

# O MÉTODO AHP (Analytic Hierarchy Process)

Prof. Cristiano Marins  
2018

1

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- O método **AHP** (*Analytic Hierarchy Process*) foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70.



2

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- É o **método de multicritério** mais utilizado e conhecido no apoio à tomada de decisão na resolução de conflitos negociados.



3

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- Após a **divisão do problema** em níveis hierárquicos, determina, de forma clara e por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, **uma medida global** para cada uma das alternativas, priorizando-as ou **classificando-as** ao finalizar o método.

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- Depois de construir a hierarquia, cada decisor deve fazer uma comparação, par a par, de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada.

5

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior.

6

---

---

---

---

---

---

---

---

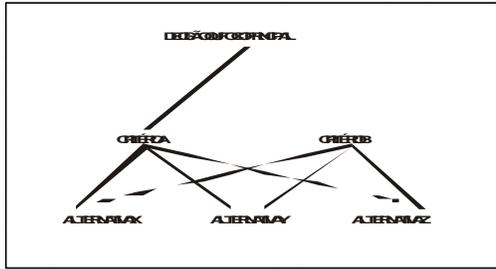


Figura 1 - Representação hierárquica de um problema de decisão.

---

---

---

---

---

---

---

---

## INTRODUÇÃO

- Dado um elemento de um nível superior  $C_k$ , será feita a comparação dos elementos de um nível inferior  $A_j$ , em relação a  $C_k$ , gerando uma matriz quadrada de preferências.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

---

---

---

---

---

---

---

---

## OS ELEMENTOS

- Os elementos fundamentais do AHP são:
  - **Atributos e propriedades** - um conjunto finito de alternativas é comparado em função de um conjunto finito de propriedades.

---

---

---

---

---

---

---

---

## OS ELEMENTOS

- ▶ **Correlação binária** - ao serem comparados dois elementos baseados em uma determinada propriedade, realiza-se uma comparação binária, na qual um elemento pode ser preferível ou indiferente a outro.

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## OS ELEMENTOS

- ▶ **Escala fundamental** - a cada elemento associa-se um valor de prioridade sobre os outros elementos, que será lido em uma escala numérica de números positivos e reais.

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## OS ELEMENTOS

- ▶ **Hierarquia** - um conjunto de elementos ordenados por ordem de preferência e homogêneos em seus respectivos níveis hierárquicos.

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- O estudo do processo utilizado pelo Método AHP pode ser dividido em duas etapas:
- estruturação hierárquica do problema de decisão; e
- modelagem do método propriamente dito.

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- A estruturação deve ter alguns cuidados:
- **Homogeneidade:** os critérios de um determinado nível hierárquico devem apresentar o mesmo grau de importância relativa dentro do seu nível;

14

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- **Não-redundância:** uma hierarquia, geralmente linear, é uma estrutura que representa a dependência dos diversos níveis que a compõem, de forma sequencial.

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- A aplicação do AHP a um problema inicia-se com a organização de uma hierarquia de objetivos ou de critérios representativa dos diferentes pontos de vista.

16

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- No nível mais baixo estão as alternativas e acima delas ficam os critérios, sendo esses critérios ou objetivos comparados entre si, do ponto de vista do objetivo nos três critérios (todos situados no primeiro nível da hierarquia).

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Neste método, o decisor estabelece “juízos de valores” através da **Escala de Saaty (de 1 a 9)**.

18

---

---

---

---

---

---

---

---

Escala numérica	Escala Verbal
1	Ambos elemento são de igual importância.
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro.
5	Forte importância de um elemento sobre o outro.
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro.
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro.
2,4,6,8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.
Incremento 0.1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0.1.

Tabela 1 - Escala de Saaty

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Este método baseia-se em três princípios de pensamento analítico:
  1. Construção de hierarquias
  2. Definição de prioridades
  3. Consistência lógica

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Segundo Saaty, uma matriz cujos elementos sejam não negativos e recíprocos, e que para os quais valha a propriedade da intransitividade, apresenta seu maior autovalor com valor igual a ordem da matriz.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- A matriz de percepção no AHP é uma matriz não negativa e recíproca. No entanto, a presença de inconsistência nos julgamentos paritários introduz intransividade(s) a esta matriz.

22

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Uma forma de mensurar a intensidade ou grau de inconsistência em uma matriz de julgamentos paritários é avaliar o quanto o maior auto valor desta matriz se afasta da ordem da matriz.

23

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Saaty propõe a seguinte equação para o cálculo do Índice de Inconsistência (IC):

$$IC = \frac{|\lambda_{\max} - N|}{N-1}, \text{ onde:}$$

*N* é a ordem da matriz

$\lambda_{\max}$  é o maior auto valor da matriz de julgamentos paritários.

24

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- Saaty propôs o uso da **Razão de Consistência (RC)**, que permite avaliar a inconsistência em função da ordem de uma matriz de julgamentos.

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

*Razão de Consistência (RC) ≤ 0,1 (aceitável)*

25

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- **IR** é um índice de consistência obtido para uma matriz recíproca, com elementos não-negativos e gerada de forma randômica.

26

---

---

---

---

---

---

---

---

## O MÉTODO

- E baseia-se nas seguintes Etapas:
  1. Construção de hierarquia;
  2. Aquisição de dados ou coleta de julgamentos de valor emitidos por especialistas;
  3. Síntese dos dados obtidos dos julgamentos, calculando-se a prioridade de cada alternativa em relação ao foco principal; e,
  4. Análise da consistência do julgamento.

27

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- **Suponhamos que uma empresa esteja buscando um gerente para a área de Recursos Humanos e publica o seguinte artigo no jornal.**

28

---

---

---

---

---

---

---

---

EMPRESA X

GERENTE DE RECURSOS HUMANOS

**Cargo:**

Implica a participação no desenho da estratégia de RH da empresa e sua execução com dedicação em tempo integral.

**Pré-requisitos:**

Educação superior.

Deverão ter experiência na área de RH e DP.

Proativos, dinâmicos e habituados a desempenhar função com cumprimento estrito das metas previstas.

Disponibilidade de assumir de forma imediata.

**Empresa:**

É uma empresa em desenvolvimento que oferece uma interessante participação nos resultados da gestão.

Enviar currículo direcionados à: [gcomercial@vaga.com](mailto:gcomercial@vaga.com)

29

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- **Realiza-se uma pré-seleção com base nos currículos recebidos e eliminam-se os candidatos que não são factíveis.**

30

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- Algumas das razões da eliminação foram:
  - Não haver cursado nenhum curso superior;
  - Não ter nenhum tipo de experiência na área de RH e DP.

31

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- Uma vez efetuada a pré-seleção, restam três candidatos possíveis(A, B e C) dos quais será feita a seleção final.

32

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

### Fase 1

- Estruturação do problema e definição do objetivo, critérios e alternativos.

33

---

---

---

---

---

---

---

---

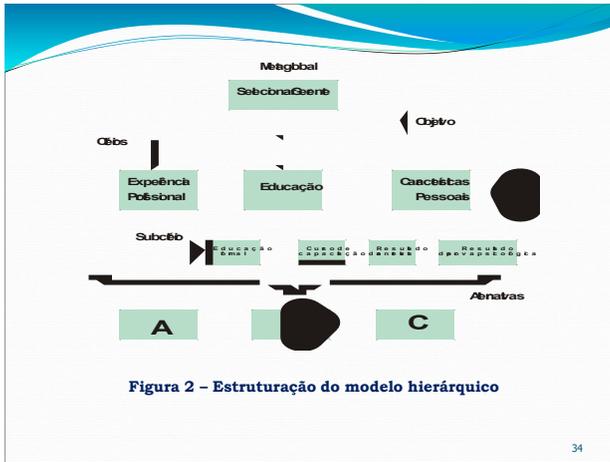


Figura 2 - Estruturação do modelo hierárquico

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**EXEMPLO**

Fase 2 - Emissão das opiniões e das avaliações

- De acordo com o experimento proposto, o psicólogo informa que os candidatos **A**, **B** e **C** obtiveram as seguintes pontuações: **96**, **84** e **60**.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**EXEMPLO**

- Consultado sobre o significado dos resultados feitos, nos disse que o candidato **A** desempenhou muito melhor que o **C**; que **B** desempenhou bastante melhor que **C** e que **A** desempenhou bastante melhor que **B**.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C
A	1	3	6
B	1/3	1	3
C	1/6	1/3	1

**Tabela 2: Matriz de Comparação do Pares - Critério: Resultado da Prova Psicológica**

37

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C
A	2/3	9/13	3/5
B	2/9	3/13	3/10
C	1/9	1/13	1/10

**Tabela 3: Matriz normalizada  
Critério: Resultado da Prova Psicológica**

A	65,30%
B	25,10%
C	9,60%

**Média Aritmética da matriz normalizada**

38

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C	Vetor de Prioridade
A	1	1/3	3	24,31%
B	3	1	7	66,87%
C	1/3	1/7	1	8,82%

*Relação de consistência: 0,006570513*  
**Tabela 4: Matriz de comparação - Critério: Experiência Profissional**

39

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C	Vetor de Prioridade
A	1	1/3	3	24,31%
B	3	1	7	66,87%
C	1/3	1/7	1	8,82%

Relação de consistência: 0,006570513

Tabela 5: Matriz de comparação - Critério: Experiência Profissional

40

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C	Vetor de Prioridade
A	1	5	3	63,33%
B	1/5	1	1/3	10,62%
C	1/3	3	1	26,05%

Relação de consistência: 0,03724359

Tabela 6: Matriz de comparação - Critério: Educação Formal

41

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C	Vetor de Prioridade
A	1	1/5	1/3	10,96%
B	5	1	2	58,13%
C	3	1/2	1	30,91%

Relação de consistência: 0,003519872

Tabela 7: Matriz de comparação - Critério: Cursos de Capacitação Realizados

42

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C	Vetor de Prioridade
A	1	1/3	1	20%
B	3	1	3	60%
C	1	1/3	1	20%

Relação de consistência: 0,0000

Tabela 8: Matriz de comparação - Critério: Desempenho na Entrevista

43

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

### Fase 3

- Analisar a consistência das opiniões traduzidas

44

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	A	B	C
A	1	3	6
B	1/3	1	3
C	1/6	1/3	1

A	65,30%
B	25,10%
C	9,60%

Relação de consistência: 0,0176

Tabela 9: Matriz de Comparação do Pares - Critério: Resultado da Prova Psicológica

$(1 \times 0,6530) + (3 \times 0,2510) + (6 \times 0,0960) =$	1,982051
$(1/3 \times 0,6530) + (1 \times 0,2510) + (3 \times 0,0960) =$	0,756695
$(1/6 \times 0,6530) + (1/3 \times 0,2510) + (1 \times 0,0960) =$	0,288509

45

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- A soma ponderada obtida para cada linha dividida pela prioridade da alternativa correspondente.

$1,982051/0,6530 =$	$3,03534$
$0,756695/0,2510 =$	$3,01476$
$0,288509/0,0960 =$	$3,00495$

46

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- Fazendo uma média dos resultados de cada linha obteremos  $\lambda_{\max}$
- Neste caso que estamos vendo  $\lambda_{\max}$  seria:

$$\lambda_{\max} = (3,03534+3,01476+3,00495)/3 = 3,01835$$

47

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- Uma vez que obtemos  $\lambda_{\max}$  mediante uma simples operação podemos calcular um **Índice de Consistência (IC)**.

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$IC = (3,01835 - 3) / (2)$$

$$IC = 0,009175$$

$$RC = IC / IAM$$

$$RC = 0,009175 / 0,52 \text{ (tabela 10)} = 0,0176$$

48

---

---

---

---

---

---

---

---

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistência Aleatória média	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Tabela 10 - Índice de Inconsistência Aleatória

---

---

---

---

---

---

---

---

### EXEMPLO

- É desejável que a RI de qualquer matriz de comparação seja menor ou igual 0,10.

---

---

---

---

---

---

---

---

### EXEMPLO

#### *Fase 3 - Estabelecimento das prioridades*

- Nesta etapa procura-se estabelecer a importância relativa de cada critério de decisão.

---

---

---

---

---

---

---

---

	Experiência Profissional	Educação	Características Pessoais
Experiência Profissional	1	1/3	1
Educação	3	1	3
Características Pessoais	1	1/3	1

Relação de consistência: 1,923

**Tabela 11: Matriz de comparação de critérios**

52

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Experiência Profissional	20%
Educação	60%
Características Pessoais	20%

**Tabela 12: Vetor de Ponderação de critérios**

53

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	Educação Formal	Cursos de Capacitação	Vetor de Prioridade
Educação Formal	1	1/3	88,89%
Cursos de Capacitação	3	1	11,11%

Relação de consistência: 0,0000

**Tabela 13: Matriz de Comparação de critérios: Educação**

54

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

	Desempenho na entrevista	Prova psicológica	Vetor de Prioridade
Desempenho na entrevista	1	2	66,67%
Prova psicológica	1/2	1	33,33%

Relação de consistência: 0,0000

Tabela 14: Matriz de Comparação de subcritérios: Características pessoais

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

### Fase 4 – Desenvolvimento de um Vetor de Prioridade Global

- A pontuação obtida para cada aspirante, devemos calcular da seguinte maneira:

$$A \quad (0,2431 \times 0,2000) + \{[(0,6333 \times 0,8889) + (0,1096 \times 0,1111)] \times (0,6000)\} + \{[(0,2000 \times 0,6667) + (0,6530 \times 0,3333)] \times 0,2000\} = 0,4639 \text{ ou } 46,39\%$$

$$B \quad (0,6687 \times 0,2000) + \{[(0,1062 \times 0,8889) + (0,5813 \times 0,1111)] \times (0,6000)\} + \{[(0,6000 \times 0,6667) + (0,2510 \times 0,3333)] \times 0,2000\} = 0,3154 \text{ ou } 31,54\%$$

$$C \quad (0,0882 \times 0,2000) + \{[(0,2605 \times 0,8889) + (0,3091 \times 0,1111)] \times (0,6000)\} + \{[(0,2000 \times 0,6667) + (0,0960 \times 0,3333)] \times 0,2000\} = 0,2102 \text{ ou } 21,02\%$$

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## EXEMPLO

- Em função da metodologia adotada, o candidato **A** foi escolhido como gerente de Recursos Humanos.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## CRÍTICAS

- O AHP tem sido objeto de duras críticas na literatura, que podem ser resumidas da seguinte forma:
  1. Conversão da escala verbal para numérica;
  2. Inconsistência impostas pela escala de 1 a 9;
  3. Significado das respostas às questões;
  4. Novas alternativas podem reverter a ordenação final das alternativas existentes;
  5. O número de comparações requeridas pode ser grande;
  6. Os axiomas do método;

58

---

---

---

---

---

---

---

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Considerando a importância das metodologias de apoio à decisão para as organizações, verifica-se a grande versatilidade e flexibilidade do AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

59

---

---

---

---

---

---

---

---

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Mesmo devendo ser considerada algumas críticas quanto ao seu uso, a utilização do AHP pode representar um diferencial competitivo frente a concorrência, além de estimular a interação de várias pessoas, de diversas áreas, envolvidas na estratégia em questão, o que torna o modelo desenvolvido muito mais sólido e completo.

60

---

---

---

---

---

---

---

---

## BIBLIOGRAFIA

- COSTA, Helder Gomes Costa. *Auxílio multicritério à decisão: método AHP*. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2006. Cap. 01. p.13-18.
- MARINS, C. S., SOUZA, Daniela de Oliveira, FREITAS, André Luis Policani. *A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso..* GEPROS. , v.1, p.51 - 60, 2006.

61

---

---

---

---

---

---

---

---