

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA IDENTIFICAR *BENCHMARKS* DE PROJETOS DE EMBARCAÇÕES REGIONAIS DA AMAZÔNIA

José Teixeira de Araújo Neto Santos
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
santos@icomp.ufam.edu.br

Poliana Cardoso
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
polianacard@yahoo.com.br

Nelson Kuwahara
Universidade Federal do Amazonas - UFAM
nelsonk@ufam.edu.br

Resumo

O transporte fluvial realizado por embarcações mistas, que são caracterizadas por movimentar cargas e passageiros, é um sistema de transporte típico da Amazônia Ocidental. Estas embarcações influenciam na competitividade do setor produtivo regional que em função da qualidade, do risco, da confiabilidade e da segurança do serviço, torna a região pouco atrativa ao capital produtivo. Assim, a presente pesquisa realiza uma aplicação do método multicritério, AHP, para selecionar a embarcação *benchmark*. O método proposto utiliza os conceitos de projetos universais e de usabilidade que influenciam no desempenho das embarcações o que permite definir o *benchmark* e produzir um mecanismo de avaliação e de orientações para os tomadores de decisão.

Palavras-Chaves: Embarcações; *benchmarks*; selecionar; AHP.

Abstract

The inland shipping vessels conducted by enterprises, which are characterized by moving cargo and passenger transportation system is a typical Western Amazon. These vessels influence the competitiveness of the regional productive sector in terms of quality, risk, reliability and security of service makes the region less attractive to productive capital. Thus, this research conducts an application of multicriteria method, AHP, to select the benchmark vessel. The proposed method uses the concepts of universal design and usability that influence the performance of the vessels used to set the benchmark and produce an assessment mechanism and guidelines for decision makers.

Keywords: Vessels; benchmarks; Select; AHP.

1. INTRODUÇÃO

Na Amazônia Ocidental o transporte fluvial de carga e de passageiro é realizado em embarcações de madeira, construídas em estaleiros e carreiras situados em alguns municípios do Amazonas. Embora este seja o principal sistema de transporte da região, as embarcações que hoje navegam apresentam deficiências [4] e [7].

Os projetos das embarcações mistas (passageiro e carga) utilizadas no transporte fluvial 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 da dificuldade de navegabilidade e operacionalidade das embarcações [9].

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

qualidade dos alimentos servidos.

A condição das embarcações influencia na competitividade do setor produtivo regional que por sua vez contribui para que os municípios da Amazônia não sejam atrativos ao capital produtivo. Pois, em função da qualidade e da confiabilidade do serviço de transportes, os municípios interioranos da Amazônia não consegue se inserir na economia de mercado [9].

A presente pesquisa apresenta uma metodologia para selecionar e analisar o benchmark de projeto de embarcação, buscando condicionantes e implicações para um novo conceito de embarcação, adaptada as características regionais. O processo de seleção dos benchmarks é realizado através do Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*), que permite identificar a melhor alternativa em um grupo de candidatas, através de critérios de seleção pré-definidos.

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 apresentar uma revisão bibliográfica sobre os diferentes métodos e avaliações de desempenho das embarcações regionais e algumas aplicações praticas do método AHP em problemas de seleção de *benchmarks*.

2.1 SOBRE AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO DAS EMBARCAÇÕES REGIONAIS DA AMAZÔNIA

Para Merege [11] e Couto *et. al.* [2], o desenvolvimento de índices e indicadores é uma forma de obter informações e de trazer melhorias para o transporte fluvial na Amazônia. Ainda para os autores, estas informações referem-se às questões que tem grande importância para os usuários, tais como segurança, higiene e conforto das embarcações.

Para auxiliar os usuários e as empresas de navegação da região Amazônica Merege [11], desenvolveu um conjunto de indicadores de desempenho que possibilitam avaliar os atributos dos serviços de transporte longitudinal misto, sendo eles: regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia e modicidade das tarifas. No trabalho os indicadores foram construídos de forma a apontar a frequência relativa e destacar as empresas de navegação com melhores práticas. Para o autor, o Índice de Operacionalidade pode ser obtido em função da disponibilidade de informação sobre as características operacionais das empresas outorgadas. Já no Índice de Qualidade, que depende de informações da qualidade dos serviços prestados (subjetivas), é necessário elabora um mecanismo de pesquisa que represente o ponto de vista dos usuários e operadores.

Couto *et. al.* [2], desenvolveu um indicador global de desempenho, utilizando Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), para avaliar os serviços 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*). No geral, a pesquisa fornece as embarcações consideradas eficientes e os benchmarks para as menos eficientes.

Duarte *et. al.* [4], realizou uma análise ergonômica nas embarcações da região com o objetivo de propor melhorias para as mesmas. Pois, para os autores, as embarcações que operam na região não atendem as normas portuárias e ergonômicas. Assim, 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.

Frota [7] 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 e pela falta de conscientização ou desconhecimento, dos usuários, de um serviço que proporcione maior qualidade e segurança. A pesquisa apresenta duas metodologias de gestão da qualidade que possibilitam auxiliar 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.

2.2 SOBRE APLICAÇÕES DO MÉTODO AHP EM PROBLEMAS DE SELEÇÃO DE BENCHMARKS

Joshi, *et. al.* [8] desenvolveu 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 baseada *Delphi-AHP-TOPSIS* que dividi 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 comparara-los para melhorar as fraquezas tendo em vista as atuais condições operacionais e estratégias.

Oliver *et. al.* [12] adota 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 do *patch-scale species-level* da biodiversidade dentro de ecossistemas florestais.

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

3. MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

O Método Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*) surgiu na década de 70 e foi desenvolvido por Thomas Saaty para auxiliar na resolução de problemas complexos de tomada de decisão [10].

Segundo Costa [3], o método AHP é baseado no procedimento de comparações par-a-par (*pairwise comparisons*). Com base nas comparações de especialistas, obtêm-se as matrizes de julgamentos, de tal forma que $A = [a_{ij}]$, onde $i, j = 1, 2, \dots, m$, que traz o resultado das comparações de pares de elementos em um nível da estrutura hierárquica.

A matriz de julgamento ou matriz de decisão é positiva ($a_{ij} > 0$), quadrada recíproca, tal que $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ e com valores unitários na diagonal principal ($a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1$). O valor a_{ij} representa a importância ou preferência relativa e assumem valores de 1 a 9, conforme a escala proposta por Saaty [13]. Então, satisfazendo as propriedades citadas chega-se a uma distribuição de pesos por 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 Médias Globais - PG. A equação (1) é referente à normalização da matriz de julgamento.

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

A PML (2) é obtida para cada um dos nós de julgamentos, pelas médias das linhas da matriz de julgamento normalizada. Após a conclusão dos cálculos das PML, 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 (3) é necessário combinar as PML relativas das alternativas e critérios. Os elementos de PG armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do Foco Principal.

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

A estruturação hierárquica das alternativas é obtida por meio de *autovetores* e *autovalores*, que possibilitam o aparecimento de inconsistência no procedimento de comparação. A presença de inconsistência nos julgamentos introduz intransitividades nesta matriz. Para mensurar a intensidade ou grau da inconsistência de uma matriz de julgamentos é necessário avaliar o quanto o maior autovalor desta matriz se afasta da ordem da matriz. Saaty [15] propõe a equação (4) para o cálculo do Índice de Consistência – IC.

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

Para concluir sobre a consistência da matriz, o índice *IC* deve ser comparado com um índice aleatório de consistência *IR*. Valores 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 para a *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 ($RC \leq 0,1$).

4. ESTUDO DE CASO

Esta seção descreve a construção e os resultados do modelo de avaliação multicritério para selecionar projetos de embarcação *benchmark*, utilizando a técnica AHP.

4.1 PROBLEMA DE SELEÇÃO DE EMBARCAÇÃO BENCHMARK

O transporte fluvial de passageiros combinado com o transporte de cargas avulsas na região amazônica é realizado por varias embarcação e segundo Merege [11], a eficiência e a qualidade deste transporte esta diretamente ligada às empresas de navegação regional.

Segundo Duarte *et. al.* [4], o transporte fluvial na Amazônia Ocidental é deficiências, principalmente, no que diz respeito às condições das embarcações. Pois para os autores, as

embarcações não atendem as legislações do setor de transporte aquaviário, o que resulta em riscos aos usuários desse modal de transporte.

O problema proposto para o trabalho envolve a seleção do projeto de embarcação benchmark, ou seja, selecionar em um conjunto de embarcações que atenda as legislações do setor de transporte aquaviário ou que apresente o melhor desempenho. Este problema de decisão envolve a escolha da melhor ou melhores alternativas.

A estrutura hierarquia para seleção do projeto de embarcação benchmark, apresentado na Figura 1, foi obtida de forma interativa, em reuniões sucessivas com os coordenadores e pesquisadores do projeto “Pesquisa e Desenvolvimento de Projetos de Embarcações Regionais na Amazônia”.

A estrutura hierarquia, apresentada acima, resume o processo de decisão que envolve a seleção do projeto de embarcação. Na raiz da estrutura esta o objetivo principal, que é selecionar o projeto de embarcação *benchmark*. No segundo nível estão os critérios, que são subsistemas da embarcação. No terceiro nível estão os subcritérios, definidos conforme os princípios de projetos universais e conceitos de usabilidade, associados com as cada embarcação. No quarto nível estão as variáveis (alternativas) de decisão, que são as embarcações regionais.

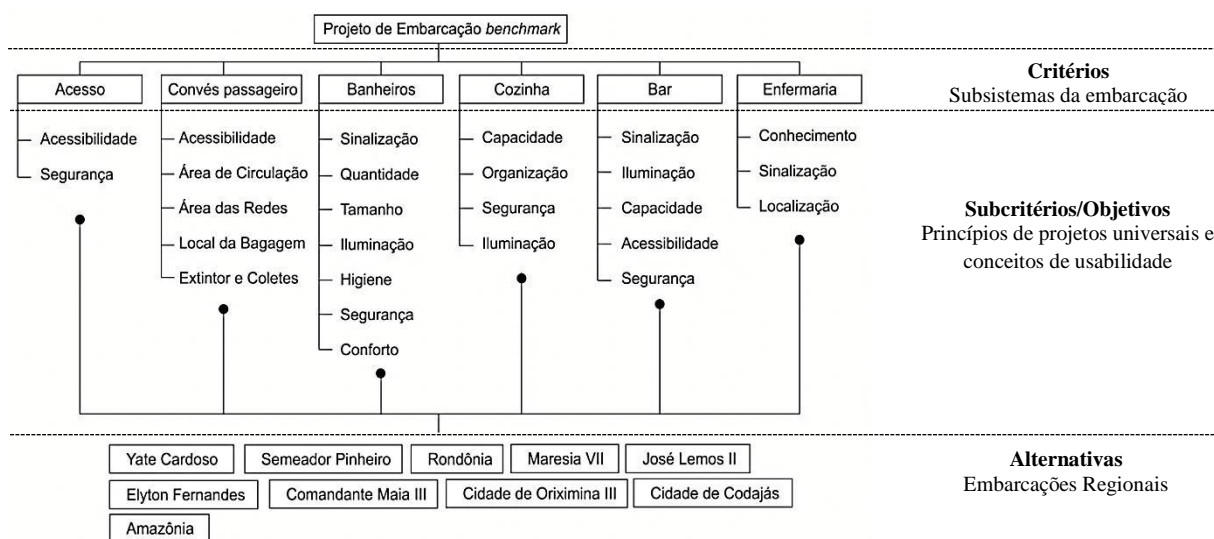


Figura 1: Modelo para a seleção das embarcações *benchmarks*.

As avaliações dos critérios e subcritérios das alternativas foram realizadas através de comparações par-a-par com a escala de razão proposta por Saaty [13], que representa a importância e o desempenho relativo. Os questionários foram aplicados nos passageiros (*stakeholders*) das embarcações que operam nos terminais *Roadway* e *Manaus Moderna*.

Cabe ressaltar que 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*.

4.2 ANÁLISE DOS PESOS DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

A partir da estrutura hierarquia do problema, definida na Figura 1 foram realizadas as comparações par a par entre os objetivos de cada nível hierárquico e os objetos do nível hierárquico superior. A partir das informações correspondentes aos julgamentos critério/critério foram obtidos os pesos, que resultaram em uma ordenação de importância, conforme apresentado na Figura 2.

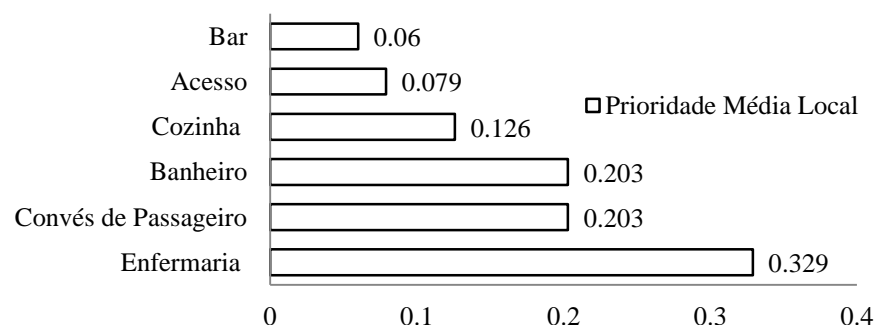


Figura 2: Prioridade Média Local dos subsistemas da embarcação.

A comparação entre os seis critérios resultou na seguinte ordem de importância relativa: Enfermaria, Convés de Passageiro, Banheiro, Cozinha, Acesso e Bar. Notou-se que os passageiros atribuem importância alta aos critérios Enfermaria, 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%.

Para o caso em estudo, os seis critérios foram divididos em subcritérios e a importância relativa obtida através de matrizes de comparação par a par. A partir dos julgamentos foram obtidos pesos, que expressam a importância dos subcritérios para os passageiros. Os pesos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Prioridade Média Local dos 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
Banheiro	0.203	Área da rede	0.074
		Higiene	0.403
		Conforto	0.145
		Tamanho	0.133
		Quantidade	0.125
		Segurança	0.085
Cozinha	0.129	Iluminação	0.056
		Sinalização	0.056
		Segurança	0.384
		Organização	0.384
Acesso	0.079	Capacidade	0.137
		Iluminação	0.075
		Segurança	0.750
Bar	0.06	Acessibilidade	0.250
		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 compõem a “enfermaria” aponta o conhecimento como o mais importante, em seguida a localização e por fim a sinalização como o menos importante. O resultado desta ponderação apresentou 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 dos subcritérios apresentou 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.

4.3 DESEMPENHO DAS EMBARCAÇÕES NOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS

O *ranking* das embarcações é apresentado na Figura 3, onde estão os elementos da prioridade média global, que representam os desempenhos das alternativas a luz do foco principal. O desempenho das embarcações com a ponderação dos critérios no processo de julgamento indicado resultou na seguinte ordenação: cidade de codajás (13.3%), cidade de oriximiná III (11.8%), semeador pinheiro (11.4%), rondônia (11%), elyon fernandes (11%), amazônia (10.1%), yate cardoso (8.7%), maresia VII (8.3%), comandante maia III (8.1%), e josé lemos III (6.5%).

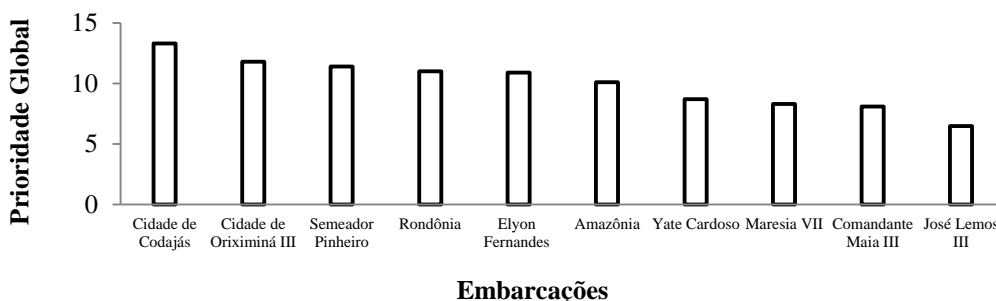


Figura 3: Prioridade Global das embarcações.

A Figura. 4(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 4(b) apresenta o desempenho 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.

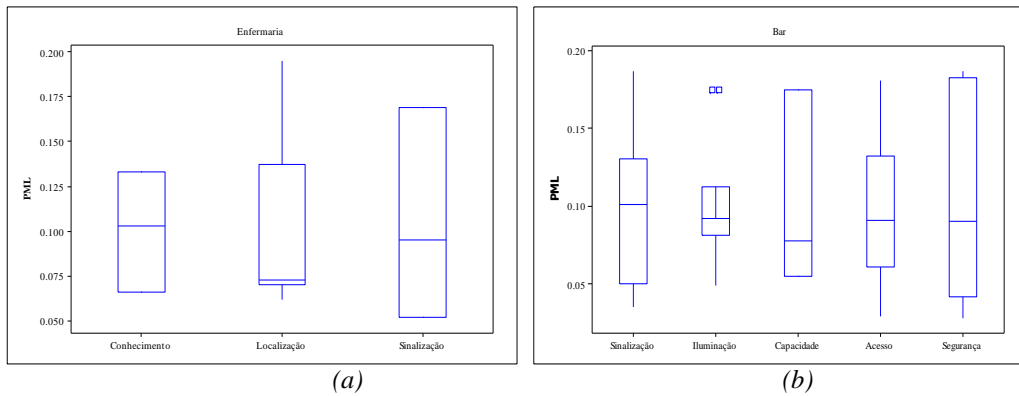


Figura 4: Desempenho dos critérios: enfermaria (a), bar (b).

Os desempenhos dos subcritérios que compõem o critério cozinha são apresentados na Figura 5(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, 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 5(b). Neste caso as embarcações apresentam baixo desempenho nos subcritérios higiene, segurança, quantidade, conforto e tamanho.

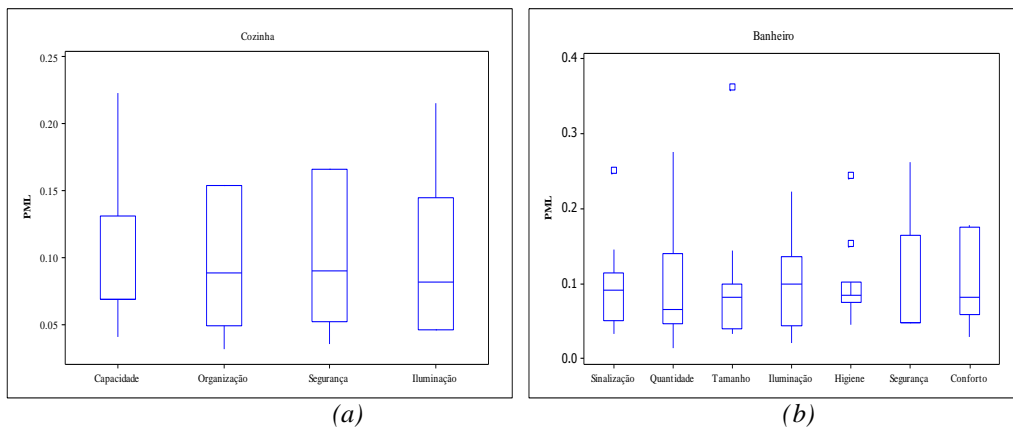


Figura 5: Desempenho dos critérios: cozinha (a), banheiro (b).

Na Figura. 6(a) são apresentados os desempenhos dos subcritérios que compõem o critério convés de passageiro. Aparentemente área da rede e extintor/colete apresentam 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. 6(b), à acessibilidade obtêm o melhor desempenho e a segurança o pior.

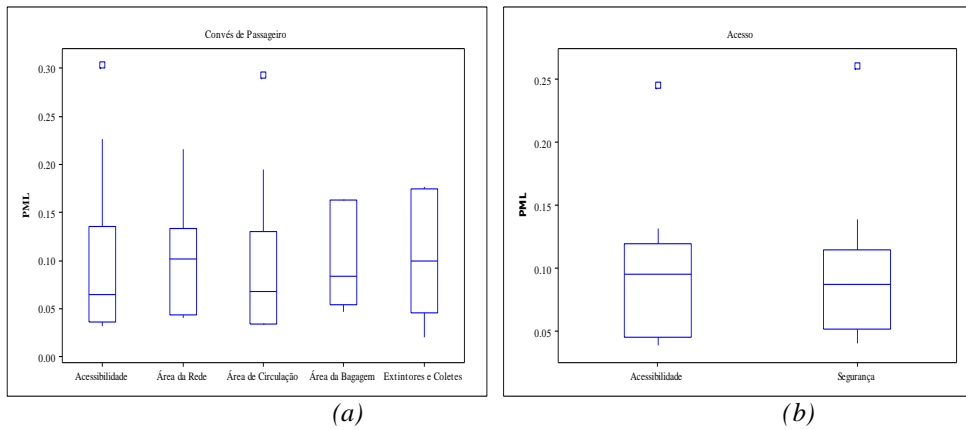
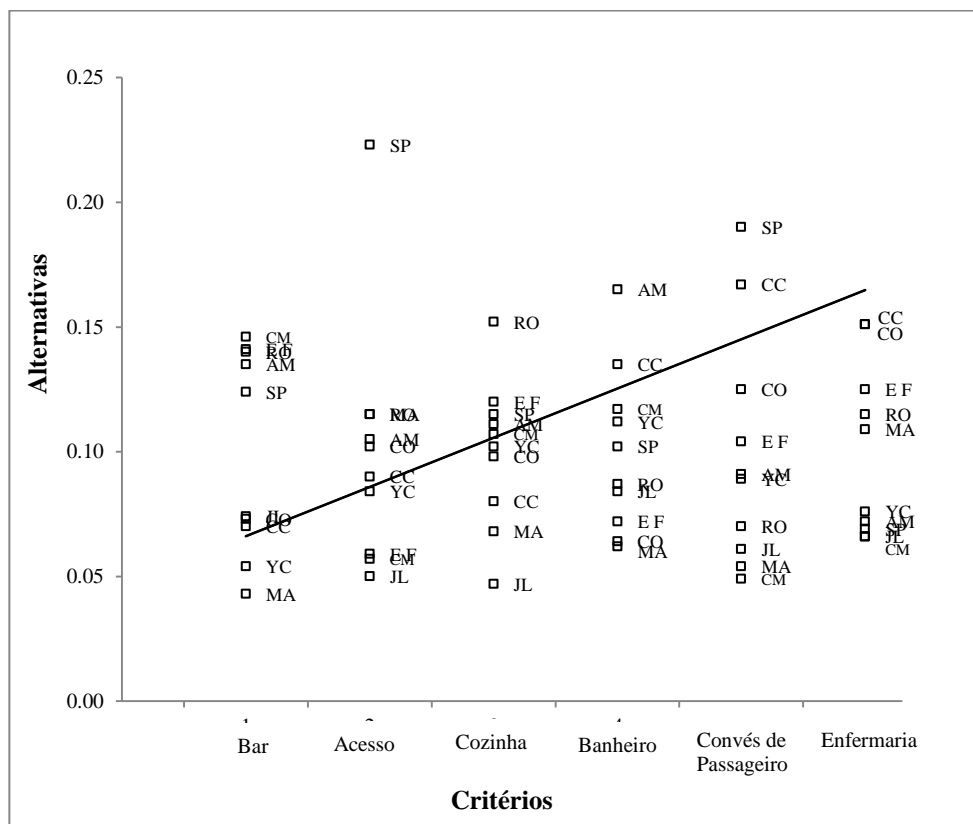


Figura 6: Desempenho dos critérios: convés de passageiro (a) e acesso (b).

Os desempenhos relativos dos subcritérios, apresentados nas Figuras 4, 5 e 6, revelam que os indicadores, enfermaria, bar, cozinha, banheiro, convés de passageiro e acesso, apresentam pequenas variações de amplitude, com valores muito próximos e apesar alguns valores marginais (*outliers*).

4.4 CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO E SUA RELAÇÃO COM *BENCHMARKS*

As embarcações candidatas e os critérios foram organizados na Figura 7 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 dos *autovetores*. 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 siglas: 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 7: Comparação do desempenho das alternativas e critérios.

A Figura 7 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 número 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

Projeto de Embarcação	Subsistema <i>Benchmarks</i>	Prioridade Global*
Cidade de Codajás	Convés de Passageiro, Banheiro, Acesso, Bar	0.133
Semeador Pinheiro	Convés de Passageiro, Cozinha, Acesso, Bar	0.114
Amazônia	Banheiro, Cozinha, Acesso, Bar	0.101
Rondônia	Cozinha, Acesso, Bar	0.110
Cidade de Oriximiná III	Acesso, Bar	0.118
Elyon Fernandes	Cozinha, Bar	0.109
Maresia VII	Acesso	0.083
Comandante Maia III	Bar	0.083
José Lemos III	Bar	0.083
Yate Cardoso	-	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 enfermaria, o qual os passageiros atribuem importância mais alta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método AHP para seleção de 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 e carga da Amazônia. Assim, o modelo proposto permite definir a embarcação benchmarks e analisar as condicionantes e implicações para o conceito de embarcação, adaptada as características regionais.

O método AHP adotado para a seleção da embarcação benchmarks produz uma orientação, que se conjugada a fatores políticos, regulatórios e outros, pode auxiliar na estruturação do sistema de transporte fluvial da Região Amazônica. Assim como, fornece subsídios para a avaliação dos administradores públicos e outros atores, pois a repetida aplicação a intervalos regulares permite o acompanhamento das variações no desempenho, provocada por alterações do ambiente.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Laboratório de Otimização – LABOTIM da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, o apoio financeiro e institucional da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT e ao CNPq pelo suporte aos membros envolvidos no desenvolvimento do artigo.

7. 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: 42° 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.