

# **MODELO NÃO PARAMÉTRICO APLICADO À ANÁLISE DE EFICIÊNCIA DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA**

**Márcio Antônio Couto Ferreira**

**Márcia Helena Veleda Moita**

**Waltair Vieira Machado**

**Nelson Kuwahara**

Universidade Federal do Amazonas

Núcleo Interinstitucional de Estudos e Pesquisas em Transportes, Logística e Construção Naval na Amazônia

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de indicador global de desempenho para os serviços de transporte aquaviário de passageiros na Região Amazônica. Utilizando Análise Envoltória de Dados – (Data Envelopment Analysis –DEA) procedeu-se com operacionalização dos indicadores previstos na Resolução ANTAQ N. 912/2007. Os resultados da pesquisa mostraram que as embarcações que operam nas rotas mais longas apresentaram os melhores desempenhos. Sendo os indicadores parciais referentes à qualidade do serviço oferecido, pôde-se concluir que a variável “tempo de viagem” não tem associação direta com as variáveis relacionadas aos serviços de bordo oferecido nas embarcações, nem tampouco, a variável “preço cobrado”.

## **ABSTRACT**

This paper presents the development of global indicator of performance for services of river transportation of passengers in the Amazon region. Using Data Envelopment Analysis - DEA was carried out with operationalization of the indicators contained in Resolution ANTAQ N. 912/2007. The survey results showed that vessels operating on routes longer showed the best performance. Since the partial indicators regarding the quality of service offered, it was concluded that the variable "time travel" has no direct association with the variables related to the services offered on board the vessels, and the variable price.

## **1. INTRODUÇÃO**

O transporte pode ser definido como sendo atividade de conduzir pessoas ou bens de um lugar para outro, mostrando-se um dos itens necessários para o desenvolvimento da infra-estrutura de uma nação, Faria (1999).

Os meios de transporte permitem à população ter acesso as suas diversas necessidades sociais e econômicas básicas como, saúde, trabalho, educação e lazer (CNT, 2002). Países que alcançaram um alto grau de desenvolvimento econômico investiram em uma malha de transporte bem estruturada. No Brasil, a malha de transporte apresenta-se desproporcional, isso porque nas últimas décadas concentrou suas atenções no modal rodoviário desprezando o seu potencial natural que é a navegação.

Somente na década de 90 o transporte hidroviário passou a ser utilizado em maior escala no Brasil, a fim de baratear os preços finais dos produtos (AFRÂNIO et al., 2006). Na Região Amazônica, pelo fato de abrigar a maior bacia hidrográfica do planeta, pela sua extensão e especificidade geográfica apresenta como principal meio de transporte o modal hidroviário. Nota-se que o transporte fluvial de passageiros nesta região se caracteriza como mista, ou seja, as embarcações transportam tanto cargas quanto pessoas.

Em vista disso, apesar de toda sua potencialidade no modal aquaviário, a região apresenta precariedades na oferta de serviços adequados no transporte fluvial de passageiros, defasagem essa advinda da carência de políticas de regulamentação eficiente. Outro fator de grande significação para a precariedade do setor é a questão da qualidade dos serviços oferecidos, que se insere como ferramenta imprescindível na conquista e fidelização dos clientes.

Dessa forma, alguns pontos de estrangulamento são evidenciados na esfera de transporte fluvial regional de passageiros e aparecem como desafios a serem suplantados, tais como: falta de recursos humanos qualificado nesta; falta de estudos específicos para o setor de transporte fluvial; insuficiência de informações dos órgãos responsáveis; burocracia no desenvolvimento do setor e ausência de indicadores para tomada de decisão. Este último apresenta-se como proposta deste trabalho.

O estudo de indicadores para modal aquaviário visa proporcionar subsídios para a melhoria do transporte fluvial de passageiros da Região Amazônica. Todavia, para que se tenha uma melhor visão das dificuldades em que o setor aquaviário está inserido, é necessário um embasamento científico.

A proposição de indicadores de serviços adequados surge como ferramenta propícia para esse embasamento, oferecendo um diagnóstico profundo e preciso do que deve ser melhorado. Além de indicar e informar, os indicadores auxiliam nas tomadas de decisão, influenciando no planejamento das políticas públicas, na regulamentação, qualificação e especialização do setor, além de fornecer alinhamento conceitual aos usuários. A elaboração de indicadores contribui positivamente para o modal hidroviário, mostrando-se como ferramenta de diagnóstico aos órgãos responsáveis, armadores e usuários que poderão avaliar a qualidade de sua gestão e sua atuação no setor.

Na Região Amazônica o sistema de transporte difere do resto do Brasil porque a comunicação e a integração social se fazem, grosso modo, por meio fluvial. As condições naturais dessa região é um dos principais fatores que propiciaram o desenvolvimento da navegação. Segundo THECNA (2006), o transporte fluvial é uma tradição entre as comunidades ribeirinhas desde os tempos áureos da passagem dos colonizadores.

O transporte aquaviário de passageiros é realizado principalmente por embarcações caracterizadas como mistas, que além de transportar passageiros, transportam carga geral, tanto para os centros menores quanto para os grandes centros. O padrão das embarcações empregadas e as condições de operação mantêm o cenário de insegurança para a vida humana. Nos últimos anos têm ocorrido muitos acidentes com elevado número de vítimas fatais.

O setor mostra-se deficitário, pois a fiscalização é extremamente difícil devido à falta de recursos e pelo elevado número de embarcações que trafegam pelos rios da Amazônia. O licenciamento das embarcações e tripulação é regulamentado pela Autoridade Marítima (Marinha), no entanto existe um número significativo de embarcações que trafegam sem as devidas autorizações.

Além da deficiência quanto à fiscalização, existe carência no registro de informações sobre o setor. A falta de diagnóstico dificulta a implementação de um sistema eficiente. Desconhecer o quanto deve ser melhorado na qualidade dos serviços oferecidos pode dificultar e atrasar o desenvolvimento desse setor. Para se pensar em melhorias estruturais é preciso de antemão diagnosticar cada parte desse sistema. Por outro lado, a qualidade no transporte é o resultado dos níveis de serviço da ação integrada entre os três agentes envolvidos no processo: usuários, empresas e poder público.

Em 2001, foi criada a Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ que é uma

agência reguladora, vinculada ao Ministério dos Transportes. Tem a finalidade de regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e de exploração da infra-estrutura portuária e aquaviária, harmonizando os interesses do usuário com os das empresas prestadoras de serviço, preservando o interesse público.

A Resolução ANTAQ N. 912/2007 normatizou a autorização de prestação de serviço de transporte de passageiros e de serviços de transporte misto na navegação interior de percurso longitudinal interestadual e internacional. Esta resolução discorreu sobre indicadores de serviços adequados, porém não prescreveu o procedimento de cálculo. Classificou serviços adequados como sendo os que satisfazem requisitos de regularidade, eficiência, segurança, atendimento ao interesse público, generalidade, pontualidade, conforto, continuidade, atualidade, cortesia na prestação dos serviços, modicidade nas tarifas e fretes e preservação do meio ambiente.

Desta forma, o presente trabalho desenvolveu um indicador global de desempenho para os serviços de transporte fluvial de passageiros oferecidos nas embarcações da Região Amazônica. A metodologia do trabalho contemplou realização de levantamento das embarcações, construção de indicadores parciais para o transporte hidroviário de passageiros; medição de eficiência técnica das embarcações utilizando os indicadores parciais de desempenho.

## **2. CARACTERIZAÇÃO DO TRANSPORTE AQUAVIÁRIO DE PASSAGEIROS NA REGIÃO AMAZÔNICA**

De acordo com Nazaré (2001), o transporte fluvial de passageiros na Região Amazônica, em uma parcela muito expressiva, é executado pelas embarcações classificadas como “mistas”. O serviço que executa assume na região enorme importância pelo posicionamento dos núcleos populacionais situados às margens dos grandes rios e de seus afluentes, como resultado de ocupação do espaço amazônico que foi adotado pelos colonizadores, em seu intento de penetração com vistas à integração e ao desenvolvimento regional. Acresce considerar ainda, a realidade de que, ainda hoje, muitos desses núcleos não têm nenhuma alternativa que não o fluvial. E ainda que já se observe algumas melhoras recentes em apenas algumas linhas, o sistema de transporte de passageiros tem como configuração geral a de ser carente de condições mínimas de eficiência, conforto, regularidade e segurança.

Segundo o Ministério da Marinha, a Amazônia Ocidental é uma região que merece uma atenção especial, pois cerca de um milhão de pessoas, na sua maioria de baixa renda, trafegam por ano nas 25 mil embarcações de médio porte, predominantemente construída com casco de madeira. Além disso, existe um grande número de pequenas embarcações, com as mesmas características, trafegando em rios de médio e grande porte. Tal modalidade de navegação, pela grande frequência de utilização e pela falta de atualidade das mesmas, é considerada de alto risco devido à superlotação e ao carregamento desordenado (passageiros e cargas) das embarcações, gerando sobrecarga nos barcos e aumentando as estatísticas de acidentes fluviais e naufrágios com mortes (THECNA, 2006).

Esta carência de cuidados em relação ao principal meio de transporte da região tornou viável e relevante o projeto de pesquisa em transporte aquaviário e construção naval na Amazônia – o projeto THECNA (2006), desenvolvido na Universidade Federal do Amazonas. O projeto apresentou em seu estudo, a construção de um Banco de Dados, contendo informações

coletadas sobre as embarcações, seus usuários e suas características.

Com base nas informações obtidas do Banco de Dados do Projeto THECNA (2006) pôde-se analisar as embarcações da região. Foram analisadas quatro linhas, todas considerando Manaus como porto de origem ou destino, visto que se obteve uma matriz de origem e destino contendo suas principais paradas intermediárias dessas rotas. As linhas, consideradas aqui como troncais, são: Manaus – Belém; Manaus – Santarém; Manaus – Porto Velho; e Manaus – Tabatinga.

### **2.1. Rota Manaus – Belém**

As embarcações que fazem este percurso utiliza o rio Amazonas como via principal. Belém está situada às margens do rio Guamá, junto à foz do rio Amazonas e está distante 925 milhas de Manaus. Durante o ano inteiro o rio Amazonas é navegável por todo o trajeto entre estas duas cidades, no período de cheia chega a 13,5m de calado para as embarcações, e durante a várzea, limita-se a 7m.

O PROJETO THECNA (2006) informou que são 7 as embarcações que fazem esta rota, a saber: Amazon Star, Cisne Branco, Clívia, Onze de Maio I, Catamarã Rondônia, Nélio Corrêa e Santarém. Estas são construídas em casco de aço. O barco Catamarã apresenta o maior quantitativo referente ao embarque de passageiros no percurso, sendo o de menor valor o Cisne Branco, com média em torno de apenas 80 passageiros.

Quanto ao desempenho das embarcações no trajeto, no sentido a favor da correnteza, os barcos que levam vantagens de tempo de percurso são o Cisne Branco (66 horas) e o Nélio Corrêa (66 horas e meia), desconsiderando-se deste o tempo de parada nas escalas. A embarcação mais lenta é a Onze de Maio I (97 horas e meia). Todas as embarcações, exceto a Clívia, que possui um Cummins como propulsor, são aparelhadas com motores Scania, sendo o Amazon Star o barco cujo motor apresenta maior potência (2550 cavalos). A Clívia é a de menor potência, com apenas 300 cavalos. Em velocidade média de percurso, a Catamarã Rondônia desenvolve 14 nós, sendo a de mais alta velocidade média. Dois barcos empatam como os de menor velocidade média são eles, Clívia e Nélio Corrêa (10 nós).

### **2.2. Manaus – Santarém**

Santarém está distante de Manaus em aproximadamente 409 milhas. A situação de navegabilidade é a mesma para com as já citadas embarcações que trafegam entre Manaus e Belém. Nove são as embarcações encontradas no banco de dados do THECNA para esta linha, a saber: Golfinho do Mar, Globo do Mar, Deus Proverá, César Brelaz, Ana Maria V, Ana Beatriz II, Leão IV, San Marino e Rocha Neto. Diferentemente das embarcações do trajeto Manaus – Belém, aqui se destaca uma diferença na concepção do material do casco das embarcações analisadas, sendo quatro em aço, outras quatro em madeira, e apenas uma em fibra de vidro. A embarcação mais antiga desta rota é o Leão IV, de 1976, e a mais nova é o San Marino, construído em 2006 (ambas de aço).

A maioria das embarcações são impulsionadas por motores Scania (cinco), sendo o Cummins a segunda opção (três). Destas, Golfinho do Mar e o Globo do Mar (Cummins) possuem motorização mais potente com 600 cavalos, e Deus Proverá (Scania), tem motor com menor potência (315 cavalos). O barco com mais alta velocidade média é o Ana Beatriz II (13 nós), e os mais lentos são o Ana Maria V, Leão IV e San Marino, com média de 10 nós. O barco que

faz o trajeto Manaus – Santarém em menor tempo é o San Marino, em 26 horas. Já o César Brelaz cumpre o percurso em 33 horas, sendo o mais vagaroso.

### **2.3 Manaus – Porto Velho**

Na rota entre Manaus e Porto Velho, distante 728 milhas entre si, o rio Madeira é a hidrovia utilizada. Este é um dos rios mais perigosos para a navegação na Amazônia, sendo que no período de cheia, encontram-se várias toras de madeira pelo rio, e na vazante o problema são os bancos de areias formados, além é claro, o baixo calado para as embarcações dificultando a franca navegabilidade.

São 6 os barcos encontrados no banco de dados do THECNA para esta rota: Almirante Moreira VII, Dois Irmãos I, Cristo Rei, Cidade de Manicoré, Almirante Alfredo Zany e Stênio Araújo. Todos construídos em madeira, sendo os mais antigos do ano de 1997, Cristo Rei e Almirante Alfredo Zany. O barco Stênio Araújo é de 2005, é mais novo entre os seis.

Considerando-se a média anual de transporte de passageiros, o Almirante Moreira VII é o que transporta mais passageiros, 120 pessoas, e somente 50 pessoas é a média do Stênio Araújo. Sobre desempenho, quatro são os barcos motorizados por Scania: Dois Irmãos I, Cristo Rei, Stênio Araújo e Cidade de Manicoré. Os outros dois – Almirante Moreira VII e Almirante Alfredo Zany – são propulsionados por Caterpillars, justamente os mais potentes, com 480 HP's. Os barcos Cidade de Manicoré e Almirante Alfredo Zany têm a mais alta média de velocidade no trajeto (12 nós), sendo Stênio Araújo o mais lento (4 nós). O Almirante Moreira VII cumpre o percurso entre a capital amazonense e a rondoniense em menor tempo, 83 horas. Com 89 horas, Dois Irmãos I e Cidade de Manicoré são os mais lentos.

### **2.4 Manaus – Tabatinga**

Na rota de Manaus e Tabatinga há registro de 10 embarcações cobrindo. Porém, somente 9 serão analisadas aqui, pelo fato de uma delas apenas transportar cargas. O rio Solimões é a hidrovia na qual estas embarcações estabelecem mercado entre os dois pólos apresentados, e seu calado varia geralmente durante todo o ano entre 4,5 a 7 metros de altura, estando ainda as duas cidades, a novecentos e quarenta e oito milhas uma da outra.

Os barcos apresentados neste estudo são: M. Monteiro, Manoel Monteiro, Voyager III, Voyager IV, Itapuranga III, Fênix I, Dom Manoel, Sagrado Coração de Jesus e Oliveira V. Destas embarcações, o Manoel Monteiro é a mais antiga (1966), sendo as de mais recente construção M. Monteiro e Sagrado Coração de Jesus (ambas 2003). Todas as embarcações desta rota têm casco de aço. As embarcações desta rota possuem variados tipos de motores, entre Caterpillar (quatro), Cummins (dois), Volvo, Scania e Yamaha (apenas um). O Caterpillar de 940 cavalos do Sagrado Coração de Jesus é o motor mais potente da rota, embora não seja esta a embarcação com mais alta velocidade média, ficando isto ao encargo do Voyager III (25 nós), mesmo assim, não sendo este aquele que chega em menor tempo ao destino, por diversos fatores, tendo este atributo o Fênix I, com 111 horas de percurso entre Manaus e Tabatinga, contra a correnteza do rio Solimões.

## **3. ESPECIFICAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AS EMBARCAÇÕES**

Conforme Bernardes (2006) somente o usuário delimitará as dimensões reais do serviço de qualidade, mostrando ao administrador onde poderá priorizar as suas ações, visando à

satisfação do usuário deste modal. No entanto, para o transporte hidroviário de passageiros na Amazônia, apesar de já existir uma preocupação no atendimento aos requisitos de qualidade e segurança, verifica-se que essa falta de fiscalização e o limitado conhecimento dos usuários frente às possibilidades dos serviços oferecidos, influenciam no retardo da melhoria destes nas embarcações.

A qualidade no transporte está diretamente ligada aos serviços adequados, os quais estão expressos em lei, todavia, na prática tais requisitos não são respeitados, principalmente no que tange a segurança no transporte hidroviário de passageiros na Amazônia. Esse por sua vez, apresenta um histórico de grande número de graves e peculiares acidentes. Tais problemas estão relacionados com as características ambientais da região, com os tipos de embarcações, com a superlotação dos barcos e com a falta de fiscalização.

Os barcos de transporte de passageiros são, na grande maioria, feitos em madeira de maneira artesanal. A fragilidade dessas embarcações as torna propícias a risco de acidentes, ou seja, não incorporam padrões de segurança comparáveis com as construídas em aço. Outro fator de suma importância é a questão do excesso de carga e de passageiros.

Além da segurança, o conforto é outro requisito deturpado, uma vez que os passageiros competem com as cargas, estas por sua vez ocupam os espaços destinados ao livre acesso de pessoas, não havendo organização definida para o acondicionamento.

De acordo com Righetti (2008), só no ano de 2008 já se contam mais de 15 mortes em hidrovias. As causas são sempre conhecidas: excesso de passageiros, falta de condições das embarcações, ausência de fiscalização. Amazonas, Mato Grosso e Pará, figuram entre os estados que mais colecionam vítimas.

O estudo de indicadores para avaliação de eficiência visa proporcionar subsídios para a melhoria do transporte aquaviário de passageiros da Região Amazônica. A proposição de indicadores de serviços deve oferecer diagnóstico do que deve ser melhorado. Ademais, os indicadores auxiliam nas tomadas de decisão, influenciando no planejamento das políticas públicas, na regulamentação, qualificação e especialização do setor, além de fornecer alinhamento conceitual aos usuários.

Os indicadores apresentados neste trabalho foram construídos visando atender os critérios de avaliação indicados pela resolução da ANTAQ. A metodologia de construção de tais indicadores foi baseada na etimologia de cada requisito da resolução, em estudos de indicadores de outros modais, terrestres e aéreo, visto que suas resoluções, em termos de objetivos, não diferem substancialmente, como também considerando a opinião de técnico-especialistas da área em questão.

Utilizou-se Análise Envoltória de Dados – DEA como ferramenta para gerar o índice global de eficiência dos dados analisados. Na Tabela 1 tem-se a apresentação da listagem de indicadores utilizados na análise.

**Tabela 1: Definição e Agregação dos Indicadores Propostos**

N1	N2	N3	RAZÕES
<b>REGULARIDADE (IR)</b>		<b>IEDFL</b>	Número de ocorrências a embarque e desembarque fora do local determinado pelo número de viagens realizadas pela

			embarcação.
		<b>IME</b>	Número de multas aplicadas na embarcação pelo número de viagens realizadas pela embarcação.
		<b>IIE</b>	Número de viagens que houve interdição pelo número de viagens realizadas pela embarcação.
		<b>ICNT</b>	Número de conformidade com as normas técnicas pelo número de auditoras realizadas.
<b>SEGURANÇA (IS)</b>	<b>IAC</b>	<b>IAE</b>	Número de acidentes na embarcação pelo número de viagens realizadas.
		<b>IAB</b>	Número de bagagem extraviadas/danificadas pelo número de viagens realizadas.
	<b>ICR</b>	<b>IAPS</b>	Número de ocorrências relativas ao transporte de produtos perigosos pelo Número de viagens Realizadas.
		<b>IAMS</b>	Número de ocorrência relativa a embarcação sem manutenção a equipamentos pelo número de viagens realizadas.
	<b>IPPRS</b>	<b>ISS</b>	Número de passageiros satisfeitos com a segurança pelo Número de passageiros embarcados.
<b>ATENDIMENTO (IAIP)</b>		<b>ISPR</b>	Número de passageiros satisfeitos com o preço da passagem (barato) pelo número de passageiros embarcados.
		<b>ISAL</b>	Número de passageiros satisfeitos com a qualidade da alimentação (barato) pelo número de passageiros embarcados.
		<b>ISCF</b>	Número de passageiros satisfeitos com o nível de conforto (bom) pelo número de passageiros embarcados.
		<b>ISHG</b>	Número de passageiros satisfeito com a higiene (boa) pelo número de passageiros embarcados.
<b>GENERALIDADE (IG)</b>		<b>IODF</b>	Número de ocorrências às restrições a passageiros portadores de necessidades especiais pelo número de viagens realizadas.
		<b>IOI</b>	Número de ocorrências ao não cumprimento do Estatuto do Idoso na embarcação pelo Número de viagens realizadas.
		<b>IOC</b>	Número de ocorrências ao não cumprimento do Estatuto da criança/adolescente na embarcação pelo Número de viagens realizadas.
<b>PONTUALIDADE (IP)</b>		<b>ISA</b>	Número de ocorrências com saídas atrasadas pelo Número de viagens realizadas.
		<b>ISAH</b>	Número de ocorrências com saídas antes do horário pelo Número de viagens realizadas.
		<b>ICA</b>	Número de ocorrências com chegadas atrasadas pelo Número de viagens realizadas.
<b>CONFORTO (ICF)</b>		<b>ISC</b>	Número de passageiros satisfeitos com o conforto da embarcação pelo Número de passageiros embarcados.
<b>HIGIENE (IH)</b>	<b>IH</b>	<b>IDS</b>	Número de sanitários disponíveis pela capacidade da embarcação.
		<b>IQS</b>	Número de ocorrências a qualidade dos sanitários pelo número de passageiros.
		<b>ILE</b>	Número de funcionários responsáveis pela limpeza pelo número passageiro.
	<b>PPH</b>	<b>ISH</b>	Número de passageiros satisfeitos com a higiene na embarcação pelo Número de passageiros embarcados.
<b>CONTINUIDADE (IC)</b>		<b>IVNI</b>	Número de viagens não iniciadas pelo Número de viagens previstas.
		<b>IVI</b>	Número de viagens interrompidas pelo Número de viagens

			previstas.
<b>ATUALIDADE (IA)</b>	<b>ITP</b>	<b>IFCT</b>	Número de cursos de aperfeiçoamento técnico pelo Número de funcionários com nível técnico.
	<b>ICE</b>	<b>IQAV</b>	Número de ocorrências de quebra antes da viagem pelo Número de viagens realizadas.
		<b>IQDV</b>	Número de ocorrências de quebra durante a viagem pelo Número de viagens realizadas.
<b>CORTESIA (ICPS)</b>		<b>IDAE</b>	Número de ocorrência a deficiência no atendimento no embarque pelo Número de passageiros embarcados.
		<b>IDADV</b>	Número de ocorrência a deficiência no atendimento durante a viagem pelo Número de passageiros embarcados.
		<b>IDAD</b>	Número de ocorrência a deficiência no atendimento no desembarque pelo número de passageiros embarcados.
<b>MODICIDADE (IMT)</b>	<b>IGM</b>	<b>IVTR</b>	Valor da tarifa pela renda média das cidades de origem e destino.
	<b>IF</b>	<b>IOTA</b>	Número de viagens com tarifa acima da permitida pela ANTAQ pelo número de viagens realizadas.
	<b>IG</b>	<b>IGP</b>	Número de gratuidade por viagem pelo número de passageiros embarcados.
	<b>IPPP</b>	<b>ISP</b>	Número de passageiros satisfeitos com o preço da passagem pelo número de passageiros embarcados.
<b>PRESERVACAO (IPMA)</b>		<b>IPA</b>	Numero de ocorrência relativa a poluição excessiva do ar gerada pela embarcação pelo número de viagens realizadas.
		<b>IPS</b>	Número de ocorrência relativa a poluição sonora gerada pela embarcação pelo numero de viagens realizadas.
		<b>ILD</b>	Número de ocorrências relativas a lançamentos de dejetos no rio pelo número de viagens realizadas.
		<b>IVO</b>	Número de ocorrências de vazamentos de óleo das embarcações pelo número de viagens realizadas.
		<b>ICC</b>	Litros gastos por viagem pela capacidade da embarcação.

#### 4. INDICADOR DE EFICIÊNCIA GLOBAL DAS EMBARCAÇÕES

Segundo Moita (2002), o DEA tem grande aplicabilidade em circunstâncias nas quais não é apropriado agregar-se os insumos ou produtos em uma única unidade, por não existir, a priori, uma estrutura de pesos universalmente aceitos entre as variáveis. Uma das características básicas do modelo é possibilitar que a eficiência de cada unidade seja avaliada com um conjunto de pesos individualizado que reflita suas peculiaridades. Outra característica importante do DEA é a possibilidade de trabalhar com múltiplos insumos e produtos.

Os pesos das variáveis no DEA podem ser modelados como um problema de Programação Linear (PL). Havendo “n” Unidades Tomadoras de Decisão – DMU’s (Decison Making Units) no conjunto analisado, o DEA resolve n problemas separados de PL. O DEA permite construir fronteiras empíricas para uma observação de conjunto de DMU’s. Isto permite avaliar desempenhos individuais, logo determinando DMU’s referências (benchmarks).

A eficiência calculada pelo método DEA é uma eficiência relativa e baseada em observações reais, ou seja, as DMUs têm seus desempenhos medidos por meio da comparação de seus resultados e dos seus insumos com os resultados e insumos das outras DMUs da amostra. As



DMUs consideradas eficientes determinam uma fronteira de eficiência e possuem eficiência igual a 1 ou 100%.

Dessa forma, o DEA permite que se calcule a eficiência de cada embarcação ao realizar comparações entre as embarcações do grupo analisado, no intuito de destacar as melhores praticas dentro do mesmo. Além disto, tal técnica possibilita a identificação das causas e dimensões da ineficiência relativa de cada embarcação avaliada, indicando as variáveis que podem ser trabalhadas para a melhoria do resultado de uma determinada embarcação ineficiente.

Os dados disponíveis no banco de dados do projeto THECNA não foram suficientes para o cálculo de todos os indicadores propostos no item anterior. Dessa forma, para uma exemplificação prática decidiu-se pelo cálculo dos indicadores que fossem possíveis de se obter através do banco de dados do projeto. Contudo este procedimento não invalida o método utilizado para a obtenção do indicador global, pois para tal cálculo seria necessária base de dados que realmente abrangesse todos os indicadores.

## 5. CONSTRUÇÃO DO MODELO E SISTEMATIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Inicialmente, foram identificados os dados disponíveis para determinação dos indicadores parciais propostos. Após essa identificação, foi realizado o cálculo de indicadores parciais levando em consideração a satisfação do passageiro de acordo com cada requisito da definição de serviço adequado. Considerou-se como passageiro satisfeito o nível mais alto de cada uma das alternativas de resposta advindas dos respondentes. Esses níveis foram conceituados como: bom, aceitável, deficiente e, não conhece o serviço, de maneira que o nível mais alto corresponde à resposta dada como “bom”. Essa conceituação foi utilizada para as variáveis: segurança, conforto, higiene e alimentação. Em relação à variável preço foram utilizados os níveis conceituais de: barato, caro e razoável. Seguindo-se da mesma maneira, o nível mais alto corresponde ao conceito “barato”. Assim, o modelo, para fins de exemplo aplicativo, foi estabelecido utilizando os indicadores parciais da Tabela 2.

**Tabela 2:** Indicadores utilizados para o cálculo do Indicador Global de Serviço Adequado

INDICADOR	N1	RAZÕES
IGSA	(IS) Indicador de Segurança	Número de passageiros satisfeitos com a segurança pelo número de passageiros embarcados.
	(IAIP) Indicador de Atendimento ao Interesse	Média aritmética das seguintes taxas: IMT, IA, IC, IH.
	(IC) Indicador de Conforto	Número de passageiros satisfeitos com o nível de conforto pelo número de passageiros embarcados.
	(IH) Indicador de Higiene	Número de passageiros satisfeitos com a higiene na embarcação pelo número de passageiros embarcados.
	(IMT) Indicador de Modicidade das Tarifas	Número de passageiros satisfeitos com o preço da passagem pelo número de passageiros embarcados.
	(IA) Indicador de Alimentação	Número de passageiros satisfeitos com a qualidade da alimentação pelo número de passageiros embarcados.

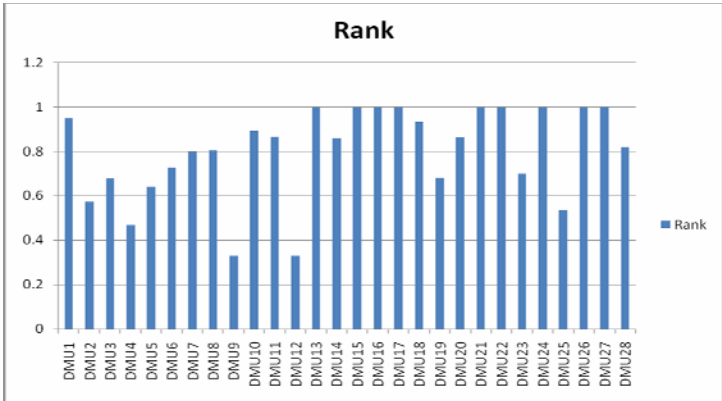
Para a construção do modelo definiu-se a viagem como dado de insumo (*inputs*). Os indicadores (segurança, atendimento, higiene, conforto, modicidade e alimentação) foram considerados como dados de produtos (*outputs*). Já as embarcações foram definidas como

unidades tomadoras de decisão. Utilizou-se o modelo original CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) orientado à produção.

Os cálculos dos indicadores foram efetuados para as 28 embarcações que foram denominadas como embarcação 1, 2,....., 28, onde as embarcações de 1 a 6 fazem a rota Manaus-Belém; embarcações 7 a 15 Manaus-Santarém; embarcações 16 a 20 Manaus-Porto Velho e as embarcações 21 a 28 Manaus-Tabatinga. O cálculo foi efetuado através das razões apresentadas na Tabela 1 e tiveram os dados extraídos do banco de dados do projeto THECNA (2006). Portanto, os indicadores refletirão a percepção dos passageiros em relação aos serviços oferecidos nas embarcações no ano de 2006.

### 6. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Para o conjunto de indicadores parciais analisado no capítulo anterior, a eficiência foi calculada utilizando auxílio do software DEA-SAED V 1.0. Dessa forma, o propósito deste capítulo é apresentar e discutir os resultados gerados a partir da aplicação do modelo proposto. Observou-se que 9 das 28 embarcações apresentam o escore igual a 1, sendo então consideradas eficientes dentro do conjunto de embarcações analisadas, o que corresponde a 32,14% de todas as embarcações. A Figura 1 representa o os escores de eficiência das embarcações.



**Figura 1:** Ranking das embarcações

Dentre as embarcações eficiente, 5 fazem a rota Manaus-Tabatinga, 2 a rota Manaus – Santarém e 2 Manaus–Porto Velho. Observa-se que o trajeto Manaus-Belém não apresentou nenhuma embarcação eficiente, sendo que a embarcação 1 apresentou um índice próximo da fronteira de eficiência (0,9509), enquanto as demais embarcações dessa rota obtiveram índices baixos. As embarcações 27, 13 e 26 foram as que mais apareceram como referência (benchmarks) para embarcações ineficientes, correspondendo a 25,53%, 19,15% e 17,02% respectivamente, conforme indicação na Tabela 3.

**Tabela 3:** Embarcações que foram referências para as embarcações ineficientes

Embarcações Eficientes (Referência)	Embarcações ineficientes	Quantidade	Frequência Relativa (%)
27	1,18,20,28,8,23,19,3,2,25,4 e 9	12	25,53
13	10,11,14,7,6,23,19,2,12	9	19,15
26	10,11,28,8,7,6,3 e 5	8	17,02

24	28,8,3,5 e 25	5	10,64
22	1,14,8, 6 e 5	5	10,64
21	1,20,14 e 9	4	8,51
15	18,4 e 12	3	6,38
17	12	1	2,13
16	-	0	0
Total	-	47	100

A embarcação 27, além de ter sido usada mais vezes como referência para outras embarcações, possui os maiores índices dos indicadores utilizados, exceto o indicador de modicidade. As embarcações 16 e 17, que fazem a rota Manaus-Porto Velho, foram as menos utilizadas como referência para as embarcações ineficientes. A embarcação 17 foi utilizada apenas uma vez e a embarcação 16 nenhuma vez, indicando-se ser esta uma embarcação fora da série (outliers), e onde as soluções DEA para o conjunto de dados não são informativas.

Na análise da real eficiência das embarcações, verifica-se que as embarcações 27 e 16 são consideradas de real eficiência, justamente porque apresenta somente o indicador de modicidade com um valor muito baixo. Já em se tratando das embarcações 13 e 15, que fazem a rota Manaus-Santarém, não são consideradas embarcações de real eficiência, pelo fato de apresentarem apenas o indicador de modicidade superior as outras embarcações.

Isso mostra que a rota da viagem não influenciou na satisfação dos passageiros em relação aos serviços prestados pelas embarcações. Prova disso, é que a embarcação 27 que faz a rota Manaus-Tabatinga, ou seja, a que fica mais tempo oferecendo os serviços por ser a rota mais longa é a mais eficiente e foi referência (benchmarks) para as embarcações consideradas ineficientes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atendeu o objetivo inicial, que foi de apresentar um modelo para cálculo de eficiência para o transporte aquaviário de passageiros na Região Amazônica. A utilização de um modelo de avaliação através de construção de indicadores parciais e a medida de desempenho global obtida com auxílio da ferramenta de Análise de Envoltória de Dados mostrou-se interessante, tendo em vista que a agência reguladora apenas aponta sobre indicadores de serviços adequados, porém ainda não prescreve como calculá-los.

Das 28 embarcações analisadas, 9 embarcações foram consideradas eficientes. Das embarcações eficientes, 5 correspondem ao trajeto Manaus - Tabatinga, que é o trajeto mais longo. Os dados mostraram que a embarcação 27 no trecho de Tabatinga foi a mais utilizada como referência para as embarcações ineficientes, evidenciando dessa forma, a necessidade de conhecer mais detalhadamente, as práticas de tal empresa.

Com relação aos indicadores de segurança, atendimento, conforto, modicidade e alimentação, independentemente da rota, observou-se uma reação de baixa satisfação por parte do passageiro. Apesar disso, foi observado na pesquisa realizada pelo projeto THECNA durante os meses de julho e novembro de 2006 que as respostas dadas pelos usuários eram isentas de um olhar crítico sobre a qualidade dos serviços oferecidos, isso decorre da falta de conhecimento dos passageiros de que esses serviços podem sofrer melhorias ou da inexperience dos usuários na prática de comparação de serviços oferecidos com outros

modais, tais como aeroviário.

Ainda observou-se que, das 28 empresas analisadas, nenhuma delas tinha a preocupação em certificar-se em termos da qualidade de seus serviços. Essas empresas deveriam ser motivadas pela fiscalização de órgãos competentes e pelos próprios usuários. Mas, não é o que acontece na região. Ora, se a qualidade depende do usuário, é visível que na Amazônia o interesse dos passageiros nesse sentido se mostre imparcial. Dessa forma, as mudanças tendem a ocorrer nessa mesma escala conceitual.

Não obstante, uma ação reguladora só se estabeleceu recentemente através da ANTAQ - Agência Nacional de Transporte Aquaviário, através da Resolução 912/2007. Estava apresenta Outorga de Autorização para Prestação de Serviços de Transporte de Passageiros de Transporte Misto na Navegação Interior de Percurso Longitudinal Interestadual e Internacional. Urge o cumprimento dessa norma para que se tenha um modal aquaviário com qualidade, principalmente na questão da segurança.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o apoio financeiro e institucional da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT para execução do projeto que viabilizou a execução do artigo. Também, agradecem ao CNPq pelo suporte aos membros envolvidos no desenvolvimento do artigo.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AFRÂNIO, Soares Filhos et al. Estudos de transporte e logística na Amazônia. Manaus: Novo tempo, 2006.
- ANTAQ. Resolução Nº 912, de 23 de novembro de 2007. Norma para Outorga de Autorização para Prestação de Serviço de Transporte de Passageiros e de Serviço de Transporte Misto na Navegação Interior de Percurso Longitudinal Interestadual e Internacional. Brasília: Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ, 2007.
- BERNARDES, Leandro Lopes. Avaliação da qualidade do serviço de transporte rodoviário interestadual de passageiros através do desenvolvimento de um sistema de indicadores. Brasília: UNB, 2006. Dissertação (Mestrado em Transportes) – Universidade de Brasília, 2006.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444, 1978.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT. O caminho para o transporte no Brasil. Rio de Janeiro: COPPEAD, 2002.
- FARIA, Sérgio Fraga Santos. Transporte aquaviário e a modernização dos portos. São Paulo: Aduaneiras, 1998.
- MOITA, M. H. V. Um modelo de avaliação de eficiência técnica de professores universitários utilizando Análise Envoltória de Dados: o caso dos professores das áreas de engenharias. 2002. 169p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, 2002.
- NAZARÉ, Ramiro Fernandes. A globalização, o transporte e a Amazônia Brasileira. Belém: CEJUP, 2001.
- RIGHETTI, Márcio. Hidrovias: caminho esburacado. Disponível em: <<http://www.navegar2008.com.br/?modulo=materia&id=6>>. Acesso em: 12 de jul. de 2008.
- THECNA - Transporte Hidroviário e Construção Naval na Amazônia: diagnóstico e proposição para o desenvolvimento sustentável. Projeto financiado pelo Fundo Setorial Aquaviário (CT-AQUAVIÁRIO) e gerido pela FINEP UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. Manaus: UFAM, 2006.

---

Márcio Antônio Couto Ferreira ([macouto@ufam.edu.br](mailto:macouto@ufam.edu.br))

Márcia Helena Velela Moita ([marciamoita@ufam.edu.br](mailto:marciamoita@ufam.edu.br))

Waltair Vieira Machado ([waltairmachado@ufam.edu.br](mailto:waltairmachado@ufam.edu.br))

Nelson Kuwahara ([nelsonk@ufam.edu.br](mailto:nelsonk@ufam.edu.br))

Núcleo Interinstitucional de Estudos e Pesquisas em Transportes, Logística e Construção Naval na Amazônia – NTC, Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Campus Universitário, Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos N. 3.000, Coroado 1, CEP 69.077-000, Manaus, AM, Brasil