

PROMETHEE

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

PROMETHEE

- Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation – PROMETHEE
- Método baseado na construção de matrizes de sobreclassificação par-a-par;
- Família de métodos com diferentes características.

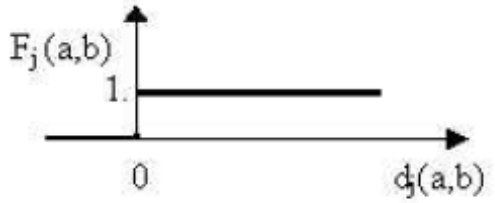
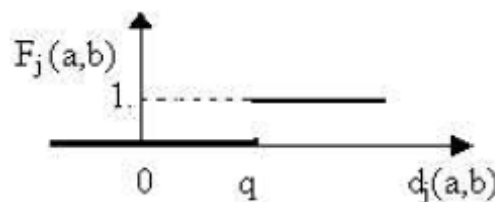
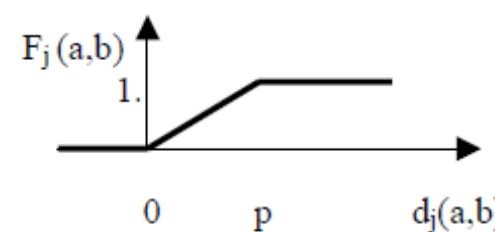
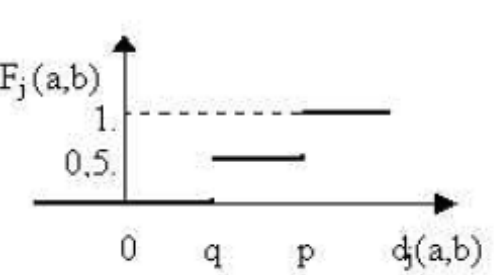
Família PROMETHEE

- PROMETHEE I – Cria rankings parciais (índices de preferência ou indiferença);
- PROMETHEE II – Cria um ranking completo das alternativas;
- PROMETHEE III – Para problemas de decisão com componentes estatocásticos;
- PROMETHEE IV – Cria um ranking completo ou parcial quando o conjunto de soluções é contínuo;
- PROMETHEE V – Permite a inserção de restrições e gargalos;
- PROMETHEE VI – Permite definir intervalos para os pesos dos critérios

PROMETHEE II (Almeida, 2013)

- Para cada critério i , o decisor deve estabelecer um peso p_i ;
- Para cada critério, o decisor deve estabelecer a função $F_i(a,b)$ entre cada par de alternativa $[g_i(a); g_i(b)]$.
- A regra de sobreclassificação mais comum é:
$$F_i(a,b) = 1 \text{ se } g_i(a) > g_i(b)$$
$$F_i(a,b) = 0 \text{ se } g_i(a) \leq g_i(b)$$
- Outras regras são apresentadas na tabela a seguir

Regras gerais para o PROMETHEE

<p>1ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Imediata Preferência Estrita; • Não há parâmetros a ser definido. $d_j(a,b) \leq 0, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > 0, F_j(a,b) = 1$
<p>2ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe um limiar de indiferença (q), o qual deve ser fixado. $d_j(a,b) \leq q, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > q, F_j(a,b) = 1$
<p>3ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Preferência crescente até um limiar de preferência (p) determinado. $d_j(a,b) > p, F_j(a,b) = 1$ $d_j(a,b) < 0, F_j(a,b) = 0$ $0 \leq d_j(a,b) \leq p, F_j(a,b) = (1/p) * d(a,b)$
<p>4ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Existem limiares de indiferença e preferência, os quais devem ser fixados; entre os dois, a preferência é média. $d_j(a,b) > p, F_j(a,b) = 1$ $d_j(a,b) \leq q, F_j(a,b) = 0$ $q < d_j(a,b) \leq p, F_j(a,b) = 0,5$

PROMETHEE II (Almeida, 2013)

A partir das funções das diferenças entre as alternativas (para cada critério), calcula-se o grau de sobreclassificação de a sobre b , para cada par de alternativa (a, b) , dado por:

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

Onde p_i é o peso de cada critério i e:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

PROMETHEE II

A ordenação é baseada na utilização do fluxo líquido:

$$\emptyset(a) = \emptyset^+(a) - \emptyset^-(a)$$

Onde:

$$\emptyset^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b)$$

é o fluxo de sobreclassificação de saída da alternativa “a”. Representa a intensidade de preferência da alternativa “a” sobre todas as alternativas “b”, no conjunto A.

e

$$\emptyset^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

Representa a intensidade de preferência das outras alternativas sobre a alternativa “a”.

PROMETHEE II

- Os fluxos de entrada e saída podem ser normalizados dividindo-se as equações por $(n-1)$:

$$\phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b)$$

$$\phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

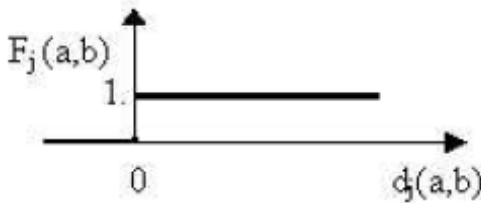
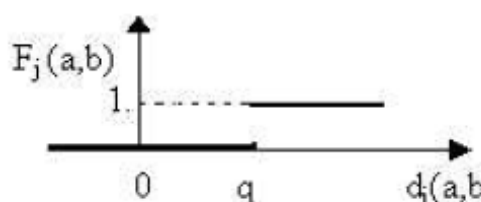
Exemplo

- Ordenação de preferência de seleção de serviço de construção baseado nos critérios:
 - custo;
 - gestão da qualidade: com base nos critérios do PBQP-H, com nota variando numa escala de 1 a 4;
 - Confiabilidade da empresa: notas variando de 1 a 4
- Avaliação de 4 alternativas:

Alternativas	Preço (R\$)	Qualidade	Confiabilidade
F1	1.736.966,00	1	1
F2	1.743.859,00	5	3
F3	1.750.752,00	2	4
F4	1.764.537,00	3	4

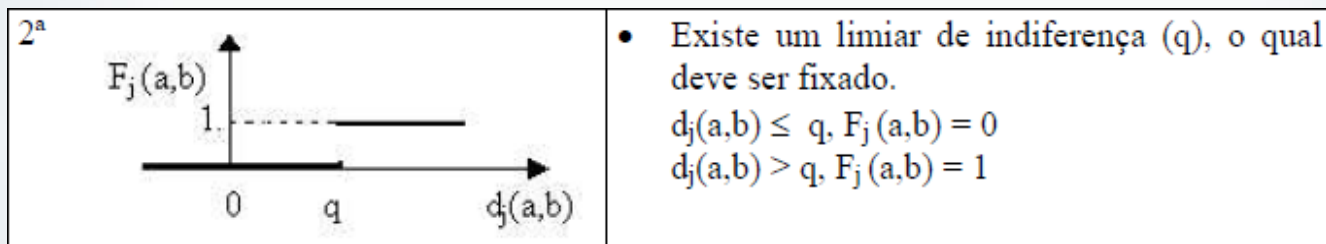
Informações complementares

Critério	Peso	Curva	Parâmetro
Preço	0,5	II	$q = 8.000,00$
Qualidade	0,25	I	--
Confiabilidade	0,25	I	--

<p>1ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Imediata Preferência Estrita; • Não há parâmetros a ser definido. $d_j(a,b) \leq 0, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > 0, F_j(a,b) = 1$
<p>2ª</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe um limiar de indiferença (q), o qual deve ser fixado. $d_j(a,b) \leq q, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > q, F_j(a,b) = 1$

Matriz de sobreclassificação do critério Preço

Critério	Peso	Curva	Parâmetro
Preço	0,5	II	$q = 8.000,00$

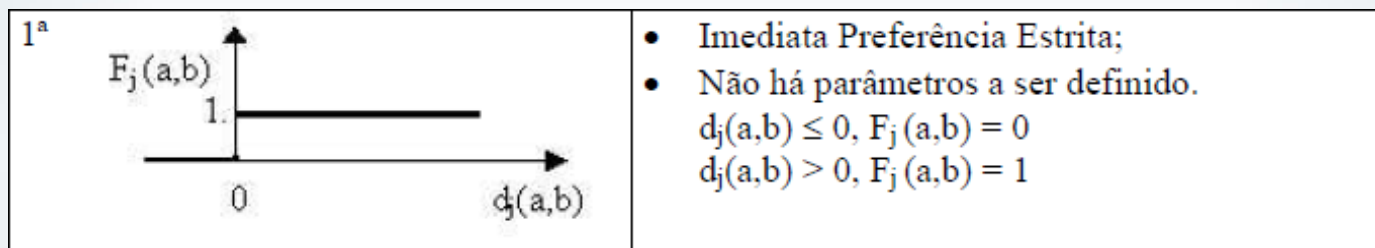


Alternativas	Preço (R\$)
F1	1.736.966,00
F2	1.743.859,00
F3	1.750.752,00
F4	1.764.537,00

	A	B	C	D
A	--	0	1	1
B	0	--	0	1
C	0	0	--	1
D	0	0	0	--

Matriz de sobreclassificação do critério Qualidade

Critério	Peso	Curva	Parâmetro
Qualidade	0,25	I	--

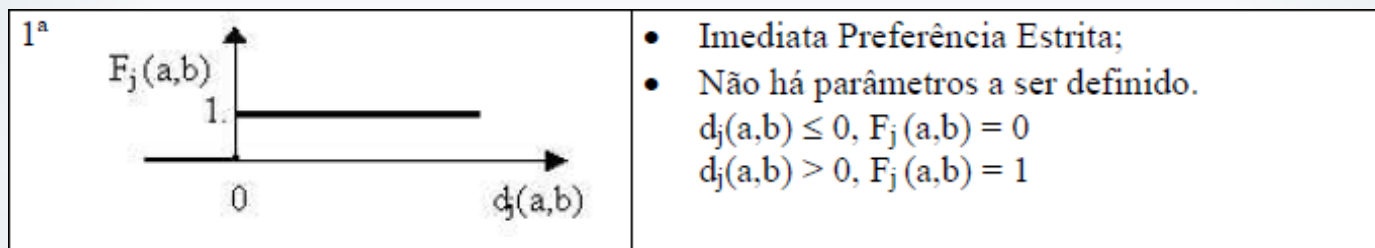


Alternativas	Qualidade
F1	1
F2	5
F3	2
F4	3

	A	B	C	D
A	--	0	0	0
B	1	--	1	1
C	1	0	--	0
D	1	0	1	--

Matriz de sobreclassificação do critério Confiabilidade

Critério	Peso	Curva	Parâmetro
Confiabilidade	0,25	I	--



Alternativas	Qualidade
F1	1
F2	3
F3	4
F4	4

	A	B	C	D
A	--	0	0	0
B	1	--	0	0
C	1	1	--	0
D	1	1	0	--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(a, b) = 0,5 * (0) + 0,25 * (0) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0		
B		--		
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(a, c) = 0,5 * (1) + 0,25 * (0) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	
B		--		
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(a, d) = 0,5 * (1) + 0,25 * (0) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B		--		
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(b, a) = 0,5 * (0) + 0,25 * (1) + 0,25 * (1)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--		
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(b, c) = 0,5 * (0) + 0,25 * (1) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(a, b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a, b)$$

$$\pi(b, d) = 0,5 * (1) + 0,25 * (1) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C			--	
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(c, a) = 0,5 * (0) + 0,25 * (1) + 0,25 * (1)$$

$$\pi(c, b) = 0,5 * (0) + 0,25 * (0) + 0,25 * (1)$$

$$\pi(c, d) = 0,5 * (1) + 0,25 * (0) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C	0,5	0,25	--	0,5
D				--

Matriz de grau de sobreclassificação

	Preço (0,5)				Qualidade (0,25)				Confiabilidade (0,25)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
A	--	0	1	1	--	0	0	0	--	0	0	0
B	0	--	0	1	1	--	1	1	1	--	0	0
C	0	0	--	1	1	0	--	0	1	1	--	0
D	0	0	0	--	1	0	1	--	1	1	0	--

$$\pi(d, a) = 0,5 * (0) + 0,25 * (1) + 0,25 * (1)$$

$$\pi(d, b) = 0,5 * (0) + 0,25 * (0) + 0,25 * (1)$$

$$\pi(d, c) = 0,5 * (0) + 0,25 * (1) + 0,25 * (0)$$

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C	0,5	0,25	--	0,5
D	0,5	0,25	0,25	--

Calculo dos fluxos positivos

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C	0,5	0,25	--	0,5
D	0,5	0,25	0,25	--

$$\phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b)$$

Alternativa	Fluxo Positivo ϕ^+
A	$\phi^+(a) = 0 + 0,5 + 0,5 = 1,0$
B	$\phi^+(b) = 0,5 + 0,25 + 0,75 = 1,5$
C	$\phi^+(c) = 0,5 + 0,25 + 0,5 = 1,25$
D	$\phi^+(d) = 0,5 + 0,25 + 0,25 = 1,0$

Calculo dos fluxos negativos

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C	0,5	0,25	--	0,5
D	0,5	0,25	0,25	--

$$\phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b, a)$$

Alternativa	Fluxo Negativo ϕ^-
A	$\phi^-(a) = 0,5 + 0,5 + 0,5 = 1,5$
B	$\phi^-(b) = 0 + 0,25 + 0,25 = 0,5$
C	$\phi^-(c) = 0,5 + 0,25 + 0,25 = 1,0$
D	$\phi^-(d) = 0,5 + 0,75 + 0,5 = 1,75$

Calculo dos fluxos líquidos e ordenação

	A	B	C	D
A	--	0	0,5	0,5
B	0,5	--	0,25	0,75
C	0,5	0,25	--	0,5
D	0,5	0,25	0,25	--

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a)$$

Alternativa	Fluxo Positivo ϕ^+	Fluxo Negativo ϕ^-	$\phi(a)$
A	$\phi^+(a) = 0 + 0,5 + 0,5 = 1,0$	$\phi^-(a) = 0,5 + 0,5 + 0,5 = 1,5$	-0,5
B	$\phi^+(b) = 0,5 + 0,25 + 0,75 = 1,5$	$\phi^-(b) = 0 + 0,25 + 0,25 = 0,5$	1,0
C	$\phi^+(c) = 0,5 + 0,25 + 0,5 = 1,25$	$\phi^-(c) = 0,5 + 0,25 + 0,25 = 1,0$	0,25
D	$\phi^+(d) = 0,5 + 0,25 + 0,25 = 1,0$	$\phi^-(d) = 0,5 + 0,75 + 0,5 = 1,75$	-0,75

B > C > A > D

Atividade: usando o caso do TOPSIS

Problema: precisamos adquirir um equipamento industrial (para a linha de montagem). Temos 4 alternativas de fabricantes. A escolha será feita segundo os critérios:

- C1: Custo, em \$;
- C2: Prazo de entrega, em dias;
- C3: Suporte técnico (disponibilidade e custo), nota de 1 a 5;
- C4: Reputação do fabricante, nota de 1 a 5.

Atividade 1:

- Usar os mesmos pesos do TOPSIS;
- Avaliações das alternativas como no TOPSIS;
- Aplicar o método PROMETHEE e ordenar as alternativas;
- Comparar com o resultado do TOPSIS.

Atividade: usando o caso do AHP

- Problema : avaliação de equipes de trabalho pelo líder: a equipe (4 pessoas) será avaliada nos seguintes critérios:
 - Engajamento/comprometimento;
 - Relacionamento interpessoal;
 - Cumprimento de prazos de entregas;
 - Capacidade técnica

Atividade 2:

- Procurar reproduzir as avaliações de pesos e desempenho das alternativas;
- Aplicar o método PROMETHEE e ordenar as alternativas;
- Comparar com o resultado do AHP.