**IMPLEMENTANDO A AHP COM R**

Lyncoln Sousa de Oliveira[[1]](#footnote-1), Luciane Ferreira Alcoforado 2, Steven Dutt Ross 3 e

Rodolfo Hauret 4

**ATENÇÃO:** Este template ilustra a estrutura final do ARTIGO COMPLETO indicando os campos para os nomes dos autores, seus e-mails e instituições de origem. Entretanto, no

momento da submissão, os nomes dos autores, seus e-mails e instituições NÃO devem ser incluídos no arquivo do ARTIGO COMPLETO. Qualquer identificação dos autores deve ser inserida no próprio sistema de submissão, na ordem de autoria do trabalho.

# Resumo

Esse trabalho propõe a criação de funções e um pacote utilizando a linguagem R para realizar o método AHP proposto por Saaty. As funções foram criadas utilizando a filosofia *tidyverse* e podem ser acessadas no repositório do autor disponível no GitHub. Os códigos foram criados com intuito de serem de uso intuitivo para que o usuário não perca tempo aprendendo usar as funções e assim possa ter seu resultado de maneira rápida e fácil, para isso não é preciso usar objetos do R, podem ser importadas bases de dados do Excel utilizando uma função criada. O pacote conta com uma vignette tutorial onde o usuário pode aprender a usar as funções e também existe base de dados exemplos para que seja possível visualizar o seu funcionamento mesmo sem um banco de dados. Foi desenvolvido também um aplicativo em shiny para facilitar ainda mais o uso do pacote.

.

**Palavras-chave:** AHP, Saaty, pacote, R.

# Abstract

This work proposes the creation of functions and a package using the R language to perform the AHP method proposed by Saaty. The functions were created using the tidyverse philosophy and can be accessed in the author's repository available on GitHub. The codes were created with the intention of being intuitive to use so that the user does not waste time learning to use the functions and thus can have its result quickly and easily, for this it is not necessary to use R objects, databases can be imported from Excel using a function created. The package has a tutorial vignette where the user can learn to use the functions and there is also a database of examples so that it is possible to visualize its operation even without a database. A shiny application was also developed to further facilitate the use of the package.

**Keywords:** AHP, Saaty, pacote, R.

# Objetivos

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

Objetivos Específicos: 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; desenvolver um sistema para o processamento da ahp através de um aplicativo shiny integrado ao pacote.

# 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 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.

# Material e Método

# O método AHP

O AHP (*Analytic Hierarchy Process)* é um dos processos de SAD (Sistema de apoio a decisão) bastante conhecido e utilizado para problemas complexos e subjetivos que envolvam escolha de alternativas mediantes a múltiplos critérios. Criado por Thomas L. Saaty na década de 1970, o método tem como principal característica o uso de um modelo matemático que reflita o funcionamento da mente humana na avaliação de alternativas diante de um problema de decisão. Além disso, o método permite lidar com problemas que envolvem tanto os valores tangíveis como os intangíveis, graças a sua capacidade de criar medidas para as variáveis qualitativas com base em julgamentos subjetivos emitidos pelos decisores (Saaty, 1991). Como os decisores são humanos, além da escolha da melhor alternativa mediante aos critérios, um dos objetivos da AHP é utilizar ferramentas matemáticas para medir a consistência de cada julgamento.

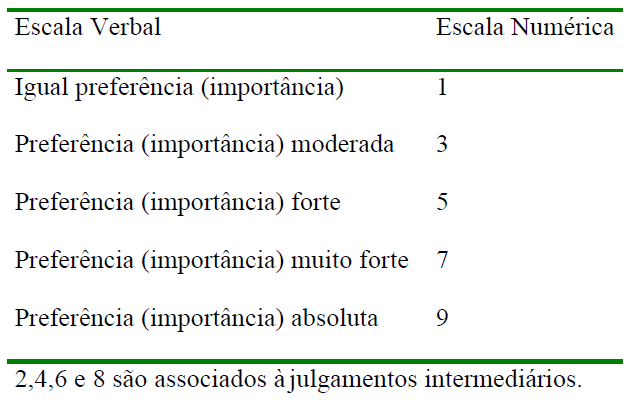
De acordo com o Saaty (1991), a aplicação do AHP pode ser dividia nas seguintes etapas: estruturação dos critérios e alternativas; coleta de julgamentos; cálculo de prioridades; verificação da consistência do julgamento; e, por último, o cálculo das prioridades globais das alternativas.

A estruturação dos critérios consiste em modelar o problema de decisão em uma estrutura do tipo árvore hierárquica, onde o objetivo principal é ramificado em critérios que por sua vez são ramificados em alternativas. As alternativas são avaliadas mediante a cada critério que por sua vez são avaliados de maneira geral em relação ao objetivo.

Para a fase de coleta de julgamentos Saaty sugere que o indivíduo que julga seja um conhecedor do objetivo avaliado, para que assim os riscos de inconsistência sejam reduzidos. Os julgamentos são organizados em uma matriz que é chamada de matriz de paridade ou de julgamento, onde se compara primeiramente a importância dos critérios e depois das alternativas mediante aos critérios. As comparações são feitas 2 a 2.

O julgamento deve ser baseado na escala de Saaty (1991) conforme a Tabela 1, buscando-se primeiro o julgamento conceitual e, em seguida, a conversão para a escala numérica a fim de registrá-lo na matriz, como também, o julgamento recíproco associado (Costa, HG 2002).

**Tabela 1 –** Escala de julgamento de Saaty



**Fonte:** Costa, 2002

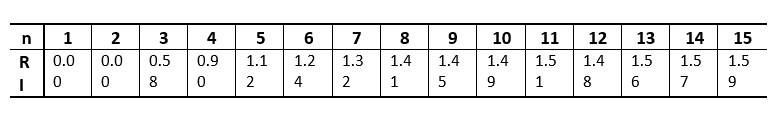
Na etapa de cálculo de prioridades são utilizadas ferramentas matemáticas como autovetor e autovalores nas matrizes de julgamento para quantificar os pesos de cada critério e também de cada alternativa em relação ao objetivo.

Na verificação da consistência do julgamento considera-se as dificuldades naturais do ser humano em tomar decisões diante de um problema com muitas informações que possuem muitos critérios, Saaty (1991) propôs procedimentos para calcular a inconsistência derivadas dos julgamentos, estas são: IC (Índice de Consistência) e RC (Razão de consistência).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Conforme Saaty (1991), o índice randômico, Random Index (RI), é o índice de consistência de uma matriz recíproca gerada, randomicamente, pelo laboratório Oak Ridge. A Tabela 2 mostra a tabela RI contendo os índices randômicos calculados pelo laboratório Oak Ridge para matrizes recíprocas quadradas de ordem n.

**Tabela 2 –** Índices de consistência aleatória



**Fonte:** Saaty, 1991

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (2) |

Assim é possível calcular o RC para cada matriz de julgamento. Caso o RC calculado para uma matriz seja superior a 10%, Saaty sugere que o indivíduo refaça os julgamentos com mais atenção.

Por fim e realizada o cálculo das prioridades globais das alternativas. De acordo com Saaty (1991), e tomando como base a estrutura hierárquica do AHP, as prioridades globais calculadas para cada critério correspondem à importância de cada critério em relação ao objetivo. Entretanto, no nível das alternativas, a prioridade encontrada ao se multiplicar a prioridade local da alternativa em relação a um determinado critério pela prioridade global deste. Portanto, para se obter a prioridade global das alternativas, deve-se calcular o somatório das prioridades globais das alternativas calculadas em cada critério. Essa prioridade determinará a contribuição da alternativa para o objetivo principal.

# Criação do pacote

Foram utilizadas as plataformas Git e Github para a hospedagem e criação do pacote. O Git é um sistema de controle de versões distribuído, usado principalmente no desenvolvimento de software, enquanto o GitHub é uma plataforma de hospedagem de código-fonte com controle de versão usando o Git. Ele permite que programadores, utilitários ou qualquer usuário cadastrado na plataforma contribuam em projetos privados e/ou de código aberto de qualquer lugar do mundo.

Foi necessário a criação de um repositório no github para a hospedagem das funções e documentação do pacote criado, está disponível em: [www.github.com/NomedoAutor/AHP2](http://www.github.com/NomedoAutor/AHP2), nele está visível a seguinte arrumação de pastas:

* R: Códigos do pacote.
* Banco\_de\_dados: Dados em formato xlsx (objeto Excel) para testes e criação de base de dados.
* Data: Dados em formato rda (objeto R).
* Man: Documentação das funções e dados do pacote.
* Vignettes: Arquivos de ajuda à utilização do pacote em formato markdown.
* Documentacao: Documentos escritos do pacote

A estrutura citada foi criada utilizando o pacote *devtools*, que é uma biblioteca criada pelo Hadley Wickham que está disponível no github e também no CRAN. Esta biblioteca é bastante conhecida e utilizada pelos desenvolvedores de pacotes em R. Nela existem ferramentas que tornam o processo de criação de bibliotecas mais simples.

Pelo motivo deste pacote ter sido criado em um computador que possui sistema operacional Windows, foi necessário a instalação do *Rtools,* que é uma coleção de recursos para a criação de pacotes para *o* R no *Microsoft Windows* ou para a criação do próprio R, criado pelo Prof. Brian Ripley e Ducan Murdoch; atualmente mantido pela Jeroen Ooms.

Para a criação das funções do pacote AHP foram utilizadas as seguintes bibliotecas auxiliares*: formattable, dplyr, tibble, readxl e tidyr.* As funções foram criadas com o intuito de serem simples de serem usadas e que apresentem uma saída visualmente intuitiva para o usuário.

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

**Conclusão**

# Referências

**Anexo**

<https://cran.r-project.org/bin/windows/Rtools/>

<https://git-scm.com/>

<https://github.com/>

1. Nome Completo da Instituição (e sigla), e-mail do 1º autor 2 Nome Completo da Instituição (e sigla), e-mail do 2º autor 3 Nome Completo da Instituição (e sigla), e-mail do 3º autor 4 Nome Completo da Instituição (e sigla), e-mail do 4º autor [↑](#footnote-ref-1)