 anos, e 16,6% tem mais de 20 anos.

Em relação ao material do casco, a maior parte (63,5%) das embarcações é de madeira. O aço naval se faz presente em 22,0%, o alumínio em 10,1%, e a fibra em 4,5% das embarcações. Ressalta que 75,9% das embarcações com casco de madeira circulam a mais de 11 anos nas vias navegáveis da Amazônia.

O terminal hidroviário de passageiros se caracteriza como um elemento de apoio ao sistema de transporte, através da integração do indivíduo com o veículo, devendo constituir em um elemento de atração do usuário para o sistema (ANTAQ, 2013).

De maneira geral os terminais de passageiros da Amazônia segundo a ANTAQ (2013), apresentam um padrão de atendimento muito baixo, evidenciando a necessidade urgente de investimento que proporcionem uma melhoria na infraestrutura portuária da região.

Segundo pesquisas da ANTAQ (2013) há na região amazônica cerca de 130 embarcações mistas que transportam passageiros e cargas, nos estados do Pará, Amazonas, Rondônia e Amapá, com uma movimentação de 4.575.02 toneladas de carga transportadas no ano de 2012.

2.4 TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE PASSAGEIROS

Os sistemas de transporte aquaviário de passageiros no Brasil são prestados, majoritariamente, em aglomerados urbanos localizados na orla marítima do sudeste/nordeste, em apoio a plataformas de petróleo e na bacia Amazônica em linhas urbanas e interestaduais (MORAES, 2002).

Com o surgimento de polos de mineração, agrícolas e industriais na Região Amazônica, houve um considerável crescimento da população, aumentando com isso a demanda pelo transporte fluvial, necessitando-se, portanto, cada vez mais de um transporte adequado e seguro para cada linha de navegação (ANTAQ, 2013).

A maior dificuldade para a movimentação de passageiros é um transporte regular e rápido que atenda a padrões de serviço adequados (ANTAQ, 2013). Os tempos de viagem das embarcações operantes na Amazônia são sempre bastante elevados em relação a embarcações de transporte de passageiros utilizadas no

mundo. A melhoria do serviço deve incluir a diminuição do tempo de viagem MORAES & VASCONCELLOS (2001).

Nesse sentido, MORAES (2002) desenvolveu um modelo matemático para servir com ferramenta de análise para o estudo da implantação de embarcações do tipo catamarã de alta velocidade em linhas de transporte hidroviário de passageiros, com enfoque específico desse tipo de embarcação na região amazônica, analisando a viabilidade técnica, econômica e ambiental dessas embarcações de acordo com as características da via navegável, do meio ambiente e da quantidade de passageiros a ser transportada.

A regularidade no transporte é outro fator a ser observado principalmente nas linhas onde ocorre o transporte misto (passageiros e cargas). Segundo a ANTAQ (2013), as viagens, em algumas linhas, são estabelecidas conforme o interesse do armador, pois ele só realiza viagens se houver carga que torne a viagem rentável, ou seja, a viagem não é viável apenas com a tarifa paga pelos passageiros, sendo necessário o frete da carga transportada para arcar com os custos do transporte.

Para MORAES & VASCONCELLOS (2001) estudos específicos devem ser conduzidos objetivando criar estratégias que diminuam o tempo de viagem sem, contudo aumentar significativamente o custo da passagem e há a necessidade de melhoria ou implantação de novos terminais destinados, especificamente, a operar com as embarcações de passageiros.

MORAES, R. (2011) verificou que o custo do transporte hidroviário de passageiro na Amazônia não é homogêneo, em virtude da grande diversidade de embarcações que operam em cada linha, e que, a otimização do projeto adequado para cada linha pode ter grande reduções no custo do passageiro transportado.

MEREGE (2011) desenvolveu uma metodologia para obtenção de informações por meio de índices e indicadores sobre as condições do transporte fluvial na Amazônia. Essas informações referem-se a questões que tem grande importância para os usuários, tais como segurança, higiene e conforto. Em seu artigo o autor concluiu que para o índice de qualidade é necessária a elaboração de um instrumento de pesquisa a ser aplicado aos passageiros e operadores. Isso permitirá a obtenção de dados que representam o ponto de vista das pessoas envolvidas, ou seja, as características subjetivas do transporte misto.

Dentro do cenário atual do sistema de transporte hidroviário de passageiros encontra-se um cenário difuso, onde há diferentes interesses entre as partes envolvidas e também um ambiente onde há informações imprecisas. Não há um padrão de tomada de decisão para as empresas prestadoras do serviço de transporte selecionarem, dentre suas embarcações, a que melhor atenderá cada linha, visto que cada linha tem suas particularidades.

Dessa forma, como se pode decidir, entre as alternativas, qual a embarcação que melhor se adequa para realizar o transporte de passageiros em determinada linha, de modo a tornar o transporte mais eficiente?

Para se alcançar esse objetivo, pesquisou-se uma metodologia de apoio à tomada de decisão onde se pudessem selecionar critérios e priorizá-los.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PROCESSO DE DECISÃO

A tomada de decisão é um fato do dia a dia, presente em todas as atividades desenvolvidas pelo homem. Naturalmente as pessoas enfrentam situações que lhes exigem algum tipo de decisão. Nestas situações apresentam-se vários caminhos ou alternativas de ações possíveis e dentre estas se deve optar por aquela que melhor satisfaz os objetivos em causa (Helmann & Marçal 2007).

Para Gomes et al (2012) decisão é o processo de colher informações, atribuir importância a elas, posteriormente buscar possíveis alternativas de solução e, depois, fazer a escolha entre alternativas.

Para Campos (2011):

Decisão significa tomar uma atitude que faça com que um processo evolua ou não. A todo o momento avaliamos nossos atos baseados nas informações obtidas através de conhecimento prévio, experiência ou coleta de dados.

A tomada de decisão deve buscar uma opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou o melhor acordo entre as expectativas do decisor, considerando a relação entre os elementos (Marins et al, 2009).

Dentro do estudo das teorias de decisões, as mesmas podem ser classificadas em função da quantidade de critérios usados na análise das alternativas, sendo divididas em problemas monocritério ou multicritério (Leite & Freitas, 2012). A decisão multicritério é adequada nos casos de problemas complexos de decisão, com utilização de vários critérios para que a escolha final atenda a demandas específicas (Xavier, 2009).

Grande parte dos problemas complexos envolvem múltiplos critérios, frequentemente conflitantes entre si (Xavier, 2009). A Análise de Decisão Multicritério padroniza o processo de tomada de decisão através de modelagem matemática, auxiliando o decisor a resolver problemas nos quais existem diversos objetivos a serem alcançados simultaneamente. (Silva & Belderrain, 2005)

A análise multicritério é indicada para resolução de situações complexas, como é o caso de problemas do setor de transportes, levando em consideração fatores de difícil mensuração. Através da grande variedade de métodos existentes, é possível classificar critérios, entender a relação de dominância entre eles e promover interações com demais abordagens a fim de conferir maior robustez ao processo de decisão (Barbieri et al, 2016)

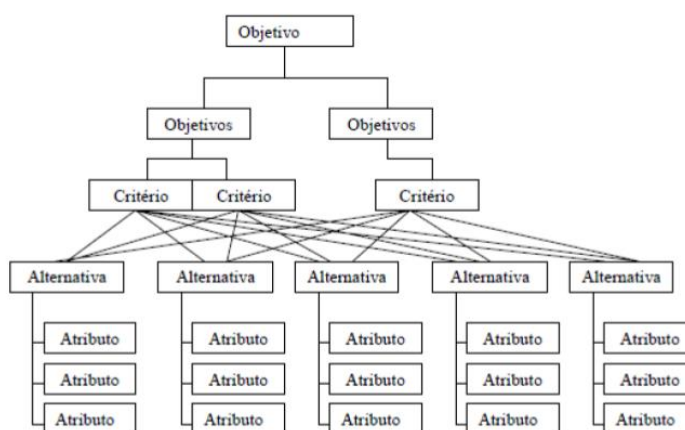
As decisões são tomadas ora usando parâmetros quantitativos, ora usando parâmetros qualitativos, com forte característica subjetiva. O decisor ou tomador de decisão ou agente de decisão é o responsável por realizar a decisão (pode ser uma pessoa, um grupo, um comitê, uma companhia, etc...) (Gomes, 2012).

No processo de decisão, a análise é feita de acordo com os quesitos apresentados, respeitando-se sua relevância, tentando identificar quais quesitos são importantes e imprescindíveis para a satisfação do resultado final (Campos, 2011).

O decisor, a partir de seus conhecimentos sobre o problema, conduz ao caminho mais adequado de ação. As preferências dos decisores são cruciais para a estruturação e modelação do problema de decisão multicritério (Campos, 2011).

A árvore de decisão da figura 5 é genérica para todos os métodos abordados na modelagem multicritério (Oliveira, 2003 apud Campos 2011).

Figura 5 - Árvore de decisão



Fonte: CAMPOS (2011).

De forma geral a modelagem de um problema deve:

- a) definir os objetivos;
- b) definir os critérios (e subcritérios);
- c) definir as alternativas e seus atributos;
- d) identificar os tomadores de decisão;
- e) analisar os resultados.

Para a resolução de um problema multicritério de tomada de decisão inicia-se com a definição do problema, a identificação das restrições, os critérios e, por fim, as alternativas a serem avaliadas e selecionadas pelo tomador de decisão. Isto ocorre

por meio do cruzamento dos critérios com as alternativas e dos critérios com o objetivo final (Briozzo & Musetti, 2015).

Para Xavier (2009):

A metodologia de apoio à decisão tem a finalidade não de limitar as possibilidades, mas de permitir que uma pessoa ou um grupo de estudo pense de forma estruturada em dado problema, para definir as alternativas possíveis, ou as soluções desejáveis, os critérios que devem nortear a escolha da alternativa mais adequada naquele momento, de acordo com certos tomadores de decisão. Sendo assim, a avaliação por notas ou conceito pode variar de pessoa a pessoa, de acordo com sua formação acadêmica, experiência profissional, crenças pessoais, questões culturais.

A finalidade da utilização da decisão multicritério pode ser de duas naturezas; a escolha de uma alternativa que se adeque melhor às necessidades verificadas para o caso analisado ou a montagem de um ranking das alternativas (Xavier, 2009).

3.2 Apoio à decisão

Uma análise de decisão consiste na utilização de diferentes conceitos e técnicas de modelagem e síntese, visando melhor qualidade no processo decisório (Gomes, 2012).

Ao se tratar da metodologia AMD (Apoio Multicritério a Decisão) existem diversas vertentes e fontes de pesquisa, porém as principais linhas de estudo são a Escola Americana e a Escola Francesa, as quais são representadas, fundamentalmente, pelos métodos: Analytic Hierarchy Process (AHP), Elimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE) e Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) (Leite & Freitas, 2012).

Os problemas de decisão podem ser discretos, quando se trata de um número finito de alternativas, entre esses se destacam a Utilidade Multiatributo, o AHP e o ELECTRE, ou podem ser contínuos, quando tal número pode ser pensado como infinitamente grande, são esses denominados de métodos de otimização multicritério ou métodos interativos. A utilização tanto dos métodos discretos como contínuos é facilitada por softwares especializados (Gomes, 2012).

A escolha do método vai depender de vários fatores destacando-se as características: do problema analisado, do contexto considerado, da estrutura de preferências do decisor e da problemática em si (Almeida e Costa, 2003 apud Helmann & Marçal, 2007).

De acordo com Almeida e Costa (2003) apud Helmann & Marçal (2007), a aplicação de qualquer método de análise multicritério pressupõe a necessidade de

se estabelecer quais objetivos o decisor pretende alcançar, estabelecendo a representação destes múltiplos objetivos através do uso de múltiplos critérios.

A seleção do modelo a ser aplicado depende inicialmente das características do problema, da preferência do decisor (indivíduo ou grupo de indivíduos) e do tipo de resultado que ele deseja (Moreira, 2007 apud Leite & Freitas, 2012).

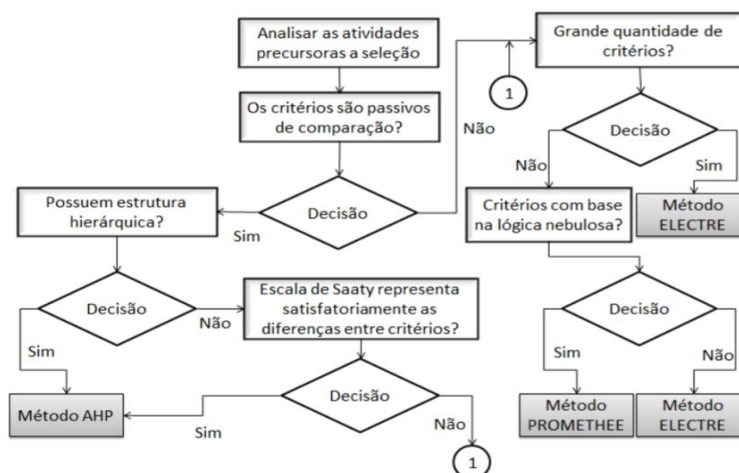
Um problema de decisão caracteriza-se pela disposição de um agente de decisão em exercer livremente uma escolha entre diversas possibilidades de ação, denominadas alternativas, de forma que aquela considerada a mais satisfatória seja selecionada (Gomes, 2012).

Em Chiavenato 1983 apud Gomes 2012, são identificados os elementos básicos a toda decisão:

- a) decisor;
- b) objetivo;
- c) preferências;
- d) estratégia (metodologia utilizada para a tomada de decisão);
- e) situação (aspectos ambientais, recursos e restrições);
- f) resultado (consequências do processo de decisão).

Os métodos MCDM (Multiple Criteria Decision Making) diferem entre si através da maneira pela qual os múltiplos critérios são operacionalizados. Julgamento dos critérios, obtenção de pesos e tratamento dos pesos para obtenção do desempenho (prioridade) global das alternativas (Guglielmetti et al, 2003).

Leite & Freitas (2012) tendo em vista auxiliar na seleção entre os métodos AHP, ELECTRE e PROMETHEE criaram o fluxograma da figura 6:

Figura 6 - Fluxo de decisão para os métodos AHP, ELECTRE e PROMETHEE

Fonte: Leite & Freitas (2012).

Guglielmetti et al (2003), compararam teoricamente os três métodos clássicos de MCDM: o AHP (Analytic Hierarchy Process), o MAHP (Multiplicative AHP) e o ELECTRE I (Élimination et choix traduisant la Réalité).

A tabela 7 expõem uma comparação entre os métodos de MCDM a partir dos estudos de Leite e Freitas (2012) e Guglielmetti et al (2003).

Tabela 7 - Comparação teórica entre métodos de MCDM

| | AHP | MAHP | ELECTRE I | PROMETHEE |
|--|------|------------|-----------|-----------|
| Entrada de dados (Inputs) | | | | |
| Quantidade de julgamentos em problemas com muitos critérios e alternativas | Alta | Média/Alta | Baixa | Alta |
| Necessidade de processar dados | Não | Sim | Sim | Sim |
| Utilização de dados quantitativos e qualitativos | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Utilização de decisões em vários níveis hierárquicos | Sim | Sim | Não | Não |
| Saída de dados (Outputs) | | | | |
| Problemas com avaliação de desempenho | Sim | Sim | Não | Não |
| Proporciona a eliminação de alternativas | Não | Não | Sim | Não |
| Permite avaliação da coerência dos julgamentos | Sim | Não | Não | Não |
| Proporciona ranking completo das alternativas | Sim | Sim | Não | - |
| Interface do decisor versus método | | | | |
| Disponibilidade de software gratuito | Sim | Não | Não | Sim |
| Utilização de decisão em grupo | Sim | Sim | Não | Não |
| Número de publicações científicas | Alto | Baixa | Média | Baixa |

Fonte: Adaptado de Leite & Freitas (2012) e Guglielmetti et al (2003).

A tabela 7 compara os métodos quanto aos dados de entrada (inputs), dados de saída (outputs) e a interface do decisor com o método. Percebe-se que os métodos AHP e MAHP proporcionam o ranking das alternativas, os métodos AHP e PROMETHEE têm disponibilidade de software gratuito, os métodos AHP e Electre I são os que possuem vasto número de publicações científicas.

É utilizado o método AHP quando se dispuser de tempo para tomar a decisão, limitada a no máximo nove alternativas, e se estas alternativas e critérios de decisão forem totalmente independentes (Salomon et al,1999). Além disso, o AHP é mais fácil entendido por isso tem uma elevada quantidade de aplicações práticas (Guglielmetti et al, 2003).

3.3 Aplicação de métodos multicritério

O AHP é amplamente utilizado como se pode identificar em:

Abreu et al (2000) relatam a aplicação de métodos multicritérios no apoio à tomada de decisão para a escolha de um programa de controle da qualidade da água potável para consumo humano no Brasil. Foi escolhido o AHP (Analytic Hierarchy Process) em função de permitir a agregação de informações quantitativas e qualitativas.

Xavier (2009) avaliou com suporte da metodologia MCDA - análise de decisão multicritério, os terminais de contêineres brasileiros quanto a suas potencialidades, desenvolveu uma modelagem para o problema de avaliação dos terminais, com ajuda do software Expert Choice (baseado no método AHP), com ele tem-se a oportunidade de se fazer uma análise estruturada para seleção ou priorização, o que resultou na classificação dos portos em um ranking.

Marins et al (2009) demonstraram a aplicabilidade dos métodos de multicritério em tomadas de decisões gerenciais no setor público, adotando o método AHP, em função da sua flexibilidade quando aplicado a problemas de tomada de decisão, utilizando o software Expert Choice, garantindo a qualidade no desenvolvimento do modelo e estimulando a participação de vários membros da organização.

Oliveira & Mello (2009) desenvolveram um método multicritério híbrido de auxílio à decisão que foi aplicado a um problema de decisão associado à aquisição de um imóvel. O método híbrido desenvolvido integra o método MACBETH - o qual permite que se estabeleçam intervalos de pesos para os critérios usados na decisão - com o método Entropia que foi utilizado para auxiliar a determinar, dentro dos intervalos MACBETH, o valor de cada peso.

Gomede & Barros (2012) abordaram o método Analytic Hierarchy Process (AHP) em um estudo de caso para priorização de serviços em um portfólio de TI.

Cardoso (2013), em sua pesquisa realizou a de seleção do benchmark de projeto de embarcação do ponto de vista do usuário, através do Método de Análise Hierárquica (AHP - Analytic Hierarchy Process). E utilizou o método multicritério PROMETHÉE II no problema de ordenação dos projetos hidroviários nos eixos estruturantes do Brasil.

Briozo & Musetti (2015) utilizou o método multicritério de tomada de decisão - Analytic Hierarchy Process - AHP, para identificação do melhor local de instalação de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h, por meio de hierarquização.

Alves e Alves (2015) apresentam uma análise de fatores relevantes para auxiliar a tomada de decisão na escolha de uma localidade geográfica ideal para a instalação de uma unidade fabril de uma empresa do segmento automotivo. A sistemática baseada na aplicação da metodologia de análise multicritério (AHP) foi aplicada, resultando na indicação da melhor alternativa de localidade para a instalação da nova fábrica, em função dos critérios previamente estabelecidos.

Tavares (2015) aplica o método Analytic Hierarchy Process (AHP) como ferramenta de suporte a tomada decisão do modo de transporte de produtos farmacêuticos termossensíveis importados ao mercado brasileiro.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Após vasta pesquisa sobre metodologias e softwares que dessem auxílio a resolução do problema, o presente trabalho apresenta a Análise Hierárquica de Processo (AHP) como método multicritério de tomada de decisão escolhido e o Software *Super Decision* como ferramenta de aplicação.

O AHP foi o método que melhor se adequou a realidade do problema, por possibilitar o ranking das alternativas, a criação de uma estrutura hierárquica em vários níveis, além de ser um método de fácil entendimento, ampla aplicação prática, vasto número de publicações científicas e disponibilidade de software gratuito.

O AHP irá auxiliar na identificação e priorização de critérios de decisão para a elaboração de projetos de embarcações.

Assim como os autores Abreu et al (2000), Xavier (2009), Marins et al (2009), Oliveira & Mello (2009), Gomede & Barros (2012), Briozo & Musetti (2015), Alves e Alves (2015) e Tavares (2015), esse trabalho utiliza o método AHP para identificar e priorizar os critérios, dado que os autores citados obtiveram resultados satisfatórios em suas pesquisas, muito convergente ao que nós foi proposto.

4.1 MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA – AHP

Um dos primeiros métodos dedicados ao ambiente decisional multicritério é o método AHP clássico, criado pelo Prof. Thomas L. Saaty em meados da década de 70 (Gomes, 2012).

Este método baseia-se no método newtoniano e cartesiano de pensar, que busca tratar a complexidade com a decomposição e divisão do problema em fatores, que podem ainda ser decompostos em novos fatores até ao nível mais baixo, claros e dimensionáveis e estabelecendo relações para depois sintetizar (Marins et al, 2009).

O AHP é escolhido quando o tomador de decisão utiliza seu julgamento ou conhecimento para fazer uma avaliação entre critérios restritivos ou não para uma determinada situação (Leite & Freitas, 2012).

Segundo Gomes (2009) apud Leite & Freitas (2012), o AHP é baseado na comparação paritária dos critérios, buscando responder quais os critérios de maior importância e qual a proporção dessa importância.

Segundo Gomes et al. (2004) apud Tavares (2015), os elementos fundamentais do método AHP são: atributos e prioridades, correlação binária, escala fundamental e hierarquia. Tais elementos são descritos a seguir:

- a) atributos e propriedades: um conjunto finito de alternativas é comparado em função de um conjunto finito de propriedades;
- b) correlação binária: ao serem comparados dois elementos baseados em uma determinada propriedade, realiza-se uma comparação binária, na qual um elemento pode ser preferível ou indiferente a outro;
- c) escala fundamental: a cada elemento associa-se um valor de prioridade sobre os outros elementos, que será lido em uma escala numérica de números positivos e reais;
- d) hierarquia: um conjunto de elementos ordenados por ordem de preferências e homogêneos em seus respectivos níveis hierárquicos.

4.1.1 Construção de hierarquias

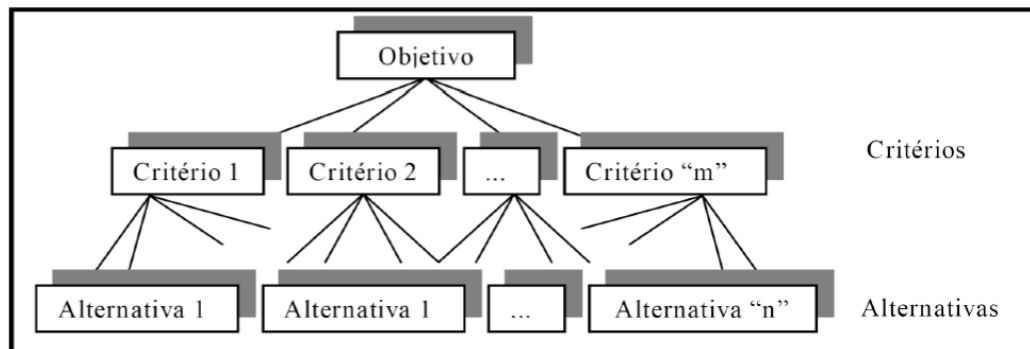
O Método AHP, após a divisão do problema em níveis hierárquicos, determina, por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao final do método (Silva & Belderrain, 2005).

O decisor deve efetuar a estruturação do problema em estudo, combinando os critérios e alternativas segundo os diversos níveis hierárquicos necessários, para que se obtenha uma representação mais fiel possível do problema (Tavares, 2015). Dessa forma, determinam-se as alternativas do problema, que serão analisadas em cada critério do nível hierárquico mais baixo. (Silva & Belderrain, 2005).

A estruturação do problema deve ser feita de tal forma que os critérios aplicados em cada nível devem ser homogêneos e não redundantes. Ou seja, os critérios de um determinado nível devem apresentar o mesmo grau de importância relativa dentro do seu nível (homogeneidade), e um critério de um determinado nível deve ser independente em relação aos critérios dos níveis inferiores (não redundância) (Silva & Belderrain, 2005).

A figura 7 ilustra como deve ser construída a estrutura hierárquica básica de um problema de decisão.

Figura 7 - Estrutura hierárquica básica



Fonte: Marins et al (2009).

Depois de construir a hierarquia, cada decisor deve fazer uma comparação, par a par, de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque do nível imediatamente superior. (Silva & Belderrain, 2005).

4.1.2 Escala de valor

Para o julgamento de cada uma das importâncias relativas previstas, o AHP adota uma escala proposta por Thomas Saaty, em 1980, denominada escala fundamental de Saaty, para padronização dos julgamentos de valor emitidos pelos decisores (Saaty, 1990 apud Tavares, 2015).

O julgamento par-a-par dos elementos de um nível da hierarquia é feito à luz de cada elemento em conexão ao nível superior, compondo as matrizes de julgamento (Trevizano & Freitas, 2005 apud Marins, 2009).

A escala fundamental de Saaty é uma escala linear que varia de 1 a 9, onde critérios com o mesmo nível de importância são comparados par-a-par. A escala numérica pode ser entendida verbalmente como é apresentado na tabela 8.

Tabela 8 - Escala fundamental de Saaty

| Escala numérica | Escala Verbal | Explicações |
|-----------------|--|---|
| 1 | Igual importância | As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo. |
| 3 | Importância pequena de uma sobre a outra | A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra. |
| 5 | Importância grande ou essencial | A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra. |
| 7 | Importância muito grande ou demonstrada | Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra, sua dominação de importância é demonstrada na prática |
| 9 | Importância absoluta | A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza. |
| 2,4,6,8 | Valores intermediários | Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições |

Fonte: Saaty (1991) apud Briozo & Musetti (2015).

Usualmente aplicam-se questionários para facilitar o entendimento da escala fundamental de Saaty no uso do método AHP, para depois efetuar a modelagem dos dados com as matrizes. (Tavares 2015).

Sato (2005) apud Tavares (2015) disponibiliza um modelo de questionário onde o tomador de decisão visualiza os elementos que está comparando. A Figura 8 demonstra uma adaptação do questionário, onde é realizada a comparação entre alternativas (comparação na localização de armazéns).

Posteriormente as marcações são transformadas nos valores da escala de Saaty. Neste contexto, a posição do meio é atribuída o valor 1, para a esquerda, varia de 1/3 a 1/9, e para a direita varia de 3 a 9 (Anexo1).

Figura 8 - Questionário de Sato

Fonte: Sato, 2005 apud Tavares, 2015.

O estudo do processo decisão pelo Método AHP pode ser dividido em duas etapas: a estruturação hierárquica do problema de decisão e, a modelagem do método propriamente dito (Tavares, 2015).

4.1.3 Modelagem do método

Definida a estrutura hierárquica, realizou-se a comparação par a par de cada alternativa dentro de cada critério do nível imediatamente superior, ou seja, para cada critério serão relacionadas as alternativas devidamente aplicadas na Escala Fundamental (Silva & Belderrain, 2005).

Para cada nível da hierarquia é realizada uma comparação de todos os critérios aos pares, à luz de cada um dos elementos ligados a camada superior da hierarquia, em seguida são comparadas os subcritérios e as alternativas, gerando matrizes específicas e uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método (Tavares, 2015).

Marins et al (2009) expõem que a quantidade de julgamentos necessários para a construção de uma matriz de julgamentos genérica A é $n(n-1)/2$, onde n é o número de elementos pertencentes a esta matriz. Os elementos de A são definidos pelas condições:

Figura 9 - Exemplo de matriz paritária das alternativas

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}, \text{ onde:}$$

$$\begin{aligned} a_{ij} &> 0 \Rightarrow \text{positiva} \\ a_{ij} &= 1 \therefore a_{ji} = 1 \\ a_{ij} &= 1/a_{ji} \Rightarrow \text{recíproca} \\ a_{ik} &= a_{ij} \cdot a_{jk} \Rightarrow \text{consistência} \end{aligned}$$

Fonte: Marins et al, 2009.

Xavier, 2009, demonstra o processo de cálculo do método:

Com base nos valores da matriz são efetuados uma série de cálculos para que se encontre a melhor alternativa.

A equação (1) apresenta o valor do impacto da alternativa j em relação à alternativa i:

$$Vi(Aj), j = 1 \quad (1)$$

Em seguida os resultados são normalizados conforme a equação (2) a seguir, onde n é o número de alternativas comparadas:

$$\sum_{i=1} V_i(A_j) = 1, j = 1, \dots, n \quad (2)$$

Cada componente do somatório é calculado assim pela equação (3):

$$V_i(A_j) = a_{ij} / \sum_{i=1} a_{ij}, j = 1, \dots, n \quad (3)$$

Na equação (4) temos o vetor de prioridades da alternativa i em relação ao critério C_k é:

$$V_k(A_i) = V_i(A_j) / n, i = 1, \dots, n \quad (4)$$

Além do cálculo do vetor de prioridade das alternativas, é necessário que se calcule também o vetor de prioridade dos critérios, normalizados.

Na equação (5), m é o número de critérios em um mesmo nível.

$$W_i(C_j) = C_{ij} / \sum_{i=1} C_{ij}, j = 1, \dots, m \quad (5)$$

O próximo passo é o cálculo do vetor prioridade dos critérios, que é dado pela equação (6):

$$W_i(C_i) = \sum_{i=1} w(C_j) / m, i = 1, \dots, m \quad (6)$$

Por fim, as alternativas são classificadas conforme seus valores finais, que são seus respectivos graus de importância no critério multiplicado pela importância relativa de cada critério, com as notas agregadas para obter um valor único ao fim da etapa de cálculos.

O n da equação (7) corresponde ao número de alternativas avaliadas.

$$f(A_j) = \sum_{i=1} w(C_j) \times v(A_j), j = 1, \dots, n \quad (7)$$

4.1.4 Análise de Consistência

A análise de consistência visa validar os dados inseridos na matriz, ou seja, confirma a validade dos julgamentos.

O método AHP se propõe a calcular a Razão de Consistência dos julgamentos, denotada por $RC = IC/IR$, onde IR é o Índice de Consistência Randômico obtido para uma matriz recíproca de ordem n , com elementos não-negativos e gerada randomicamente. O Índice de Consistência (IC) é dado por $IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$, onde λ_{\max} é o maior autovalor da matriz de julgamentos. (Trevizano & Freitas, 2005 apud Marins et al 2009).

A razão de consistência por Saaty foi obtida pela equação (8):

$$RC = IC/IR \quad (8)$$

Segundo Gomes et al., (2004) apud Tavares, (2015), o *IR* é um índice aleatório, calculado para matrizes quadradas de ordem *n*. Este índice varia de acordo com a ordem da matriz desejada (número de alternativas). Alguns valores são demonstrados na tabela 9:

Tabela 9 - Índices de inconsistência aleatória para até sete alternativas

| N | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----|------|------|------|------|------|------|
| IR | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 |

Fonte: Saaty, 1980 apud Tavares, 2015.

Quanto maior for o RC maior será a inconsistência, sendo considerada aceitável para um valor menor ou igual a 0,10 (Gomes et al., 2004 apud Tavares, 2015).

Se o índice de consistência excede 0,10 os julgamentos não são confiáveis e o teste não é válido (Saaty, 1980 apud Tavares, 2015).

4.2 SOFTWARE

O software SuperDecisions foi usado para tomada de decisão por meio de Analytic Hierarchy Process (AHP) e o Analytic Network Process (ANP). Este software fornece ferramentas para criar e gerenciar modelos AHP e ANP, inserir seus julgamentos, obter resultados e realizar análises de sensibilidade nos resultados.

O software Super Decisions implementa o Analytic Network Process (ANP) para solução de problemas por meio de uma teoria matemática para tomada de decisão desenvolvida por Thomas L. Saaty. O ANP é uma extensão do Analytic Hierarchy Process (AHP) que envolve a decomposição de um problema em seus elementos de decisão, numa estrutura hierárquica, fazendo julgamentos sobre a importância relativa dos pares de elementos e sintetizando os resultados.



5. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Após o estudo dos aspectos gerais da malha hidroviária e das linhas de transporte de passageiros da Amazônia, foi escolhida a linha Belém Macapá para modelar o estudo de caso. A linha Belém-Macapá foi escolhida por ter um tempo de viagem relativamente curto, quando comparado às demais linhas interestaduais da Amazônia, um número de embarcações satisfatório para o espaço amostral da pesquisa e uma operação de viagens regular.

O estudo de caso visou elaborar um procedimento padrão para seleção e avaliação do transporte hidroviário de passageiros por meio de metodologia multicritério.

A linha Belém-Macapá (Santana) tem 514 km, aproximadamente 278 milhas náuticas, o tempo de viagem varia entre 22 a 28 horas nos navios e entre 12 a 18 horas na lancha. Os terminais de destino que ligam a linha são: o Terminal Hidroviário Luiz Rebelo Neto, em Belém do Pará, e o Porto do Grego em Santana município vizinho a Macapá, estado do Amapá.

| Embarcações linha Belém-Macapá (Santana) | |
|---|-----------------|
|  | BRENO |
|  | ANA BEATRIZ III |

| | |
|---|----------------|
|  | ANA BEATRIZ IV |
|  | ANA BEATRIZ VI |

Fonte: Autor.

As embarcações que fazem o transporte dessa linha e a tarifa aplicada estão demonstradas na tabela 10.

Tabela 10 - Embarcações Linha Belém-Macapá (Santana)

| Embarcação | Tipo | Tarifa | | | |
|-----------------|--------|--------|--------------------|--------------------|----------|
| | | Rede | Suíte 2 pessoas | Suíte 3 pessoas | Poltrona |
| Breno | Navio | R\$170 | R\$550 | R\$700 | - |
| Ana Beatriz III | Navio | R\$170 | R\$550 | R\$700 | - |
| Ana Beatriz IV | Navio | R\$170 | R\$550 | R\$700 | - |
| Ana Beatriz VI | Lancha | - | - | - | R\$250 |

Fonte: Terminal Hidroviário Luiz Rebelo Neto

A movimentação de passageiros anual nessa linha segundo a ANTAQ (2018) é de 69.120 passageiros, com projeção de 109.205 passageiros em 2026.

Após a análise das características da linha escolhida foram definidos os critérios e subcritérios, para classificar a embarcação. Com a aplicação da metodologia AHP, é possível criar uma estruturação hierárquica do problema de decisão.

5.1 ESTRUTURA HIERÁRQUICA

As alternativas da estrutura hierárquica são as embarcações que transportam os passageiros na linha Belém-Macapá (Santana).

A criação da estrutura hierárquica baseada em Cardoso (2013) definiu os critérios e subcritérios que serão analisados no processo decisório. Foram definidos como critério e subcritérios os principais elementos que os passageiros conseguem ter percepção ao longo de uma viagem, são eles:

a) acesso:

- Acesso à embarcação: são as condições de acesso do terminal para a embarcação, assim como as estruturas flutuantes, rampas ou escadas de acesso;
- Mobilidade: são as condições de mobilidade interna dentro da embarcação, áreas de circulação e acesso de um convés ao outro;

b) segurança:

- equipamentos de salvatagem: são as condições dos equipamentos, a presença de instruções de uso e a facilidade de acesso a esses equipamentos;
- equipamentos de combate a incêndio: são as condições dos equipamentos, verificação da presença ou ausência destes;
- sinalização: são as placas de sinalização, identificação das áreas comuns, equipamentos, locais de acomodação;

c) acomodação:

- rede: área do convés destinada para alocação de redes;

- camarote: área de camarote;
- poltronas: área de poltronas;
- área de acomodação de bagagem: local específico para acomodação das bagagens dos passageiros (bagageiro, porão,...);

d) entretenimento:

- televisão: presença de televisão para o entretenimento do passageiro ao longo da viagem;
- wi-fi: presença e qualidade de acesso ao sinal de wi-fi para o entretenimento do passageiro ao longo da viagem;

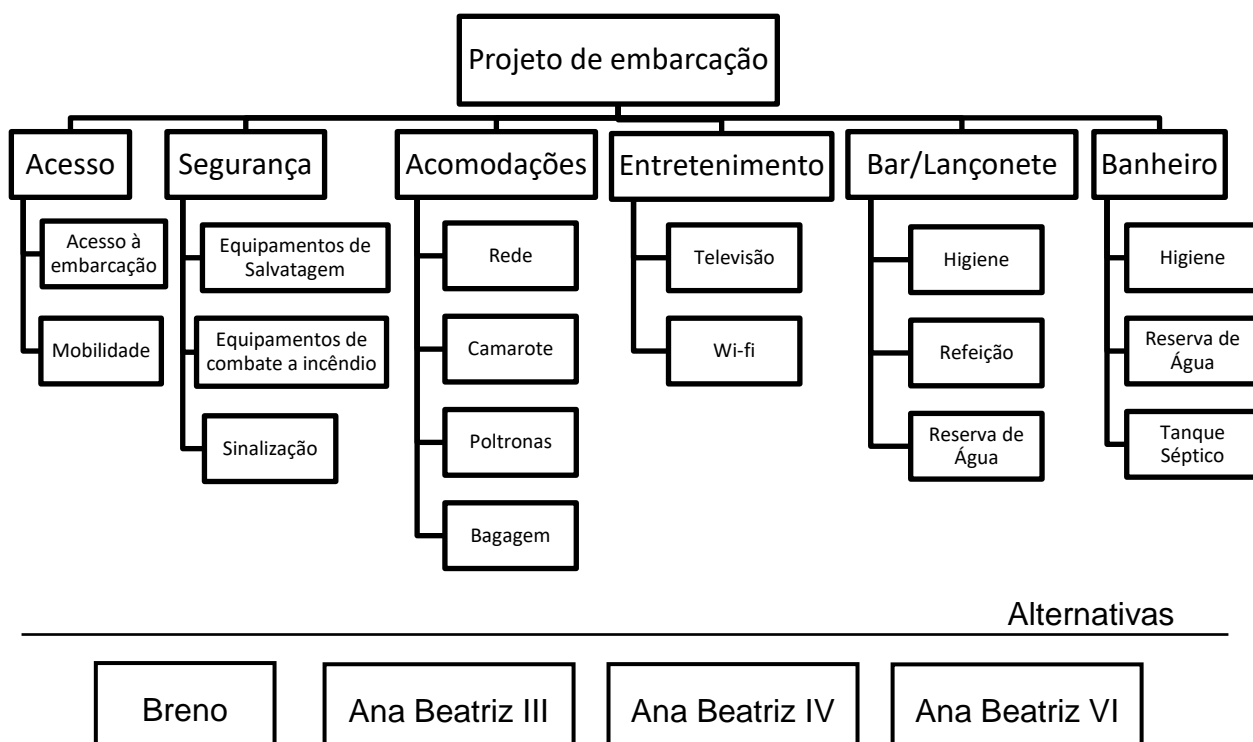
e) bar/lanchonete:

- higiene: condições de higiene das áreas de refeição (bar/lanchonete);
- refeição: qualidade e condições da refeição;
- reserva de água: presença de reservatório de água para atender as áreas de cozinha, bar e lanchonete;

f) banheiro:

- higiene: condições de higiene dos banheiros;
- reserva de água: presença de reservatório de água para atender os banheiros (banho, pias, descarga);
- tanque séptico: presença de tanque séptico para coleta de dejetos.

Figura 10 - Modelo hierárquico de estruturação do problema.



Fonte: Autor, 2018 adaptado de Cardoso, 2013.

Após a etapa de levantamento das alternativas e dos critérios e subcritérios de avaliação, fez-se a avaliação das alternativas segundo cada critério e subcritério (julgamento da importância).

Para tal, fez-se necessário a montagem de um questionário (anexo 1), de modo a padronizar as respostas, seguindo o que foi proposto por Sato (2005) apud Tavares (2015), um questionário para avaliação onde a posição do meio é atribuída o valor 1, para a esquerda, varia de 1/3 a 1/9, e para a direita varia de 3 a 9.

Para o preenchimento do questionário de avaliação dos critérios e subcritérios, foram entrevistados usuários do transporte e foram selecionados seis especialistas com atuação reconhecida na área de transporte, porém com ângulos de observação diferentes.

Os especialistas são:

Especialista 1: Tem experiência na área de Engenharia Naval e Oceânica, com ênfase em Projetos de Embarcações, atuando principalmente nos seguintes

temas: projeto de embarcação de passageiros, hidrovias, portos e transporte Aquaviário.

Especialista 2: atua nas áreas de desenvolvimento de projeto portuário, projetos de embarcações, vistorias e inspeções de embarcações e componentes.

Especialista 3: Possui experiência em Projetos Navais, Projetos Portuários, Estudos de Viabilidade (EVTEA), Estudos Logísticos e de Navegação com ênfase em Modelagem Hidrológica, Portos e Vias Navegáveis; Projeto e Construção de Obras de Infraestrutura Hidroviária e Portuária.

Especialista 4: atua na área de Engenharia Naval, Engenharia Mecânica.

Especialista 5: Tem experiência na Área de Engenharia Civil e Naval, com ênfase em Modelagem Hidrológica, Portos e Vias Navegáveis; Projeto e Construção de Obras de Infraestrutura Hidroviária e Portuária. Atuando principalmente em: Modelagens Hidrológica, Projetos e Obras Hidroviárias, Hidrodinâmica de Canais, Projetos e Obras de Infraestrutura Portuária, Projetos e Obras de Transporte Hidroviário.

O espaço amostral do número de usuários entrevistados teve como referência a movimentação anual fornecida pela ANTAQ. Esse espaço amostral foi calculado através de uma planilha eletrônica por estatística inferencial com intervalo de confiança de 90% e erro de 5%. Dessa forma, em uma população anual estimada entre 69.120 e 109.205 passageiros o espaço amostral foi de 270 entrevistados.

Os passageiros foram entrevistados no Terminal Hidroviário Luiz Rebelo Neto, em Belém do Pará, nos meses de outubro e novembro de 2017. O modelo de questionário utilizado consta no Anexo I. Os especialistas responderam ao mesmo questionário de maneira eletrônica.

As perguntas do questionário comparam cada critério e subcritério em um mesmo nível. As comparações estão de acordo com a escala fundamental de Saaty que varia de 1 a 9.

Após todos os questionários aplicados os dados foram transferidos para uma planilha eletrônica e para o cálculo do valor final de cada critério foi calculada a média geométrica.

Rabanni e Rabanni (1996) apud Wolff (2008), concluem que a média geométrica é a única média que funciona para o método AHP. O recíproco da média geométrica de um conjunto de julgamentos é a média dos recíprocos. Isto não é verdade com a média aritmética ou qualquer outra média.

A equação (9) apresenta a fórmula da média geométrica que se dá pela raiz enésima dos n elementos multiplicados entre si. Onde n é o número de elementos.

$$\sqrt[n]{a \times b \times c \dots \times n} \quad (9)$$

Saaty & Vargas (2003) apud Wolff (2008) fazem um estudo das decisões em grupo e consideram que a média geométrica é a única válida para sintetização dos julgamentos em grupo.

Foi realizada em campo uma avaliação com as quatro embarcações, onde cada critério e subcritério foram julgados como: inexistente, ruim, regular, bom e ótimo. Essa análise levou em consideração as condições e estados de cada critério e subcritério no momento da pesquisa in loco. A avaliação das embarcações encontram-se no Anexo 2.

Após esse processo usou-se os dados apurados como inputs (dados de entrada) no software *Super Decisions*.

5.2 FLUXOGRAMA

| ETAPA | ORDEM DO PROCESSO | | FERRAMENTA |
|-------|--|--|------------|
| 1 | CRIAÇÃO DA ESTRUTUA HIERÁRQUICA BÁSICA | | SOFTWARE |
| 2 | ESCOLHA DOS DECISORES | | |
| 3 | 270 USUÁRIOS | 5 ESPECIALISTAS | EXCEL |
| 4 | APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS | APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS | ANEXO 1 |
| 5 | RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS | RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS | EXCEL |
| 6 | MÉDIA GEOMÉTRICA DOS RESULTADOS | MÉDIA GEOMÉTRICA DOS RESULTADOS | EXCEL |
| 7 | CRIAÇÃO DA MATRIZ A PARTIR DOS RESUATADOS | CRIAÇÃO DA MATRIZ A PARTIR DOS RESULTADOS | SOFTWARE |
| 8 | ANÁLISE DE CONCISTÊNCIA | ANÁLISE DE CONCISTÊNCIA | SOFTWARE |
| 9 | AVALIAÇÃO DAS EMBARCAÇÕES IN LOCO | | ANEXO 2 |
| 10 | CRIAÇÃO DA ESCALA DAS ALTERNATIVAS (EMBARCAÇÕES) | CRIAÇÃO DA ESCALA DAS ALTERNATIVAS (EMBARCAÇÕES) | SOFTWARE |
| 11 | OBTENÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS | OBTENÇÃO DA PRIORIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS | SOFTWARE |
| 12 | OBTENÇÃO DO RANQUEAMENTO DAS ALTERNATIVAS | OBTENÇÃO DO RANQUEAMENTO DAS ALTERNATIVAS | SOFTWARE |

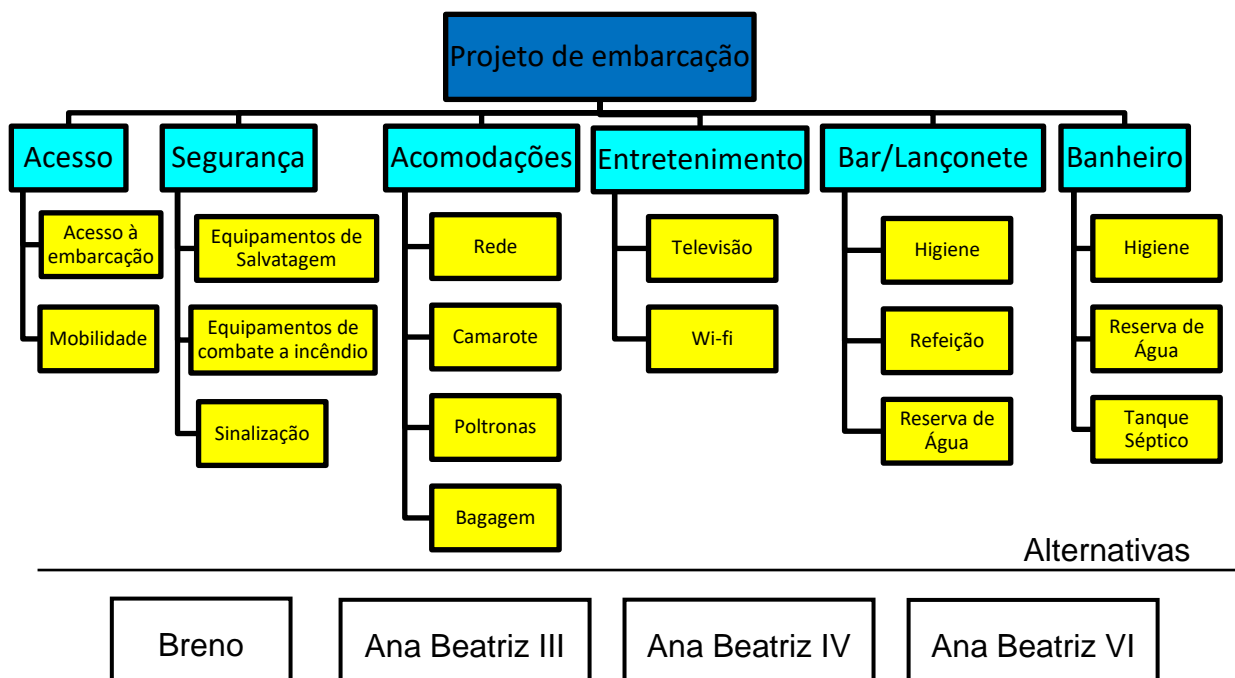
5.3 Aplicação do AHP via software Super Decisions

1º Passo: criar os clusters 'Goal', 'Criteria' e 'Subcriterias'.

GOAL > **CRITERIA** > **SUBCRITERIA**

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

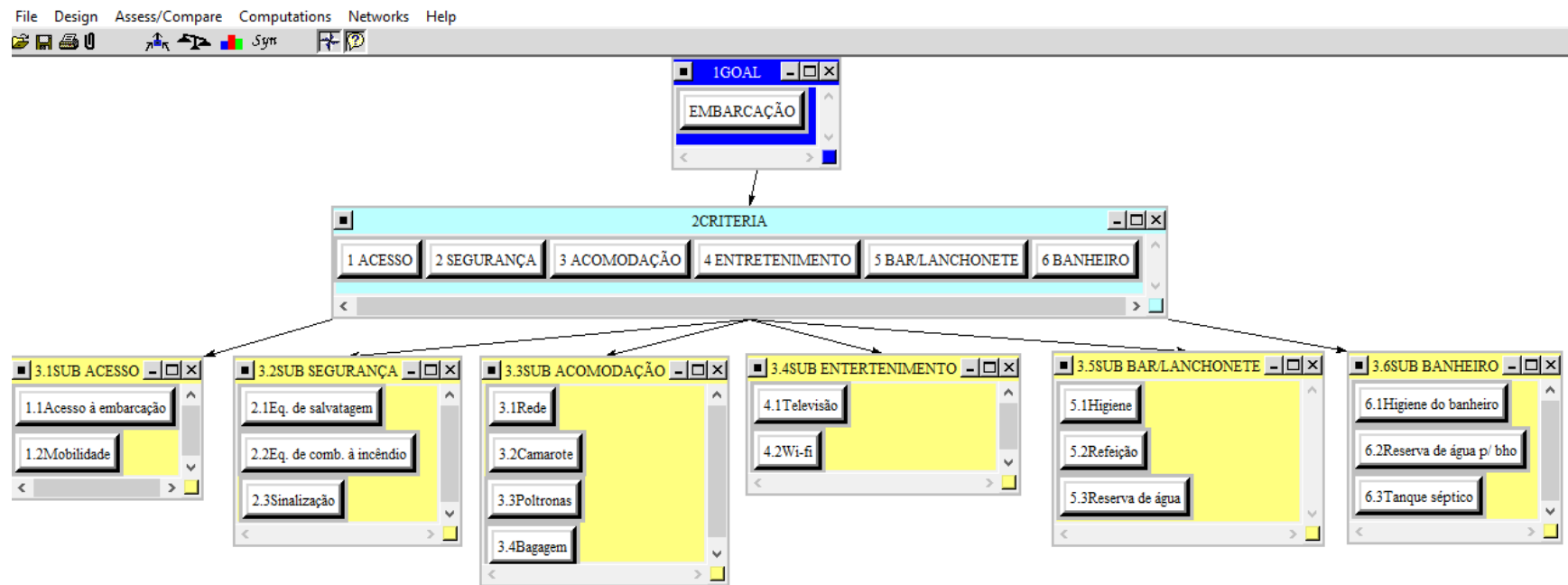
Figura 11 - Criação da estrutura hierárquica no software



Fonte: Autor, 2018.

3º Passo: Conectar os critérios com o objetivo geral e os subcritérios com seus respectivos critérios, conforme a figura a seguir.

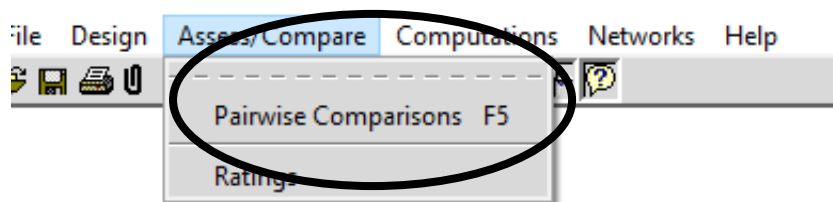
Figura 12 - Estrutura hierárquica no Software



Fonte: Super Decisions Software, 2018.

4º Passo: Fazer as comparações entre cada critério e subcritério.

Figura 13 - Pairwise Comparisons.



Fonte: Super Decisions Software, 2018.

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

Os dados dos questionários tanto dos usuários quanto dos especialistas foram trabalhados em planilha eletrônica. Com a média geométrica calculada resultaram os valores de entrada que foram lançados no software no formato de questionário, como mostrado na figura a seguir:

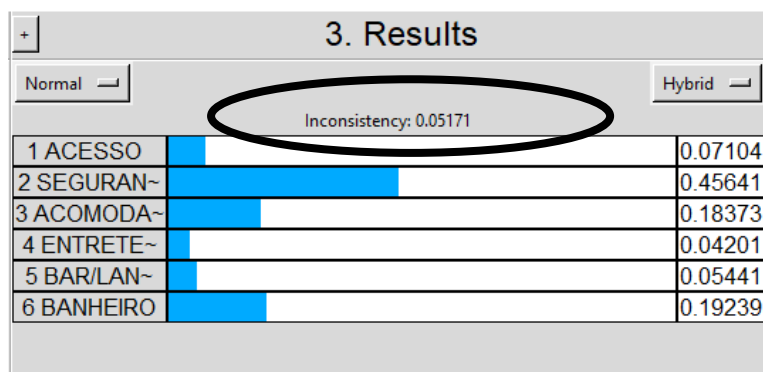
Figura 14 - Comparação dos critérios em formato de questionário.

| 1. Choose | | 2. Node comparisons with respect to EMBARCAÇÃO | |
|----------------|------------------|---|------------------------------------|
| Node | Cluster | Graphical | Verbal Matrix Questionnaire Direct |
| Choose Node | | Comparisons wrt "EMBARCAÇÃO" node in "2CRITERIA" cluster | |
| EMBARCAÇÃO | | 5 BAR/LANCHONETE is ?????? more important than 6 BANHEIRO | |
| Cluster: 1GOAL | | | |
| Choose Cluster | | | |
| 2CRITERIA | | | |
| 1. | 1 ACESSO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 2 SEGURANÇA |
| 2. | 1 ACESSO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 3 ACOMODAÇÃO |
| 3. | 1 ACESSO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 4 ENTRETENIMENT |
| 4. | 1 ACESSO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 5 BAR/LANCHONETE |
| 5. | 1 ACESSO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 6 BANHEIRO |
| 6. | 2 SEGURANÇA | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 3 ACOMODAÇÃO |
| 7. | 2 SEGURANÇA | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 4 ENTRETENIMENT |
| 8. | 2 SEGURANÇA | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 5 BAR/LANCHONETE |
| 9. | 2 SEGURANÇA | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 6 BANHEIRO |
| 10. | 3 ACOMODAÇÃO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 4 ENTRETENIMENT |
| 11. | 3 ACOMODAÇÃO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 5 BAR/LANCHONETE |
| 12. | 3 ACOMODAÇÃO | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 6 BANHEIRO |
| 13. | 4 ENTRETENIMENT | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 5 BAR/LANCHONETE |
| 14. | 4 ENTRETENIMENT | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 6 BANHEIRO |
| 15. | 5 BAR/LANCHONETE | >=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 | No comp. 6 BANHEIRO |

Fonte: Super Decisions Software, 2018.

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

Figura 15 - Resultado da Inconsistência



Fonte: Super Decisions Software, 2018.

Nessa etapa o software já calcula os valores dos pesos de cada critério e subcritério.

6º Passo: Criar as alternativas e definir as escalas de avaliação. A escala de avaliação de cada alternativa foi julgada em: inexistente, ruim, regular, bom, ótimo.

Figura 16 - Criação e avaliação das alternativas

| Super Decisions Ratings | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|----------|----------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| | Priorities | Totals | 1 ACESSO 0.035501 | 2 SEGURANÇA 0.228479 | 3 ACOMODAÇÃO 0.093173 | 4 ENTRETENIMENTO 0.020985 | 5 BAR/LANCHONETE 0.027190 | 6 BANHEIRO 0.094672 |
| BRENO | 0.289026 | 0.296410 | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| ANA BEATRIZ III | 0.371337 | | REGULAR | REGULAR | BOM | RUIM | BOM | BOM |
| ANA BEATRIZ IV | 0.000000 | 0.000000 | | | | | | |
| ANA BEATRIZ VI | 0.339638 | 0.348315 | BOM | REGULAR | BOM | BOM | REGULAR | REGULAR |

Fonte: Super Decisions Software, 2018.

Os dados que compõem os atributos de cada alternativa representam a pontuação final que cada embarcação terá no ranking.

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

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS USUÁRIOS

Na tabela 11 encontra-se a matriz comparativa dos critérios formada a partir dos julgamentos dos usuários.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 11 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do critério de cada coluna sobre o critério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$).

Como temos na tabela 11 que o valor de $a_{21} = 5$, isso significa que o critério segurança na escala de Saaty tem importância grande ou essencial (valor 5) em relação ao critério acesso, na opinião dos usuários.

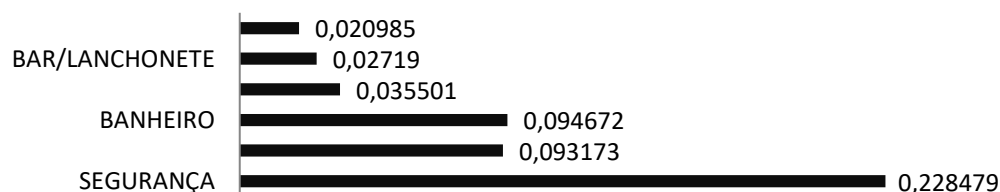
Tabela 11 - Matriz comparativa dos critérios (usuários)

| | Acesso | Seg. | Acomod. | Entre. | Bar/lanc. | Bho. |
|----------------|--------|------|---------|--------|-----------|------|
| Acesso | 1 | 0,20 | 0,25 | 2 | 2 | 0,25 |
| Segurança | 5 | 1 | 5 | 6 | 6 | 3 |
| Acomodação | 4 | 0,20 | 1 | 5 | 4 | 1 |
| Entretenimento | 0,50 | 0,17 | 0,20 | 1 | 0,50 | 0,25 |
| Bar/lanchonete | 0,50 | 0,17 | 0,25 | 2 | 1 | 0,25 |
| Banheiro | 4 | 0,33 | 1,00 | 4 | 4 | 1,0 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 17 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos critérios.

Figura 17 - Resultado da matriz comparativa dos critérios (usuários)



Inconsistência = $0,05185 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que os critérios Segurança, Banheiro e Acomodação são os mais importantes do ponto de vista do usuário.

Na tabela 12 encontra-se a matriz comparativa do subcritério acesso, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 12 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do critério de cada coluna sobre o critério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$).

Para os subcritérios acesso os usuários julgaram ambos como de importância (valor 1) na escala de Saaty.

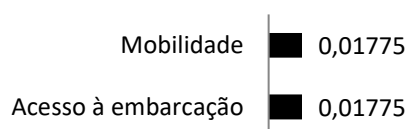
Tabela 12 - Matriz comparativa do critério Acesso (usuários)

| | Acesso à embarcação | Mobilidade |
|---------------------|---------------------|------------|
| Acesso à embarcação | 1 | 1 |
| Mobilidade | 1 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 18 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 18 - Resultado da matriz comparativa do critério Acesso (usuários)



Inconsistência = 0,00 ≤ 0,10

Fonte: Autor, 2018.

Devido ao igual julgamento dos subcritérios o índice relativo à inconsistência da matriz foi igual a 0, ou seja, aceitável.

O resultado obtido foi de que os subcritérios tem igual importância.

Na tabela 13 encontra-se a matriz comparativa do subcritério segurança, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 13 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 13 que o valor de $a_{12} = 2$, isso significa que o subcritério equipamento de combate à incêndio na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério equipamento de salvatagem, na opinião dos usuários.

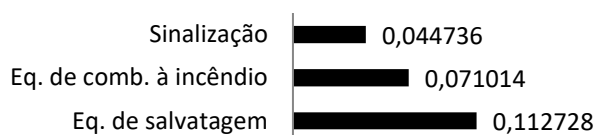
Tabela 13 - Matriz comparativa do critério Segurança (usuários)

| | Eq. de salvatagem | Eq. de comb. à incêndio | Sinalização |
|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| Eq. de salvatagem | 1 | 2 | 2 |
| Eq. de comb. à incêndio | 0,5 | 1 | 2 |
| Sinalização | 0,5 | 0,5 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 19 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 19 - Resultado da matriz comparativa do critério Segurança (usuários)



Inconsistência = $0,05156 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Segurança foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o subcritério Equipamento de salvatagem é o mais importantes do ponto de vista do usuário.

Na tabela 14 encontra-se a matriz comparativa do subcritério acomodação, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 14 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 14 que o valor de $a_{12} = 2$,

isso significa que o subcritério rede na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério camarote, na opinião dos usuários.

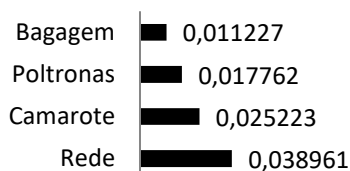
Tabela 14 - Matriz comparativa do critério Acomodação (usuários)

| | Rede | Camarote | Poltronas | Bagagem |
|-----------|------|----------|-----------|---------|
| Rede | 1 | 2 | 2 | 3 |
| Camarote | 0,5 | 1 | 2 | 2 |
| Poltronas | 0,5 | 0,5 | 1 | 2 |
| Bagagem | 0,33 | 0,5 | 0,5 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 20 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 20 - Resultado da matriz comparativa do critério Acomodação (usuários)



Inconsistência = $0,02660 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Acomodação foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que os subcritérios área de rede e camarote são o mais importantes do ponto de vista do usuário.

Na tabela 15 encontra-se a matriz comparativa do subcritério entretenimento, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 15 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 15 que o valor de $a_{21} = 2$, isso significa que o subcritério wi-fi na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério televisão, na opinião dos usuários.

Tabela 15 - Matriz comparativa do critério Entretenimento (usuários)

| | Televisão | Wi-fi |
|-----------|-----------|-------|
| Televisão | 1 | 0,5 |
| Wi-fi | 2 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 21 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 21 - Resultado da matriz comparativa do critério Entretenimento (usuários)

Inconsistência = $0,00 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Entretenimento foi igual a 0, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o subcritério wi-fi é o mais importantes do ponto de vista do usuário.

Na tabela 16 encontra-se a matriz comparativa do subcritério bar/lanchonete, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

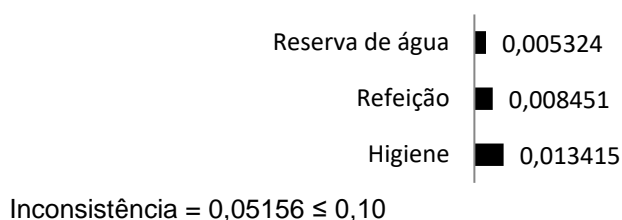
Os valores preenchidos na matriz da tabela 16 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 16 que o valor de $a_{31} = 2$, isso significa que o subcritério higiene na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério reserva de água, na opinião dos usuários.

Tabela 16 - Matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (usuários)

| | Higiene | Refeição | Reserva de água |
|-----------------|---------|----------|-----------------|
| Higiene | 1 | 2 | 2 |
| Refeição | 0,5 | 1 | 2 |
| Reserva de água | 0,5 | 0,5 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 22 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 22 - Resultado da matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (usuários)

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Bar/Lanchonete foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o subcritério higiene é o mais importantes do ponto de vista do usuário.

Na tabela 17 encontra-se a matriz comparativa do subcritério banheiro, formada a partir dos julgamentos dos usuários.

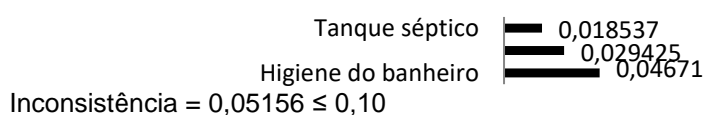
Os valores preenchidos na matriz da tabela 17 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os usuários, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 17 que o valor de $a_{31} = 2$, isso significa que o subcritério higiene do banheiro na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério tanque séptico, na opinião dos usuários.

Tabela 17 - Matriz comparativa do critério Banheiro (usuários)

| | Higiene do banheiro | Reserva de água p/ bho | Tanque séptico |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------|
| Higiene do banheiro | 1 | 2 | 2 |
| Reserva de água p/ bho | 0,5 | 1 | 2 |
| Tanque séptico | 0,5 | 0,5 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 23 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 23 - Resultado da matriz comparativa do critério Banheiro (usuários)

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Banheiro foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o subcritério higiene é o mais importante do ponto de vista do usuário.

Na tabela 18 apresentam-se a composição das notas de prioridade de todos os critérios.

Tabela 18 - Prioridade dos critérios e subcritérios (usuários)

| Critérios | Peso | Subcritério | Peso |
|----------------|----------|---------------------------|----------|
| Segurança | 0,228479 | Eq. de Salvatagem | 0,112728 |
| | | Eq. de combate à incêndio | 0,071014 |
| | | Sinalização | 0,044736 |
| Banheiro | 0,094672 | Reserva de água | 0,29425 |
| | | Higiene | 0,04671 |
| | | Tanque Séptico | 0,018537 |
| Acomodação | 0,093173 | Rede | 0,038961 |
| | | Camarote | 0,025223 |
| | | Poltronas | 0,017762 |
| | | Bagagem | 0,011227 |
| Acesso | 0,035501 | Acesso à embarcação | 0,01775 |
| | | Mobilidade | 0,01775 |
| Bar/Lanchonete | 0,02719 | Higiene | 0,013415 |
| | | Refeição | 0,008451 |
| | | Reserva de água | 0,005324 |
| Entretenimento | 0,02719 | Wi-fi | 0,01399 |
| | | Televisão | 0,006995 |

Fonte: Autor, 2018.

Após o resultado dos pesos de cada critério e subcritério obtém-se o ranking das embarcações, como ilustrado na figura 24. O navio Ana Beatriz IV teve a melhor nota, seguido do navio Ana Beatriz III, da lancha Ana Beatriz VI e por último o navio Breno. Isso significa que das prioridades atribuídas pelos usuários a embarcação Ana Beatriz IV foi a que melhor atendeu os critérios e subcritérios nas suas ordens de importância.

Figura 24 - Ranking das alternativas segundo os usuários



Fonte: Autor, 2018.

6.2 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DOS ESPECIALISTAS

Na tabela 19 encontra-se a matriz comparativa dos critérios formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

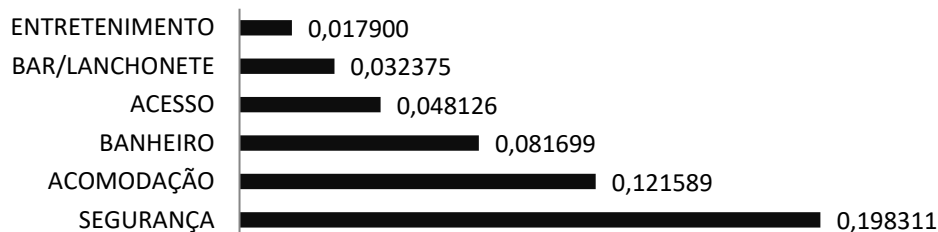
Os valores preenchidos na matriz da tabela 19 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do critério de cada coluna sobre o critério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 19 que o valor de $a_{42} = 7$, isso significa que o critério segurança na escala de Saaty tem importância muito grande (valor 7) em relação ao critério entretenimento, na opinião dos especialistas.

Tabela 19 - Matriz comparativa dos critérios (especialistas)

| | Acesso | Seg. | Acomod. | Entre. | Bar/lanc. | Bho. |
|----------------|--------|------|---------|--------|-----------|------|
| Acesso | 1 | 0,25 | 0,50 | 3 | 1 | 1 |
| Segurança | 4 | 1 | 3 | 7 | 4 | 3 |
| Acomodação | 2 | 0,33 | 1 | 7 | 7 | 2 |
| Entretenimento | 0,33 | 0,14 | 0,14 | 1 | 0,33 | 0,33 |
| Bar/lanchonete | 1 | 0,25 | 0,14 | 3 | 1 | 0,17 |
| Banheiro | 1 | 0,33 | 0,33 | 3 | 6 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 25 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos critérios.

Figura 25 - Resultado da matriz comparativa dos critérios (especialistas)

Inconsistência = $0,09177 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz dos critérios foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que os critérios Segurança, Acomodação e Banheiro são os mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 20 encontra-se a matriz comparativa do subcritério acesso, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

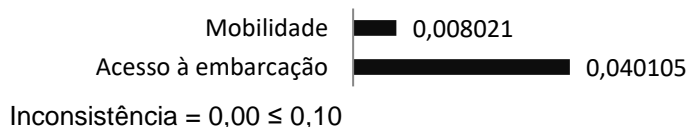
Os valores preenchidos na matriz da tabela 20 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 20 que o valor de $a_{21} = 5$, isso significa que o subcritério acesso à embarcação na escala de Saaty tem importância grande (valor 5) em relação ao subcritério mobilidade, na opinião dos especialistas.

Tabela 20 - Matriz comparativa do critério Acesso (especialistas)

| | Acesso à embarcação | Mobilidade |
|---------------------|---------------------|------------|
| Acesso à embarcação | 1 | 5 |
| Mobilidade | 0,2 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 26 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 26 - Resultado da matriz comparativa do critério Acesso (especialistas)

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Acesso foi igual a 0, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o subcritério acesso à embarcação é o mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 21 encontra-se a matriz comparativa do subcritério segurança, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

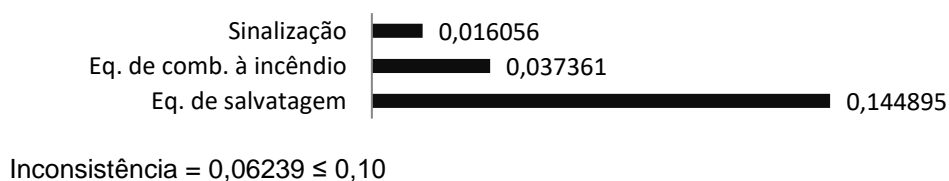
Os valores preenchidos na matriz da tabela 21 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 21 que o valor de $a_{31} = 7$, isso significa que o subcritério equipamento salvatagem na escala de Saaty tem importância muito grande (valor 7) em relação ao subcritério sinalização, na opinião dos especialistas.

Tabela 21 - Matriz comparativa do critério Segurança (especialistas)

| | Eq. de salvatagem | Eq. de comb. à incêndio | Sinalização |
|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| Eq. de salvatagem | 1 | 5 | 7 |
| Eq. de comb. à incêndio | 0,20 | 1 | 3 |
| Sinalização | 0,14 | 0,33 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 27 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 27 - Resultado da matriz comparativa do critério Segurança (especialistas)

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Segurança foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o critério Equipamento de salvatagem é o mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 22 encontra-se a matriz comparativa do subcritério acomodação, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 22 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 22 que o valor de $a_{21} = 1$, isso significa que o subcritério rede na escala de Saaty tem mesma importância (valor 1) em relação ao subcritério camarote, na opinião dos especialistas.

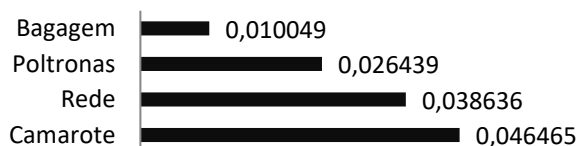
Tabela 22 - Matriz comparativa do critério Acomodação (especialistas)

| | Rede | Camarote | Poltronas | Bagagem |
|-----------|------|----------|-----------|---------|
| Rede | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Camarote | 1 | 1 | 3 | 3 |
| Poltronas | 1 | 0,33 | 1 | 3 |
| Bagagem | 0,20 | 0,33 | 0,33 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 28 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 28 - Resultado da matriz comparativa do critério Acomodação (especialistas)



Inconsistência = $0,07017 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Acomodação foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que os critérios área de camarote e rede são os mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 23 encontra-se a matriz comparativa do subcritério entretenimento, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 23 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 23 que o valor de $a_{12} = 8$, isso significa que o subcritério wi-fi na escala de Saaty tem importância extremamente grande (valor 8) em relação ao subcritério televisão, na opinião dos especialistas.

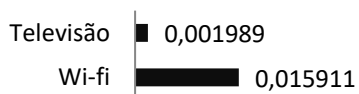
Tabela 23 - Matriz comparativa do critério Entretenimento (especialistas)

| | Televisão | Wi-fi |
|-----------|-----------|-------|
| Televisão | 1 | 0,13 |
| Wi-fi | 8 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 29 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 29 - Resultado da matriz comparativa do critério Entretenimento (especialistas)



Inconsistência = $0,00 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Entretenimento foi igual a 0, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o critério wi-fi é os mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 24 encontra-se a matriz comparativa do subcritério bar/lanchonete, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 24 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 24 que o valor de $a_{21} = 2$, isso significa que o subcritério higiene na escala de Saaty tem importância pequena (valor 2) em relação ao subcritério refeição, na opinião dos especialistas.

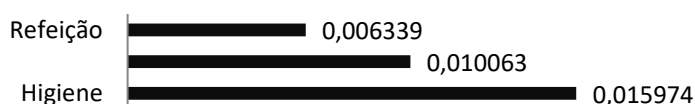
Tabela 24 - Matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (especialistas)

| | Higiene | Refeição | Reserva de água |
|-----------------|---------|----------|-----------------|
| Higiene | 1 | 2 | 2 |
| Refeição | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Reserva de água | 0,5 | 2 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 30 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 30 - Resultado da matriz comparativa do critério Bar/Lanchonete (especialistas)



Inconsistência = $0,05156 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Bar/Lanchonete foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o critério higiene é o mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 25 encontra-se a matriz comparativa do subcritério banheiro, formada a partir dos julgamentos dos especialistas.

Os valores preenchidos na matriz da tabela 25 foram obtidos com a média geométrica das respostas dos questionários realizados com os especialistas, seguindo a lógica que os dados da matriz a_{ij} são a relação de importância do subcritério de cada coluna sobre o subcritério de cada linha, ou seja, o valor de a_{21} é o inverso do valor de a_{12} e vice-versa ($a_{12} = 1/a_{21}$). Como temos na tabela 25 que o

valor de $a_{21} = 3$, isso significa que o subcritério higiene do banheiro na escala de Saaty tem importância pequena (valor 3) em relação ao subcritério reserva de água para o banheiro, na opinião dos especialistas.

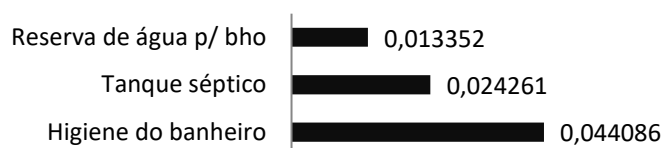
Tabela 25 - Matriz comparativa do critério Banheiro (especialistas)

| | Higiene do banheiro | Reserva de água p/ bho | Tanque séptico |
|------------------------|---------------------|------------------------|----------------|
| Higiene do banheiro | 1 | 3 | 2 |
| Reserva de água p/ bho | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Tanque séptico | 0,5 | 2 | 1 |

Fonte: Autor, 2018.

Na figura 31 apresenta-se o resultado dos julgamentos da matriz comparativas dos subcritérios.

Figura 31 - Resultado da matriz comparativa do critério Banheiro (especialistas)



Inconsistência = $0,00885 \leq 0,10$

Fonte: Autor, 2018.

O índice relativo à inconsistência da matriz do critério Banheiro foi inferior a 0,10, o que indica um resultado aceitável.

O resultado obtido foi de que o critério higiene é o mais importantes do ponto de vista dos especialistas.

Na tabela 26 apresentam-se a composição das notas de prioridade de todos os critérios.

Tabela 26 - Prioridade dos critérios e subcritérios (especialistas)

| Critérios | Peso | Subcritério | Peso |
|----------------|----------|---------------------------|----------|
| Segurança | 0,198311 | Eq. de Salvatagem | 0,144895 |
| | | Eq. de combate à incêndio | 0,037361 |
| | | Sinalização | 0,016056 |
| Acomodação | 0,121589 | Rede | 0,038636 |
| | | Camarote | 0,046445 |
| | | Poltronas | 0,026439 |
| | | Bagagem | 0,010049 |
| Banheiro | 0,081699 | Reserva de água | 0,013352 |
| | | Higiene | 0,044086 |
| | | Tanque Séptico | 0,024261 |
| Acesso | 0,048126 | Acesso à embarcação | 0,040105 |
| | | Mobilidade | 0,008021 |
| Bar/Lanchonete | 0,032375 | Higiene | 0,015974 |
| | | Refeição | 0,006339 |
| | | Reserva de água | 0,010063 |
| Entretenimento | 0,0179 | Wi-fi | 0,015911 |
| | | Televisão | 0,001989 |

Fonte: Autor, 2018.

Após o resultado das notas de cada critério e subcritério obtém-se o ranking das embarcações, como ilustrado na figura 32. Este ranking foi determinado com a composição da nota que cada critério e subcritério representaram na avaliação de cada embarcação.

O navio Ana Beatriz IV teve a melhor nota, seguido do navio Ana Beatriz III, da lancha Ana Beatriz VI e por último o navio Breno. Isso significa que das prioridades atribuídas pelos especialistas a embarcação Ana Beatriz IV foi a que melhor atendeu os critérios e subcritérios nas suas ordens de importância.

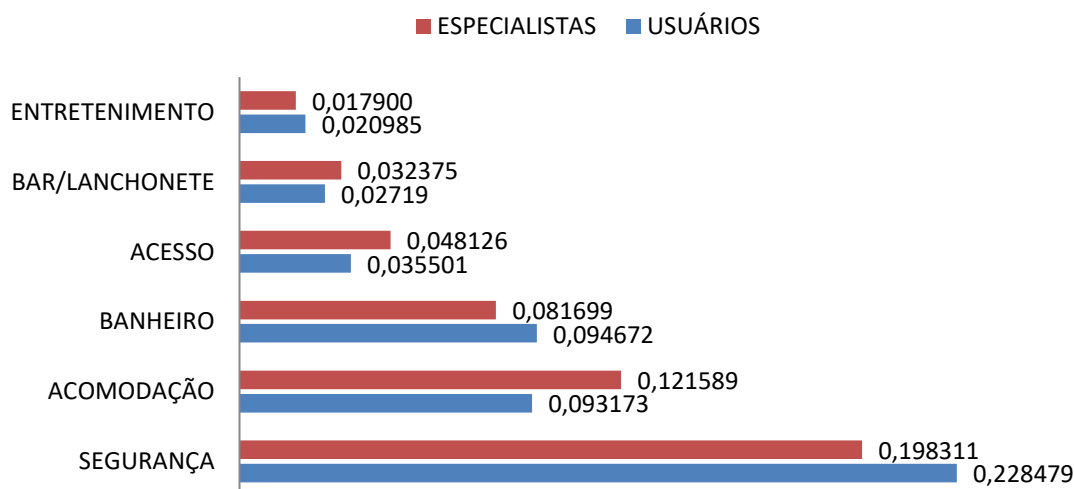
Figura 32 - Ranking das alternativas segundo os especialistas

Fonte: Autor, 2018.

6.3 ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS

6.3.1 Quanto à prioridade dos Critérios

Analisando os resultados das prioridades dos critérios com os julgamentos dos especialistas e usuário pode-se perceber que os critérios que obtiveram maiores notas, ou seja, foram julgados com mais importantes foram: segurança, acomodação e banheiro. A figura 33 ilustra a comparação de cada critério.

Figura 33 - Comparação do resultado dos critérios

Fonte: Autor, 2018.

A tabela 27 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério. O critério segurança apesar de ter sido identificado como de maior importância obteve avaliação regular em todas as embarcações.

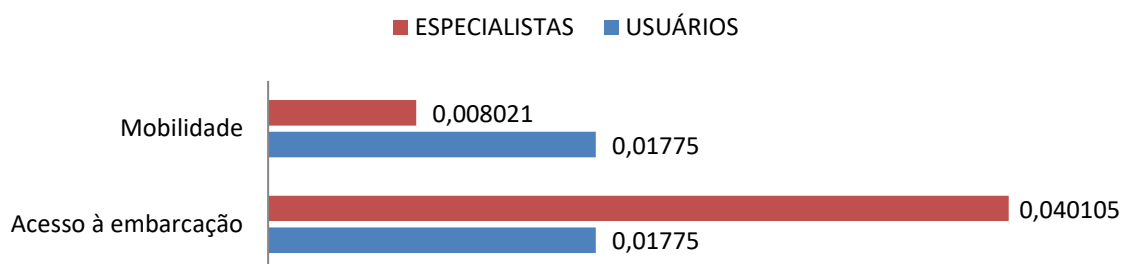
Tabela 27 - Avaliação dos critérios por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|-------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 1º SEGURANÇA | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 2º ACOMODAÇÃO | BOM | BOM | BOM | REGULAR |
| 3º BANHEIRO | BOM | BOM | REGULAR | REGULAR |
| 4º ACESSO | REGULAR | REGULAR | BOM | REGULAR |
| 5º BAR/LANCHONETE | BOM | BOM | REGULAR | REGULAR |
| 6º ENTRETENIMENTO | REGULAR | RUIM | BOM | REGULAR |

Fonte: Autor, 2018.

6.3.2 Quanto à prioridade do critério Acesso

Os especialistas apontaram o acesso entre o terminal de passageiros e a embarcação como subcritério mais importante. Já para os usuários ambos os critérios tem mesma importância. A figura 34 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 34 - Comparação do resultado do critério Acesso

Fonte: Autor, 2018.

A tabela 28 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por subcritério. Todas as embarcações obtiveram avaliação regular no subcritério de acesso à embarcação por apresentarem condições semelhantes de embarque (mesmo terminal, píer, escadas e rampas de acesso). E o embarque de passageiros e bagagem realizado simultaneamente.

Tabela 28 - Avaliação do critério Acesso por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 1º ACESSO À EMBARCAÇÃO | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 2º MOBILIDADE | REGULAR | RUIM | BOM | REGULAR |

Fonte: Autor, 2018.

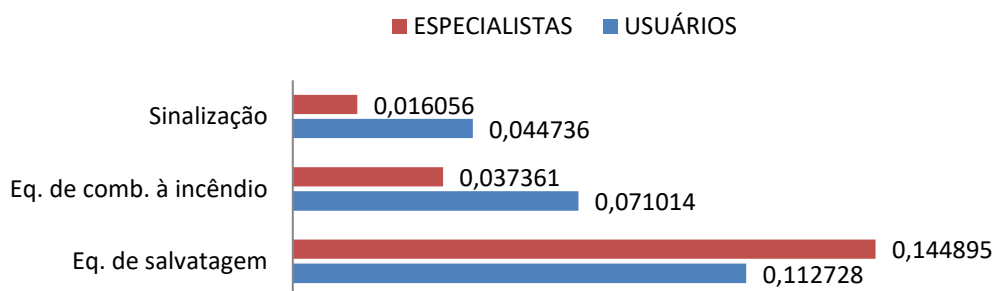
A lancha Ana Beatriz VI foi a embarcação que apresentou a melhor mobilidade interna, por ter apenas 1 nível de convés, facilitando assim o deslocamento do passageiro no interior da embarcação.

O navio Ana Beatriz III tem um difícil acesso entre convés realizado por uma escada na proa da embarcação.

6.3.3 Quanto à prioridade do critério Segurança

O subcritério no âmbito de segurança julgado como de maior importância foi os equipamentos de salvatagem. A figura 35 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 35 - Comparação do resultado do critério Segurança



Fonte: Autor, 2018.

A tabela 29 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério. Todas as embarcações apresentam problemas quanto a más condições dos equipamentos de combate a incêndio e alocação dos equipamentos de salvatagem em locais de difícil acesso quando da necessidade de uso.

Tabela 29 - Avaliação do critério Segurança por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 1º EQ. DE SALVATAGEM | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 2º EQ. DE COMB. À INCÊNDIO. | REGULAR | RUIM | RUIM | RUIM |
| 3º SINALIZAÇÃO | BOM | BOM | BOM | REGULAR |

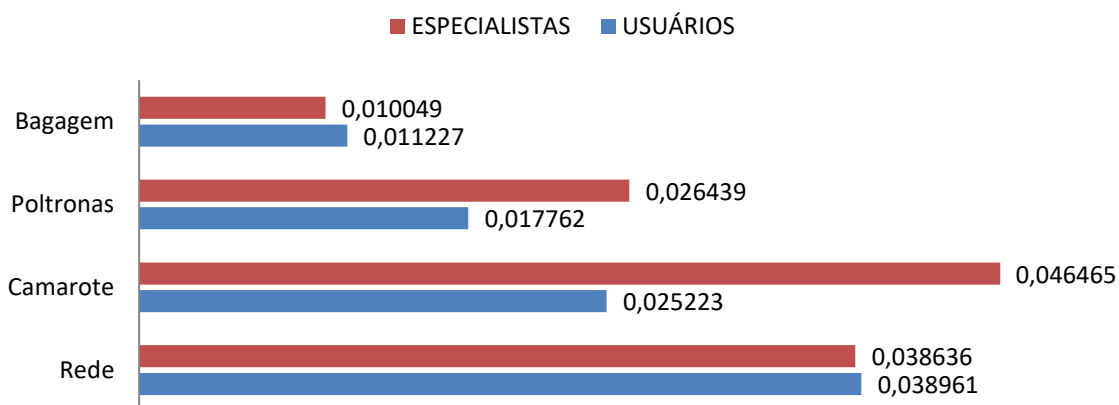
Fonte: Autor, 2018.

O subcritério equipamento de salvatagem apesar de ser identificado como de maior importância obteve avaliação regular em todas as embarcações.

6.3.4 Quanto à prioridade do critério Acomodação

A área de camarote obteve maior nota na avaliação dos especialistas, enquanto que a área de rede obteve maior nota na avaliação dos usuários. Além de ter tido uma nota bem representativa na avaliação dos especialistas. A figura 36 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 36 - Comparação do resultado do critério Acomodação



Fonte: Autor, 2018.

A lancha Ana Beatriz VI destacou-se com uma ótima área de poltronas e acomodação das bagagem. A acomodação das bagagens é realizada pela tripulação em um porão. A lancha não possui área de rede e camarote para os usuários.

Já as outras embarcações possuem apenas área de rede e camarote. As acomodações das bagagens ficam por conta de cada passageiro dentro do camarote ou abaixo das redes.

A tabela 30 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério.

Tabela 30 - Avaliação do critério Acomodação por embarcação

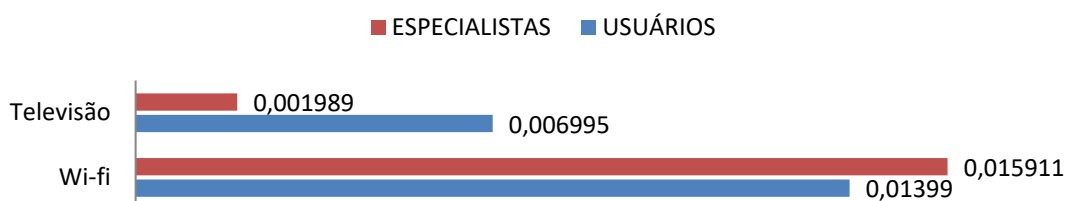
| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|-------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------|
| 1º REDE | BOM | BOM | INEXISTENTE | REGULAR |
| 2º CAMAROTE | BOM | REGULAR | INEXISTENTE | REGULAR |
| 3º POLTRONA | INEXISTENTE | INEXISTENTE | ÓTIMO | INEXISTENTE |
| 4º BAGAGEM | RUIM | RUIM | BOM | RUIM |

Fonte: Autor, 2018.

6.3.5 Quanto à prioridade do critério Entretenimento

O subcritério avaliado com maior nota foi a presença de sinal de wi-fi. A figura 37 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 37 - Comparação do resultado do critério Entretenimento



Fonte: Autor, 2018.

As embarcações Ana Beatriz IV e Breno apresentam sinal de Wi-fi, porém com uma conexão ruim. Já as embarcações Ana Betariz III e VI na data da avaliação estavam sem esse serviço.

Os navios possuem televisão apenas nas áreas de refeitório e bar, já a lancha Ana Beatriz VI, possui várias televisões na área de poltronas.

A tabela 31 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério.

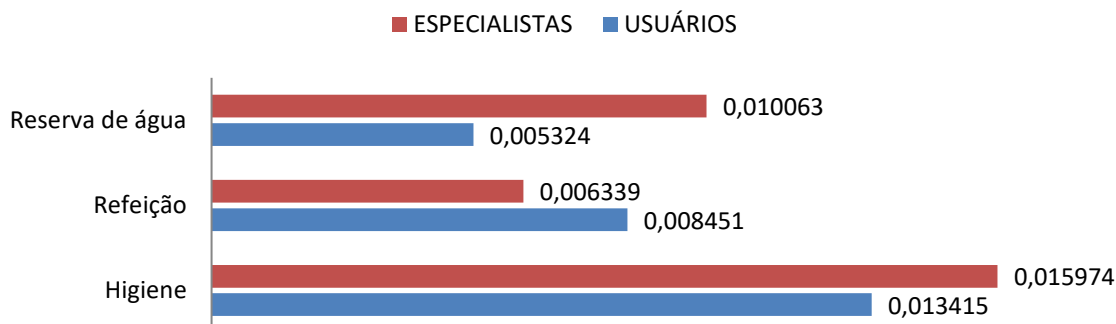
Tabela 31 - Avaliação do critério Entretenimento por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|----------|
| 1º WI-FI | RUIM | INEXISTENTE | INEXISTENTE | RUIM |
| 2º TELEVISÃO | REGULAR | REGULAR | ÓTIMO | REGULAR |

Fonte: Autor, 2018.

6.3.6 Quanto à prioridade do critério Bar/Lanchonete

O subcritério mais importante foi a higiene do bar e lanchonete. A figura 38 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 38 - Comparação do resultado do critério Bar/Lanchonete

Fonte: Autor, 2018.

A área de bar/lanchonete de todas as embarcações apresentou boa higiene. A lancha Ana Beatriz VI é a única embarcação que não possui reservatório de água, sendo feito o abastecimento de água por garrafões de 20 litros.

A tabela 32 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério.

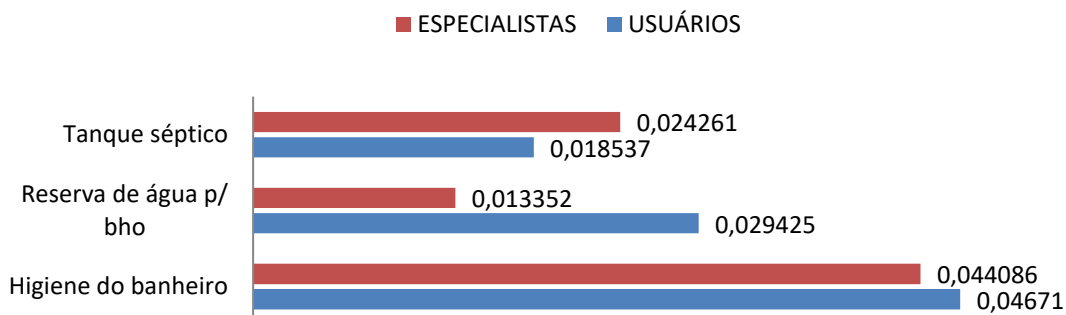
Tabela 32 - Avaliação do critério Bar/Lanchonete por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 1º HIGIENE | BOM | BOM | BOM | BOM |
| 2º REFEIÇÃO | BOM | BOM | REGULAR | REGULAR |
| 3º RESERVA DE ÁGUA | BOM | BOM | RUIM | REGULAR |

Fonte: Autor, 2018.

6.3.7 Quanto à prioridade do critério Banheiro

A higiene do banheiro foi julgada como subcritério mais importante. A figura 39 ilustra a comparação dos subcritérios.

Figura 39 - Comparação do resultado do critério Banheiro

Fonte: Autor, 2018.

Nenhuma embarcação possui tanque séptico para a coleta dos dejetos.

A lancha Ana Beatriz VI foi a única embarcação que apresentou mal cheiro na área de banheiros, decorrente de má higienização.

A tabela 33 apresenta a avaliação recebida por cada embarcação por critério.

Tabela 33 - Avaliação do critério Banheiro por embarcação

| | 1º ANA BEATRIZ IV | 2º ANA BEATRIZ III | 3º ANA BEATRIZ VI | 4º BRENO |
|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| 1º HIGIENE DO BANHEIRO | BOM | BOM | REGULAR | BOM |
| 2º RESERVA DE ÁGUA | BOM | BOM | RUIM | REGULAR |
| 3º TANQUE SÉPTICO | INEXISTENTE | INEXISTENTE | INEXISTENTE | INEXISTENTE |

Fonte: Autor, 2018.

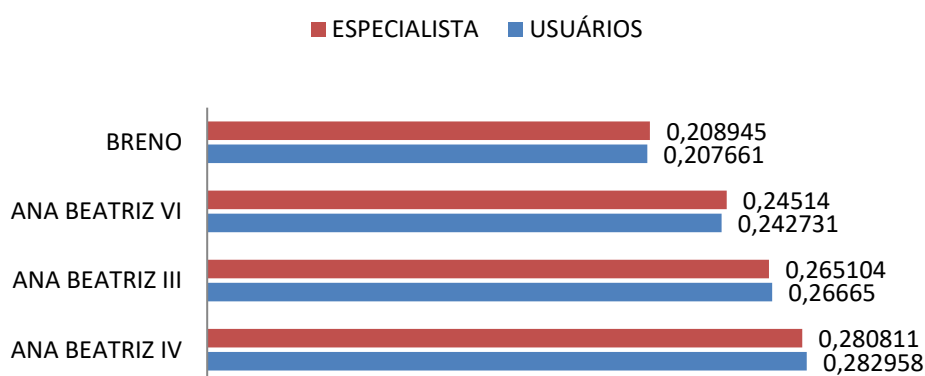
6.3.8 Ranking das embarcações

Apesar de prioridades diferentes em alguns critérios e subcritérios a prioridade do ranking das embarcações tanto para os especialistas quanto para os usuários foi o mesmo. O navio Ana Beatriz IV ficou em primeiro lugar.

A lancha Ana Beatriz VI não obteve melhor classificação porque no critério acomodação a embarcação não possui nem área de rede, nem área de camarote. Essa embarcação se difere das outras com um tempo de viagem menor, por isso possui apenas área de poltronas, no entanto é uma embarcação bastante confortável.

A figura 40 ilustra o ranking comparativo de cada embarcação.

Figura 40 - Comparação do ranking das embarcações

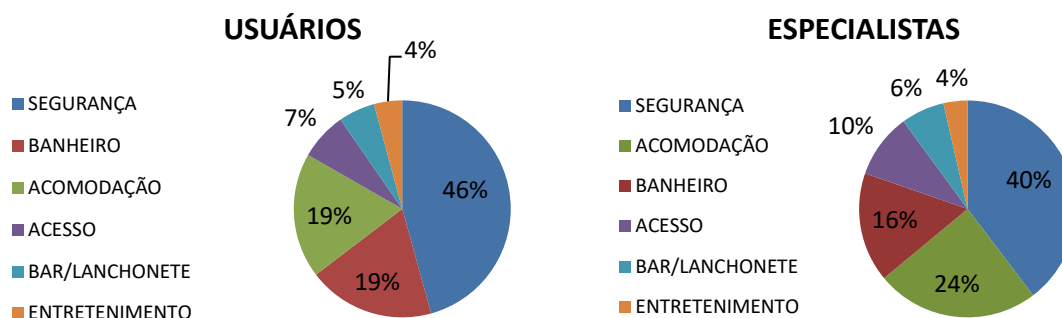


Fonte: Autor, 2018.

6.4 AVALIAÇÃO PERCENTUAL DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

Na figura 41 encontra-se a representação percentual que possibilita identificar quais os principais critérios para seguir para o projeto de embarcação.

Figura 41 - Representação percentual dos critérios



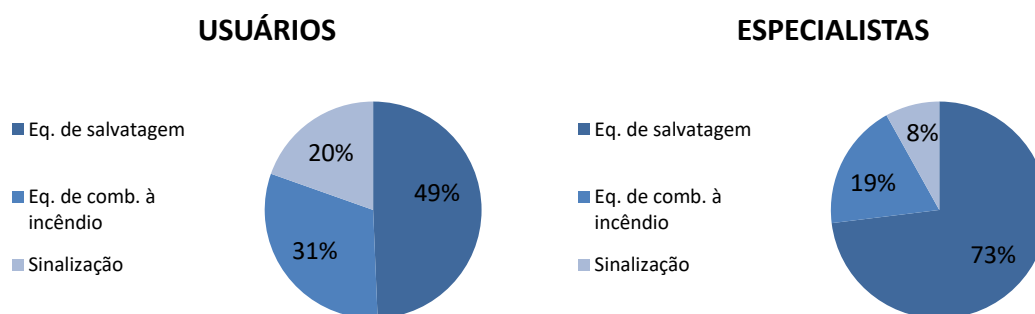
Fonte: Autor, 2018.

Os critérios com maior representatividade são Segurança, Banheiro e Acomodação.

Para os usuários a Segurança representa 45,70% e para os especialistas 39,66%, é o critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 42 encontra-se a representação percentual do subcritério Segurança.

Figura 42 - Representação percentual do subcritério Segurança



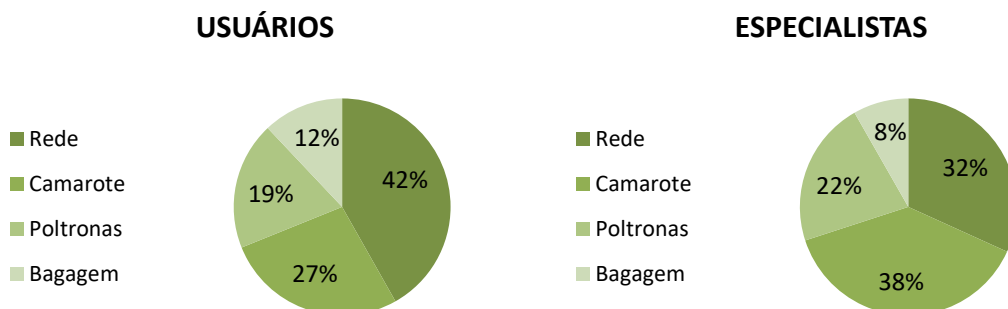
Fonte: Autor, 2018.

O subcritério equipamento de salvatagem obteve os maiores índices de importância, na avaliação dos especialistas obteve 73,06% de representação percentual, enquanto que para os usuários obteve 49,34%.

Para os usuários a Acomodação representa 18,64% e para os especialistas 24,32%, é o segundo critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 43 encontra-se a representação percentual do subcritério Acomodação.

Figura 43 - Representação percentual do subcritério Acomodação



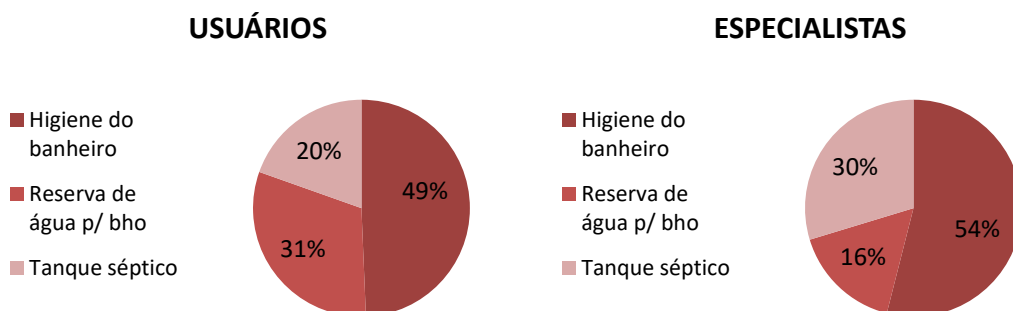
Fonte: Autor, 2018.

O subcritério camarote e rede foram as áreas com maiores representatividades percentuais tanto para os usuários quanto para os especialistas. Os percentuais somados ultrapassam 60% em ambas as avaliações. Usuários 68,89% e especialistas 70%.

Para os usuários o critério Banheiro representa 18,93% e para os especialistas 16,34%, é o terceiro critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 44 encontra-se a representação percentual do subcritério Banheiro.

Figura 44 - Representação percentual do subcritério Banheiro



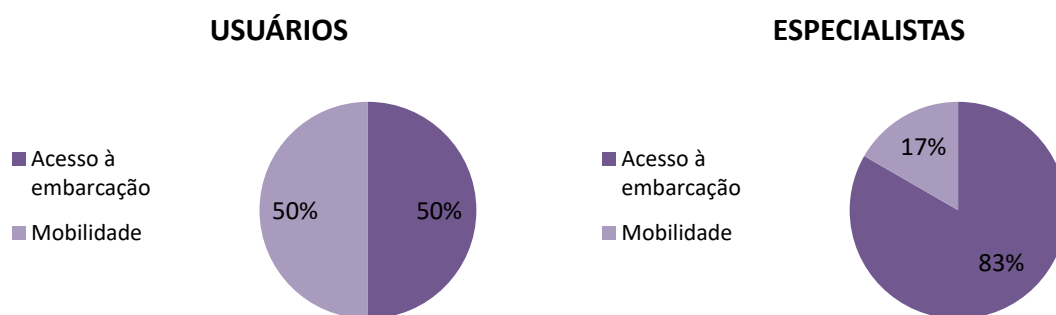
Fonte: Autor, 2018.

A higiene do banheiro na avaliação dos especialistas obteve 53,96% de representação percentual. Enquanto que para os usuários os percentuais da higiene do banheiro representaram 49,34%.

Para os usuários o Acesso representa 7,10% e para os especialistas 9,63%, é o quarto critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 45 encontra-se a representação percentual do subcritério Acesso.

Figura 45 - Representação percentual do subcritério Acesso



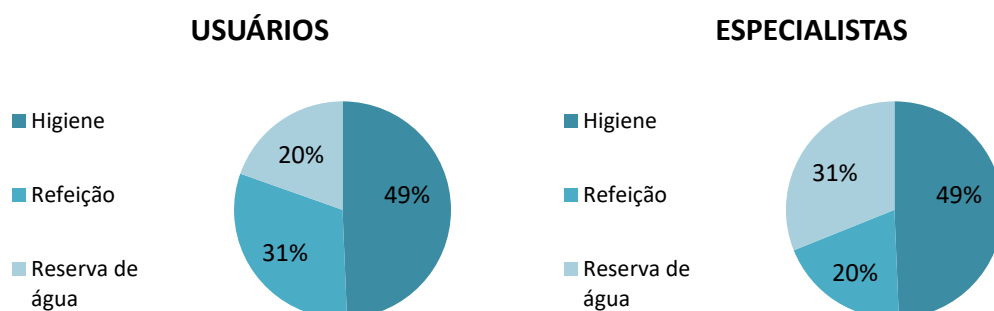
Fonte: Autor, 2018.

O acesso à embarcação na avaliação dos especialistas obteve 83,33% de representação percentual. Enquanto que para os usuários os percentuais da mobilidade e acesso à embarcação representaram 50%, ou seja, mesmo grau de importância.

Para os usuários o critério Bar/Lanchonete representa 5,44% e para os especialistas 6,48%, é o quinto critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 46 encontra-se a representação percentual do subcritério Bar/Lanchonete.

Figura 46 - Representação percentual do subcritério Bar/Lanchonete



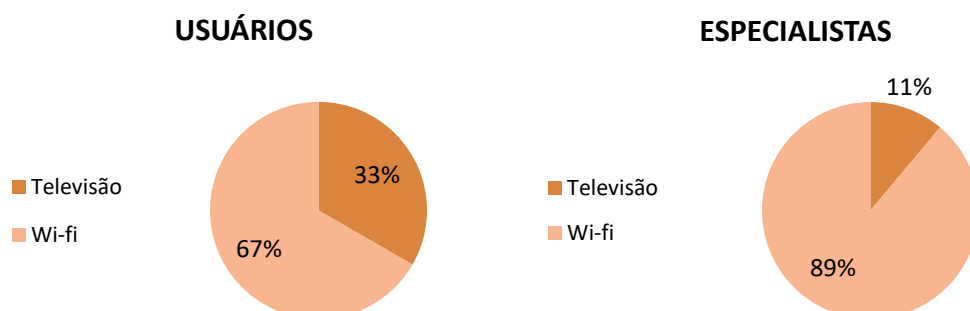
Fonte: Autor, 2018.

A higiene do Bar/Lanchonete obteve mesma representatividade percentual de 49,34%, tanto para os usuários quanto para os especialistas.

Para os usuários o entretenimento representa 4,20% e para os especialistas 3,58%, e foi o critério de menor importância a ser observado no projeto da embarcação.

Na figura 47 encontra-se a representação percentual do subcritério Entretenimento.

Figura 47 - Representação percentual do subcritério Entretenimento



Fonte: Autor, 2018.

O wi-fi na avaliação dos especialistas obteve 88,89% de representação percentual. Enquanto que para os usuários os percentuais do wi-fi representam 66,67%.

7. CONCLUSÃO

Dentre os critérios escolhidos como relevantes para o processo de decisão a prioridade obtida após os julgamentos pelos usuários foi 1º Segurança, 2º Banheiro, 3º Acomodação, 4º Acesso, 5º Bar/Lanchonete e 6º Entretenimento. E para os julgamentos dos especialistas 1º Segurança, 2º Acomodação, 3º Banheiro, 4º Acesso, 5º Bar/Lanchonete e 6º Entretenimento.

Os critérios com maior representatividade em ambas as avaliações foram Segurança, Banheiro e Acomodação. Para os usuários a Segurança representa 45,70% e para os especialistas 39,66%, é o critério mais importante a ser observado no projeto da embarcação. A Acomodação representa 18,64% para os usuários e 24,32% para os especialistas. E o Banheiro, 18,93% para os usuários e 16,34% para os especialistas.

A embarcação da linha Belém-Macapá (Santana) que teve a melhor avaliação foi o navio Ana Beatriz IV, destacou-se nos critérios acomodação (com boa área de rede e camarotes), banheiro (boa higiene e reserva de água), bar/lanchonete (boa higiene, reserva de água e boa refeição).

Os resultados obtidos mostraram que uma embarcação para operar deve prezar pela segurança, principalmente nas condições dos equipamentos de salvatagem. Deve haver melhorias nas áreas de acomodação dos passageiros (área de rede e camarotes). A higiene dos banheiros deve ser mantida ao longo da viagem. No embarque e desembarque deve se ter um acesso adequado entre o terminal e a embarcação. Deve ser mantida uma boa higiene nas áreas de Bar/Lanchonete e um melhor acesso a wi-fi para entretenimento.

Os resultados mostraram que a não observância desses critérios ao elaborar um projeto ou escolher uma embarcação para operar nas linhas de transporte de passageiro pode comprometer a segurança, o conforto e a habitabilidade dentro da embarcação.

A metodologia aplicada nesta dissertação além de possibilitar estabelecer critérios de importância no projeto, ainda pode ser aplicada para avaliação de desempenho de embarcações em operação nas diversas linhas da Amazônia ou em outras regiões.

A prioridade de importância dos critérios pode ser aplicada a outras linhas para que se avalie o desempenho de embarcações sobre os mesmos critérios e subcritérios, bem como se pode refazer todo o processo criando novos critérios de avaliação, dessa forma reaplicando os questionários e obtendo novas preferências.

A priorização e definição feita com usuários e especialista pôde validar o processo, pois foi possível observar que as etapas realizadas e a metodologia utilizada foram eficazes.

O trabalho atingiu os objetivos ao criar um processo onde se pôde identificar os critérios de decisão para a elaboração de projetos de embarcações e com isso contribuir para o desempenho e adequação do transporte fluvial de passageiros na região Amazônica.

REFERÊNCIAS

ABREU. L. M., GRANEMANN. S. R., GARTNER. I., BERNARDES. R. S. **Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 2000.

ALVES. J. R. X., ALVES, J. M., **Definição de localidade para instalação industrial**. ITA, São José dos Campos, 2015.

BARBIERI. A. C., INÁCIO, P. P. A., LIMA, J. P. **Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática**. Universidade Federal de Itajubá. Instituto de Engenharia de Produção e Gestão. 2016.

BRASIL. Presidência da República. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>**, acessado em 22/02/2017.

BRASIL. Presidência da República. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas ANA: **<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/amazonica.aspx>** acessado em 16/02/2017.

BRASIL. Presidência da República. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **A Navegação Interior e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos no Brasil e Aproveitamento do Potencial Hidráulico para Geração de Energia no Brasil**. Brasília: ANA, 2007.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria dos Portos. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros e cargas na região amazônica** - Produto V. Belém: ANTAQ, 2018.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria dos Portos. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Pesquisa de satisfação dos usuários do serviço de transporte longitudinal de passageiros e misto (passageiros e cargas) na navegação interior da região amazônica**. Brasília: ANTAQ, 2015.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria dos Portos. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Cenário Atual da Navegação Interior no Brasil**. Brasília: ANTAQ, 2014.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria dos Portos. Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Caracterização da oferta e da demanda do transporte fluvial de passageiros da região amazônica** - Brasília: ANTAQ, 2013.

BRASIL. Lei nº. 10.233, de 5 de junho de 2001. **Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 6 de junho de 2001.

BRITO, E. G. **Transporte hidroviário interior de passageiros na região amazônica: metodologias aplicáveis ao cálculo do valor da tarifa.** Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes. RIO DE JANEIRO, 2008.

BRIOSO, Rodrigo Amancio; MUSETTI, Marcel Andreotti. **Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h.** Gest. Prod., São Carlos, v. 22, n. 4, p. 805-819, dez. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2015000400805&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 19 out. 2017. Epub 29-Sep-2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X975-13>.

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

CARDOSO, P. **Pesquisa operacional como instrumento de suporte à tomada de decisão: aplicação no transporte aquaviário do Amazonas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2013.

GOMEDE, E., BARROS, R. M., **Utilizando o Método Analytic Hierarchy Process (AHP) para Priorização de Serviços de TI: Um Estudo de Caso.** Departamento de Computação – Universidade Estadual de Londrina – UEL. VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI 2012).

GOMES, L. F. A. M, GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão Gerencial: enfoque multicritério.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GUGLIELMETTI, F. R., MARINS, F. A. S., SALOMON, V. A. P., **Comparação teórica entre métodos de auxílio à tomada de decisão por múltiplos critérios.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto - Minas Gerais, 2003.

HELMANN, K. S., MARÇAL, R. F. M., **Método multicritério de apoio à decisão na gestão da manutenção: aplicação do método ELECTRE I na seleção de equipamentos críticos para processo.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Revista Gestão Industrial. ISSN: 1808-0448. Ponta Grossa - Paraná, 2007.

LEITE, I. M. S., FREITAS, F. F. T., **Análise comparativa dos métodos de apoio multicritério a decisão: AHP, Electre e Promethee.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, 2012.

MARINS, C. S., SOUZA, D. O., BARROS, M. S., **O uso de método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais - Um estudo de caso.** Pesquisa operacional na gestão de conhecimento. ISSN 1808-4435. XLI SBPO Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2009.

MEREGE, F. **Indicadores da navegação hidroviária mista na região amazônica.** 7º Seminário de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior Porto Alegre: SOBENA, 2011.

MORAES, H. B., **Uma proposta de metodologia de análise para implantação de embarcação de alta velocidade no transporte de passageiros: Um caso de aplicação de catamarãs na região amazônica,** Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, 2002.

MORAES, H. B., VASCONCELLOS, J. M. **Elaboração de uma análise qualitativa e quantitativa dos tipos e características das embarcações atualmente empregadas nas principais linhas de transporte de passageiro e carga, buscando identificar padrões típicos e principais problemas associados à adequação da tecnologia à via e ao transporte implantado.** SUDAN/FADESP, Belém, 2001.

MORAES, Rita de Cássia Monteiro de. **Ferramenta de avaliação do transporte hidroviário de passageiros da região amazônica.** 2013. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2013. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

OLIVEIRA, A. V., MELLO, J.C.C.B.S. **Combinação de um método multicritério de auxílio à decisão subjetivo e outro objetivo e aplicação desse modelo híbrido na seleção de um imóvel.** UFF. Rio de Janeiro, 2009.

MON, V. P., MONTEVECHI, J. A. B., PAMPLONA, E. O. **Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica.** 19º ENEGEP. Rio de Janeiro, 1999.

SILVA, M. S., BELDERRAIN, M. C. N., **Considerações sobre métodos de decisão multicritério.** Instituto Tecnológico de Aeronáutica / Divisão de Engenharia Mecânica-Aeronáutica. 2005

TAVARES, M. C., **Análise multicritério aplicada à tomada de decisão do modo de transporte de produtos farmacêuticos termossensíveis importados ao mercado brasileiro.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

QUEIROZ, E. P., NASCIMENTO, I. M., FIALHO, J. R. R. **A dimensão do transporte hidroviário de carga e passageiros: a extensão das vias economicamente navegadas,** 8º seminário de transporte interior. Jaú: SOBENA, 2013.

XAVIER, C. G. **MCDA - Análise de decisão multicritério como ferramenta de avaliação de instalações portuárias: O caso dos terminais de contêineres brasileiros.** Dissertação (Mestrado profissionalizante) FGV. Rio de Janeiro: 2009.

WOLFF, C. S. O método AHP – revisão conceitual e proposta de simplificação.
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ANEXOS

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO

Já realizou viagem no modal hidroviário? ☐ Sim ou Não ☐

IDADE: _____ SEXO: ☐ Masculino ☐ Feminino

O questionário abaixo tem por objetivo a aferição de critérios que visam caracterizar uma embarcação de passageiros adequada.

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

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

Comparação dos critérios para caracterizar uma embarcação de passageiros adequada:

Qual o critério mais importante? ☐ Acesso ou Segurança ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Acesso ou Acomodação ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Acesso ou Entretenimento ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Acesso ou Bar/Lanchonete ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Acesso ou Banheiro ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Segurança ou Acomodação ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Segurança ou Entretenimento ☐

Quanto? ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Qual o critério mais importante? ☐ Segurança ou Bar/Lanchonete ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Segurança ou Banheiro ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Acomodação ou Entretenimento ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Acomodação ou Bar/Lanchonete ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Acomodação ou Banheiro ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Entretenimento ou Bar/Lanchonete ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Entretenimento ou Banheiro ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o critério mais importante? ☐ Bar/Lanchonete ou Banheiro ☐
Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Para cada critério há subcritérios, faremos agora a comparação dos subcritérios:

Critério Acesso

Qual o subcritério mais importante?
☐ Acesso à embarcação ou mobilidade interna ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Critério Segurança

Qual o subcritério mais importante?
☐ Eq. de salvatagem ou Eq. de combate a incêndio ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante?
☐ Eq. de salvatagem ou Sinalização interna ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante?
☐ Eq. de combate a incêndio ou Sinalização interna ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Critério Acomodação

Qual o subcritério mais importante? ☐ Área de Rede ou Camarote ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Área de Rede ou Poltronas ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Área de Rede ou Área de acomodar ☐

bagagem

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Camarote ou Poltronas ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Camarote ou Área de acomodar bagagem ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Poltronas ou Área de acomodar bagagem ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Critério Entretenimento

Qual o subcritério mais importante? ☐ Televisão ou Wi-fi ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Critério Bar/Lanchonete

Qual o subcritério mais importante? ☐ Higiene ou Alimentação ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Higiene ou Reserva de água ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Alimentação ou Reserva de água ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Critério Banheiro

Qual o subcritério mais importante? ☐ Higiene ou Reserva de água ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Higiene ou Tanque Séptico ☐

Quanto?

☐1 ☐2 ☐3 ☐4 ☐5 ☐6 ☐7 ☐8 ☐9

Qual o subcritério mais importante? ☐ Reserva de água ou Tanque Séptico ☐

Quanto?

○1 ○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9

ANEXO 2 - AVALIAÇÃO DAS EMBARCAÇÕES

A avaliação das embarcações tem por objetivo a aferição da situação de cada critério e subcritério. Para o preenchimento do mesmo, o avaliador deverá atribuir notas onde:

5- Ótimo 4- Bom 3 - Regular 2- Ruim 1- Inexistente

| | 4º BRENO | 2º ANA BEATRIZ III | 1º ANA BEATRIZ IV | 3º ANA BEATRIZ VI |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1. Acesso | REGULAR | REGULAR | REGULAR | BOM |
| 1.1 Acesso à embarcação | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 1.2 Mobilidade Interna | REGULAR | RUIM | REGULAR | BOM |
| 2. Segurança | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 2.1 Eq. de salvatagem | REGULAR | REGULAR | REGULAR | REGULAR |
| 2.2 Eq. de combate a incêndio | RUIM | RUIM | REGULAR | RUIM |
| 2.3 Sinalização interna | REGULAR | BOM | BOM | BOM |
| 3. Acomodação | REGULAR | BOM | BOM | BOM |
| 3.1 Área de rede | REGULAR | BOM | BOM | INEXISTENTE |
| 3.2 Área de camarote | REGULAR | REGULAR | BOM | INEXISTENTE |
| 3.3 Área de poltrona | INEXISTENTE | INEXISTENTE | INEXISTENTE | ÓTIMO |
| 3.4 Área de acomodar bagagem | RUIM | RUIM | RUIM | BOM |
| 4. Entretenimento | REGULAR | RUIM | REGULAR | BOM |
| 4.1 Televisão | REGULAR | RUIM | REGULAR | BOM |
| 4.2 Wi-fi | RUIM | INEXISTENTE | REGULAR | INEXISTENTE |
| 5. Bar/Lanchonete | REGULAR | BOM | BOM | REGULAR |
| 5.1 Higiene | BOM | BOM | BOM | BOM |

| | | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 5.2 Alimentação | REGULAR | BOM | BOM | REGULAR |
| 5.3 Reserva de água | REGULAR | BOM | BOM | RUIM |
| 6. Banheiro | REGULAR | BOM | REGULAR | BOM |
| 6.1 Higiene | BOM | BOM | BOM | REGULAR |
| 6.2 Reserva de água | REGULAR | BOM | BOM | RUIM |
| 6.3 Tanque séptico | INEXISTENTE | INEXISTENTE | INEXISTENTE | INEXISTENTE |