

CURSO DE LOGÍSTICA INTEGRADA DE PRODUÇÃO

Ferramentas de Apoio à Decisão

Prof. Dr. Fabrício Broseghini Barcelos



PARTE 01

Ferramentas de Apoio à Decisão

Tomada de Decisão

- É o processo de identificar um problema específico e selecionar uma linha de ação para resolvê-lo.

Nível Hierárquico



LACHTERMACHER (2009)

Ferramentas de Apoio à Decisão

Tomada de Decisão

Tomada de Decisão Individual

- Autoritária



- Participativa



Tomada de Decisão em Grupo

- Maior Complexidade

- Comunicação

- Conflito - Convencimento



LACHTERMACHER (2009)

Pesquisa Operacional

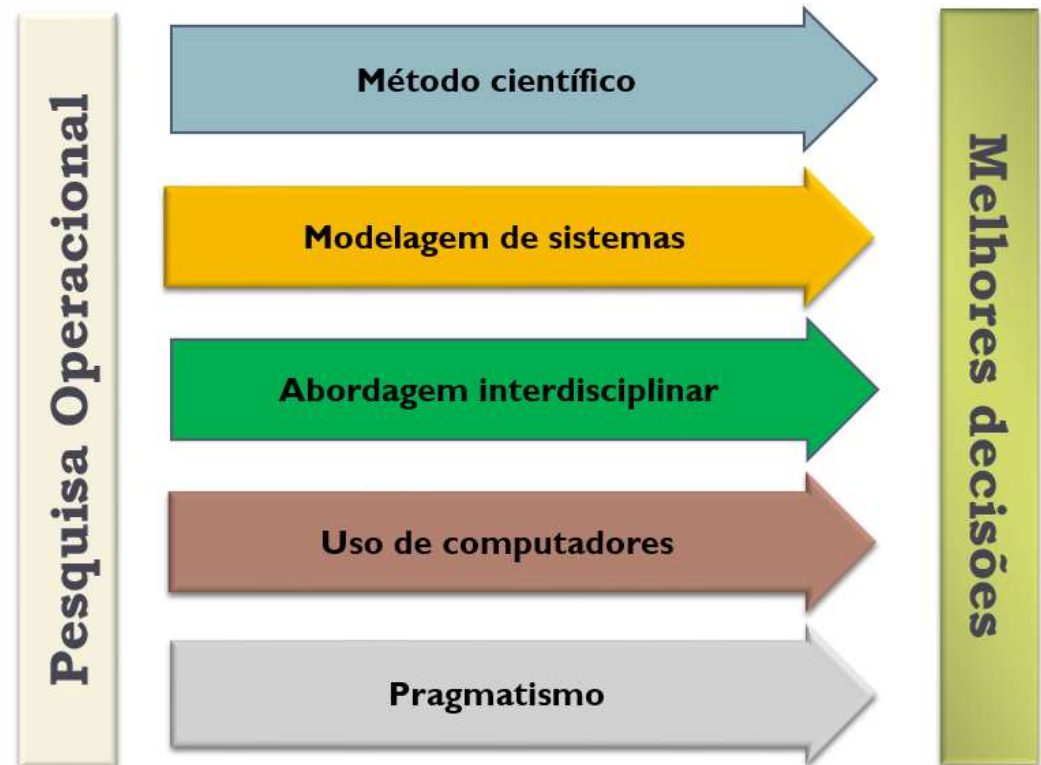
- [illegible]

Prof. Fabrício Broseghini Barcelos

Ferramentas de Apoio à Decisão

Pesquisa Operacional

- É um ramo interdisciplinar da matemática aplicada que faz uso de modelos matemáticos na tomada de decisão.
- É formada por um conjunto de técnicas para determinar as melhores condições de aproveitamento dos recursos em situações na qual estejam sob restrições.
- Abrange qualquer situação em que é buscada uma solução mais eficiente ou de menor custo.



Ferramentas de Apoio à Decisão

Pesquisa Operacional

Termos consagrados na língua inglesa:

- **Management Science**: área de estudo que utiliza recursos matemáticos e computacionais para resolver problemas de negócios. Tem como objetivo apoiar a tomada de decisão e criar sistemas úteis para usuários.

LACHTERMACHER (2009)

- Atualmente o termo Pesquisa Operacional é também utilizado como uma tradução do termo em inglês **Business Analytics**.

<http://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>

Ferramentas de Apoio à Decisão

Pesquisa Operacional

Origem:

- *Operational Research*: Termo de origem militar usado na Grã-Bretanha (por volta de 1938)
- O termo Pesquisa Operacional, remete às origens da área, cujo interesse primário era a gestão eficiente de operações (militares)
- “A análise científica do uso operacional de recursos militares de maneira sistemática foi iniciada na 2ª Guerra Mundial” (Arenales *et al.*, 2007)

1939-1945: Gerenciamento de Recursos Escassos:

- problemas como posicionamento de radares;
- armazenamento de munições e remédios;
- transporte de tropa, etc.

Ferramentas de Apoio à Decisão

Aplicações

- <http://www.sobrapo.org.br/o-que-e-pesquisa-operacional>
- Otimização de recursos (equipamento, insumos, mão-de-obra)
- Mistura/Dosagem (ex.: ração animal, minério, petróleo)
- Problema do corte (ex.: chapas e bobinas)
- Planejamento Agregado da Produção
- Designação de tarefas / Alocação de pessoas
- Logística: localização de depósitos, transporte e roteirização
- Carteira de Investimentos
- Previsão

Excelente oportunidade para vislumbrar novas aplicações nas empresas e obter vantagem competitiva sobre os concorrentes!



Ferramentas de Apoio à Decisão

Pesquisa Operacional

➤ Determinística:

- Programação Linear: sistemas produtivos em geral
- Programação Inteira e Mista: Problema do Transporte, Localização, Roteirização e Designação

➤ Probabilística / Estocástica:

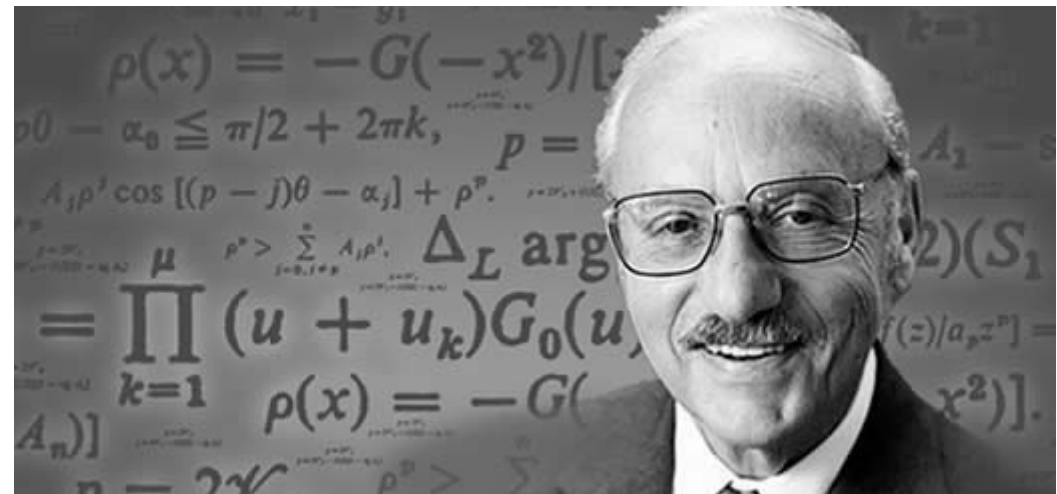
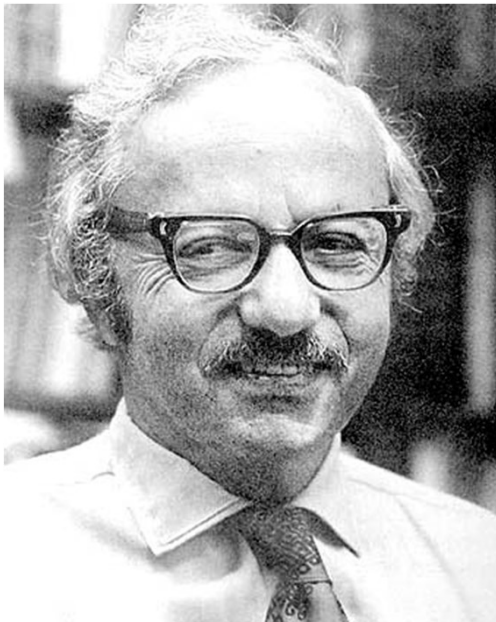
- Teoria das Filas,
- Cadeias de Markov
- Simulação de Eventos Discretos

PROGRAMAÇÃO LINEAR

Ferramentas de Apoio à Decisão

Programação Linear

- 1947 - começa o interesse das indústrias na utilização das técnicas desenvolvidas na área militar.
- 1949 - George B. **Dantzig** apresenta o Método Simplex para resolver problemas de otimização linear enquanto trabalhava em projeto patrocinado pela Força Aérea dos EUA.



(1914-2005)

Ferramentas de Apoio à Decisão

Programação Linear

PL é uma ferramenta utilizada para encontrar o lucro máximo ou o custo mínimo em situações nas quais temos diversas alternativas de escolhas sujeitas a algum tipo de restrição.

Prado (1999)

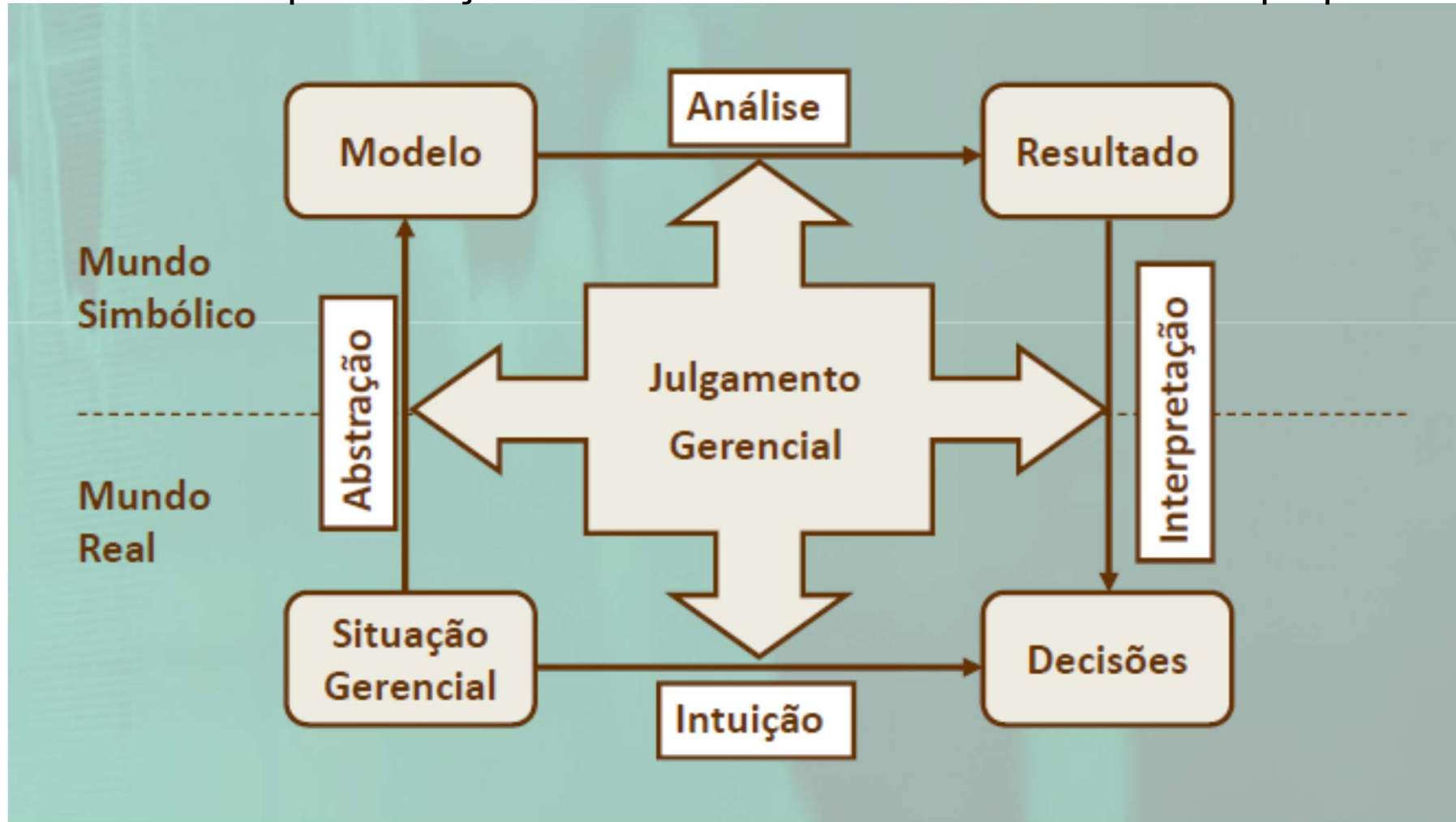
- PL é uma das técnicas mais utilizadas na PO
- Na prática os modelos são de grande porte e exigem auxílios especiais (assistido por computador)



A proliferação dos microcomputadores e o aumento em sua velocidade de processamento motivaram o rápido desenvolvimento da PO.

Ferramentas de Apoio à Decisão

Modelo é a representação do sistema real com um determinado propósito.



LACHTERMACHER (2009)

Planejamento Social

- Considere que você está saindo com duas namoradas: AP e SC.
- Sair com as duas ao mesmo tempo não dá. Elas não aceitariam sair juntas com você!
- Sair todo dia também não dá. Você não tem dinheiro para sair todo dia.
- Para garantir a sua felicidade, considerando estes problemas desagradáveis, você precisa decidir quantas vezes na semana sair com cada uma!

Problemas Financeiros

- Entretanto, existe um pequeno problema:
- AP é chique e gosta de lugares caros. Sair com ela custa R\$180,00;
- SC é mais simples, gosta de passeios baratos. Sair com ela custa só R\$100,00;
- Sua disponibilidade semanal é de apenas R\$ 800,00!
- Como fazer para garantir que você não vai se endividar?

Problemas com o Relógio

- SC é muito agitada. Cada vez que você sai com ela gasta em média 4 horas do seu precioso tempo.
- Quando sai com AP, que é mais sossegada, você gasta apenas 2 horas.
- Considere que os seus afazeres escolares só lhe permitem 20 horas de lazer por semana.

Falta um Objetivo

- É preciso pensar no objetivo final. O que eu quero, para obter a maior felicidade?

Sair a maior quantidade de vezes por semana possível!

total de saídas, independente de com quem

$$\max x_1 + x_2$$

Falta um Objetivo

- Suponha que você gosta da SC duas vezes mais do que gosta da AP.
- Assim, você pode criar um índice que representa a sua preferência:

$$\max x_1 + 2x_2$$

um valor unitário
para AP

SC terá
o dobro

Criamos dois modelos diferentes!

$\max x_1 + x_2$	funções objetivo	$\max x_1 + 2x_2$
------------------	------------------	-------------------

$s.r.$	restrições	$s.r.$
$2x_1 + 4x_2 \leq 20$		$2x_1 + 4x_2 \leq 20$
$180x_1 + 100x_2 \leq 800$		$180x_1 + 100x_2 \leq 800$

$x_1, x_2 \geq 0$	condições de não-negatividade	$x_1, x_2 \geq 0$
-------------------	----------------------------------	-------------------

modelo com o 1º objetivo

modelo com o 2º objetivo

Ferramentas de Apoio à Decisão

Programação Linear

- Um problema de programação matemática é linear se a função objetivo e cada uma das restrições forem lineares.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + \dots + a_{in} x_n$$

Quebrando a Linearidade!

- A presença de qualquer das expressões abaixo tornam o problema não linear.

$$(x_1)^n; n \neq 1; \frac{1}{x_1}$$

$$\log(x_1); \text{ com qualquer base}$$

$$a^{x_1}; \text{ para qualquer valor de } a$$

$$\sin(x_1); \cos(x_1); \text{ etc.}$$

Forma Padrão

- Existem 4 características para um problema na forma padrão:
 1. A função objetivo é de Maximizar;
 2. As restrições são todas com sinal de menor ou igual;
 3. As constantes de todas as restrições são não negativas;
 4. As variáveis são todas não negativas.

Forma Padrão

$$\text{Maximizar } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$$

Sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

:

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

→ não
negativos

Notação de Somatório

$$\text{Maximizar: } Z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad \text{Função-Objetivo}$$

$$\text{Sujeito a: } \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

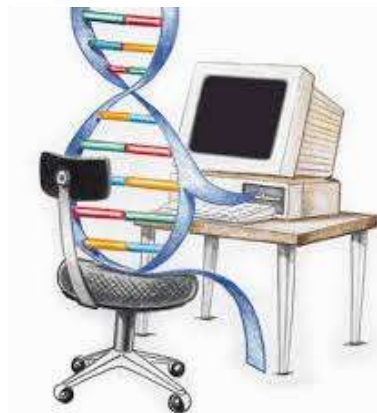
$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0 \quad \text{Restrições}$$

Ferramentas de Apoio à Decisão

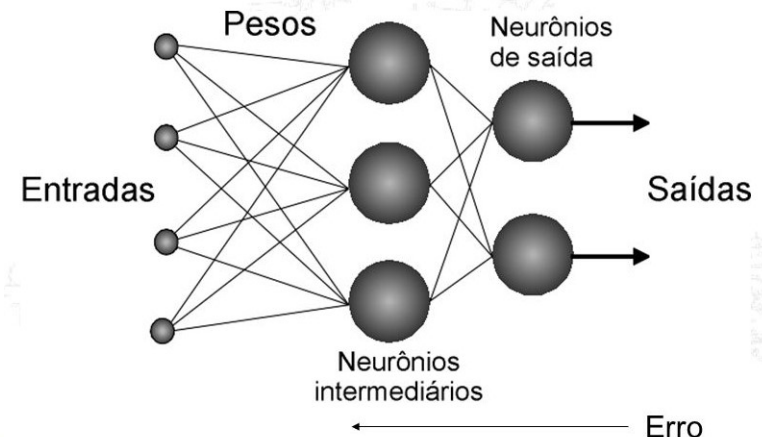
Complexidade x Técnicas em PO

- A proliferação dos computadores e o aumento da velocidade de processamento motivou o rápido desenvolvimento da PO!
- Alguns modelos matemáticos podem ser tão complexos que é impossível resolver pelos algoritmos de otimização.
 - Ex.: Otimização Combinatória (Localização e Fluxo em Redes)
- Nesses casos, pode ser necessário abandonar a busca de uma solução ótima e simplesmente procurar uma boa solução usando heurísticas.

Algoritmos Genéticos



Redes Neurais Artificiais



Ferramentas de Apoio à Decisão

Softwares

- EXCEL
- LINGO: <https://www.lindo.com/index.php/ls-downloads/try-lingo>
- ARENA: <http://www.paragon.com.br/c/downloads/>