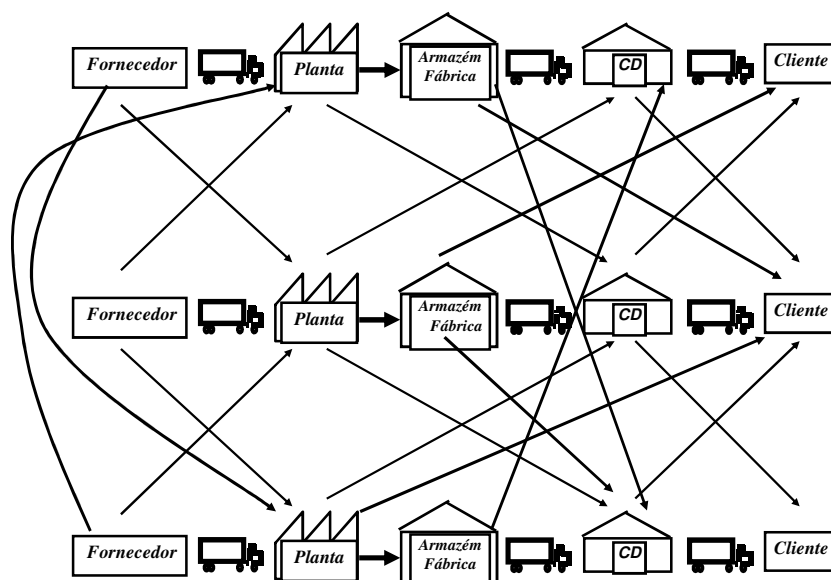


PESQUISA OPERACIONAL

Prog. Linear e Teoria de Filas

Prof. Arnaldo Vallim
aavallim@mackenzie.br

Um exemplo de PROBLEMA COMPLEXO



...inúmeras alternativas de solução.....Qual é a melhor?

Pesquisa Operacional

DECISÕES COMPLEXAS

A PO se aplica a decisões complexas...

DECISÃO vs. MODELAGEM

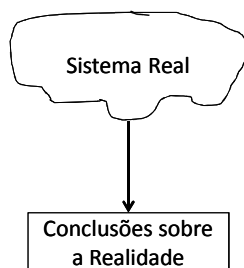
A PO usa o conceito de **modelagem**
para tratar problemas complexos

Modelos na Tomada de Decisão

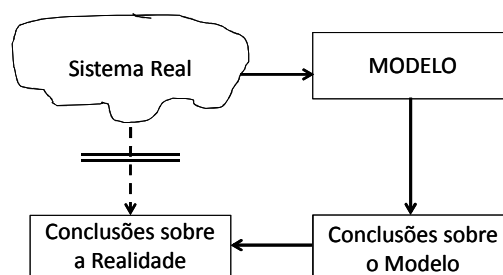
MODELOS

O uso de Modelos sob um outro ângulo

Decisão Empírica



Decisão Científica



Modelos na Tomada de Decisão

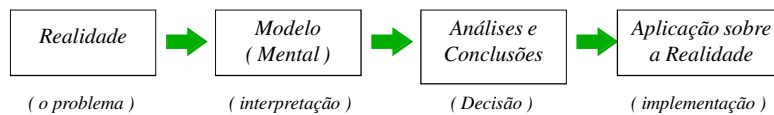
MODELOS

Modelo é uma representação estruturada de um sistema

Um modelo é sempre uma simplificação do sistema real

PROCESSO de DECISÃO

PROCESSO EMPÍRICO DE DECISÃO



PROCESSO CIENTÍFICO DE DECISÃO



DECISÃO EMPÍRICA vs CIENTÍFICA

A análise de um problema real é sempre precedida de uma formulação mental sobre a situação em estudo

Cria-se uma interpretação (uma imagem mental) dessa realidade

Esta Interpretação é geralmente, uma grande simplificação da Realidade

→ DECISÃO EMPÍRICA

Todas as decisões são então tomadas com base nesta *interpretação* e não na própria realidade (*base é um modelo mental*)

→ DECISÃO CIENTÍFICA

Na decisão científica um novo tipo de Modelo estruturado é definido
É um **modelo estruturado**, chamado de modelo **Formal**

MODELOS FORMAIS

TIPOS DE MODELOS

→ FÍSICOS (Icônicos)

Representação física da realidade, geralmente com redução de escala

Exemplos: . Maquetes / . Fotografias / . Lay-outs / . Mapas
. Modelos e Protótipos de Aviões
Indústria Aeronáutica testa em túneis de vento

→ ANALÓGICOS

Usam propriedades análogas a outras para representá-las

Exemplos: . Curvas de Nível num Mapa



. Gráficos ou Redes
. Sistema Hidráulico vs. Sistema de Tráfego

→ SIMBÓLICOS

Usam letras, números e outros símbolos para representar o sistema em estudo

Exemplos: . Organograma
. Fluxograma
. Equações e Regras Matemáticas

MODELO MATEMÁTICO

Representa um sistema através de um conjunto de equações e/ou regras bem definidas

→ É portanto, uma Representação

Uma “tradução” de linguagem

Do Modelo Mental	→ para	Modelo Matemático
------------------	--------	-------------------

→ Mesmo a “melhor” Representação, nunca é perfeita

Será sempre uma aproximação

TIPOS de MODELOS MATEMÁTICOS

■ MODELOS DETERMINÍSTICOS

- . Parâmetros não têm flutuações
Não se alteram com o passar do tempo
- . Estrutura do sistema pode ser simples ou complexa

■ MODELOS PROBABILÍSTICOS

- . Parâmetros têm flutuações
se alteram com o passar do tempo
- . Estrutura do sistema não muito complexa
- . Técnicas probabilísticas de solução

■ MODELOS de SIMULAÇÃO

- . Parâmetros de dois tipos: determinísticos e probabilísticos
- . Estrutura do sistema é complexa, não permitindo uso de outras técnicas
- . Comportamento do sistema é modelado
- . Técnica usa o modelo para simular o comportamento do sistema

Pesquisa Operacional

“A PO é um conjunto de técnicas científicas aplicadas a problemas reais combinatórios.

A base que utiliza para resolver os problemas é a Modelagem Matemática”.

OBS: PROBLEMAS COMBINATÓRIOS

São problemas com múltiplas possibilidades de solução (muitas combinações possíveis). Isto cria grande complexidade para identificação da melhor solução

Pesquisa Operacional

“A Pesquisa Operacional é uma ciência aplicada voltada para a resolução de problemas reais. Tendo como foco a tomada de decisões, aplica conceitos e métodos de várias áreas científicas na concepção, planejamento ou operação de sistemas.”

(Sobrapo, 2014 - http://www.sobrapo.org.br/o_que_e_po.php)

SOBRAPO – Sociedade Brasileira de PO

A PO utiliza técnicas matemáticas, probabilísticas e estatísticas para a resolução dos problemas.

Tem como “pano de fundo” o Método Científico. Autores afirmam que a PO é o Método Científico aplicado a Problemas Práticos, reais.

“...a Pesquisa Operacional é uma disciplina científica de características horizontais com suas contribuições estendendo-se por praticamente todos os domínios da atividade humana, da Engenharia à Medicina, passando pela Economia e a Gestão Empresarial.”

(Sobrapo, 2014 - http://www.sobrapo.org.br/o_que_e_po.php)

PALAVRAS CHAVE:

- . Ciência Aplicada;
- . Modelos Matemáticos;
- . Método Científico;
- . Técnicas Matemáticas, Probabilísticas e Estatísticas;
- . Problemas Reais.

Pesquisa Operacional

PRINCIPAIS TÉCNICAS de PO

- **PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA**
 - . **Programação Linear**
 - . Programação Inteira
 - . Programação Inteira-Mista
 - . Programação Binária
 - . Programação Não Linear
- **PROCESSOS PROBABILÍSTICOS / ESTOCÁSTICOS**
 - . Processos de Markov
 - . **Teoria de Filas**
 - . Teoria de Jogos
- **Simulação**
- **Heurísticas / Metaheurísticas (Inteligência Computacional)**
- **Teoria de Grafos**
- **Programação Dinâmica**
- **Decisão Multicritério**
 - . AHP – *Analytic Hierarchy Process*
- **TÉCNICAS ESTATÍSTICAS**
 - . Inferência Estatística
 - . Econometria
 - . Análise e Previsão de Séries Temporais

Pesquisa Operacional

PRINCIPAIS TÉCNICAS de PO

- **PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA**

Trata-se da seleção da melhor solução (em relação a algum critério) escolhida dentre um conjunto de alternativas

 - . **Programação Linear** – *relações matemáticas lineares e solução são números Reais ≥ 0*
 - . Programação Inteira – *relações matemáticas lineares e solução são números Inteiros ≥ 0*
 - . Programação Inteira-Mista – *relações matemáticas lineares e solução pode ser números Inteiros ou Reais ≥ 0*
 - . Programação Binária – *relações matemáticas lineares e solução são números Binários: 0 ou 1*
 - . Programação Não Linear – *relações matemáticas não lineares*
- **PROCESSOS PROBABILÍSTICOS / ESTOCÁSTICOS**

Estes são processos aleatórios que dependem do tempo (probabilidades que mudam ao longo do tempo)

 - . Processos de Markov – *processos que mudam de estado, e o estado atual só depende do anterior*
 - . **Teoria de Filas** – *processo de Markov aplicado a sistemas de Filas de Espera*
 - . Teoria de Jogos – *Estuda situações estratégicas onde jogadores definem ações buscando melhorar seu retorno*
- **Simulação** – *Representa processos de negócios em software, e faz uso de estatísticas da operação para simulá-la*
- **Heurísticas / Metaheurísticas (Inteligência Computacional – lógica, matemática e bom senso)**
- **Teoria de Grafos** – *Trata de Nós e Ligações representando relações. Misto de Programação Matemática e Heurísticas*
- **Programação Dinâmica** – *Uma instância de um problema é resolvida pelas soluções de sub-instâncias, que são armazenadas em uma tabela. (base da solução é lógica e matemática)*
- **Decisão Multicritério** – *Explicitamente considera múltiplos critérios em processos decisórios*
 - . AHP – *Analytic Hierarchy Process* – *Decompõe o problema em uma hierarquia de sub-problemas.*
- **TÉCNICAS ESTATÍSTICAS** – *Utiliza conceitos estatísticos para estimar parâmetros, avaliar, relacionar e prever*
 - . Inferência Estatística – *Estimação de parâmetros e análise de impactos de ações em processos*
 - . Econometria – *análise correlações e relações entre variáveis (fatores)*
 - . Análise e Previsão de Séries Temporais – *faz previsões de séries que dependem do tempo*

Pesquisa Operacional

PROGRAMAÇÃO LINEAR

A palavra programação não tem relação direta com programação de computadores. Significa planejamento e refere-se ao processo de construção das soluções, que levam à “melhor” solução do problema.

Isto vale para todas as técnicas de Programação Matemática

Pesquisa Operacional

PROGRAMAÇÃO LINEAR

É a mais conhecida das técnicas matemáticas de otimização.

Autores dizem que é o “maior sucesso” da matemática, em todos os tempos

(ver American Mathematical Society - <http://www.ams.org/samplings/feature-column/fcarc-trucking>)

CONCEITO

*Distribui **recursos** limitados entre **atividades** que necessitam dos mesmo recursos, de forma a atingir um **objetivo** especificado.*

APLICAÇÕES DE P.L.

Em praticamente todas as áreas de atividade humana

- | | |
|---------------|------------------------|
| . Economia | . Transportes |
| . Agricultura | . Logística |
| . Indústria | . Administração |
| . Nutrição | . etc., etc., etc..... |

MODELO MATEMÁTICO DE P.L.

*Tem **três** segmentos:*

FUNÇÃO OBJETIVO

Representa o objetivo do problema
MIN! ou **MAX!** de uma função

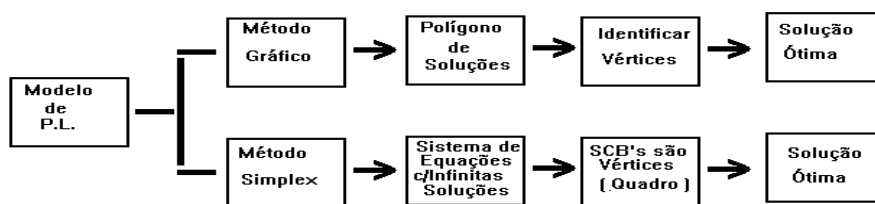
CONJUNTO DE RESTRIÇÕES

Representam as limitações de recursos e/ou outras condições do problema

VARIÁVEIS ≥ 0

Nenhuma variável do problema pode ser negativa.

Métodos de Solução de um PPL



Pesquisa Operacional

PROBLEMAS CLÁSSICOS DE PL

Aplicações Clássicas de PL

- . Problema da Dieta
- . Planejamento de Produção ✓
- . Problema da Mistura (*composição de produto*)
- . Planejamento de Investimentos
- . Problema do Corte e Empacotamento
- . Problema do Transporte ✓
- . Problema da Designação

Variantes do Problema do Transporte

- . Problema do Transporte com Transbordo ✓
- . Problema de Maximização de Fluxos
- . Problema de Rotas em Redes