



**EESC • USP**

*Escola de Engenharia de São Carlos  
Universidade de São Paulo*



SEP0506 – Sistemas de Apoio à Decisão

DEMATEL

Prof. Luiz C. R. Carpinetti



Except where otherwise noted, this work is licensed under  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

# DEMATEL

- **D**ecision **M**aking **T**rial and **E**valuation **L**aboratory foi proposto nos anos 70 por Gabus e Fontela.
  - A. Gabus, E. Fontela World problems an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, Switzerland Geneva (1972).

# DEMATEL

- Tem por objetivo explicitar, de forma objetiva, quantitativa, relações de interdependência entre critérios.
- Em gestão de desempenho da produção, os critérios podem ser:
  - Objetivos estratégicos de desempenho;
  - Critérios de desempenho da produção, de fornecedores etc;
  - Problemas de desempenho;
  - Ações de melhoria;
  - Combinação deles – Ex.:
    - critérios de desempenho de fornecedores e objetivos estratégicos;
    - Problemas e ações de melhoria;
    - Ações e objetivos;
    - Etc.

# DEMATEL

- Explicitação das relações:
- Em forma numérica (calculado):
  - Impacto que um fator  $C_j$  exerce sobre os outros (R).
  - Impacto que um fator  $C_j$  recebe dos outros fatores (C).
  - Se:
    - $(R-C) > 0 \rightarrow$  Fator causador (influenciador)
    - $(R-C) < 0 \rightarrow$  Fator afetado (influenciado)
  - $(R+C) \rightarrow$  proeminência (importância) do fator
- Em forma gráfica:
  - Proeminência x Relação causa-efeito.

# Passos do método DEMATEL

1. Construir a Matriz Z de relações diretas de influências entre critérios, usando a escala:

Nível	Significado
0	Influência inexistente
1	Influência baixa
2	Influência média
3	Influência alta
4	Influência muito alta

# DEMATEL- Exemplo

Explicitar as inter-relações entre as perspectivas de desempenho do Balanced Scorecard:

- $C_1$ : Satisfação dos clientes;
- $C_2$ : Resultado financeiro – lucratividade;
- $C_3$ : Aprendizagem e crescimento organizacional;
- $C_4$ : Melhoria de processos (eficácia e eficiência).

# DEMATEL - Exemplo

## 1. Matriz de relações diretas, Z:

$$Z^1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 3 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Nível	Significado
0	Influência inexistente
1	Influência baixa
2	Influência média
3	Influência alta
4	Influência muito alta

C<sub>1</sub>: Satisfação dos clientes;

C<sub>2</sub>: Resultado financeiro – lucratividade;

C<sub>3</sub>: Aprendizagem e crescimento organizacional;

C<sub>4</sub>: Melhoria de processos (eficácia e eficiência).

## Matriz de Relações agregada

- Caso haja julgamento de mais de um decisor, a matriz  $X$  é construída a partir da média aritmética dos julgamentos.

# DEMATEL – Exemplo – agregação de matrizes

Decisor 1:

$$Z^1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 3 & 0 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Decisor 2:

$$Z^2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 3 & 0 & 3 \\ 3 & 3 & 3 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 7/2 & 3 & 0 & 7/2 \\ 7/2 & 3 & 5/2 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

# Passos do método DEMATEL

2. Normalizar a Matriz  $Z$  de relações diretas segundo o método:

$$X = \frac{Z}{s} \quad s = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n z_{ij}$$

# DEMATEL – Exemplo

Normalizar matriz Z de relações diretas:

$$Z = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 7/2 & 3 & 0 & 7/2 \\ 7/2 & 3 & 5/2 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$\sum_{j=1}^4 z_{ij}$   
  
 4  
 0  
 10 ←  $\max_{1 \leq i \leq 4} \sum_{j=1}^4 z_{ij}$   
 9

# DEMATEL – Exemplo

Normalizar matriz Z de relações diretas:

$$X = \frac{Z}{S} = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & C_3 & C_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,35 & 0,3 & 0 & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,25 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

# Passos do método DEMATEL

3. Calcular a Matriz  $T$  dada por:

$$T = X \cdot (I - X)^{-1}$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular a Matriz  $T = X.(I - X)^{-1}$

$$T = \begin{bmatrix} 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,35 & 0,3 & 0 & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,25 & 0 \end{bmatrix} * \left( \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,35 & 0,3 & 0 & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,25 & 0 \end{bmatrix} \right)^{-1}$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular a Matriz  $T = X \cdot (I - X)^{-1}$

$$T = \begin{bmatrix} 0 & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,35 & 0,3 & 0 & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,25 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} (1-0) & 0,4 & 0 & 0 \\ 0 & (1-0) & 0 & 0 \\ 0,35 & 0,3 & (1-0) & 0,35 \\ 0,35 & 0,3 & 0,25 & (1-0) \end{bmatrix}^{-1}$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular a Matriz  $T = X \cdot (I - X)^{-1}$

$$T = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,400 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,518 & 0,651 & 0,096 & 0,384 \\ 0,479 & 0,603 & 0,274 & 0,096 \end{bmatrix}$$

# Passos do método DEMATEL

4. Calcular os Vetores  $R$  e  $C$  dados por:

$$R = [r_i]_{n \times 1} = \left[ \sum_{j=1}^n t_{ij} \right]_{n \times 1} \quad \rightarrow \quad \text{Somadas das linhas da matriz T}$$

$$C = [c_j]_{1 \times n} = \left[ \sum_{i=1}^n t_{ij} \right]_{1 \times n}^T \quad \rightarrow \quad \text{Somadas das colunas da matriz T}$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular o vetor  $R$  (somadas nas linhas)

$$T = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,400 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,518 & 0,651 & 0,096 & 0,384 \\ 0,479 & 0,603 & 0,274 & 0,096 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} 0 + 0,4 + 0 + 0 \\ 0 + 0 + 0 + 0 \\ 0,518 + 0,651 + 0,096 + 0,384 \\ 0,479 + 0,603 + 0,274 + 0,096 \end{array} \quad \rightarrow \quad R = \begin{bmatrix} 0,400 \\ 0,000 \\ 1,648 \\ 1,452 \end{bmatrix}$$

$$R = \left[ \sum_{j=1}^4 t_{ij} \right]_{4 \times 1}$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular o vetor  $C$  (somas nas colunas)

$$T = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,400 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,518 & 0,651 & 0,096 & 0,384 \\ 0,479 & 0,603 & 0,274 & 0,096 \end{bmatrix}$$

$(0+0+0,518+0,479)$

$$C = \left[ \sum_{i=1}^4 t_{ij} \right]_{1 \times 4}$$
$$C = \left[ 0,997 \quad \quad \quad \right]$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular o vetor  $C$  (somas nas colunas)

$$T = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,400 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,518 & 0,651 & 0,096 & 0,384 \\ 0,479 & 0,603 & 0,274 & 0,096 \end{bmatrix}$$

$$(0,4+0+0,651+0,603)$$

$$C = \left[ \sum_{i=1}^4 t_{ij} \right]_{1 \times 4} \quad C = \left[ 0,997 \quad 1,654 \quad \quad \right]$$

# DEMATEL – Exemplo

Calcular o vetor  $C$  (somas nas colunas)

$$T = \begin{bmatrix} 0,000 & 0,400 & 0,000 & 0,000 \\ 0,000 & 0,000 & 0,000 & 0,000 \\ 0,518 & 0,651 & 0,096 & 0,384 \\ 0,479 & 0,603 & 0,274 & 0,096 \end{bmatrix}$$

$$C = \left[ \sum_{j=1}^4 t_{ij} \right]_{1 \times 4}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0,997 & 1,654 & 0,370 & 0,479 \end{bmatrix}$$

# DEMATEL – Exemplo

## 5. Calcular $(R + C)$ .

	(R+C)
$C_1$ : Satisfação dos clientes	1,397
$C_2$ : Resultado financeiro – lucratividade	1,654
$C_3$ : Aprendizagem e crescimento organizacional	2,018
$C_4$ : Melhoria de processos (eficácia e eficiência)	1,932

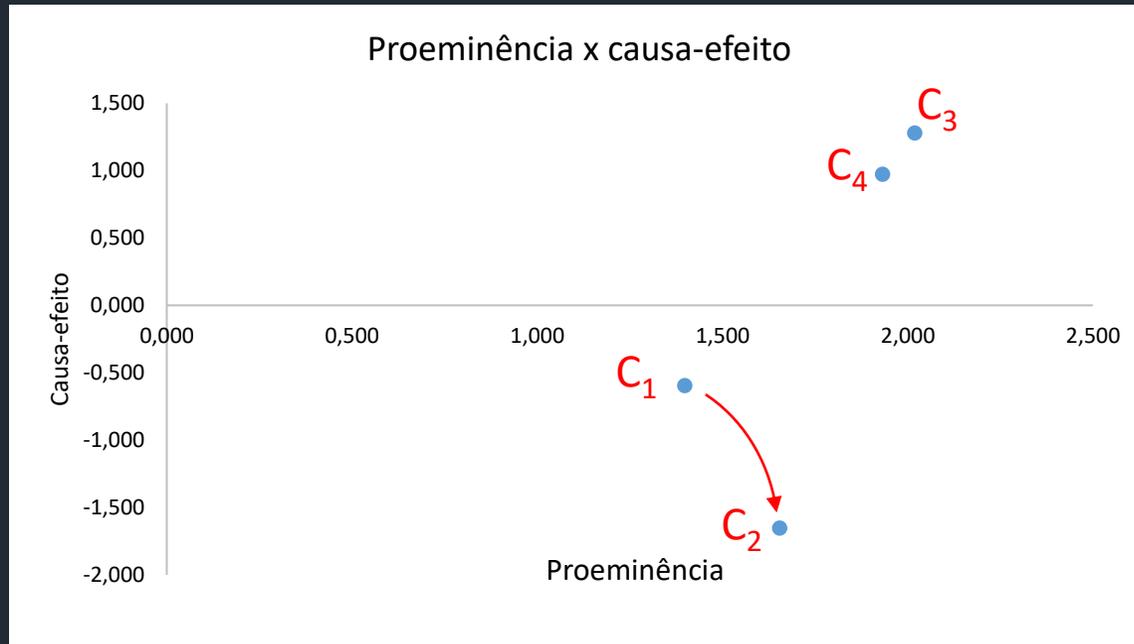


# DEMATEL - Exemplo

## 5. Calcular $(R - C)$ : *causa-efeito*

	(R-C)	
$C_1$ : Satisfação dos clientes	-0,597	} Fatores impactados
$C_2$ : Resultado financeiro – lucratividade	-1,654	
$C_3$ : Aprendizagem e crescimento organizacional	1,278	} Fatores causadores
$C_4$ : Melhoria de processos (eficácia e eficiência)	0,973	

# DEMATEL - Exemplo



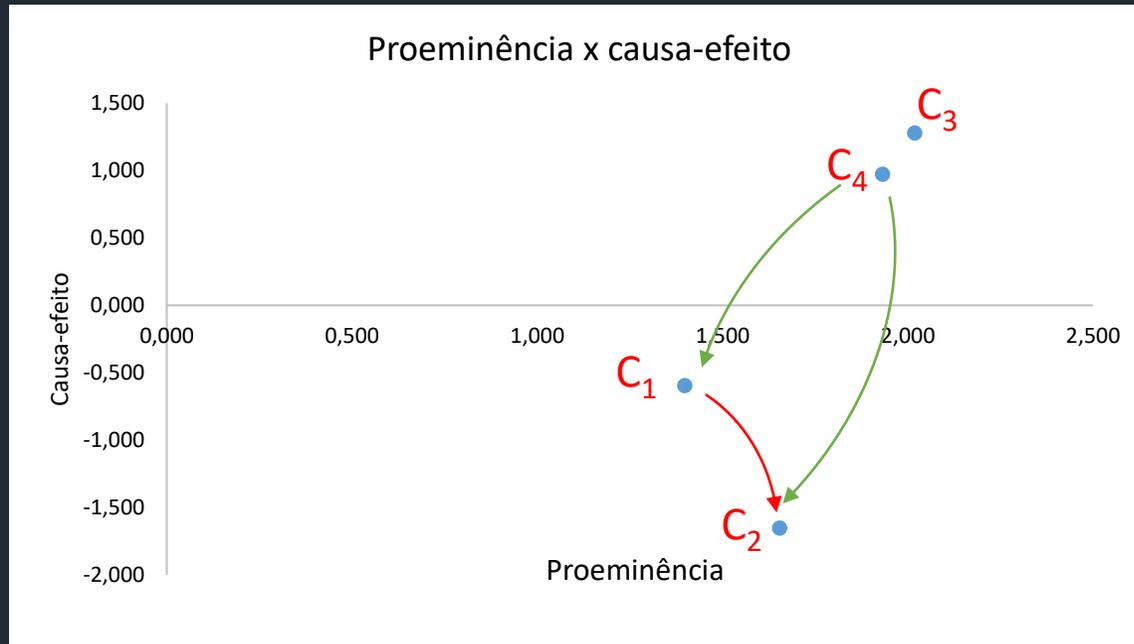
C<sub>1</sub>: Satisfação dos clientes

C<sub>2</sub>: Resultado financeiro – lucratividade

C<sub>3</sub>: Aprendizagem e crescimento organizacional

C<sub>4</sub>: Melhoria de processos (eficácia e eficiência)

# DEMATEL - Exemplo



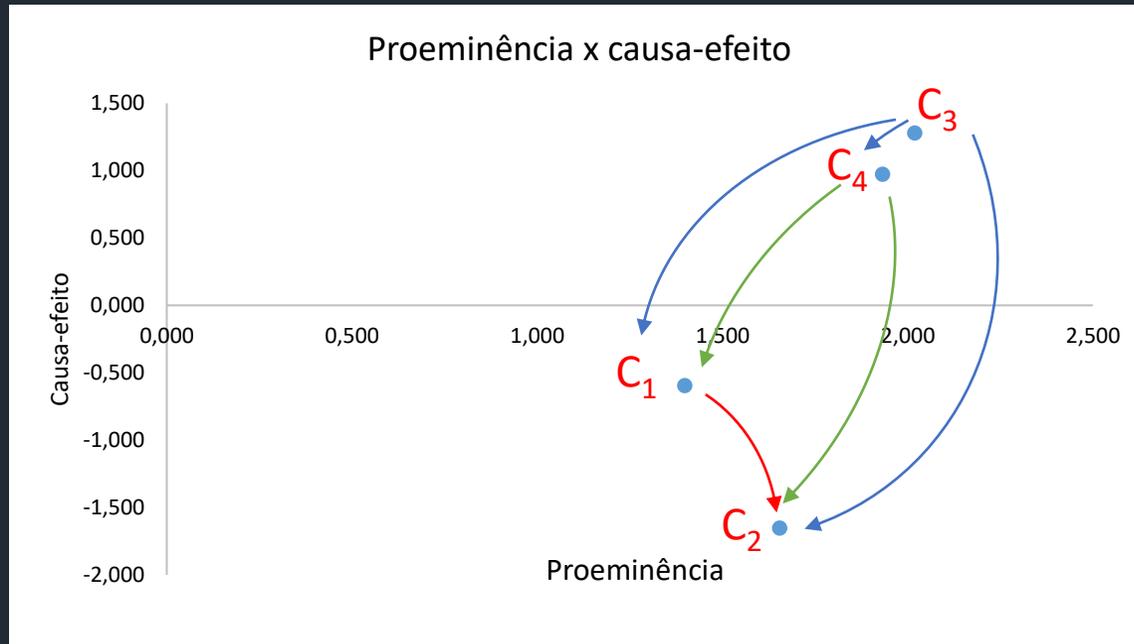
C<sub>1</sub>: Satisfação dos clientes

C<sub>2</sub>: Resultado financeiro – lucratividade

C<sub>3</sub>: Aprendizagem e crescimento organizacional

C<sub>4</sub>: Melhoria de processos (eficácia e eficiência)

# DEMATEL - Exemplo



C<sub>1</sub>: Satisfação dos clientes

C<sub>2</sub>: Resultado financeiro – lucratividade

C<sub>3</sub>: Aprendizagem e crescimento organizacional

C<sub>4</sub>: Melhoria de processos (eficácia e eficiência)

## Referências

- A. Gabus, E. Fontela World problems an invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, Switzerland Geneva (1972);
- SL Si, XY You, HC Liu, P Zhang. DEMATEL technique: A systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. Mathematical Problems in Engineering, Volume 2018.