

# Pesquisa Operacional

## Introdução

Felipe Augusto Lima Reis

[felipe.reis@ifmg.edu.br](mailto:felipe.reis@ifmg.edu.br)



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Minas Gerais

# Sumário



- 1 Introdução
- 2 Fases Estudo PO
- 3 Ferramentas PO
- 4 Aplicações

# INTRODUÇÃO

# Pesquisa Operacional



- Surgida na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial para solução de problemas de natureza logística, tática e de estratégia militar [Belfiore and Fávero, 2013]
  - Tinha como objetivo o uso mais eficaz dos recursos militares;
- Consiste em um método científico (modelos matemáticos, estatísticos e algoritmos computacionais) para a tomada de decisões [Belfiore and Fávero, 2013]
  - Introduz objetividade e racionalidade ao processo.

# Tomada de Decisões



- Definição: “Processo de análise entre várias alternativas disponíveis do curso de ação que a pessoa deverá seguir” [Chiavenato, 1997] *apud* [Belfiore and Fávero, 2013];
- Para a tomada de decisões, podem ser construídos modelos
  - Estes correspondem a uma representação simplificada de um sistema real atual ou previsto para o futuro.

# Áreas Relacionadas



- A Pesquisa Operacional é principalmente utilizada nas seguintes áreas:
  - Engenharia de Produção;
  - Matemática Aplicada;
  - Ciência da Computação;
  - Administração e Economia;
  - Engenharia Elétrica;
  - Agricultura.

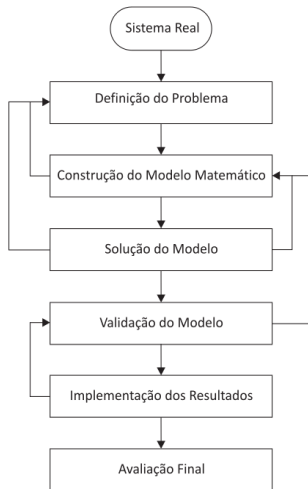
# FASES DO ESTUDO DA PESQUISA OPERACIONAL

# Fases Estudo PO

- Segundo [Belfiore and Fávero, 2013], o processo de modelagem e resolução de problemas pode ser dividido nas seguintes fases:
  - ① Definição do problema;
  - ② Construção do modelo matemático;
  - ③ Solução do modelo;
  - ④ Validação do modelo;
  - ⑤ Implementação dos resultados;
  - ⑥ Avaliação final.



# Fases Estudo PO



Fonte: [Belfiore and Fávero, 2013]

# Fase 1 - Definição do Problema

- Fase em que define-se do escopo do problema que será investigado;
- São identificados:
  - Objetivos a serem alcançados;
  - Métodos para a solução do modelo (alternativas de decisão);
  - Restrições técnicas e limitações do sistema;
  - Relações com sistemas e/ou ambientes externos (para solução de problemas em ambiente corporativo).

## Fase 2 - Construção do modelo matemático



- Fase em que é feita a tradução do problema em relações matemáticas;
- Um problema de PO deve ser traduzido em:
  - Função objetivo;
  - Restrições de igualdade;
  - Restrições de desigualdade;
- Caso um modelo matemáticos seja muito complexo, pode ser feita uma simplificação, de modo a possibilitar o estudo.

## Fase 3 - Solução do modelo

- Fase em que o modelo matemático será solucionado.
- Podem ser utilizados os seguintes métodos:
  - Modelos bem definidos de otimização, como o Simplex;
  - Heurísticas (Algoritmos Genéticos (AG), Otimização por Colônia de Formigas (ACO), GRASP, etc);
  - Simulação;
- Nesta etapa, também é possível realizar Análise de Sensibilidade da solução:
  - Avaliar o comportamento da solução diante de alterações de parâmetros (situações reais que podem afetar o sistema).

## Fase 4 - Validação do modelo

- Fase em que o modelo será confrontado ao ambiente real;
- Verifica-se:
  - Se a solução é coerente;
  - Se o sistema consegue representar ou prever um comportamento, com precisão aceitável;
  - Se o sistema consegue se adequar a mudança nos parâmetros;
- Na ausência de base de comparação, podem ser utilizadas as seguintes estratégias:
  - Comparação com bases históricas;
  - Simulação.

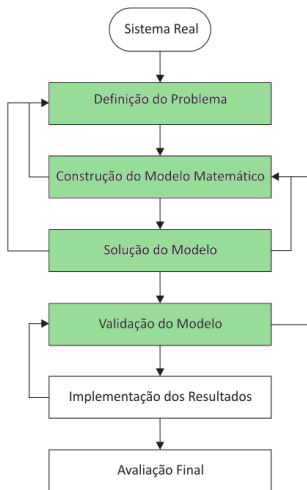
## Fase 5 - Implementação dos resultados

- Fase correspondente a implementação dos resultados em ambientes reais (ex.: empresas);
- Nesta fase, recomendam-se os seguintes procedimentos:
  - Tradução dos resultados obtidos em instruções operacionais;
  - Repasse de conhecimento para o corpo técnico.

## Fase 6 - Avaliação Final

- Fase correspondente a verificação dos resultados do projeto em relação aos objetivos propostos.

# Quais fases serão estudadas nesta disciplina?



Fonte: Adaptado de [Belfiore and Fávero, 2013]



# FERRAMENTAS DA PESQUISA OPERACIONAL

# Ferramentas da PO



- Segundo [Belfiore and Fávero, 2013], as ferramentas da PO podem ser divididas em 3 grandes grupos:
  - Modelos Determinísticos;
  - Modelos Estocásticos;
  - Outras técnicas.

# Modelos Determinísticos

- São exemplos de modelos determinísticos:
  - Programação Linear;
  - Programação em Redes;
  - Programação Binária e Inteira;
  - Programação por Meta ou Multiobjetivo;
  - Programação não Linear;
  - Programação Dinâmica Determinística;

---

Modelos determinísticos são aqueles produzem uma resposta conhecida, direta e garantida para a solução de um determinado problema.

# Modelos Estocásticos



- São exemplos de modelos estocásticos:
  - Modelos de Simulação;
  - Programação Dinâmica Estocástica (Cadeias de Markov).

---

Modelos estocásticos são aqueles que possuem certa aleatoriedade / imprevisibilidade / acaso. Podem utilizar eventos aleatórios (ou sorteio) para solução dos problemas. É o contraposto de um processo determinístico.

# Outras técnicas

- São exemplos de outras técnicas de apoio à PO:
  - Metodologia Multicritério de Apoio a Decisão (AHP);
  - Inteligência Artificial (IA);
  - Inteligência Computacional (IC)<sup>1</sup>;
  - Heurísticas e metaheurísticas<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>Inteligência Computacional busca reproduzir aspectos humanos, como percepção, raciocínio e aprendizado.

<sup>2</sup>Segundo [Luke, 2013], heurísticas e metaheurísticas correspondem a um tipo de otimização estocástica.

# APLICAÇÕES

# Aplicações (exemplos)



- Agricultura:
  - Seleção de áreas e culturas para plantio;
  - Dosagem correta de nutrientes em mistura de ração animal;
  - Planejamento florestal;
  - Estoque de insumos;
  - Regime de colheita;

# Aplicações (exemplos)

- Indústrias em geral:
  - Escalonamento de máquinas;
  - Escalonamento de produção.
  - Maximização de produção;
- Indústria Petrolífera:
  - Produção ótima de subprodutos de petróleo;



# Aplicações (exemplos)

- Indústria Moveleira e Metalurgia:
  - Cortes com perdas mínimas;
- Mineração:
  - Plano de lavra;
  - Dimensionamento de frota;

# Aplicações (exemplos)

- Logística e Distribuição:
  - Roteirização;
  - Localização de centros de distribuição;
  - Fluxo máximo de produção;
  - Entregas com janela de tempo;
  - Caminho mínimo;
  - Alocação de *containers* em navios;
  - Empacotamento interno de *containers*;

# Aplicações (exemplos)

- Economia e Finanças:
  - Minimização de riscos em carteira de investimentos;
  - Planejamento financeiro;
- Varejo:
  - *Layout* de loja;
  - Gerenciamento de filas;
  - Distribuição de verba de propaganda entre departamentos;
  - Gestão de Estoque;

# Aplicações (exemplos)



- Ciência da Computação:
  - Congestionamento de Servidores;
  - Roteamento de Mensagens;
  - Projeto de Redes de Computadores;
  - Escalonamento de Registradores;
  - Escalonamento de Processos.

# Referências I



Belfiore, P. and Fávero, L. P. (2013).  
Pesquisa operacional para cursos de engenharia.  
Elsevier, 1 edition.



Diego Mello da Silva (2016).  
Pesquisa Operacional - Slides de Aula.  
IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Formiga.



Goldbarg, M. C. and Luna, H. P. L. (2005).  
Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos.  
Elsevier, 2 edition.



Luke, S. (2013).  
Essentials of Metaheuristics (Second Edition).  
lulu.com, 2 edition.  
[Online]; Disponível em: <https://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/>.