

HIDROVIA DO RIO MADEIRA: ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PRIORIDADES

KATTYLINNE DE MELO BARBOSA¹

¹MSc. Em Engenharia de Transportes, Prof^a Assistente, UEA, Manaus-AM, kdbarbosa@uea.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: A matriz de transportes brasileira ainda apresenta uma significativa parcela do transporte de cargas concentrado no modo rodoviário. O volume de tráfego submetido aos meios de transportes rodoviários resulta em perdas de competitividade, pois o transporte é onerado pela alta do combustível, precariedade das estradas, além da deterioração de mercadorias perecíveis comprometidas pela demora em serem despachadas. Como alternativa a esse problema de ineficiência, faz-se necessário o investimento em outros modos de transporte, entre eles destacam-se as o modo hidroviário. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi identificar os principais indicadores de desempenho que, interferem no desempenho da hidrovia do Madeira e, posteriormente, hierarquizar os indicadores através do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Como resultado final ao estudo apresentado, verificou-se que existe a priorização dos indicadores relacionados a eficiência. A evidência de tal fato pode ser comprovada a partir da análise dos indicadores hierarquizados com maiores pesos absolutos, onde, a disponibilidade para navegação da hidrovia foi caracterizada como o indicador mais importante, com maior peso associado.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrovia do Madeira, Método AHP, Transporte.

WATERWAY OF THE RIVER MADEIRA: HIERARCHICAL ANALYSIS OF PRIORITIES

ABSTRACT: The Brazilian transport matrix still presents a significant portion of the cargo transportation concentrated in the road mode. The volume of traffic subjected to the means of road transport results in losses of competitiveness, since transport is burdened by the increase of the fuel, precariousness of the roads, besides the deterioration of perishable goods compromised by the delay in being dispatched. As an alternative to this problem of inefficiency, it is necessary to invest in other modes of transport, such as the waterway mode. In this way, the objective of this research was to identify the main performance indicators that interfere in the performance of the Madeira waterway and, later, to hierarchize the indicators through the AHP (*Analytic Hierarchy Process*) method. As a final result to the presented study, it was verified that there is a prioritization of the indicators related to efficiency. The evidence of this fact can be proven from the analysis of hierarchical indicators with higher absolute weights, where the availability for navigation of the waterway was characterized as the most important indicator, with higher associated weight.

KEYWORDS: Waterway of Madeira, AHP Method, Transportation.

INTRODUÇÃO

A atual matriz de transportes é desbalanceada considerando as dimensões do Brasil. Com isso a elaboração de indicadores de desempenho se torna uma ferramenta útil para o desenvolvimento do modo hidroviário, apresentando-se como um meio eficaz de diagnóstico para usuários, operadores, entidades governamentais de gestão e organismos financiadores das hidrovias.

Em problemas de decisão complexos, geralmente, vários critérios podem ser necessários para uma escolha final entre diferentes alternativas. A Análise de Decisão Multicritério padroniza o processo de tomada de decisão através de modelagem matemática, auxiliando o decisor a resolver problemas nos quais existem diversos objetivos a serem alcançados simultaneamente. Dentre os métodos desenvolvidos no ambiente das Decisões Multicritério, merece destaque o Método de Análise

Hierárquica (*AHP – Analytic Hierarchy Process*), que é baseado na divisão do problema de decisão em níveis hierárquicos para melhor compreensão e avaliação.

A Hidrovia do Madeira é considerada a mais importante da Amazônia Ocidental, onde se estende de Porto Velho/RO até a confluência do rio Madeira com o Amazonas. Embora seja um relevante eixo na exportação da produção de soja e milho do noroeste do Mato Grosso e Sul de Rondônia, assim como para o abastecimento de cargas gerais do mercado regional, a Hidrovia do Madeira também necessita de obras civis como dragagens e demolição de pedrais para permitir a navegação durante o período de seca. Além disso, também é necessário sinalizar a Hidrovia para garantir a segurança da navegação.

Por isso a importância na hierarquização dos indicadores, que possui o objetivo de conhecer quais os pontos mais relevantes para a Hidrovia, quer seja no âmbito da infraestrutura, ambiental, segurança, tecnologia, entre outros.

MATERIAL E MÉTODOS

Na revisão bibliográfica acerca da Hidrovia do Madeira verificou-se em alguns trechos a existência de uma sequência de corredeiras com declividade média de 20cm/km que permitiria perfeitamente a navegação se não fosse cortado em escadas por 18 cachoeiras. Tem como período de águas altas entre março e maio e de águas baixas nos meses de agosto e outubro.

Para definição dos indicadores de desempenho, foi feita a seleção de indicadores principalmente utilizando os propostos pela PIANC (2010). Os indicadores propostos pelo TCU (2006) serviram de base apenas para a área de manutenção. Esta escolha procurou adequar a lista total de indicadores às características e particularidades da Hidrovia do Madeira. Alguns indicadores dispostos pela PIANC, não foram utilizados na aplicação dos ID's da Hidrovia do Madeira, devido a hidrovia possuir particularidades e não se aplicar o ID.

Buscando obter a importância relativa dos indicadores escolhidos, foi realizada pesquisa bibliográfica acerca do método multicritério de apoio à decisão, onde consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência da multiplicidade de critérios. A aplicação de qualquer método de análise multicritério pressupõe a necessidade de especificação anterior, dos objetivos pretendidos pelo decisor, quando da comparação de alternativas.

Realizado coleta de dados com aplicação de questionários para a avaliação da importância dos indicadores, que foram respondidos por especialistas da área. Com os resultados, inicialmente os dados foram processados em planilha eletrônica, para obtenção dos autovalores, dos autovetores e da matriz normalizada com os pesos médios de cada indicador. Em seguida, foi aplicado no software Expert Choice para obtenção de uma hierarquização absoluta, e na planilha eletrônica para definição da importância relativa dos vários indicadores, com intervalos de variações.

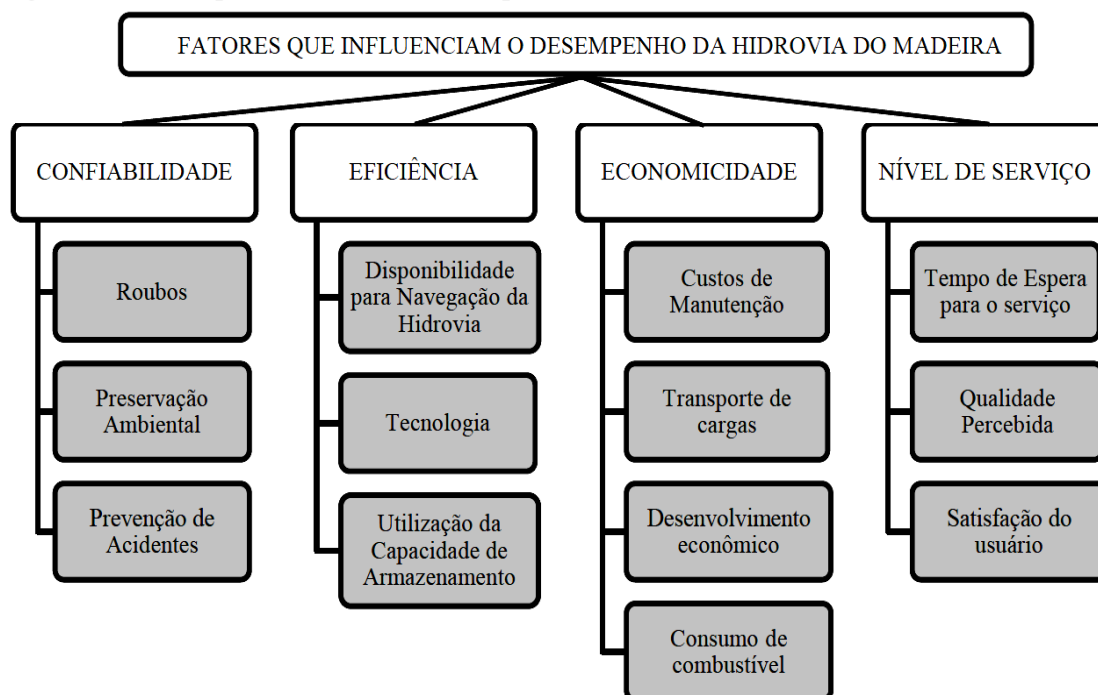
O referido método teve como característica comparar par a par todos os indicadores selecionados, a partir de entrevistas promovidas com especialistas da área atuantes diretamente e indiretamente com hidrovias. Procurou-se estabelecer um conjunto hierarquizado de indicadores de desempenho adequado à hidrovia do Madeira, que pudesse ser útil para os órgãos reguladores e a administração hidroviária analisar a prioridade de seus processos decisórios em um método matemático de comparação, bem como para profissionais interessados em utilizar o AHP, como ferramenta de controle, em diversas áreas de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG (2010), para análise dos indicadores, existem fatores que podem influenciar o desempenho das hidrovias, sendo eles: Confiabilidade, Eficiência, Nível de Serviço e Economicidade. Dentro desses fatores foram escolhidos os indicadores que mais se adequam aos critérios da Hidrovia (ver Figura 1), sendo eles:

Prevenção de acidentes, roubos, preservação ambiental, utilização da capacidade de armazenamento, tecnologia, disponibilidade para navegação da hidrovia, consumo de combustível, desenvolvimento econômico, transporte de cargas, custos de manutenção, satisfação do usuário, qualidade percebida e tempo de espera para o serviço.

Figura 1. Fatores que influenciam o desempenho da Hidrovia do Madeira



Os indicadores aplicados as Hidrovias foram comparados par a par pelo método AHP, já com suas escalas numéricas aplicadas no fator (Tabela 1).

Tabela 1. Modelo de indicadores aplicados a Hidrovia

| Fator confiabilidade | Roubo | Preserv. Ambiental | Seg. do trab. | Incid. de faltas e avarias |
|-----------------------------------|--------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Roubo | 1 | 7 | 1/9 | 5 |
| Preserv. Ambiental | 1/7 | 1 | 1 | 1/7 |
| Seg. do trabalho | 9 | 1 | 1 | 3 |
| Incid. de faltas e avarias | 1/5 | 7 | 1/3 | 1 |

A segurança do trabalho possui importância absoluta sobre a ocorrência de roubos, assim como a ocorrência de roubos possui importância muito maior do que a preservação ambiental, e a preservação ambiental possui a mesma importância da segurança do trabalho.

Para a construção do método AHP, primeiro foi realizado a montagem da hierarquia, após a definição das prioridades e pôr fim a etapa seguinte realizada foi a consistência lógica. Esta etapa consiste do cálculo dos pesos dos componentes dentro da hierarquia, assim como da consistência dos julgamentos dos participantes. Com os resultados da pesquisa dos especialistas através de formulários, os dados foram inseridos em planilha eletrônica (Excel) na matriz, achando-se a comparação entre os fatores e entre os indicadores, e com isso os autovetores e autovalores. O autovetor dá a ordem de prioridade e o autovalor é a medida de consistência do julgamento. Onde, na planilha eletrônica foram lançados os pesos, conforme respostas dos especialistas para cada indicador e para os fatores, sendo que nessa planilha consta os critérios e as alternativas. A matriz que resulta do processo é chamada de matriz normalizada, depois achava-se o Autovetor (A-vetor), sendo a média geométrica dos pesos atribuídos (matriz normalizada), e por conseguinte A-Norm, que é o auto vetor do indicador

específico, dividido pela soma do auto vetor de todos indicadores. O resultado do A-Norm é o peso médio de cada indicador (Tabela 2).

Tabela 2. Demonstrativo da planilha eletrônica

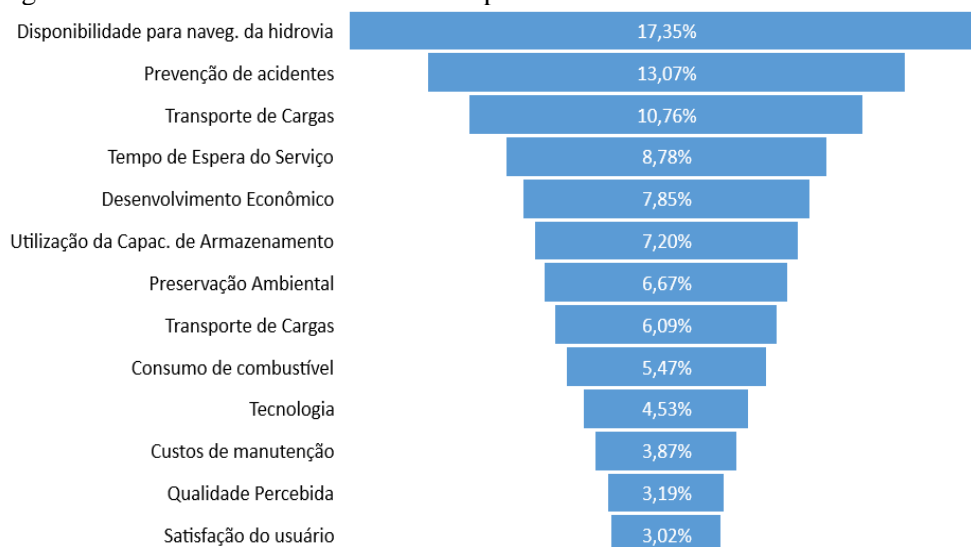
| Fator | Economicidade | Eficiência | Confiabilidade | Nível de Serviço | A-vetor | A-norm |
|-------------------------|---------------|------------|----------------|------------------|---------|--------|
| Economicidade | 1 | 1 | 7 | 1 | 1,63 | 0,325 |
| Eficiência | | 1 | 7 | 1 | 1,63 | 0,325 |
| Confiabilidade | 1/7 | 1/7 | 1 | 1/5 | 0,25 | 0,050 |
| Nível de Serviço | 1 | 1 | 5 | 1 | 1,50 | 0,299 |
| Auto -V | 3,14 | 3,14 | 20,0 | 3,20 | 5,00 | 1,00 |

O processamento das informações foi realizado na planilha eletrônica e com isso posteriormente achado os pesos associados de cada indicador e fatores, sendo após esses levantamentos, realizada sua hierarquização para definição das prioridades (Tabela 3 e Figura 2).

Tabela 3 – Resultado da Hierarquização dos Indicadores

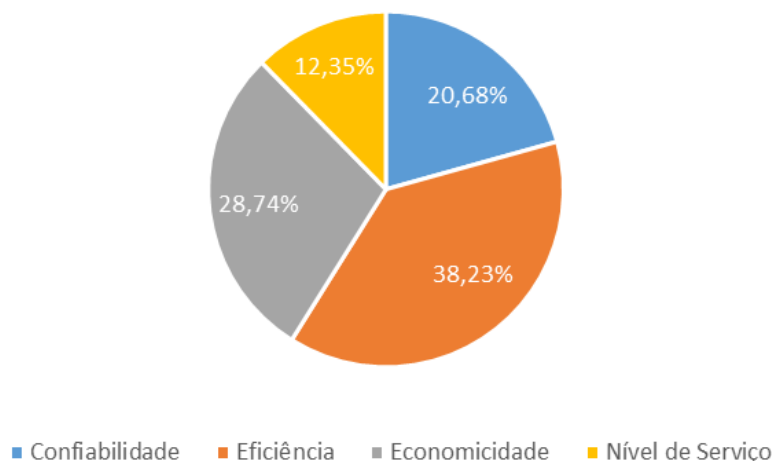
| Indicadores | Pesos |
|--|--------|
| Disponibilidade para navegação da hidrovia | 17,35% |
| Prevenção de acidentes | 13,07% |
| Transporte de Cargas | 10,76% |
| Tempo de Espera do Serviço | 8,78% |
| Desenvolvimento Econômico | 7,85% |
| Utilização da Capacidade de Armazenamento | 7,20% |
| Preservação Ambiental | 6,67% |
| Transporte de Cargas | 6,09% |
| Consumo de combustível | 5,47% |
| Tecnologia | 4,53% |
| Custos de manutenção | 3,87% |
| Qualidade Percebida | 3,19% |
| Satisfação do usuário | 3,02% |

Figura 2. Peso associado aos indicadores para Hidrovia do Madeira



Os fatores que influenciam os indicadores também foram hierarquizados (Figura 3).

Figura 3. Peso associado aos fatores influenciadores dos indicadores



CONCLUSÃO

A identificação dos indicadores de desempenho, bem como a avaliação da importância destes, mostra-se bastante eficiente para comparar os indicadores aplicados a hidrovia, onde verificou-se que as respostas refletem em parte, as características operacionais (objetivas) das empresas, em detrimento de características dos serviços prestados (subjetivas).

Como resposta final ao estudo apresentado, verificou-se que existe a priorização dos indicadores relacionados a eficiência. A evidência de tal fato pode ser comprovada a partir da análise dos indicadores hierarquizados com maiores pesos absolutos, onde, a disponibilidade para navegação da hidrovia foi caracterizada como o indicador mais importante, com maior peso associado.

Essa tendência é explicada devido a preocupação de disponibilidade da hidrovia para a navegação, em vista da sazonalidade das características hidrológicas, apresentando períodos de cheia e de estiagem.

A Prevenção de acidentes consta como segundo mais importante indicador, o que demonstra a preocupação com a segurança na navegação.

Já para os indicadores de nível de serviço, será necessário a elaboração de um instrumento de pesquisa a ser aplicado pelo órgão gestor da Hidrovia aos passageiros e aos operadores. Isto permitirá a obtenção de dados que representem o ponto de vista dos usuários e operadores, ou seja, as características subjetivas, mas não menos importantes, do transporte, como foi apresentado como menos importante a Satisfação do Usuário.

Como resultado principal, estabeleceu-se um conjunto hierarquizado de indicadores de desempenho adequados a Hidrovia do Madeira com seus pesos associados, que pode ser útil para os órgãos reguladores e a administrações hidroviária analisarem a prioridade de seus processos decisórios.

Alguns indicadores não puderam ser utilizados devido a peculiaridade da Hidrovia do Madeira, a exemplo da utilização das eclusas, que a Hidrovia não possui.

O processo de melhoria de hidrovias a partir de uma gestão com uso de indicadores deve ser dinâmico e sistemático. Assim, faz-se necessário o monitoramento através da ANTAQ para que os indicadores sejam aplicados efetivamente. Com os resultados, será possível a classificação da hidrovia em um determinado tempo, assim como já ocorre com os Portos.

REFERÊNCIAS

- MPOG - Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Indicadores de Programas. Brasília/DF: Guia Metodológico, 2010.
- PIANC. Associação Mundial de Pesquisa para Infraestrutura de Transporte Fluvial. Report nº 111-2010: Indicadores de Desempenho para o Transporte por Vias Navegáveis Interiores. Bélgica, 2010.
- TCU. Tribunal de Contas da União. Relatório de avaliação de programa: Programa Manutenção de Hidrovias / Tribunal de Contas da União. Brasília: Secretaria de Fiscalização e Avaliação de Programas de Governo, 2006.