

ANEXO F - METODOLOGIA DE JULGAMENTO PARITÁRIO AHP

Neste anexo, apresenta-se o método de priorização de alternativas proposto por Saaty (1980).

Na análise AHP, o problema é dividido em fatores que podem ser decompostos em novos fatores em níveis sucessivos, organizando-se assim uma hierarquia descendente (CASTRO, 2013). O primeiro nível, situado no topo da hierarquia, corresponde ao objetivo final, ou seja, ao problema para o qual se pretende identificar a melhor alternativa. O nível seguinte contempla os critérios que serão avaliados. Na sequência, podem estar presentes subcritérios e, por fim, as alternativas de solução do problema, que são vinculadas aos critérios ou subcritérios e comparadas de forma paritária.

Coitinho (2007 apud MENDES, 2012) apresentam algumas definições que contribuem para uma melhor compreensão da análise hierárquica AHP:

- decisores: indivíduos responsáveis por realizar as escolhas;
- modelo: conjunto de regras e operações matemáticas utilizado para transformar as escolhas em um resultado quantitativo;
- critérios: elementos que auxiliam na comparação das ações segundo diferentes pontos de vista;
- alternativas: ações globais que podem ser avaliadas individualmente;
- elementos de decisão: critérios, subcritérios e alternativas que compõem a estrutura hierárquica.

Castro (2013) resume o processo em quatro etapas principais:

1. Estruturação hierárquica;
2. Aplicação da comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema (critérios, subcritérios e alternativas);
3. Princípio de priorização;
4. Síntese das prioridades.

Segundo o autor, a etapa de estruturação hierárquica consiste na formulação do problema, isto é, na definição do objetivo geral e na decomposição do sistema em níveis de hierarquia, em função da complexidade do tema analisado.

A Figura 5 apresenta a estruturação hierárquica elaborada para a resolução de problemas por meio da aplicação do método AHP.

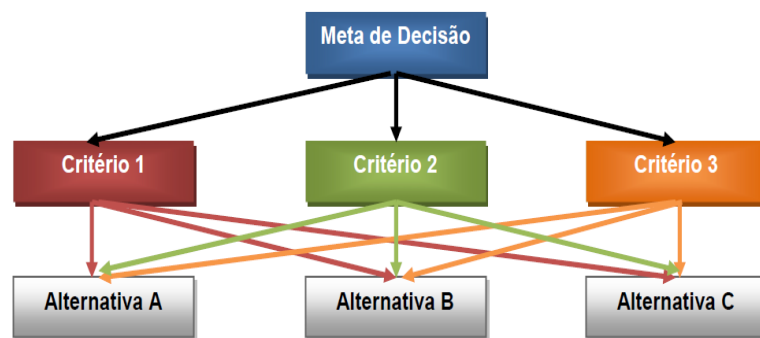


Figura 5 – Estruturação hierárquica para aplicação do método AHP. **Fonte:** VILAS BOAS, 2005 apud CASTRO, 2013.

A escala de Saaty (1991) contém uma escala numérica variando de 1 a 9, sendo o significado do valor 1 a indiferença de importância de um critério em relação ao outro, e o valor 9 significando a extrema importância de um critério sobre outro. Os números 2, 4, 6, 8, por sua vez, representam os estágios intermediários de importância entre os níveis. Na análise pareada dos critérios, apenas metade das comparações precisa realmente ser realizada, isto porque a comparação entre os próprios critérios será sempre igual a 1, afinal um critério não tem importância maior ou menor quando comparado a ele próprio. Além disso, metade das comparações é de valores recíprocos já comparados.

O julgamento paritário indica o quão um critério é mais importante que o outro, ou a nível de alternativas, o julgamento será em relação a importância de uma alternativa face a outra. Se a alternativa A, por exemplo, ter uma importância absolutamente superior a alternativa B, o julgamento indica que $A=9B$.

Para cada julgamento paritário, é possível ir construindo a matriz de julgamento quadrada J_{ij} , em que todos os critérios aparecem nas linhas e nas colunas, na mesma ordem. A Figura 4 apresenta uma representação da matriz de julgamentos.

$$J = \begin{pmatrix} \text{Critérios} & A & B & C & \cdots & N \\ A & 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ B & 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ C & 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ n & 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 4 – Matriz de julgamento no método AHP. **Fonte:** Elaboração própria.

Quando $i=j$, o elemento da matriz é o número 1, já que o critério A é igualmente importante em relação a si mesmo. De acordo com a Figura 3, o critério C é " a_{3n} " vezes

mais importante que o critério N. Por sua vez, por uma questão de consistência, o critério N é " $1/a_{3n}$ " vezes mais importante que o critério C.

Considerando os julgamentos de vários decisores, efetua-se a média geométrica de cada julgamento pareado dos múltiplos decisores (SAATY; VARGAS, 2012) e então calcula-se o vetor de prioridades da matriz, que é o principal autovetor normalizado (W). O autovetor representa a ordem de prioridade/preferência. Segundo Silva (2007), a normalização do autovetor pode ser feita pela divisão de cada elemento das colunas pela soma total da coluna, seguido da soma desses elementos recém calculados em cada linha, seguido da divisão do vetor coluna resultante pela dimensão da matriz.

Para avaliar o grau de consistência do julgamento realizado, calcula-se o máximo autovalor ($\lambda_{\text{máx}}$) da matriz de julgamentos, calculado a partir do produto entre a matriz de julgamentos (J) pelo vetor coluna de prioridades (W), seguido da divisão deste novo vetor (JW) por W.

O grau de desvio da consistência pode ser calculado a partir da equação (1)

$$IC = \text{Índice de consistência} = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Em que n é a dimensão da matriz e $\lambda_{\text{máx}}$ é o máximo do autovalor.

Ishizaka e Labib (2011) acrescentam que para avaliar a real consistência da matriz de julgamentos, é necessário dividir o índice de consistência (IC) pelo Índice Randômico (IR) de Saaty (1980), conforme equação 2.

$$RC = \text{Razão de consistência} = \frac{IC}{IR} \quad (2)$$

A Tabela 4 apresenta o Índice Randômico (IR) para diferentes dimensões das matrizes.

Tabela 4 – Índice Randômico (IR) de Saaty (1980). **Fonte:** ISHIZAKA; LABIB, 2011

n (dimensão da matriz)	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Randômico (IR)	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Se a razão de consistência calculado for inferior a 0,1, considera-se satisfatório o julgamento realizado. Caso tal índice seja superior a 0,1, é necessário repetir o julgamento.

REFERENCIAS:

CASTRO, J. **Aplicação do método de análise multicritério para selecionar políticas públicas de incentivo à redução da informalidade no Polo de confecções do agreste.** Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Economia. Universidade Federal do Pernambuco, 2013.

SAATY, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. New York: **McGraw-Hill**, 1980.

COITINHO, M. **Influência da incerteza no processo de decisão: priorização de projetos de melhoria.** 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MENDES, P. A. S. **Priorização dos fatores determinantes da sustentabilidade da cadeia produtiva do biodiesel.** Rio de Janeiro, 2012. Tese de Doutorado (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012, 238 p.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert systems with applications**, v. 38, n. 11, p. 14336-14345, 2011.

SAATY, T.; VARGAS, L. The possibility of group choice: pairwise comparisons and merging functions. **Social Choice and Welfare**, v. 38, n. 3, p. 481-496, 2012.

SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. São Paulo: **McGraw-Hill Pub. Co.**, 1991. 367 p.

VILAS BOAS, C. L. de. **Método Multicritérios de Análise de Decisão (MMAD) para as Decisões Relacionadas ao Uso Múltiplo de Reservatórios: Analytic Hierarchy Process (AHP).** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16., 2005, João Pessoa. Anais. João Pessoa: ABRH, 2005.