

# MODELO MULTICRITÉRIO PARA CLASSIFICAR AS EMBARCAÇÕES DE TRANSPORTE MISTO DA REGIÃO AMAZÔNICA

**José Teixeira de A. N. Santos<sup>1</sup>**  
teixeira.santos@intra.org.br

**Poliana Cardoso<sup>1</sup>**  
polianacard@yahoo.com.br

**Rafael Lima Medeiros<sup>1</sup>**  
rafa.comp\_adm@hotmail.com

**João Victor de Oliveira Silveira<sup>1</sup>**  
joao.silveira@intra.org.br

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisa em Transporte (INTRA). Av. Ferreira Pena, 1144 – Centro. Manaus – AM.

## **Resumo**

O transporte fluvial da Região Amazônica influencia na competitividade do setor produtivo regional, e é realizado, principalmente, por embarcações mistas. O sistema de transporte fluvial misto apresenta ineficiências, principalmente, no que diz respeito às condições das embarcações mistas que operam na região. No geral, as embarcações não atendem as legislações do setor de transporte aquaviário, o que resulta em riscos aos usuários. Neste trabalho, o objetivo é apresentar uma metodologia para ordenar e analisar a melhor prática ergonômica de um modelo de embarcação mista, em função dos conceitos de projetos universais e de usabilidade. A consideração de mais de uma variável ergonômica na ordenação do desempenho das embarcações torna o problema multicritério, ou seja, um conjunto de embarcações (alternativas) é avaliado por múltiplos conceitos de projetos universais e de usabilidade (múltiplos critérios), os quais são conflitantes. A abordagem desenvolvida é demonstrada em um estudo de caso real realizado em um conjunto de embarcação mistas que operam na Região a Amazônia. O modelo proposto permite definir a embarcação *benchmarks*.

**Palavras-Chave:** Transporte fluvial; Problema Multicritério; AHP.

## **Abstract**

The inland waterways of the Amazon region influences the competitiveness of the regional productive sector, and is carried out mainly by mixed vessels. The system presents mixed fluvial transport inefficiencies, especially with regard to the conditions of mixed vessels operating in the region. Overall, the vessels do not meet the laws of the waterway transport sector, resulting in risks to users. In this work, the goal is to present a methodology to

organize and analyze the best ergonomic practices a model of mixed vessel, according to the concepts of universal design and usability. The consideration of more than one variable in the ordering of the ergonomic performance of the vessels makes the multicriteria problem, ie, a set of vessels (alternatives) is rated by multiple concepts of universal design and usability (multiple criteria), which are conflicting. The approach developed is demonstrated on a real case study conducted on a set of mixed vessel operating in the Amazon region. The proposed model allows the vessel set benchmarks.

**Keywords:** Inland waterways, multicriteria problem, AHP.

## 1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia Ocidental o transporte de passageiros e mercadorias é realizado por embarcações de madeira mista, construídas em estaleiros e carreiras situados em alguns municípios do Amazonas. As embarcações mistas (passageiro e carga) utilizadas no transporte fluvial misto da Amazônia são de concepção artesanal e não são desenvolvidas segundo as técnicas e recomendações da engenharia. A consequência deste cenário são os acidentes, provocados pela dificuldade de navegabilidade e operacionalidade das embarcações [4], [7] e [9].

Para Frota [7], as embarcações que realizam este transporte representam altos riscos para os usuários, em virtude da falta de qualidade na manutenção, do desconforto das acomodações, da superlotação, do carregamento desordenado e da baixa qualidade dos alimentos servidos.

Tais condições influenciam na competitividade do setor produtivo regional e contribui para que os municípios da Amazônia não sejam atrativos ao capital produtivo. Em função da qualidade e da confiabilidade do serviço de transporte, os municípios interioranos da Amazônia não conseguem se inserir na economia de mercado [9].

Neste trabalho, é apresentada uma metodologia para classificar e analisar o *benchmark* de projeto de embarcação, buscando condicionantes e implicações para um novo conceito de embarcação, adaptado às características regionais. O processo de seleção dos *benchmarks* foi realizado através do Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*), que permite identificar a melhor alternativa em um grupo de candidatas, através de múltiplos critérios.

O artigo está dividido em cinco seções, sendo a Seção 1 a presente introdução. Na Seção 2 é apresentado o estado da arte sobre as pesquisas realizadas nas embarcações da Amazônia e sobre as aplicações do AHP como método para definir *benchmarks*. Na Seção 3 é apresentado o método AHP e na Seção 4 é apresentado o estudo de caso, com definição do problema, aplicação e os principais resultados. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica dos diferentes abordagens utilizadas na avaliação de desempenho das embarcações regionais e algumas aplicações práticas do método AHP em problemas de seleção de *benchmarks*.

## 2.1. SOBRE DESEMPENHO DE EMBARCAÇÕES

Merege [11] desenvolveu um conjunto de indicadores de desempenho que possibilitam avaliar os serviços de transporte longitudinal misto. No trabalho foram construídos índices de operacionalidade e de qualidade para apontar a frequência relativa e destacar as empresas de navegação com melhores práticas. O índice de operacionalidade é obtido a partir das características operacionais das empresas transporte. Já o índice de qualidade, depende de informações da qualidade dos serviços prestados, que são subjetivas.

Couto *et. al.* [2], desenvolveu um indicador global, utilizando Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), para avaliar o serviço do transporte aquaviário de passageiros da Região Amazônica. No modelo, os autores definiram a viagem como insumo (inputs); a segurança, o atendimento, a higiene, o conforto, a modicidade e a alimentação como produtos (outputs); e por fim as embarcações como Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units - DMUs*). A pesquisa fornece a eficiência das embarcações e os *benchmarks* para as menos eficientes.

Duarte *et. al.* [4], realizaram uma análise ergonômica nas embarcações da região com o objetivo de propor melhorias para as mesmas. A pesquisa baseou-se nos procedimentos de delimitação e categorização dos problemas ergonômicos, onde foram levantadas deficiências e falhas específicas, para chegar a uma proposta ergonômica que atenda de modo eficiente as necessidades do sistema. Para os autores, as embarcações que operam na região não atendem as normas ergonômicas e portuárias.

Frota [7] apresenta duas metodologias de gestão da qualidade auxiliam os gestores na tomada de decisões voltadas à melhoria da qualidade do serviço, segundo evidências concretas do desempenho do sistema sob a ótica dos clientes. Neste caso, o autor avaliou o transporte de passageiros na Amazônia Ocidental com foco nos serviços oferecidos aos usuários. Para o autor, a baixa qualidade oferecida no transporte aquaviário de passageiros é ocasionada pela falta de compromisso das autoridades públicas em regulamentar o transporte na região.

## 2.2. APLICAÇÕES DO MÉTODO AHP

O AHP possui um elevado número de publicações de artigos, concentrados, principalmente, nos temas seleção, Avaliação, Tomada de Decisão (Custo benefício, Medicina e Previsão), Prioridade, entre outros e nas áreas pessoal, social e engenharia. Neste caso, foi realizada uma revisão das aplicações do método AHP em problemas de *benchmarks*.

Joshi, *et. al.* [8] desenvolveram um *framework* para avaliar o desempenho da cadeia de frios de uma empresa, revelar os pontos fortes e fracos e priorizar alternativas potenciais. A metodologia adotada foi *Delphi-AHP-TOPSIS* que dividiu o benchmarking em três fases. Para os autores, a aplicação da metodologia facilita a compreensão das forças e das fraquezas presentes na cadeia de frios de uma empresa. Assim como identifica as melhores práticas dos líderes de mercado e permite compará-los para melhorar as fraquezas tendo em vista as atuais condições operacionais e estratégias.

Oliver *et. al.* [12] adotaram o método AHP para identificar o conjunto de atributos do ecossistema e formar uma base de *benchmarks* da variabilidade natural para os gestores de recursos naturais que precisam determinar o estado da *patch-scale species-level* da biodiversidade dentro de ecossistemas florestais.

Para Ahsan e Bartlema [1], as formulações e soluções de problemas multicritério aplicados a assistência médica são de fundamental importância para a melhoria da saúde dos países em desenvolvimento. Na pesquisa os autores utilizaram os métodos Delphi e AHP, onde os resultados do *Delphi* são entradas para o AHP, que por sua vez, determina o desempenho das atividades de saúde. Assim, através dos resultados do AHP e discutida formulação de políticas de gestão, para a melhoria do desempenho da saúde em geral. Aplicações mostram que o método de apoio à decisão multicritério facilita a análise do desempenho do sistema público de saúde de Bangladesh.

Costa *et. al.* (2001) apresentaram uma aplicação do método AHP na avaliação do desempenho de empresas operadoras privadas urbanas de ônibus que atuam em regime consorciado, visando o estabelecimento de um *benchmark*. Os indicadores selecionados abrangem todos os itens mais importantes da análise como produtividade, qualidade do serviço e outros bastante utilizados na literatura. Desta forma, aplicação do método AHP permite avaliar o sistema da área estudo e fornece a definição de *ranking* das empresas de ônibus.

### 3. MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA – AHP

O AHP foi desenvolvido por Thomas Saaty, na década de 70, para auxiliar na resolução de problemas complexos de tomada de decisão [10]. O AHP é utilizado em problema de tomada de decisão que envolve múltiplos critérios de escolha em uma hierarquia. O método avalia a importância relativa dos critérios, compara alternativas para cada critério e determina um *ranking* das alternativas.

O AHP é baseado no procedimento de comparações par a par (*pair wise comparisons*), ou seja, com base na opinião do tomador de decisão, obtêm-se as matrizes de julgamentos, tal que  $A = [a_{ij}]$ , onde  $i, j = 1, 2, \dots, m$  e  $a_{ij}$  representa a importância relativa do critério  $C_i$  em relação ao critério  $C_j$ . A matriz de julgamento ou matriz de decisão é positiva ( $a_{ij} > 0$ ), quadrada recíproca  $n \times n$ , tal que  $a_{ij} = 1/a_{ji}$  e com valores unitários na diagonal principal ( $a_{ij} = 1 \dots a_{ji} = 1$ ). Os valores de  $a_{ij}$  assumem valores de 1 a 9, conforme a Escala de Razão, que representa a grau de importância ou preferência relativa.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente

←
MENOS IMPORTANTE
MAIS IMPORTANTE
→

**Figura 1** - Escala de comparações de critérios.

No AHP, após a obtenção das matrizes de julgamento ocorrem as etapas de normalização destas matrizes, os cálculos de Prioridades Médias Locais – PML e as Prioridades Globais - PG. A equação (1), referente à normalização das matrizes de julgamento, visa padronizar os pesos de uma serie de critérios (independente da medida utilizada) para uma mesma leitura, ou seja, lidos em uma mesma escala de razão padronizada.

$$a_{ij} = a_{ij} / \sum_{k=1}^n a_{ik} \quad (1)$$

Na etapa de PML, as matrizes de comparação são manipuladas para obtenção das prioridades relativas de cada um dos critérios. A PML é obtida para cada um dos nós de julgamentos, pela média das linhas da matriz de julgamento normalizada. As PML's deverão ser números entre 0 e 1, e sua soma igual a 1. Após a conclusão dos cálculos das PML's, é possível verificar quais alternativas obtiveram as maiores prioridades em relação ao critério julgado.

$$w_k = \sum_{i=1}^n a'_{ij} / n \quad (2)$$

Para calcular a PG é necessário combinar as PML's relativas das alternativas com os critérios, o intuito é produzir um vetor de prioridades compostas que servirá como prioridade das alternativas de decisão na busca do principal objetivo do problema. Os elementos de PG armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do foco principal.

$$c_d = \sum_{t=1}^{nt} w_t \prod_{l=1}^{nl-1} W_l \quad (3)$$

As matrizes de decisão são obtidas por meio de julgamentos, que possibilitam o aparecimento de inconsistência no procedimento de comparação par a par. A inconsistência dos julgamentos introduz intransitividades na matriz e para mensurar a grau da inconsistência é necessário realizar o cálculo do Índice de Consistência – IC (4).

$$IC = \frac{|\lambda_{max} - N|}{N - 1} \quad (4)$$

Para concluir sobre a consistência da matriz, o índice IC deve ser comparado com um índice aleatório de consistência IR. O valor de IR para matrizes de diferentes ordens são apresentados em Saaty [14]. Por fim, a consistência da matriz de comparações é medida a partir da Razão de Consistência – RC, dada por:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (5)$$

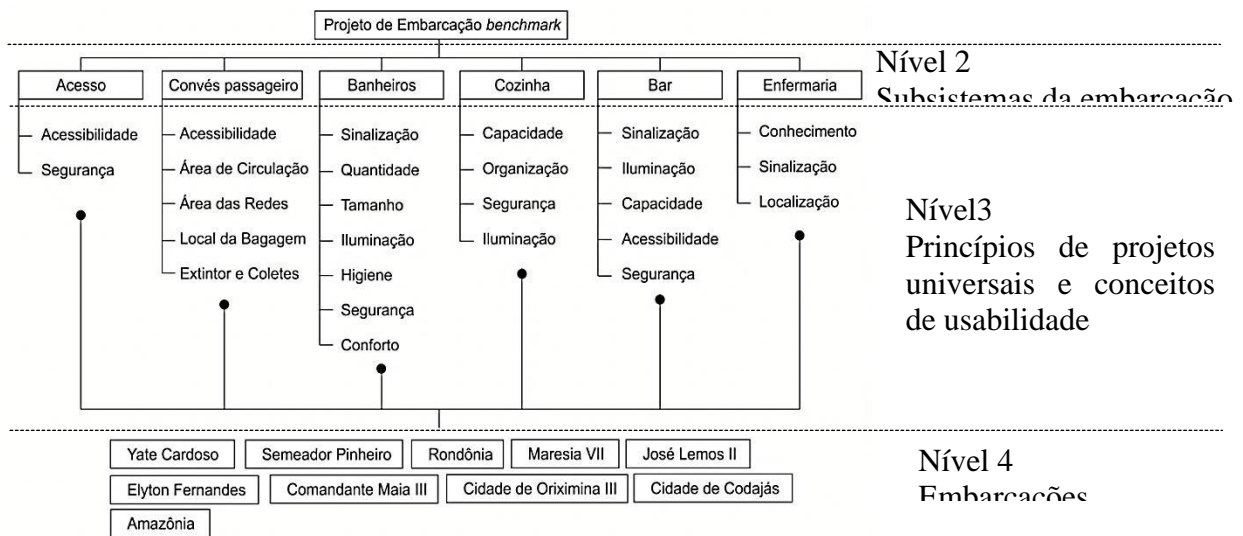
O valor limite de RC proposto por Saaty [14] é 0,1. Neste caso se a matrizes de julgamento apresentar  $RC > 0.1$  devem ter suas comparações revistas em busca de uma melhor consistência.

#### 4. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O problema proposto para o trabalho envolve a classificação das embarcações mistas, ou seja, definir uma medida de desempenho global para cada alternativa, indicadora de sua posição relativa numa classificação final e estabelecimento do *benchmark*.

O problema multicritério, no caso de apoio à decisão, é classificado como a Problemática P.γ, que tem como objetivo esclarecer a decisão por um arranjo obtido pelo reagrupamento de todas ou parte das ações em classes de equivalência. Essas classes são ordenadas de modo completo ou parcial, conforme as preferências. O resultado é, portanto, um arranjo ou um procedimento de classificação.

A estrutura hierarquia para classificação das embarcações foi obtida de forma interativa, em reuniões sucessivas com os coordenadores e pesquisadores do projeto denominado “Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos de Embarcações Regionais na Amazônia” (Figura 2).



**Figura 2 - Modelo para a classificação das embarcações.**

A estrutura hierarquia, apresentada acima, resume o processo de decisão que envolve a classificação do conjunto de embarcação. No primeiro nível da estrutura está o objetivo principal, que é classificar os projetos de embarcação. No segundo nível estão os critérios, que são subsistemas da embarcação que o passageiro utiliza, conforme Figura 3. No terceiro nível estão os subcritérios, definidos conforme os princípios de projetos universais e conceitos de usabilidade. No quarto nível, estão as variáveis (alternativas) de decisão, que são as embarcações regionais.

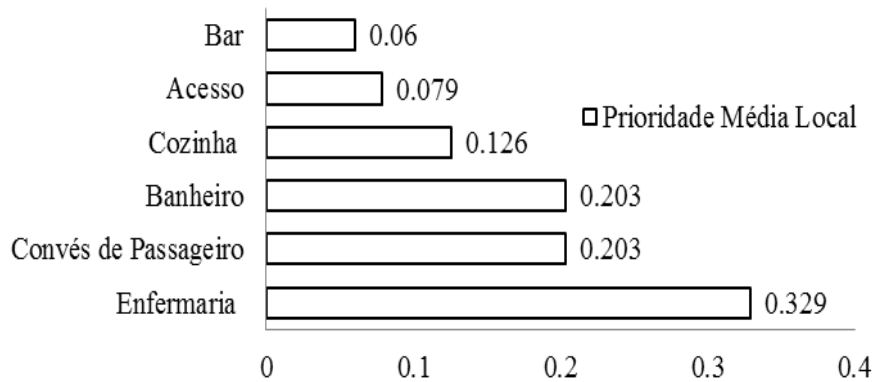


**Figura 3** - Conjunto de critério a serem usados para classificação das embarcações.

As avaliações dos critérios e subcritérios das alternativas foram realizadas através de comparações par a par, por meio da escala de razão proposta por Saaty [13], que neste caso representa a importância e o desempenho relativo. Os questionários foram aplicados nos passageiros (*stakeholders*) das embarcações que operam nos terminais *Roadway* e *Manaus Moderna*. A amostra utilizada foi de tamanho reduzido, pois o objetivo do estudo, neste momento, não é fazer inferência sobre a população, mas caracterizar as percepções dos *stakeholders*.

#### 4.1. ANÁLISE DOS PESOS DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

A partir da estrutura hierarquia do problema, foram realizadas comparações par a par entre os objetivos de um nível hierárquico e entre os objetivos do nível hierárquico superior. Com as informações correspondentes ao julgamento do nível 2 (critério por critério) foram obtidos os pesos, apresentados na Figura 4.



**Figura 4:** Importância Média Local nos níveis de critérios e subcritérios.

A comparação dos critérios resultou na seguinte ordem de importância relativa: Enfermária, Convés de Passageiro, Banheiro, Cozinha, Acesso e Bar. Os passageiros atribuíram importância alta aos critérios Enfermária, Convés de Passageiro e Banheiro, pois são os critérios que mais impactam durante as viagens. O resultado da ponderação dos

critérios apresenta RC de 2%.

Os seis critérios foram divididos em subcritérios e sua importância relativa também foi obtida por meio das matrizes de comparação par a par. A partir dos julgamentos foram obtidos pesos que expressão a importância dos subcritérios, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1-** Importância Média Local nos níveis de critérios e subcritérios.

CRITÉRIOS	PESO	SUBCRITÉRIOS	PESO
Enfermaria	0.329	Conhecimento	0.571
		Localização	0.286
		Sinalização	0.143
Convés de Passageiro	0.203	Extintor/coletes	0.418
		Área de circulação	0.266
		Acessibilidade	0.149
		Área da bagagem	0.093
		Área da rede	0.074
Banheiro	0.203	Higiene	0.403
		Conforto	0.145
		Tamanho	0.133
		Quantidade	0.125
		Segurança	0.085
		Iluminação	0.056
		Sinalização	0.056
Cozinha	0.129	Segurança	0.384
		Organização	0.384
		Capacidade	0.137
		Iluminação	0.075
Acesso	0.079	Segurança	0.750
		Acessibilidade	0.250
Bar	0.06	Segurança	0.239
		Capacidade	0.239
		Sinalização	0.079
		Iluminação	0.130
		Acessibilidade	0.130

O resultado das comparações par a par entre os subcritérios que compõe a ‘enfermaria’ aponta o conhecimento como o mais importante, em seguida a localização e por fim a sinalização como o menos importante. O resultado apresenta zero de RC.

A ordem de importância relativa dos subcritérios que compõe o ‘bar’ se configurou



com a ‘segurança’ sendo o mais importante, seguida pelos subcritérios ‘capacidade’, sinalização, iluminação e acessibilidade, como menos importante. A ponderação apresenta RC 1%.

No caso dos subcritérios relacionados com o subsistema ‘cozinha’ a importância relativa ficou estabelecida da seguinte forma: a segurança e a organização são os mais importantes, em seguida a capacidade, e por fim, com a menor importância a iluminação. O RC foi de 1%.

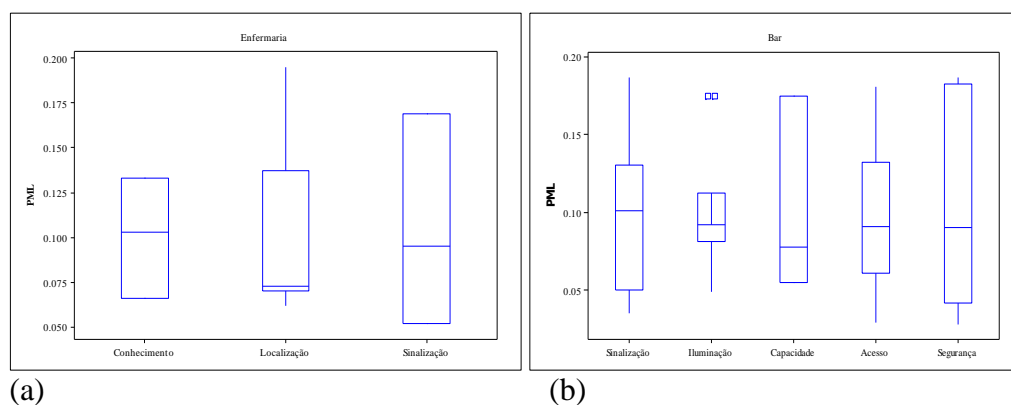
Para o critério “banheiro” a maior importância relativa foi atribuída para o subcritério higiene, depois para o conforto, tamanho, quantidade, segurança, iluminação e por fim com a menor importância sinalização. O RC obtido foi de 1%.

O convés de Passageiro foi dividido em cinco subcritérios e segundo os usuários o extintor/colete-salva-vida é o mais importante, em segundo, a área de circulação, em terceiro, a acessibilidade, em quarto, área da bagagem e o menos importante é a área da rede. A ponderação dos subcritérios apresentou RC 2%.

O resultado da importância relativa entre os subcritérios que formam o “acesso” aponta a segurança como a mais importante e a acessibilidade como o menos importante. O resultado desta ponderação apresentou zero de RC.

#### 4.2. DESEMPENHO DAS EMBARCAÇÕES NOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

A Figura. 5(a) apresenta o desempenho dos subcritérios da enfermaria. Aparentemente o subcritério conhecimento tem o melhor desempenho, pois possuem maiores valores para mediana e quartis 1 e 3. Os piores desempenhos estão nos subcritérios sinalização e localização, que apresentam medianas menores e valores concentrados no quartis 1. Estes resultados mostram uma necessidade por ações de melhoria na enfermaria, principalmente, na sinalização e localização. A Figura 5(b) apresenta os desempenhos dos subcritérios que compõem o bar. Neste caso, as embarcações apresentam desempenho melhor no subcritério sinalização, pois possui maior valor de mediana e quartis 3. Já a capacidade, o acesso e a segurança apresentam menores valores para a mediana e uma concentração maior no quartis 1. Este desempenho mostra uma oportunidade para propor ações de melhoria no subcritério: capacidade, acesso e segurança.

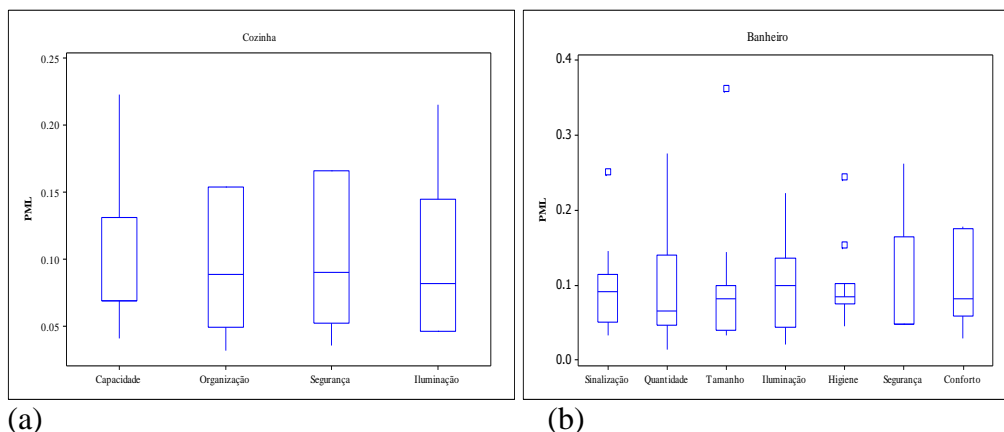


**Figura 5** - Desempenho dos critérios: enfermaria (a), bar (b).

Os desempenhos dos subcritérios que compõem o critério cozinha são apresentados

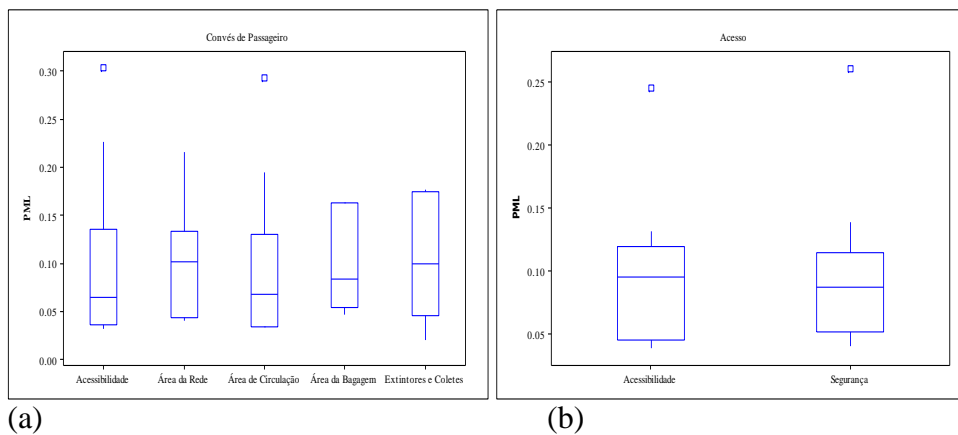
na Figura 6(a). No geral, o subcritério capacidade apresenta o melhor desempenho e os subcritérios organização, segurança e capacidade os piores. Nota-se que as embarcações demandam ações de melhorias na segurança e na organização da cozinha, visto que os passageiros atribuem uma importância alta a estes subcritérios.

No critério banheiro os subcritérios com melhores desempenhos são a sinalização e a iluminação, os quais os passageiros atribuem uma importância baixa, conforme apresentado na Figura 6(b). Neste caso, as embarcações apresentam baixo desempenho nos subcritérios higiene, segurança, quantidade, conforto e tamanho.



(a) (b)  
**Figura 6 - Desempenho dos critérios: cozinha (a), banheiro (b).**

Na Figura. 7(a) são apresentados os desempenhos dos subcritérios que compõem o critério convés de passageiro. Aparentemente área da rede e extintor/colete apresenta os melhores resultados de desempenho. Já opostas conclusões são obtidas sobre os subcritérios área de circulação, área da bagagem e acessibilidade, pois possuem uma concentração maior de embarcações em menores valores de desempenho. Por fim, no critério acesso, apresentado na Figura. 7(b), à acessibilidade obtêm o melhor desempenho e a segurança o pior.

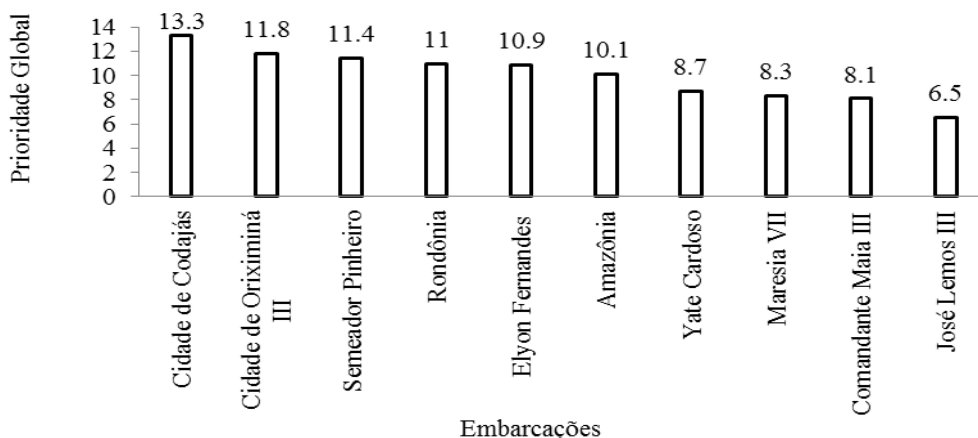


(a) (b)  
**Figura 7 - Desempenho dos critérios: convés de passageiro (a) e acesso (b).**

Os desempenhos relativos dos subcritérios, apresentados nas Figuras 4, 5 e 6,

revelam que os critérios enfermaria, bar, cozinha, banheiro, convés de passageiro e acesso, apresentam pequenas variações de amplitude, com valores muito próximos e alguns valores marginais (*outliers*).

A classificação das embarcações é apresentada na Figura 8, onde estão os valores da Prioridade Média Global, que representam os desempenhos das alternativas à luz do foco principal. Neste caso, o desempenho das embarcações com a ponderação dos critérios no processo de julgamento indicado resultou na seguinte classificação: *Cidade de Codajás* (0.133), *Cidade de Oriximiná III* (0.118), *Semeador Pinheiro* (0.114), *Rondônia* (0.11), *Elyon Fernandes* (0.11), *Amazônia* (0.101), *Yate Cardoso* (0.087), *Maresia VII* (0.083), *Comandante Maia III* (0.081), e *José Lemos III* (0.065).

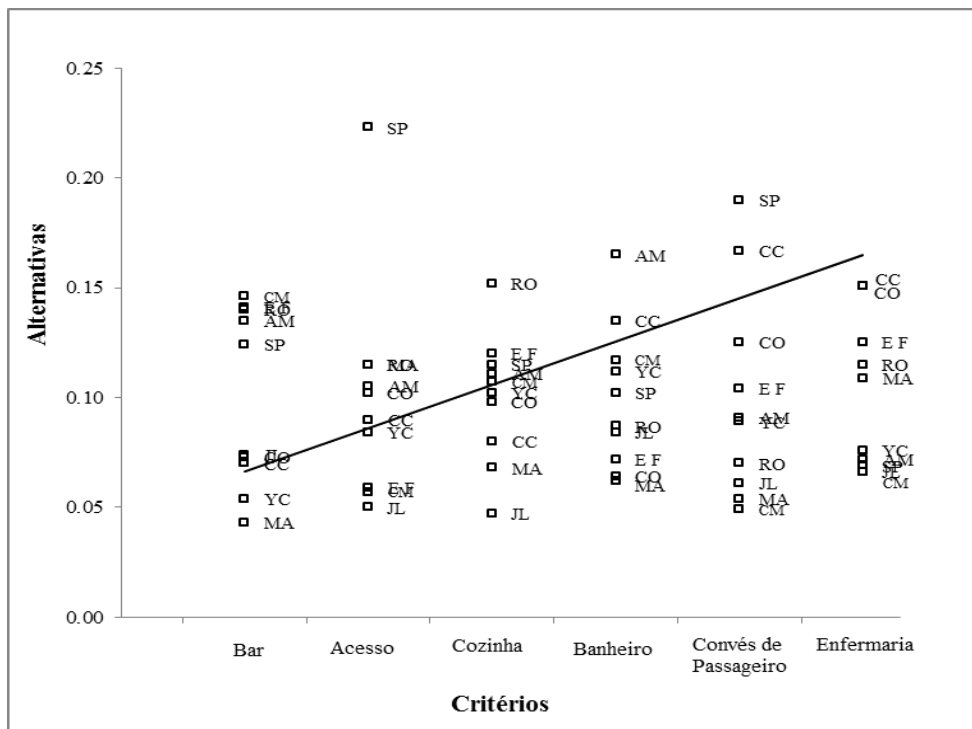


**Figura 8** - Representação gráfica da classificação das embarcações.

Os desempenhos dos subcritérios da enfermaria são ilustrados na Figura. 4(a). Aparentemente o subcritério conhecimento tem o melhor desempenho, pois possuem maiores valores para mediana e quartis 1 e 3. Os piores desempenhos estão nos subcritérios sinalização e localização, que apresentam medianas menores e valores concentrados no quartis 1. Estes resultados mostram uma necessidade por ações de melhoria na enfermaria, principalmente, na sinalização e localização.

## 5. CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO E SUA RELAÇÃO COM BENCHMARKS

As embarcações candidatas e os critérios foram organizados na Figura 9 conforme proposto em Fortuna *et. al.*[6], onde, o eixo vertical representa os desempenhos obtidos pelas alternativas (embarcações), sob o ponto de vista dos critérios e o eixo horizontal é formado pelos critérios, ordenados conforme os pesos. Para a presente pesquisa, a representação gráfica busca auxiliar a definição do projeto de embarcação *benchmark* e a explicar a associação entre as alternativas e os critérios.



(\*) As sigilas: AM - Amazônia, CC - Cidade Codajás, CO - Cidade Oriximiná III, CM - Comandante Maia III, EF - Elyon Fernandes, JL - José Lemos, MA - Maresia VII, RO - Rondônia, SP - Semeador Pinheiro e YC -Yate Cardoso.

**Figura 9:** Comparação do desempenho das alternativas e critérios.

A Figura 9 mostra que no critério enfermaria a maioria das embarcações apresentam problemas, ou seja, a eficiência deste critério está abaixo da expectativa dos *stakeholders*. Nos critérios convés de passageiro e banheiro 20% das embarcações são eficientes, pois apresentaram desempenho acima da corte. No critério cozinha 30% das embarcações apresentaram desempenho alto. Nos critérios acesso e bar o numero de embarcação eficiente é maior, sendo 60% e 80%, respectivamente. A Tabela 2 apresenta a classificação dos benchmarks.

**Tabela 2 - Prioridade Média Global dos subcritérios**

Classificação	Embarcação	Referências	Prioridade Global
1	Cidade de Codajás	<i>benchmark</i>	0.133
2	Semeador pinheiro	*Ba - Ef	0.114
3	Amazônia	Cp - Ef	0.101
4	Rondônia	Ba - CP - Ef	0.110
5	Cidade de Oriximiná III	Co - Ba - CP	0.118
6	Elyon Fernandes	Ac - Ba - CP - Ef	0.109
7	Maresia VII	Br - Co - Ba - CP - Ef	0.083
8	Comandante Maia III	Ac - Co - Ba - CP - Ef	0.083
9	José Lemos III	Ac - Co - Ba - CP - Ef	0.083
10	Yate Cardoso	Br - Ac - Co - Ba - CP - Ef	0.087

A classificação, apresentada na Tabela 2, aponta que entre as alternativas em análise a embarcação com melhor desempenho, ou seja, o *benchmark* é a Cidade de Codajás, seguida pela embarcação Semeadora Pinheiro e Amazônia. O resultado mostra que estas embarcações apresentam os melhores desempenhos no subsistema enfermagem, o qual os passageiros atribuem importância mais alta.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método AHP para classificar as embarcações e estabelecer o *benchmark* foi estruturado com o objetivo de abordar os princípios de projetos universais e os conceitos de usabilidade que influenciam na eficiência, segurança e nível de serviço do transporte fluvial de passageiro do Amazonas.

O modelo multicritério proposto permite definir a embarcação *benchmark* e analisar as condicionantes e implicações para o conceito de embarcação, adaptada as características regionais. O método AHP adotado para a classificação da embarcação produz uma orientação, que se associada a fatores regulatórios e outros, pode auxiliar na estruturação dos projetos de embarcações utilizadas no sistema de transporte fluvial da Região Amazônica.

Assim como, fornece subsídios para a avaliação dos administradores públicos e outros atores, pois uma constante permite o acompanhamento das variações no desempenho, provocada por alterações do ambiente.

## 7. AGRADECIMENTOS

Este artigo é dedicado em memória da Prof.<sup>a</sup> Márcia Helena Veleda Moita, pela excelente pesquisadora e grande amiga. Os autores também agradecem o Instituto de Pesquisa em Transportes – INTRA pelo suporte aos membros envolvidos no desenvolvimento do artigo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ahsan, M. K. and Bartlema, J. (2004). Monitoring Healthcare Performance by Analytic Hierarchy Process: a Developing-Country Perspective. *International Transactions in Operational Research*, 11 (2004) 465–478.
- [2] Couto, M. A. F.; Moita, M. H. V.; Machado, V.W.; Kuwahara, N. (2009). Modelo não paramétrico aplicado à análise de eficiência do Transporte Aquaviário de Passageiros na Região Amazônica. In: XXIII ANPET - Congresso de pesquisa e Ensino em Transportes, Vitória.
- [3] Costa, J. F. S.; Correia, M. G.; Souza, L. T. T. (2010). Auxílio à Decisão utilizando o Método AHP - Análise Competitiva dos Softwares Estatísticos. In: In: 42º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Bento Gonçalves - RS.
- [4] Duarte, R. C. D. S.; Kuwahara, N.; Alencar, L. A. (2009). Perspectiva Ergonômica para Embarcações do Estado do Amazonas. In: XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em

Transportes XXIII ANPET, 2009, Vitória. XXIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes XXIII ANPET. Rio de Janeiro - RJ: ANPET.

- [5] Dutra, C. C.; Fogliatto, F.S. (2007). Operacionalização do Processo Analítico Hierárquico usando matrizes incompletas de comparações pareadas. In: XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Fortaleza.
- [6] Fortuna, V. J.S.; Luz. V.; Mossé. A. (1984). Aplicação de Método de Ordenação de Prioridades no Planejamento de PeD do Exército. Revista de Administração, V 19(1).
- [7] Frota, C. D. (2008). Gestão da Qualidade Aplicada às Empresas Prestadoras do Serviço de Transporte Hidroviário de Passageiros na Amazônia Ocidental: Uma Proposta Prática. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes.
- [8] Joshi. R.; Banwet, D. K.; Shankar, R. (2011) A Delphi-AHP-TOPSIS Based Benchmarking Framework for Performance Improvement of a Cold Chain. Expert Systems with Applications 38, 10170 –10182.
- [9] Kuwahara, N. (2011). Relatório Parcial do Projeto de Pesquisa intitulado Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos de Embarcações Regionais na Amazônia. Projeto apoiado pelo fundo CTAQUAVIÁRIO / Edital MCT/CNPq/CT-Aquaviário nº 08/2009 - Transporte Aquaviário e Construção Naval. Número do processo no CNPq: 557131/2009-0, Manaus.
- [10] Kuwahara, N (2008). Planejamento Integrado do Setor de Transporte de Carga na Amazônia: Metodologia de Análise e Hierarquização de Alternativas de Investimentos em Infraestrutura de Transportes. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes.
- [11] Merege. F. (2011). Indicadores da Navegação Hidroviária Mista na Região Amazônica. In: 7 SOBENA - Seminário de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior, 2011, Porto Alegre/RG. 7 SOBENA.
- [12] Oliver. I.; Jonas. H.; Schmoldt. D.L (2007). Expert Panel Assessment of Attributes for Natural Variability Benchmarks for Biodiversity. Austral Ecology 32, 453–475.
- [13] Saaty, T. L. (2004). Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). Journal of Systems Science and Systems Engineering/ Vol. 13, No. 1.
- [14] Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.