



## IMPLEMENTANDO A AHP COM R

Lyncoln Sousa de Oliveira<sup>1</sup>, Luciane Ferreira Alcoforado<sup>2</sup>, Steven Dutt Ross<sup>3</sup> e

Alessandra dos Santos Simão<sup>4</sup>

### Introdução

O processo de tomada de decisão sob incerteza tem mostrado importância em qualquer situação da vida pessoal ou profissional de um indivíduo, uma vez que o ser humano é levado a tomar decisões em grande parte do seu tempo de vida. Decisões uma vez tomadas, podem se revelar boas ou ruins a curto, médio e a longo prazo. Ao se tomar uma decisão de forma intuitiva nem sempre é possível prever se a alternativa escolhida é a mais viável considerando-se alguns critérios subjetivos. Tendo em vista esse pensamento, justifica-se estudar métodos matemáticos/estatísticos que possam auxiliar a tomada de decisão em situações práticas.

A tomada de decisão nas organizações tem sido objeto de constantes pesquisas e estudos comprovando a importância que este tema representa no desempenho dessas organizações. Segundo Gomes et al (2002), um sistema de apoio à decisão (SAD) é uma ferramenta computacional que envolve técnicas de sistemas de informação, inteligência artificial, métodos quantitativos, psicologia cognitiva e comportamental, sociologia das organizações, entre outros, e visam oferecer ao usuário condições favoráveis e acessíveis ao suporte, para de modo prático, melhor escolher uma entre diversas alternativas, minimizando assim a chance de erro na tomada de decisão.

Um SAD concilia os recursos intelectuais individuais com a capacidade do computador em melhorar a qualidade da decisão (MORTON E KEEN, 1978), assim, o apoio à decisão significa auxiliar a tomada de decisão na escolha de alternativas, gerando as estimativas dos pesos destas alternativas, a comparação e a escolha.

O processo *Analytic Hierarchy Process* (AHP), baseado em matemática e psicologia, foi desenvolvido na década de 1970 pelo professor Thomas Saaty. O AHP pode ser classificado como o mais conhecido e utilizado dos métodos de análise multicritério cuja modelagem se divide em três etapas: construção dos níveis hierárquicos, definição das

---

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense/UFF – Dep. Estatística, lyncolnsousa@id.uff.br

<sup>2</sup>Universidade Federal Fluminense/UFF – Dep. Estatística, Prog. Pós Grad Eng. Civil, luciane@id.uff.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro/UNIRIO, steven.ross@uniriotec.br

<sup>4</sup> Universidade Federal Fluminense/UFF – Prog. Pós Grad. Eng. Civil, ale.ssim@hotmail.com



prioridades através de julgamentos paritários dos critérios estabelecidos e avaliação da consistência lógica dos julgamentos paritários.

Neste trabalho apresenta-se a implementação do Método de AHP proposto por (SAATY, 1991), utilizando-se a linguagem computacional R para automatização do método e apresentação dos resultados de maneira intuitiva para melhorar a experiência do usuário.

### **Objetivos**

Objetivo Geral: Implementar o método AHP utilizando a linguagem computacional R.

Objetivo Específico: Elaborar a estrutura do banco de dados para os valores de entrada à luz da compreensão do método AHP e suas etapas; implementar a estrutura de saída dos resultados; construir funções específicas para o desenvolvimento do método.

### **Material e Método**

Os conceitos e etapas do método AHP foram baseados em Costa, H.G (2002) e Saaty, T. L. (1991). O método AHP segue 4 etapas: Construção de Hierarquia, aquisição de dados, síntese dos dados e a análise da consistência do julgamento.

Foi criado um pacote do R aplicando as principais funções do AHP. Para a implementação do pacote, foi criado um repositório no diretório *github*, contendo a estrutura do pacote do R, com as seguintes pastas:

- Documentação: arquivos em html para documentar o pacote;
- R: scripts com funções desenvolvidas em R;
- Data: arquivos de dados;
- Man: arquivos para documentos de ajuda para cada função do pacote;
- Vignettes: arquivos de ajuda do pacote

Em adição ao pacote, foi estruturado, a partir da construção hierárquica do problema, uma planilha de dados contendo as matrizes paritárias (ou de julgamento) de cada critério. Inicialmente considerou-se um único nível de critérios.

Implementou-se funções para facilitar ao usuário a aplicação do método. Para os cálculos envolvidos no método foram implementadas as funções com as seguintes etapas:

- Ler os dados (matrizes de julgamentos fornecida pelo usuário);
- Calcular os pesos e a consistência;
- Retornar tabela com os pesos finais de cada alternativa, informando o índice de consistência dos julgamentos de cada critério considerado no problema.



## Resultados e Discussão

O programa espera que o usuário tenha um arquivo *xlsx* contendo várias planilhas, onde cada uma representa uma matriz de julgamento. A estrutura do arquivo pode ser vista na figura 1. Como os especialistas são humanos, Saaty (1992) afirma que o AHP prevê que pode haver inconsistência, então o processo permite que haja uma inconsistência de no máximo 10% para que os resultados possuam credibilidade. Desse modo, a função principal do pacote analisará se cada matriz de julgamento inserida no arquivo é consistente ou não.

Atualmente o código conta com 15 funções totalmente desenvolvidas com o software R. Está hospedado na plataforma github no endereço: <https://github.com/Lyncoln/AHP>. A escolha da plataforma deveu-se ao fato de tornar o processo de colaboração acessível a todos os integrantes do projeto, além de permitir acesso, comentários e sugestões de não integrantes.

Para problemas com um único nível de critérios, o programa retorna uma tabela completa de proporções para as alternativas, indicando a melhor alternativa a ser escolhida, isto é, aquela que tiver a maior proporção da linha “Objetivo”, conjuntamente com a validação dos julgamentos que são classificados como consistente ou não para cada critério.

O exemplo do tutorial do pacote AHP baseou-se nos dados contidos em Costa (2002). O objetivo ou foco principal (FP) é a compra de um carro considerando-se 3 alternativas: A1, A2 e A3. Os critérios considerados nesta compra são AQ (custo de aquisição); CF (conforto); MA (custo de manutenção); PS (prestígio) e RV (preço de revenda). Com base nos dados fornecidos pelo decisor em formato *xlsx* (figura 1), o pacote efetua os cálculos necessários através da função *tabela\_ahp\_xlsx( )* e retorna a tabela contendo os pesos (proporções) de cada critério e do objetivo final para cada alternativa, bem como a razão de consistência dos julgamentos, informando se o mesmo é consistente ou não (última coluna) (figura 2).

Para problemas com mais de um nível de critérios (tipo composto), a função *tabela2\_ahp\_xlsx( )* retorna como padrão um conjunto de proporções para as alternativas estudadas.

O exemplo de saída para a base de dados de um problema do tipo composto (GOMEDE, 2012) pode ser visto na figura 3. O objetivo é a priorização de serviços com critérios considerados em dois níveis, no nível 1 tem-se critérios financeiros, estratégicos e tecnológicos e no nível 2 cada critério do nível 1 é sucedido por mais 3 subcritérios em cada.



As alternativas são em número de 4: S1, S2, S3 e S4. Observa-se o peso de cada alternativa, sendo a alternativa S4 a melhor escolha com peso de 0.39.

	A	B	C	D	E
1	1	0,2	3	0,2	0,33333333
2	5	1	5	3	3
3	0,33333333	0,2	1	0,33333333	0,33333333
4	5	0,33333333	3	1	1
5	3	0,33333333	3	1	1
6					
7					
8					

Planilha 6 de 6

CF AQ PS RV MA Objetivo Padrão

CRITÉRIOS

```
> tabela_ahp_xlsx("F://GitHub//AHP//Documentação//BD_teste1.xlsx")
[1] "A melhor escolha é a alternativa: A1"
# A tibble: 6 x 7
  critério Pesos A1 A2 A3 'Razao de consistencia de saaty' Consistente
<chr> <chr> <chr> <chr> <chr> <chr>
1 FP 100% 35.57% 34.8% 29.63% 7.03% Sim
2 AQ 44.75% 8.84% 21.95% 13.96% 4.62% Sim
3 CF 9.23% 0.96% 2.53% 5.74% 9.96% Sim
4 MA 18.56% 11.75% 1.97% 4.83% 3.32% Sim
5 PS 6.12% 2.51% 2% 1.6% 4.62% Sim
6 RV 21.35% 11.5% 6.35% 3.5% 0.79% Sim
> |
```

**Figura 1** – Estrutura do arquivo de dados xlsx contendo 6 planilhas referentes às matrizes de julgamento. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

**Figura 2** – Ilustração da tabela de saída do pacote AHP para o exemplo da compra de carro. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.



```
> tabela2_ahp_xlsx("ARQUIVO_XLSX",
+ mapeamento = c(1,3,3,3,4),
+ alternativas = c("S1","S2","S3","S4"))
# A tibble: 4 x 2
  alternativas Pesos
<chr> <dbl>
1 S1 0.0691
2 S3 0.152
3 S2 0.388
4 S4 0.391
```

**Figura 3** – Ilustração de um problema em dois níveis de critérios. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.



## Conclusão

A escolha da linguagem R para implementação do pacote se mostrou viável, consistente e segura. O pacote foi elaborado para facilitar a entrada de dados através de planilha estruturada de acordo com os critérios considerados na hierarquização do problema. A partir da leitura da planilha de dados as funções foram implementadas na linguagem R de forma a produzir uma tabela final com um resumo das probabilidades de cada critério.

A principal vantagem deste pacote é a facilidade que o usuário tem para realizar a entrada de dados que foi desenhada para ser feita por arquivo do tipo xlsx. As tabelas de saída são apresentadas de forma compacta para que o tomador de decisão possa atingir seu objetivo com rapidez e eficiência.

O pacote apresenta tutorial para que o usuário consiga utilizá-lo baseando-se num exemplo prático, tornando-se útil para gestores com conhecimentos básicos de linguagem de programação.

Como ações futuras será implementado generalizações nas funções já programadas para resolver problemas mais complexos com 3 ou mais níveis de critérios.

Este projeto está sendo desenvolvido na Universidade Federal Fluminense com apoio de bolsa do Programa de Iniciação Científica (PIBIC).

## Referências

Costa, H. G. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói, RJ, 2002.

Costa, J.F.S., Gonçalves, G.C., Vaz, L.M.M et al. Uma abordagem multicritério da telefonia móvel no Estado do Rio de Janeiro através do Método de Análise Hierárquica (AHP). Cadernos do IME – Série Estatística, RJ, 2007.

Gomes, L. F., Gomes, C. F. S., Almeida, A. T. Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. Ed Atlas, SP, 2002.

Keen, P.G.W, & Scott Morton, M.S. Decision support systems: an organization perspective. Addison-Wesley. Reading, Mass, 1978.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>, 2018.

Saaty, T. L. Método de Análise Hierárquica. Rio de Janeiro: Makrom Books, 2Ed, 1991.

Gomede, Everton,. Miranda, Rodolfo. Utilizando o Método Analytic Hierarchy Process (AHP) para Priorização de Serviços de TI: Um Estudo de Caso, 2012. URL: <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/sbsi/2012/0041.pdf>