

# TOPSIS-M: Uma proposta de extensão ao método TOPSIS visando priorizar o cumprimento de requisições do usuário

Filipe Cattoni Elias<sup>1</sup>, Adriano Fiorese<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciência da Computação – Universidade do Estado de Santa Catarina  
Centro de Ciências Tecnológicas – Joinville – SC – Brasil

filipecattoni@gmail.com, adriano.fiorese@udesc.br

**Resumo.** *O método TOPSIS é um método de tomada de decisão, usado para auxiliar a escolha entre diversas alternativas para a solução de um problema, conhecido por sua simplicidade e objetividade. Em sua versão original o TOPSIS utiliza-se apenas dos valores dos critérios de decisão associados com cada alternativa de solução do problema, para estabelecer um ranqueamento entre as alternativas. Contudo, ele não leva em consideração uma modelagem onde além dos valores dos critérios associados às alternativas, incida a necessidade ou a especificação do usuário relativa a esses critérios. Sendo assim, esse trabalho propõe uma extensão ao TOPSIS para priorizar o cumprimento das requisições do usuário. O trabalho então faz uma comparação com o método original, concluindo que a extensão realiza seu propósito disponibilizando maior flexibilidade ao usuário do método.*

## 1. Introdução

Atualmente, existem diversas ferramentas e recursos disponíveis para auxiliar a solução de determinados problemas. A diversidade é benéfica ao usuário, porém muitas vezes pode ser difícil escolher entre as diversas alternativas possíveis. Para isso, podem ser usados os métodos de tomada de decisão, que ajudam a decidir qual dentre várias alternativas de solução é a mais adequada para certa situação [Koksalan et al. 2011].

Existem vários métodos existentes para a realização dessa função. Um desses métodos é o método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) [Hwang and Yoon 1981]. O TOPSIS se baseia em construir uma alternativa ideal dentre todas as alternativas disponíveis e então determinar qual é a alternativa mais próxima do ideal. O método TOPSIS é útil por sua objetividade e sua simplicidade em exigir poucas entradas do usuário, porém pode-se identificar pontos possivelmente não-favoráveis. O método julga os valores de critérios das alternativas baseado em suas distâncias do valor ideal dentre elas. Quando existe uma grande discrepância entre esse valor ideal e o valor requisitado pelo usuário, alternativas com o valor de critério requisitado podem acabar com pontuações baixas por não atender o ideal.

Sendo assim, esse trabalho propõe uma extensão ao método TOPSIS, com o intuito de diminuir o efeito das discrepâncias entre valores requisitados e ideais, sem comprometer os pontos positivos do método, incluindo a simplicidade que o permite ser acessível a um grande público.

O restante desse trabalho está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta de forma rápida o método TOPSIS e bem como a extensão proposta. A Seção 3 realiza

uma rápida comparação entre o método original com a extensão proposta usando como problema de teste a seleção de provedores de nuvem por parte de usuários, utilizando dados fictícios. Finalmente, a Seção 4 apresenta as considerações finais.

## 2. Desenvolvimento do método

Nesta seção será descrito o método TOPSIS e o seu funcionamento. Posteriormente será apresentada e explicada a extensão proposta ao método.

### 2.1. O método TOPSIS

Basicamente, o método TOPSIS consiste em construir uma matriz de julgamento, com as colunas representando os critérios para a tomada de decisão e as linhas representando as possíveis alternativas de solução do problema, da seguinte maneira:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix},$$

onde  $x_{ij}$  representa o valor do critério  $j$  para a alternativa  $i$ . Essa matriz é convertida em uma matriz normalizada com pesos dessa forma:

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix},$$

onde  $w_n$  é o peso de cada critério de acordo com o usuário, e  $r_{ij}$  é o valor normalizado de acordo com a seguinte fórmula:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}},$$

Para cada coluna é calculado o valor ideal e o anti-ideal. Para critérios HB (*higher is better*), i.e., cujo valor disponibilizado pela alternativa em função do que é desejado pelo usuário apresenta um comportamento de quanto maior melhor, o valor ideal é o maior do conjunto e o anti-ideal é o menor, e vice versa para critérios LB (*lower is better*). Para critérios NB (*nominal is better*), o valor ideal é o mais próximo do nominal e o anti-ideal é o mais distante.

Com esses valores, é possível então calcular o valor de proximidade do ideal para cada alternativa. Assim, para cada alternativa, são calculadas as medidas, de separação  $S_{i*}$  que medem a separação da solução ideal, e  $S_{i-}$ , que medem a separação da solução anti-ideal, usando as seguintes fórmulas:

$$S_{i*} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j*})^2}, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, m,$$

$$S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j-})^2}, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, m,$$

onde  $v_{ij}$  é o valor do critério  $j$  da alternativa  $i$ , e  $v_{j*}$  e  $v_{j-}$  são respectivamente os valores ideais e anti-ideais para cada critério  $j$ . Com esses valores, resta calcular a proximidade relativa da solução ideal, com a seguinte fórmula:

$$C_{i*} = \frac{S_{i-}}{S_{i*} + S_{i-}}$$

Pode-se então fazer o ranqueamento das alternativas, sendo que quanto maior a proximidade relativa  $C_{i*}$ , mais perto a alternativa está da solução ideal. [Triantaphyllou 2000]

## 2.2. A extensão proposta

Após a análise do método TOPSIS, propõe-se uma extensão denominada TOPSIS-M, onde o usuário informa os valores desejados de cada critério. O método TOPSIS é então realizado normalmente, porém é aplicado um valor base de 70% do valor do critério da alternativa, determinado por atender ou não ao valor requisitado pelo usuário. Dessa forma, diferenças de valores além do valor requisitado “valem” menos no ranking total das alternativas.

No TOPSIS-M, para cada alternativa, é calculado um valor de *matching*  $M_i$ , de acordo com a seguinte fórmula:

$$M_i = \sum_{j=1}^n \left(\frac{0.7}{n}\right) xm_{ij},$$

onde  $xm_{ij}$  é 1 se o valor de critério  $x_{ij}$  atende ao valor requisitado, e 0 se não atende. Com esses valores, é feita a seguinte alteração na fórmula do cálculo da proximidade relativa da solução ideal:

$$C_{i*} = 0.3\left(\frac{S_{i-}}{S_{i*} + S_{i-}}\right) + M_i$$

Dessa forma, os valores de *matching* compõem 70% do valor final, i.e., o valor  $M_i$ , e os valores normais do TOPSIS compõem os restantes 30%.

## 3. Comparação entre os métodos

Para a comparação entre o TOPSIS original e a extensão proposta, foi usado um exemplo de tomada de decisão para a seleção de provedores de nuvem. A Tabela 1 apresenta os valores fictícios utilizados para a comparação, onde as linhas representam provedores de nuvem (Alt. x) e as colunas os valores dos critérios de tomada de decisão. É importante notar também que a segunda linha da Tabela 1 apresenta os valores requeridos pelo usuário dos critérios utilizados para o processo de seleção dos provedores de nuvem.

Sendo assim, uma vez utilizados os métodos, a Tabela 2 apresenta os resultados.

Crêterios	RAM (HB)	Cores (NB)	Disco (HB)	Custo (LB)
<b>Requisitado</b>	2 GB	2	40 GB	2 R\$/Dia
Peso	1	1	9	3
Alt. 1	1 GB	1	50 GB	1 R\$/Dia
Alt. 2	2 GB	2	10 GB	2 R\$/Dia
Alt. 3	4 GB	2	10 GB	3 R\$/Dia
Alt. 4	4 GB	4	5 GB	3 R\$/Dia
Alt. 5	8 GB	4	20 GB	4 R\$/Dia

Tabela 1: Valores de critérios utilizados na compara o entre TOPSIS e TOPSIS-M

Método	TOPSIS	TOPSIS-M
Alt.1	0.9120420904556941 (#1)	0.6236126271367082 (#1)
Alt.2	0.16650848129364082 (#3)	0.5749525443880922 (#2)
Alt.3	0.1366157673424026 (#4)	0.39098473020272073 (#3)
Alt.4	0.07167051876826444 (#5)	0.19650115563047932 (#5)
Alt.5	0.3323103896523738 (#2)	0.27469311689571213 (#4)

Tabela 2: Compara o entre TOPSIS e TOPSIS-M

Como pode ser observado, a alternativa mais próxima da soluço ideal continuou sendo a alternativa 1, mas notavelmente a alternativa 5 caiu no *ranking* de segundo para quarto lugar, por somente atender a um dos quatro requisitos do usuário, conforme Tabela 1.

#### 4. Considera es Finais

Esse trabalho descreveu o funcionamento do método TOPSIS para tomada de decisão, e propôs uma extensão que acrescenta flexibilidade ao método. Para tal,   acrescentada pondera o relativa para atendimento por parte das alternativas de soluço do problema, dos valores requisitados pelo usuário. Foi então demonstrado um exemplo dessa flexibiliza o por meio da compara o com o resultado fornecido pelo método original.

Trabalhos futuros podem analisar a extensão proposta em rela o a outros métodos de tomada de decisão não citados nesse trabalho. Ainda, pode ser considerada uma possível implementa o de arquitetura de tomada de decisão usando essa extensão.

#### Refer ncias

- Hwang, C. and Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, A State-of-the-Art Survey*. Springer-Verlag.
- Koksalan, M., Wallenius, J., and Zionts, S. (2011). *Multiple criteria decision making: From early history to the 21st century*. World Scientific Publishing.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, volume 44. Kluwer Academic Publishers.