

Fuzzy TOPSIS - class

SEP 5836 Técnicas de Suporte à Decisão Aplicadas à
Gestão de Desempenho de Cadeias de Suprimento

Fuzzy TOPSIS - class

- Técnica de categorização proposta por Ferreira et al. (2018)
- Segue o mesmo processo do *Fuzzy-TOPSIS*, no entanto:
 - Para cada classe são definidas soluções ideais positiva e negativa;
 - Calcula-se as distâncias e o coeficiente de proximidade de cada alternativa em relação à cada uma das classes;
 - As alternativas são classificadas nas classes cujo coeficiente de proximidade sejam máximos.

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 1:** Estruturar o modelo de decisão, com a identificação do decisor, conjunto de critérios e alternativas.
- **Passo 2:** Definir as variáveis linguísticas que serão utilizadas para avaliar os pesos dos critérios e para medir a classificação das alternativas nos critérios.

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 3:** Definir os limites das classes com base nos termos linguísticos usados para avaliação das alternativas.

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 4:** Construir a matriz de decisão normalizada $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ de acordo com:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_{ij}}{u_j^+}, \frac{m_{ij}}{u_j^+}, \frac{u_{ij}}{u_j^+} \right), u_j^+ = \max_i u_{ij} \text{ (critérios de benefício)}$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right), l_j^- = \min_i l_{ij} \text{ (critérios de custo)}$$

- **Passo 5:** Construir a matriz de decisão *fuzzy* ponderada normalizada $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ a partir de $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]$ e $\tilde{W} = [\tilde{w}_j]$ onde $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$.

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 6:** Determinar para cada classe p :
 - A solução positiva ideal para a classe p como $\tilde{A}_p^* = [\tilde{v}_{p1}^*, \tilde{v}_{p2}^*, \dots, \tilde{v}_{pn}^*]$, onde $\tilde{v}_{pj}^* = \tilde{q}_{pj}$, o valor de referência de cada categoria (definido no passo 3)
 - A solução negativa ideal para a classe p como $\tilde{A}_p^- = [\tilde{v}_{p1}^-, \tilde{v}_{p2}^-, \dots, \tilde{v}_{pn}^-]$, onde $\tilde{v}_{p'j}^-$ são os valores da classe p' mais distante de p , e a distância a ser maximizada.

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 7:** Calcular as distâncias de cada alternativa i em relação à cada classe p da seguinte forma:

$$\tilde{d}_i^{p*} = \sum_{j=1}^n \delta(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{pj}^*), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$\tilde{d}_i^{p-} = \sum_{j=1}^n \delta(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{pj}^-), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Onde:

$$\delta(\tilde{x}, \tilde{z}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_x - l_z)^2 + (m_x - m_z)^2 + (u_x - u_z)^2]}$$

- **Passo 8:** Calcular o coeficiente de proximidade CC_i^p para cada alternativa i em relação a cada perfil p como:

$$CC_i^p = \frac{\tilde{d}_i^{p-}}{\tilde{d}_i^{p*} + \tilde{d}_i^{p-}} \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Passos do método (Ferreira et al., 2018; Feitosa, 2018)

- **Passo 9 (*sorting*)**: Para cada alternativa i , determinar sua classe $p_i^* = \operatorname{argmax}_{p \in P} \{CC_i^p\}$, ou seja, p_i^* é a classe com o maior valor de CC_i^p para a alternativa i .

Exemplo

- Avaliação de 3 fornecedores ($A_i, i = 1, \dots, n$) por dois decisores ($DM_r, r = 1, \dots, k$) com base nos critérios, qualidade (C_1), custo (C_2), entrega (C_3) e saúde financeira (C_4).

Termos linguísticos e números fuzzy

Avaliação das alternativas		l	m	u
Muito ruim	MR	0	0	0,2
Ruim	R	0	0,2	0,4
Médio	ME	0,3	0,5	0,6
Bom	B	0,5	0,7	0,9
Muito bom	MB	0,8	1	1

Pesos dos critérios		l	m	u
Nada importante	NI	0	0	0,2
Pouco importante	PI	0	0,2	0,4
Medianamente importante	MI	0,3	0,5	0,6
Importante	I	0,5	0,7	0,9
Muito importante	MI	0,8	1	1

Definição das classes e limites

Classificação	QM	C	D	FH
Preferível	MB	B	B	B
Aceitável	B	ME	ME	ME
Inaceitável	MR	MR	MR	MR

- Interpretação: os limites inferiores da classe preferível são MB, B, B e B para os critérios Quality Management, Custo, Delivery e Financial health.

Avaliação das alternativas e pesos

DM1	S1	S2	S3	Peso		DM2	S1	S2	S3	Peso
Qualidade - QM	B	B	MB	I		QM	B	MB	MB	MI
Custo - C	MB	ME	B	MI		C	MB	R	MB	I
Entrega - E	B	R	MB	I		D	MB	ME	MB	I
Saúde financeira - FH	MB	MB	B	PI		FH	B	B	B	ME

Avaliação das alternativas e pesos

DM1	Qualidade			Custo			Entrega			Saúde financeira		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
S1	0,5	0,7	0,9	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,8	1	1
S2	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0	0,2	0,4	0,8	1	1
S3	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9
W1	0,5	0,7	0,9	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0	0,2	0,4

DM2	Qualidade			Custo			Entrega			Saúde financeira		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
S1	0,5	0,7	0,9	0,8	1	1	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9
S2	0,8	1	1	0	0,2	0,4	0,3	0,5	0,6	0,5	0,7	0,9
S3	0,8	1	1	0,8	1	1	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9
W2	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0	0	0,2

Agregação das Avaliações

DM(f)	Qualidade			Custo			Entrega			Saúde financeira		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
S1	0,500	0,700	0,900	0,800	1,000	1,000	0,650	0,850	0,950	0,650	0,850	0,950
S2	0,650	0,850	0,950	0,150	0,350	0,500	0,150	0,350	0,500	0,650	0,850	0,950
S3	0,800	1,000	1,000	0,650	0,850	0,950	0,800	1,000	1,000	0,500	0,700	0,900
Wf	0,65	0,85	0,95	0,65	0,85	0,95	0,5	0,7	0,9	0	0,1	0,3

Normalização das Avaliações

D	Qualidade			Custo			Entrega			Saúde financeira		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
S1	0,500	0,700	0,900	0,800	1,000	1,000	0,650	0,850	0,950	0,684	0,895	1,000
S2	0,650	0,850	0,950	0,150	0,350	0,500	0,150	0,350	0,500	0,684	0,895	1,000
S3	0,800	1,000	1,000	0,650	0,850	0,950	0,800	1,000	1,000	0,526	0,737	0,947

Matriz ponderada

D	Qualidade			Custo			Entrega			Saúde financeira		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
S1	0,325	0,595	0,855	0,520	0,850	0,950	0,325	0,595	0,855	0,000	0,089	0,300
S2	0,423	0,723	0,903	0,098	0,298	0,475	0,075	0,245	0,450	0,000	0,089	0,300
S3	0,520	0,850	0,950	0,423	0,723	0,903	0,400	0,700	0,900	0,000	0,074	0,284

Cálculos das distâncias à soluções ideais

Classificação:

Classificação	QM	C	D	FH
Preferível	MB	B	B	B
Aceitável	B	ME	ME	ME
Inaceitável	MR	MR	MR	MR

Classificação	QM			C			D			FH		
Preferível	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
Aceitável	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
Inaceitável	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Cálculos das distâncias à soluções ideais - preferível

Classificação	QM			C			D			FH		
Preferível	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
Aceitável	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
Inaceitável	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Soluções ideais para a classe preferível:

A+	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
A-	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Cálculos das distâncias para a classe preferível

Distância para a solução ideal positiva:

di+	Qm	C	D	FH	D+
S1	0,369988739	0,092014492	0,120657919	0,572346743	1,155007892
S2	0,276296188	0,410137172	0,443527526	0,572346743	1,702307629
S3	0,185652004	0,046614554	0,057735027	0,58351468	0,873516265

Distância para a solução ideal negativa:

di-	Qm	C	D	FH	D-
S1	0,54426556	0,720046295	0,54426556	0,077471587	1,886049002
S2	0,630877365	0,240580894	0,206680107	0,077471587	1,155609953
S3	0,720046295	0,630877365	0,6164414	0,064603343	2,031968403

Ccpreferível	
S1	0,6202
S2	0,4044
S3	0,6994

Cálculos das distâncias à soluções ideais - aceitável

Classificação	QM			C			D			FH		
Preferível	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
Aceitável	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
Inaceitável	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Soluções ideais para a classe aceitável

A+	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
A-	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Cálculos das distâncias para a classe aceitável

Distância para a solução ideal positiva:

di+	Qm	C	D	FH	D+
S1	0,120657919	0,312729915	0,157770931	0,340847892	0,932006657
S2	0,046614554	0,180404638	0,214592637	0,340847892	0,782459721
S3	0,092014492	0,228048789	0,21602469	0,351884519	0,887972489

CCaceitável	
S1	0,6693
S2	0,5963
S3	0,6959

Distância para a solução ideal negativa:

di-	Qm	C	D	FH	D-
S1	0,54426556	0,720046295	0,54426556	0,077471587	1,886049002
S2	0,630877365	0,240580894	0,206680107	0,077471587	1,155609953
S3	0,720046295	0,630877365	0,6164414	0,064603343	2,031968403

Cálculos das distâncias à soluções ideais - inaceitável

Classificação	QM			C			D			FH		
	Preferível	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7
Aceitável	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,5	0,6
Inaceitável	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2

Soluções ideais para a classe inaceitável

A+	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0	0,2
A-	0,8	1	1	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9

Cálculos das distâncias para a classe inaceitável

Distância para a solução ideal positiva:

di+	Qm	C	D	FH	D+
S1	0,54426556	0,720046295	0,888675	0,077471587	2,230458442
S2	0,630877365	0,240580894	0,12815	0,077471587	1,077079846
S3	0,720046295	0,630877365	1,14	0,064603343	2,555527003

Distância para a solução ideal negativa:

di-	Qm	C	D	FH	D-
S1	0,369988739	0,092014492	0,120657919	0,572346743	1,155007892
S2	0,276296188	0,410137172	0,443527526	0,572346743	1,702307629
S3	0,185652004	0,046614554	0,057735027	0,58351468	0,873516265

Ccinaceitável	
S1	0,3412
S2	0,6125
S3	0,2547

Classificação final

	CCi			Categoria selecionada:
	Preferível	Aceitável	Inaceitável	
S1	0,6202	0,6693	0,3412	Aceitável
S2	0,4044	0,5963	0,6125	Inaceitável
S3	0,6994	0,6959	0,2547	Preferível

DM1	S1	S2	S3	Peso		DM2	S1	S2	S3	Peso
Qualidade - QM	B	B	MB	I		QM	B	MB	MB	MI
Custo - C	MB	ME	B	MI		C	MB	R	MB	I
Entrega - E	B	R	MB	I		D	MB	ME	MB	I
Saúde financeira - FH	MB	MB	B	PI		FH	B	B	B	ME

Classificação	QM	C	D	FH
Preferível	MB	B	B	B
Aceitável	B	ME	ME	ME
Inaceitável	MR	MR	MR	MR