

**Universidade Federal Fluminense
Programa de Pós Graduação em Eng. Civil
Disciplina: Teoria da Decisão**

AULA 1: Introdução à Disciplina

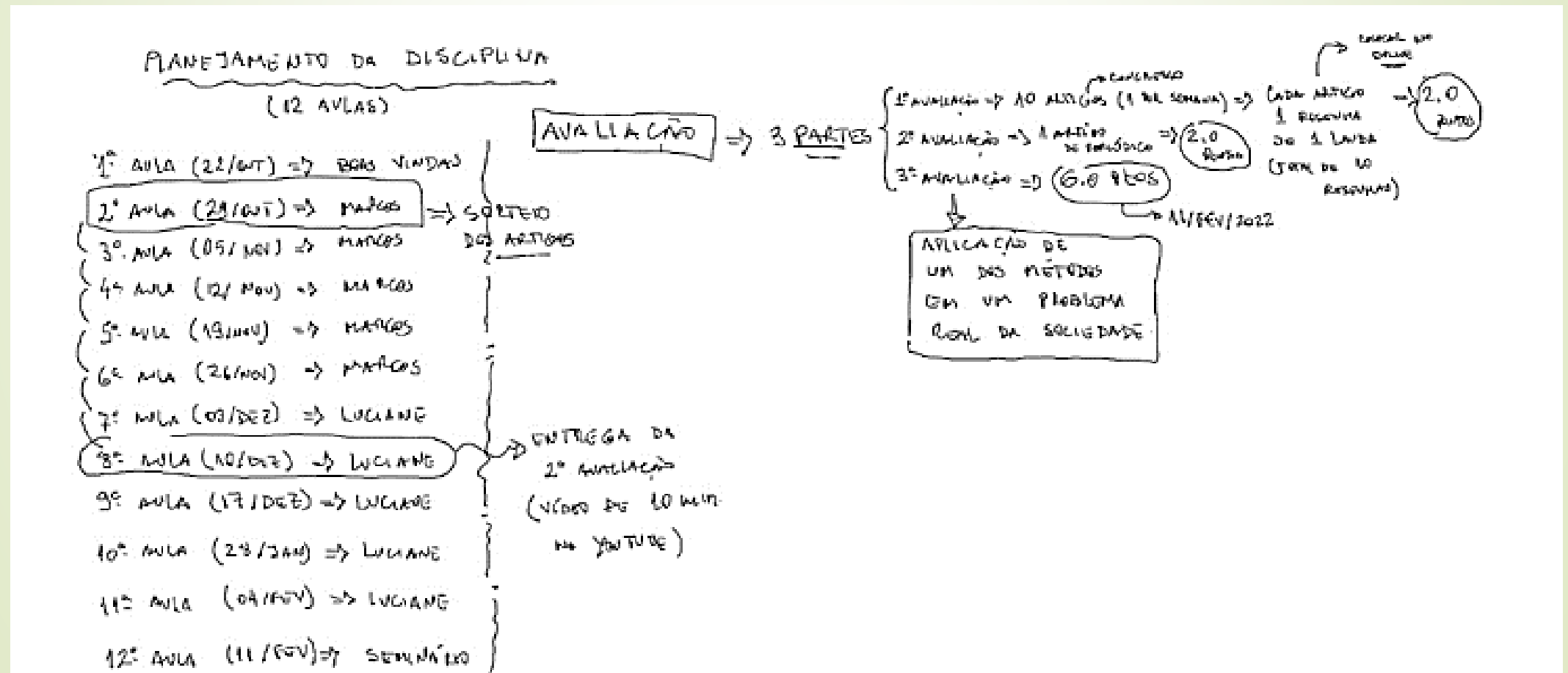
Curso de Mestrado

Disciplina: Teoria das Decisões

Docentes:

Prof. Dr. Marcos dos Santos (aulas de 1 a 6) (marcosdossantos@ime.eb.br)

Profa. Dra. Luciane Ferreira Alcoforado (aulas de 7 a 11) (luciane@id.uff.br)



Roteiro das Aulas

- ↳ **Aula 1: Introdução**
- ↳ **Aula 2: Formulação de Modelos: Tipos e Aplicações Práticas**
- ↳ **Aula 3: O modelo de Programação Linear**
- ↳ **Aula 4: Solução Gráfica**
- ↳ **Aula 5: Método Simplex/Simplex duas fases**

Calendário das Aulas

- ⌚ **Aula 1: Introdução – 03/dez/2021**
- ⌚ **Aula 2: Formulação de Modelos: Tipos e Aplicações Práticas – 10/dez/2021**
- ⌚ **Aula 3: O modelo de Programação Linear – 17/dez/2021**
- ⌚ **Aula 4: Solução Gráfica – 28/jan/2022**
- ⌚ **Aula 5: Método Simplex/Simplex duas fases – 04/fev/2022**

Objetivo desta aula

- Apresentar os conceitos iniciais sobre problemas de otimização
- Indicar bibliografias e materiais disponíveis para a disciplina
- Mostrar os passos para a construção de um modelo de programação linear

Possibilidades

Teorias em Pesquisa Operacional

Transportes

Programação Linear

Programação Dinâmica

Atribuição

Filas de Espera

Simulação

Sequenciamento

Pert CPM

Jogos

Métodos de Análise
Multicritério

Programação não linear

Bibliografia Básica

- ARENALES, M.N et all. **Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro. Ed. Campus. 2ª edição. 2015
- BELFIORE, P., FAVERO, L.P. **Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia**. Rio de Janeiro. Elsevier. 1ª edição. 2013
- LACHTERMACHER, G. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões**. Rio de Janeiro. LTC. 5ª. Edição, 2016
- HILLER, F. S. - LIEBERMAN. G. J. - **Introdução à Pesquisa Operacional** – Rio de Janeiro: Ed.Mc Graw Hill – 2006 - 8ª. Edição.
- PIZZOLATO, N.D., GANDOLPHO, A.A. **Técnicas de Otimização**. Rio de Janeiro. LTC, 1ª edição. 2009

À sua disposição

- Notas de aula (apostila) disponibilizada
- Artigos disponibilizados semanalmente para leitura e resenha
- Leituras e vídeos complementares disponibilizados.

Otimização Linear

8

Otimização Linear é também denominada de “Programação Linear” (PL). Entenda-se o termo como uma sequência “programada” de ações que levarão à solução desejada de um problema.

Otimização Linear

9

Os problemas tratados pela técnica denominada Otimização Linear são, basicamente, problemas onde atividades concorrem por recursos escassos buscando obter o melhor resultado, ou seja busca-se “otimizar” um resultado.

Otimização Linear

Otimização pode ser entendido como obtenção de:

- maior lucro;
- menor custo
- menor tempo;
- maior dano ao inimigo;
- menor dano às forças amigas;
- maior quantidade produzida;
- maior quantidade transportada;
- maior área ocupada;
- Etc.

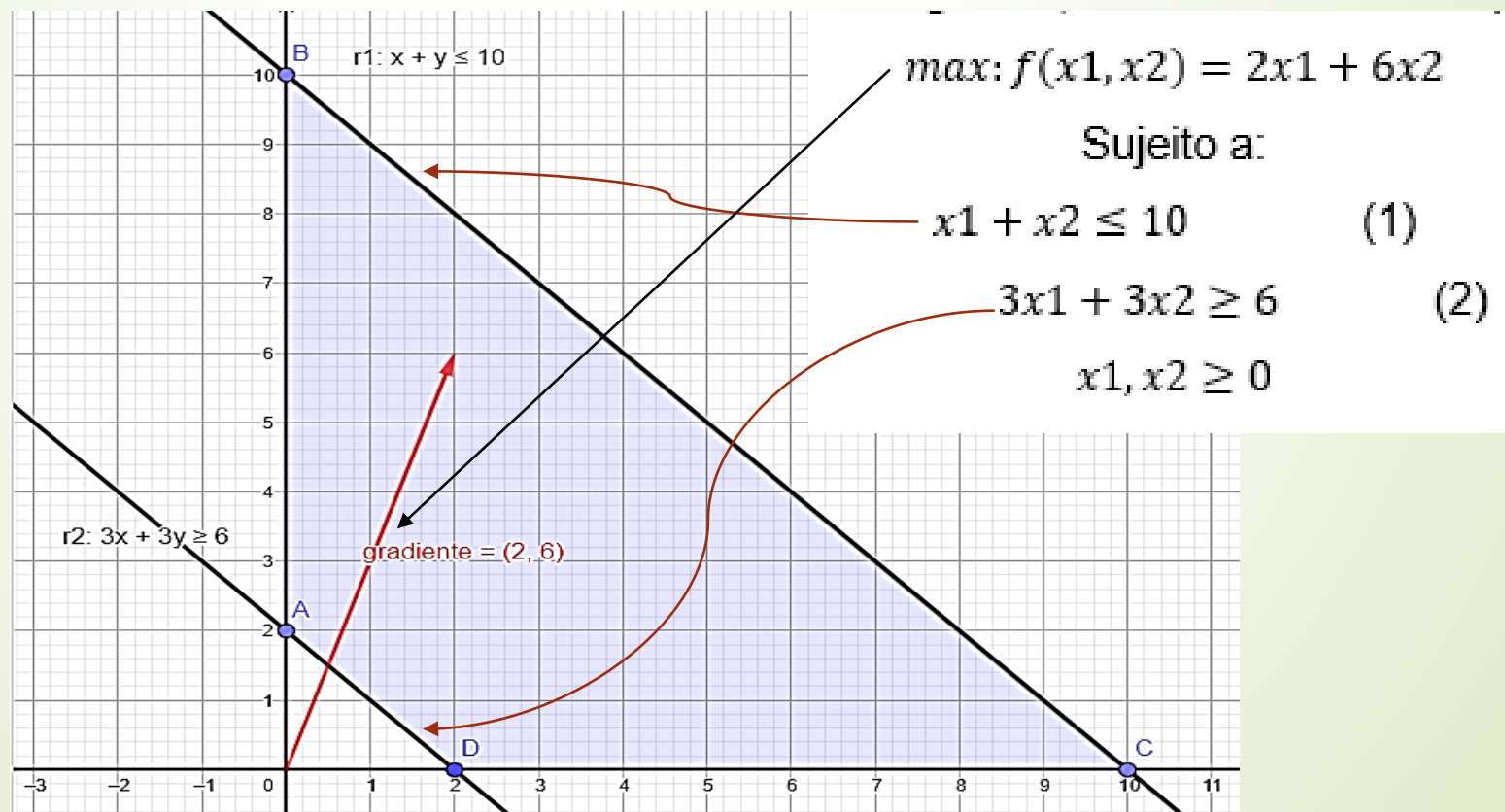
Ou seja, a obtenção do melhor resultado possível, dada uma quantidade fixa de recursos e um conjunto de restrições.

Otimização Linear - Hipóteses

11

Um problema de Otimização Linear e as restrições impostas à busca da solução “Ótima” para o problema são expressos na forma de equações lineares. Para que isto seja verdade são aceites algumas hipóteses ou pressupostos.

EXEMPLO



Otimização Linear- Hipóteses

12

Proporcionalidade: Significa que o valor da função-objetivo é diretamente proporcional ao valor de cada variável de decisão

Exemplos:

Esta hipótese pressupõe que, se a_{ij} é a quantidade do componente i em uma unidade do ingrediente j , então $a_{ij}x_j$ será a quantidade do componente i em x_j unidades; se uma unidade do ingrediente j custa c_j , então x_j unidades custam c_jx_j . Por exemplo, se 1kg de um ingrediente contém 200g de um componente, então 1/2kg deste ingrediente contém 100g do mesmo componente, assim como 3kg contém 600g.

Otimização Linear- Hipóteses

13

Aditividade: Significa que o resultado de um problema de Otimização Linear será o resultado somado das diversas “atividades” que compõe o problema sem haver sinergia.

Exemplos:

Esta hipótese pressupõe que o todo é igual à soma das partes. Por exemplo, se em 1kg do ingrediente j encontramos 200g (ou 0,2kg) do componente i e, em 1kg do ingrediente k , encontramos 100g do mesmo componente, então a mistura de 2kg, obtida pela adição de 1kg de cada ingrediente j e k , tem 300g do componente i . Cabe alertar que, apesar de esse comportamento

Otimização Linear- Hipóteses

14

Fracionamento (ou Divisibilidade): Significa que o resultado de um problema de Otimização Linear pode conter valores fracionários.

Deve-se ter cuidado ao especificar um problema para estabelecer escalas de valores fracionados onde possíveis arredondamentos sejam aceitáveis.

Caso a natureza do problema não permita arredondamentos deve-se utilizar outra técnica denominada "Otimização Inteira" ou "Programação Linear Inteira".

Programação Linear- Hipóteses

15

Certeza: Significa que se tem certeza do efeito das relações entre os componentes do problema. Caso não haja certeza (haja “estimativa”) deve-se utilizar outra técnica de solução para o problema como a Simulação

Exemplos:

Uma ponte necessita 3 bombas para ser inutilizada, não se pode considerar que serão necessárias de 1 a 5 bombas;

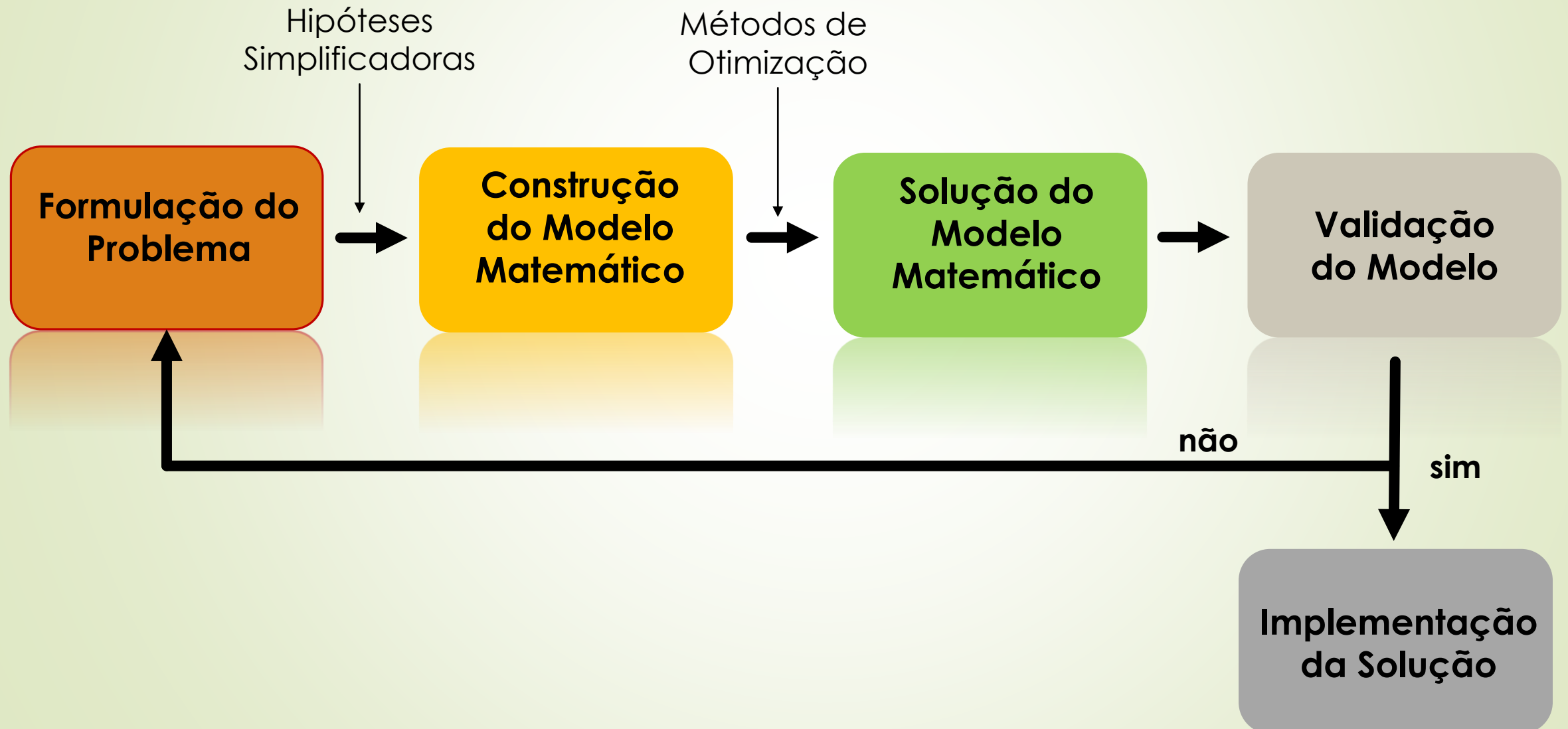
Necessita-se de 10 cartuchos de fuzil por soldado inimigo abatido numa operação de assalto terrestre, não se pode considerar o uso de 1 a 15 cartuchos por soldado inimigo;

Otimização Linear- Modelagem

Um modelo de Otimização Linear:

- É uma representação simplificada do problema real;
 - Detalhes que não influenciam o resultado devem ser abstraídos;
- Deve ser passível de ser resolvido pelas técnicas de Otimização Linear;
 - Respeitar as hipóteses da Otimização Linear e os limites da técnica;
- Em problemas reais com grande número de variáveis e restrições será elaborado de forma evolutiva;
 - Será testado, avaliado e modificado recursivamente até representar adequadamente o problema;

Passos para aplicação do modelo



Formulação do Problema

- É o estabelecimento das condições de contorno do problema por meio de hipóteses simplificadoras.
- Define para quais condições o modelo foi simulado e com isso o grau de adequação do modelo às situações reais.
- Conhecer as hipóteses simplificadoras é fundamental para quem utiliza os resultados do modelo.

Formulação do Problema**ENVOLVE:**

- definir o objetivo a ser atendido: CRITÉRIO DE OTIMALIDADE: maximização ou minimização.
- delimitar o escopo do problema: HIPÓTESES SIMPLIFICADORAS.
- descrever as eventuais limitações (restrições) podem atuar no atingimento do critério de otimalidade.
- descrever as variáveis que podem ser manipuladas: VARIÁVEIS DE DECISÃO.

Otimização Linear- Modelagem

Um modelo de Otimização Linear:

Como é uma simplificação do mundo real, não possuirá todas as informações REAIS. A descrição do problema de Otimização Linear para a construção do modelo serão incompletas e por vezes sujeitas a interpretações.

As condições e dados que não causarão impacto significativo na solução desejada para o problema e a interpretação das condições que não são claras, constituirão HIPÓTESES SIMPLIFICADORAS.

Como consequência, dependendo da complexidade do problema não haverá uma solução única correta. Existirão modelos (e soluções) mais adequados e menos adequados.

Otimização Linear- Modelagem

Exemplos de Hipóteses Simplificadoras (HS):

Em um problema fictício de transporte de material utilizado caminhões, e barcos:

HS-1: Nenhum caminhão vai quebrar;

HS-2: Não faltarão motoristas ou pilotos para os barcos;

HS-3: As condições meteorológicas não irão interferir;

HS-4: As dimensões dos materiais permite transporte tanto pelos caminhões quanto pelos barcos;

HS-5: Os tempos de carga e descarga nos caminhões e barcos não será considerado;

Exemplo

Formulação do Problema

PROBLEMA

Uma determinada região está sendo ameaçada e deve ser evacuada. São no total 8.000 homens, 7.900 mulheres e 1.850 crianças a transportar em no máximo 10 horas. Cada pessoa poderá levar até 10 quilos de bagagem pessoal. Toda a região foi isolada e só circulam veículos militares autorizados para que se evitem acidentes e engarrafamentos.

Formular o programa de evacuação que minimize os custos finais da operação.

Exemplo

Formulação do Problema

- **CRITÉRIO DE OTIMALIDADE:** minimizar o custo da operação.
- **HIPÓTESES SIMPLIFICADORAS:**
 - 1.a bagagem pessoal não irá no mesmo veículo que o seu proprietário.
 - 2.possibilidade de separar famílias.
- **LIMITAÇÕES:**
 - 1.Tempo da operação.
 - 2.Tipo de veículos a serem utilizados.
 - 3.Quantidade de cada tipo de veículo disponível.
 - 4.Capacidade de carga de cada tipo de veículo.
 - 5.Capacidade de transporte de pessoas de cada tipo de veículo.
 - 6.Tempo gasto em cada viagem de ida e volta a área de cada tipo de veículo.
- **VARIÁVEL DE DECISÃO:** número de viagens com cada tipo de veículo disponível

Construção do Modelo de Programação Linear – passo a passo

- Passo I. Identificar as variáveis desconhecidas a serem determinadas (variáveis de decisão) e representá-las através de símbolos algébricos (por exemplo, x_1 e x_2).
- Passo II. Listar todas as restrições do problema e expressar como equações (=) ou inequações (\leq , \geq) lineares em termos das variáveis de decisão definidas no passo anterior.
- Passo III. Identifique o objetivo ou critério de otimização do problema, representando-o como uma função linear das variáveis de decisão. O objetivo pode ser do tipo maximizar ou minimizar.

ENVOLVE:

Solução do Modelo

- encontrar a resposta que garanta que o critério de otimalidade foi atingido.
- necessário o uso de algoritmos matemáticos por meio de softwares.
- Existem vários algoritmos que podem ser utilizados. A sua seleção depende do tipo de variável de decisão e do tipo de equações presentes no modelo.
- Nesse curso será apresentado o método simplex para resolver problema de programação linear

Validação do Modelo

- Envolve verificar se o modelo adotado e a solução obtida por meio dele é compatível com a realidade do problema.
- Se todas as características relevantes do problema tiverem sido levadas em consideração na modelagem, a solução obtida será implementável.
- Caso contrário, um novo ciclo de modelagem e obtenção de solução terá de ser desenvolvido.

Um modelo de Otimização Linear deve conter:

Variáveis de Decisão: um conjunto de variáveis manipuláveis no procedimento de busca pelo ótimo.

Função Objetivo: que expressa o **critério de otimalidade**, escrita em termos das variáveis de decisão do problema. A função objetivo é uma função linear que deverá ser otimizada, ou seja, maximizada ou minimizada.

Restrições Estruturais: um conjunto de restrições que determina a região de soluções factíveis (viáveis) para o problema. Os valores assumidos pelas variáveis de decisão devem satisfazer a esse conjunto de restrições.

Restrições de Sinal: pois as variáveis de decisão podem assumir valores pré-estabelecidos no domínio dos números reais (isto é, valores positivos, negativos ou ambos).

Tarefa pós aula 1 antes da aula 2

- Realizar a leitura do capítulo 1 (Introdução a Management Sciences) do livro LACHTERMACHER, GERSON. **Pesquisa Operacional na tomada de decisões.** Rio de Janeiro. LTC. 5ª. Edição, 2016
- Durante a leitura procure compreender e responder as seguintes perguntas:
- Qual a importância da intuição do decisor na tomada de decisão e como o processo de modelagem pode auxiliá-lo?
- Do que se trata o processo de tomada de decisão e quais fatores podem ser destacados nesse processo?