

# **A aplicação de uma nova metodologia para avaliação de problemas de ergodesign** **Applying an evaluation method when studying ergodesign problems**

**Cláudia Mont'Alvão**

*Doutora em Engenharia de Transportes*

*LEUI-PUC-Rio Rua Marquês de São Vicente, 225 sala 713 F Gávea RJ 22453-900*  
cmontalvao@pobox.com

*método de análise hierárquica, rótulos de risco, ergonomia informacional*

O Método de Análise Hierárquica é uma ferramenta já conhecida e utilizada por profissionais da área de transportes como ferramenta de tomada de decisão. No entanto, não se vê sua aplicação na Ergonomia, área na qual tal método pode ser de grande valia. Desta forma, este artigo propõe-se a apresentar este método e fazer uso em um estudo de caso: a análise de rótulos de risco.

*analytic hierarchy process, risk labels, informational ergonomics*

The Analytic Hierarchy Process (AHP) is a well-known tool used largely by the researchers and professionals in the transportation area helping the decision taken. Even though, we rarely see its use in ergonomical problems, area in which the AHP could be useful. This paper intends to present this method applying it in a case study: the analysis of risk labels.

## **Introdução**

Dentre os diversos métodos disponíveis para análise e comparação de componentes e subsistemas, a Ergonomia lança mão, tradicionalmente, de observações assistemáticas e sistemáticas, como entrevistas, questionários, registros de comportamento e formatação de matrizes de comparação (MORAES e MONT'ALVÃO, 2001).

No entanto, no processo de tomada de decisão, quando se deve determinar qual das diversas alternativas de projeto ergonômico melhor se adequa a um caso específico, esta decisão parte somente de um consenso daqueles que estão analisando.

Por outro lado, o Método de Análise hierárquica (*Analytic Hierarchical Process*) é uma ferramenta já conhecida e utilizada por profissionais da área de transportes como suporte no processo de decisão.

A seguir, apresenta-se o método e um estudo de caso onde ele parece ser passível de aplicação.

## **O Método de Análise Hierárquica - MAH (*Analytic Hierarchy Process*)**

O MAH é um método utilizado para desmembrar um problema complexo, uma situação não estruturada, em seus componentes; organizar esses componentes (ou variáveis) em ordem hierárquica; estabelecer valores numéricos para julgamentos subjetivos sobre a importância relativa de cada variável; sintetizar tais julgamentos para determinar quais variáveis tem as mais elevadas prioridades e devem ser adotadas para atingir o resultado final (Saaty, 1991).

Neste sentido, o MAH estabelece relações hierárquicas entre critérios e alternativas, considerando elementos tangíveis e intangíveis e julgando-os segundo uma escala de valores própria. Essa escala é baseada no princípio de que a experiência e a percepção do analista são tão válidos quanto dados exatos e absolutos.

O método define uma estrutura hierárquica (figura 1), organizada da seguinte forma:  
\* em um primeiro e mais elevado nível está determinado o objetivo para utilização do método;

\* em um segundo nível, os critérios que serão utilizados para o julgamento (podendo incluir também, em um nível logo abaixo, os sub-critérios);

\* no último nível, as alternativas ou cenários que serão comparados, em função dos critérios e sub-critérios estabelecidos no nível hierárquico imediatamente acima.

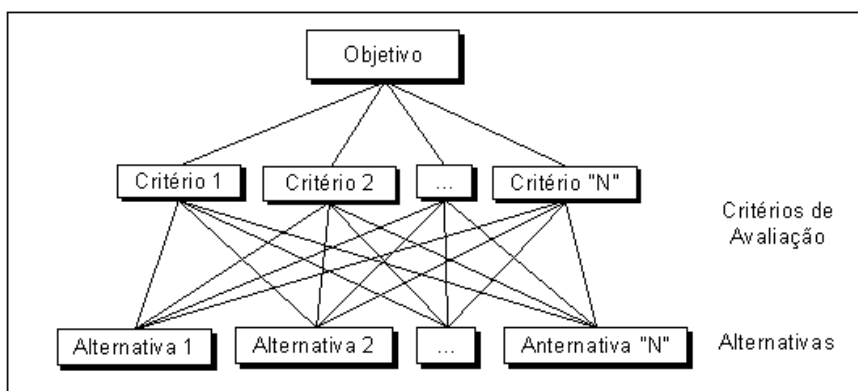


Figura 1: Estrutura hierárquica do método MAH

Uma vez definida a estrutura hierárquica em níveis e sub-níveis, são realizadas comparações por especialistas, entre as alternativas, par a par, considerando cada critério ou sub-critério. Estas alternativas ou cenários recebem um valor de 1 a 9, segundo o seu grau de importância, quando considerados os critérios.

O MAH tem grande aplicabilidade na área de transportes (Mouette, 1994; Figueiredo e Gartner, 1998; Rodrigues, 1998; Granemann e Gartner, 1998; Moreira, 2000; Paiva Junior, 2000; Yamashita e Abreu, 2000). O próprio criador do método realizou trabalho de pesquisa em transportes utilizando o método com resultados satisfatórios (Saaty, 1995).

É importante ressaltar que o método considera a consistência na avaliação de todos os julgamentos realizados. Esses julgamentos (resultados da avaliação individual de especialistas) são os dados de entrada de um programa, o Expert Choice, que será detalhado no item “O Programa Expert Choice”.

#### **A construção da hierarquia**

A fase de estruturação da hierarquia visa a construção de um modelo representativo do sistema de julgamento. Sua apresentação deve ser objetiva, fornecendo aos tomadores

de decisão, um conjunto de informações claras sobre os elementos envolvidos na avaliação. A literatura consultada não aponta um conjunto de procedimentos que geram os critérios e as alternativas a serem incluídos numa hierarquia. Esse processo é parte da tomada de decisão.

#### **Estudo de caso: os rótulos de risco**

Uma situação em que a aplicação do MAH parece ser bastante viável é o estudo de rótulos de risco, conforme já citado por MONT’ALVÃO et al.(2000), motivo de discussão entre designers e ergonomistas.

Segundo estes autores, no Brasil, as cargas de produtos perigosos representam 2% de toda a carga pesada transportada no país. No entanto, em algumas rodovias, esta porcentagem pode alcançar até 7% do fluxo de tráfego de carga, como é o caso da rodovia Nova-Dutra que liga os estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

O Brasil regulamenta o transporte rodoviário de produtos perigosos no país, através da Portaria no.204, de 20 de maio de 1997. A regulamentação nacional e a do MERCOSUL utilizam a mesma simbologia de identificação recomendada pela ONU para o comércio internacional destes materiais.

Os veículos que circulam em nossas rodovias devem dispor de elementos indicativos de risco para facilitar a identificação do seu conteúdo, em caso de acidentes. Estes elementos incluem: painéis de segurança (que permitem identificação do produto a partir de seu número de registro na relação da ONU) e rótulos de risco, que utilizam pictogramas (para comunicação dos riscos). Estes dispositivos de informação são afixados nas laterais e na traseira dos veículos transportadores.

A simbologia para os rótulos de risco dos caminhões adotada no Brasil, no que tange às formas, cores e dimensões, é normatizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da NBR-7.500 e NBR-8.286. A NBR-7.500 estabelece símbolos convencionais e o seu dimensionamento para aplicação em unidades de transporte e em embalagens, para indicar os riscos e os cuidados requeridos durante o manuseio, o transporte e a armazenagem da carga contida. A NBR-8.286 trata somente da aplicação da simbologia.

Organizando os dados conforme dispõe o MAH, e tomando como exemplo o estudo dos rótulos de risco, a escolha dos critérios foi influenciada pelo objetivo principal do projeto - a compreensibilidade dos rótulos de risco.

Foram então priorizados três critérios que contemplassem as questões relacionadas aos pictogramas, legendas, cores utilizadas e materiais de fabricação das placas:

- custo e facilidade de implantação;
- legibilidade e detectabilidade;
- segurança de tráfego.

Dessa forma, com base nesses critérios de agrupamento, foram criados 3 subconjuntos de alternativas, que estão subordinados aos 3 grandes grupos anteriormente referidos. As alternativas para o redesign dos rótulos de risco analisadas foram assim classificadas:

- (1) relacionadas à iconografia. Neste grupo estão englobadas as questões diretamente relacionadas ao desenho de pictogramas e sua simbologia;
- (2) relacionadas às legendas. Onde considera-se a utilização ou não de legendas;
- (3) materiais utilizados, onde estão agrupadas as questões relacionadas ao uso de novos materiais, além dos já tradicionais, e sua resistência à combustão, entre outros danos possíveis aos rótulos de risco, em caso de acidentes .

Outro aspecto importante a ser destacado, é que o tipo de julgamento proposto pelo MAH se dá em termos relativos, numa comparação par-a-par. Assim, o resultado final tem significado relativo, isto é, a escolha ou não de uma estratégia, só tem sentido em termos de confronto com as demais. Desta forma, foi possível agrupar as estratégias sem no entanto adotar uma avaliação absoluta onde seria necessário "aceitar" ou "rejeitar" outras estratégias.

### ***O programa Expert Choice***

O programa *Expert Choice (EC)* é uma ferramenta de decisão baseada no Método de Análise Hierárquica (MAH), uma teoria matemática desenvolvida por um dos projetistas do *EC*, Thomas L. Saaty. O MAH é uma metodologia valiosa no processo de decisão, uma vez que possibilita tanto o uso de dados empíricos quanto julgamentos subjetivos do tomador de decisão.

As etapas contempladas pelo *Expert Choice* e pelo Método de Análise Hierárquica são as seguintes:

- *brainstorm* e estruturação de um modelo hierárquico;
- comparação par a par dos critérios e sub-critérios segundo sua importância no processo de decisão;
- comparação par a par das alternativas segundo os critérios sob avaliação.

Segundo as funções do programa, a hierarquia seria uma estrutura (ou árvore)

que é utilizada para decompor o problema em questão. É um gráfico que apresenta em seu primeiro nível um conjunto de categorias gerais (critérios), podendo também considerar níveis mais específicos (sub-objetivos ou sub-critérios). Os julgamentos, ou comparações par a par são iniciados a partir desses critérios contemplando posteriormente as alternativas. Outra possibilidade é a realização dos julgamentos a partir das alternativas, com análise subsequente dos critérios. Estes julgamentos podem utilizar três escalas, todas variando numa amplitude que varia do nível “um” ao nível “nove”: verbal, gráfica e numérica.

No julgamento verbal, é apresentada uma escala de palavras (à direita da tela, conforme a figura 2), onde é feita a comparação entre os critérios e/ou alternativas sob julgamento. Cada palavra corresponde a um valor na escala de um a nove.

De forma semelhante, na escala numérica, apresenta-se uma escala de 1 a nove, na barra no topo da tela, onde o avaliador julga a importância entre os critérios ou alternativas sob julgamento.

O julgamento por meio de gráfico é semelhante aos anteriores, mas a comparação é apresentada sob a forma de gráficos de barras horizontais e do tipo “pizza”. O avaliador compara, com o auxílio visual dos gráficos, e o programa retorna esta informação para célula na matriz apresentada na parte inferior da tela, sob a forma numérica.

O programa é um método único que permite uma comparação, proporcionando ao tomador de decisão uma reflexão mais detalhada sobre sua percepção do problema e valores. Se os resultados do modelo de decisão divergirem de sua intuição, é possível modificar o modelo e/ou julgamentos até que o modelo incorpore os valores intuitivos.

O *Expert Choice* foi desenvolvido para análise, síntese e justificativa de decisões e avaliações complexas para uso individual ou grupos.

Suas aplicações mais correntes são:

- alocação de recursos;
- seleção de recursos;
- gerenciamento de recursos humanos;
- seleção de alternativas;
- planejamento analítico;
- facilitador de decisões em grupo;
- análise custo/benefício;
- gerenciamento de produção e operação; entre outras aplicações.

O programa apresenta ainda, uma verificação de inconsistência das respostas para identificação de possíveis erros nos julgamentos além dos julgamentos entre si.

A inconsistência é uma medida lógica dos julgamentos. Por exemplo, se o avaliador diz que: A é mais importante que B, B é mais importante que C, então A é mais importante que C. Se o avaliador disser que C é mais importante que A, ele não estará sendo consistente. De forma geral, o programa considera que o valor da inconsistência deve ser inferior a 0,1, segundo a sua escala.

Finalmente, o *Expert Choice* permite que se faça uma *análise de sensibilidade* das alternativas, a partir de um dado critério estabelecido. Quando se realiza a análise de sensibilidade, pode-se variar as prioridades (ou pesos) estabelecidas para cada um dos critérios estabelecidos e observar como a priorização das alternativas é influenciada. O programa permite a geração de cinco tipos diferentes de gráficos de análise de sensibilidade:

- dinâmica;
- desempenho;
- gradiente;
- confrontação direta (*head to head*);
- bi-dimensional (plotagem em gráfico 2D).

Conforme já descrito no item anterior, a metodologia considerada para o estabelecimento de prioridades requer que sejam definidos os objetivos (meta a ser atingida), os critérios de análise e a

identificação das alternativas que serão comparadas segundo esses critérios.

### ***Definição da meta a ser atingida***

A meta principal a ser atingida é uma melhor compreensibilidade dos rótulos de risco.

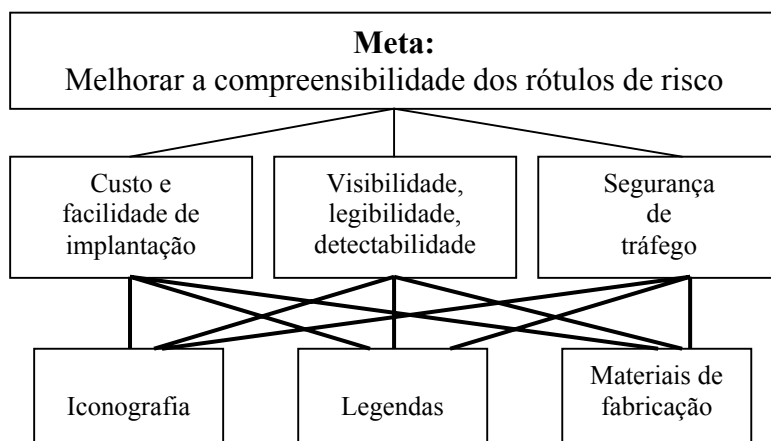


Figura 2 – Hierarquia proposta

### ***Critérios selecionados para análise das estratégias***

#### Custo e facilidade de implantação

Este critério considera na comparação entre alternativas distintas, o custo incorrido na implantação de uma alternativa. Dessa forma, uma estratégia de menor custo deverá ser privilegiada quando comparada com outra de maior custo. Leva-se ainda em consideração nesse critério a facilidade relativa de adoção da alternativa, quando comparada com as demais. Assume-se ainda, que quanto menor o custo de implantação de uma alternativa, mais facilmente esta será implementada.

#### Visibilidade, legibilidade e detectabilidade

Este critério considera na comparação entre alternativas distintas, a facilidade de decodificação da informação apresentada de uma alternativa, considerando os critérios de visibilidade, legibilidade e detectabilidade. Acredita-se que quanto mais fácil a decodificação da informação apresentada no rótulo de risco, maior probabilidade de seleção daquela alternativa.

#### Segurança de tráfego

Este critério considera os aspectos relacionados ‘a percepção da informação pelo motorista e seu impacto na segurança de tráfego. Sendo assim, este critério leva em consideração a percepção da sociedade quando submetida a uma determinada alternativa relativa a compreensibilidade dos rótulos de risco.. Em resumo, deverá ser considerada na análise de uma alternativa, sob este critério, a percepção dos usuários em relação aos aspectos de segurança na realização do deslocamento.

### ***Hierarquia proposta***

A hierarquia proposta é apresentada na figura 2. Uma vez definidos todos os critérios e alternativas, conforme apresentado neste artigo, deverá ser selecionado um conjunto de especialistas das áreas de ergodesign e transporte para aplicação do método. Seus resultados deverão permitir identificar aquelas alternativas mais apropriadas para serem priorizadas no desenvolvimento de rótulos de risco, atendendo a critérios ergonômicos.

A etapa seguinte será a análise dos resultados obtidos a partir da análise hierárquica das diferentes alternativas consideradas, e uma análise de sensibilidade.

### **Referencias bibliográficas**

- Figueiredo, A., Gartner, I.R. Planejamento de Ações de Gestão pela Qualidade e Produtividade em Transporte Urbano. In: Transporte em Transformação. São Paulo: Makron Books. 1998.
- Granemann, S. R., Gartner, I. R. Seleção de financiamento para aquisição de aeronaves: uma aplicação do método de análise hierárquica (AHP). XII Congresso Anual da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes. Fortaleza : ANPET. 1998.
- Mont'Alvão, C. Valle-Real, M. Braga, M. Rótulos de risco e seus pictogramas: uma avaliação ergonômica. 4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design – P&D2000. Novo Hamburgo: AEnD-BR/ Estudos em Design. Vol. 2, p. 745- 753. 2000.
- Moraes, A. e Mont'Alvão, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: 2AB. 2000.
- Moreira, R. Avaliação de Projetos de Transportes Utilizando Análise Custo Benefício e Método de Análise Hierárquica. XI Congresso Panamericano de Transportes. Gramado: ANPET. 2000
- Mouette, D. **Utilização do Método de Análise Hierárquica no Processo de Tomada de Decisão no Planejamento de Transporte Urbano**: Uma Análise Voltada aos Impactos Ambientais. Tese de Mestrado. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas. 1994.
- Paiva Junior, H. Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada DEA/AHP. Tese de Mestrado. São Paulo Universidade Estadual de Campinas. 2000.
- Rodrigues, F. A. H. Metodologia Multicriterial Dinâmica de Auxílio à Tomada de Decisão em Transportes. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ. 1998.
- Saaty, T.L. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: Macgraw-Hill. 1991.
- Yamashita, Y., Abreu, V. C. Determinação do Fator de Atração de Viagens: Lógica Fuzzy Versus Método de Análise Hierárquica. XI Congresso Panamericano de Transportes. Gramado: ANPET. 2000.