

## AHP implementada em R

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.

O processo *Analytic Hierarchy Process* (AHP), baseado em matemática e psicologia, foi desenvolvido na década de 1970 pelo professor Thomas Saaty, Saaty (1970). 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 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, utilizando-se a linguagem computacional R para automatização do método e apresentação dos resultados de maneira intuitiva. 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.

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.

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 (1991) 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 (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.

	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

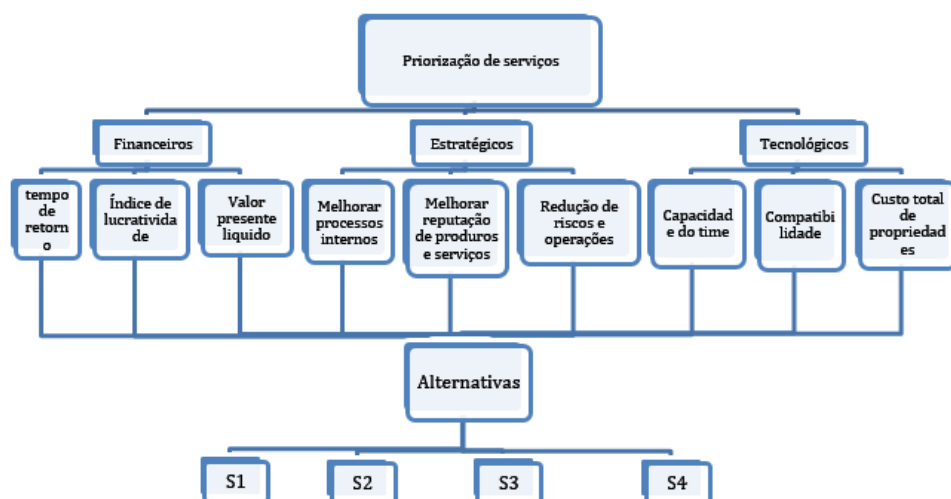
**Figura 1 – Estrutura do arquivo de dados xlsx**  
contendo 6 planilhas referentes às matrizes de  
julgamento. Fonte: Autores, 2019.

```
> tabela_ahp_xlsx("F://Github//AHP//Documentação//BD_teste1.xlsx")
[1] "A melhor escolha é a alternativa: A1"
# A tibble: 6 x 7
  criterio 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 2 – Ilustração da tabela de saída do**  
pacote AHP para o exemplo da compra de carro.

Fonte: Autores, 2019.

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.



```
> tabela2_ahp_xlsx("F://Github//AHP//Documentação//BD_teste3.xlsx",mapeamento = c(1,3,3,3,3,4),
+ 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: Autores, 2019.

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

## Referências

- Costa, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. Niterói, RJ, 2002.
- Gomes, L. F., Gomes, C. F. S., Almeida, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. Ed Atlas, SP, 2002.
- 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>
- 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. **How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process**. European Journal of Operational Research, 48, 9-26, 1970.
- Saaty, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Rio de Janeiro: Makrom Books, 2Ed, 1991.