

Modulo 8 – Otimização

Prof: Rafael Lima

Questionamentos

- O que é otimização?
- Cite exemplos da aplicação de otimização na engenharia?

Introdução

- Em engenharia estamos incessantemente a procura:
 - Da redução de peso, custo, consumo, ...
 - Do aumento do rendimento de sistemas, da sua produtividade, utilidade, ...
- O procedimento utilizado para se chegar a esse objetivo é a otimização
- Nem sempre é possível alcançar a condição ótima, embora o ótimo seja sempre uma meta

Introdução

- Ótimo – a melhor solução para um problema ou a condição mais favorável de um parâmetro
- Algumas vezes procuramos um
 - Máximo: velocidade de um processador e produtividade de uma colheita
 - Mínimo: atraso de um processo e custos no transporte de bens

Introdução

- Em geral os problemas em engenharia não são estritamente técnicos: dimensão econômica também é importante
- Ainda que as variáveis sejam técnicas, o fator econômico também é importante
 - Peso: reduzir peso para minimizar o custo de transporte
 - Resistência: menos material é necessário para resistir a uma mesma carga

Otimização no dia a dia

- Otimização não está presente somente na engenharia
- Busca de melhores soluções estão presentes no nosso dia a dia
- Muitas vezes usamos a intuição para encontrar soluções mais adequadas

Otimização no dia a dia

- Qual a melhor disposição de livros em uma estante?
- Como arranjar fisicamente os móveis em uma sala para sobrar o maior espaço livre?



Otimização no dia a dia

- Qual o melhor caminho para chegar em um determinado local?
- Ajustar temperatura da água do chuveiro para tomar um banho?

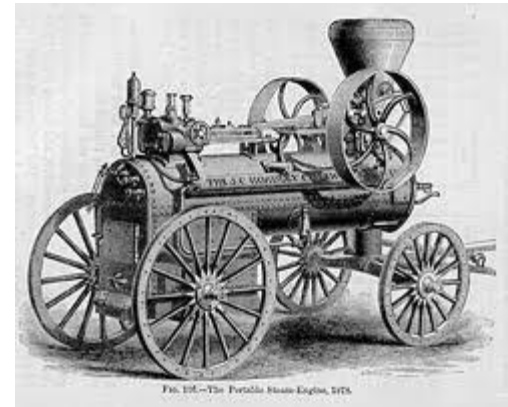


Métodos de otimização

- Não há um método único e direto para encontrarmos a melhor solução para todos os problemas
- Alguns métodos:
 - Evolução
 - Intuição
 - Tentativa
 - Gráfico
 - Analítico

Métodos de otimização: Evolução

- Sistema já existente é aperfeiçoado ao longo do tempo através de alterações e melhorias na sua concepção, processo de fabricação, etc
- Exemplo da máquina a vapor:
 - Em 1700 Thomas Savery inventou este equipamento
 - Em 1705 Thomas Newcomen juntamente com Savery aperfeiçoou este equipamento
 - Em 1769 James Watt realizou uma série de aperfeiçoamentos e patenteou a invenção



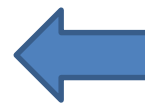
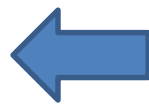
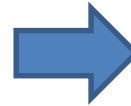
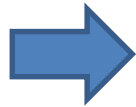
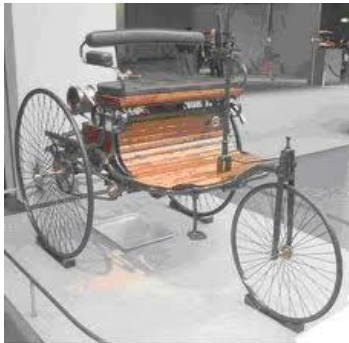
Métodos de otimização: Evolução

- Exemplo do teclado da máquina:
 - Em 1868 Christopher Layhan Sholes dispôs as teclas em ordem alfabética
 - Em 1872 James Densmore criou o teclado QWERTY baseado em estudos sobre as letras mais freqüentes no inglês
 - Em 1932 August Dvorak apresentou uma disposição ainda mais eficiente



Métodos de otimização : Evolução

- Exemplo dos automóveis:



Métodos de otimização : Intuição

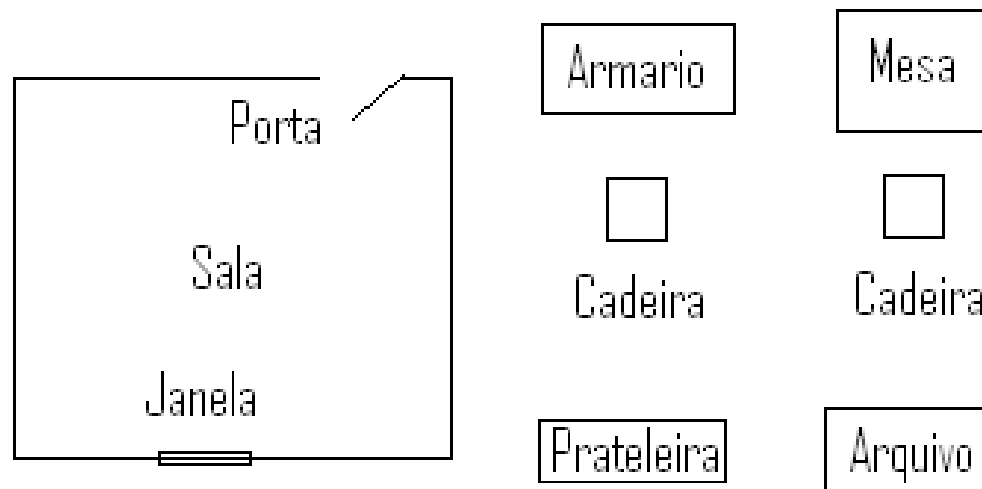
- Muito usado para otimização no dia a dia
- Também é usado muito na engenharia
- Intuição está ligada a arte
- Arte esta relacionada a quantidade de soluções que somos capazes de gerar para um dado problema

Métodos de otimização : Tentativa

- Em geral as primeiras soluções obtidas são pobres e limitadas
- Através de refinamentos e novas definições chega-se a soluções melhores
- Não devemos confundir o processo iterativo com uma busca a esmo ou aleatória
- As soluções de cada iteração devem ser coerentes

Métodos de otimização : Gráfica

- Utilização de esquemas ou desenhos de um sistema físico real na procura da melhor solução para o problema em análise
- Muito utilizado na disposição de espaços
- Exemplo:



Métodos de otimização : Analítico

- Área mais recente da otimização baseada no desenvolvimento matemático
- Desenvolvida desde 1950 e muito utilizada na engenharia
- Advento dos computadores facilitou seu desenvolvimento
- Exemplos: programação linear e não-linear, programação geométrica, cálculo diferencial, etc

Otimização com uma variável

- O problema a ser resolvido depende de uma variável independente x e uma variável dependente y
- $y = f(x)$
- O processo de otimização se resume a encontrar o valor de x que leva ao máximo (ou mínimo) valor de y

Otimização com uma variável

- Exemplo: Considere que o conforto térmico para uma dada temperatura possa ser medido através de um índice que varia de 0 a 10 para as temperaturas no intervalo $[0, 50]$ graus centígrados. Se o conforto térmico (y) pode ser modelado de acordo com a expressão $y = (-x^2 + 50x)/62,5$ em que x consiste na temperatura em graus centígrados. Determine o valor ótimo de x .

Otimização com uma variável

- No Scilab:

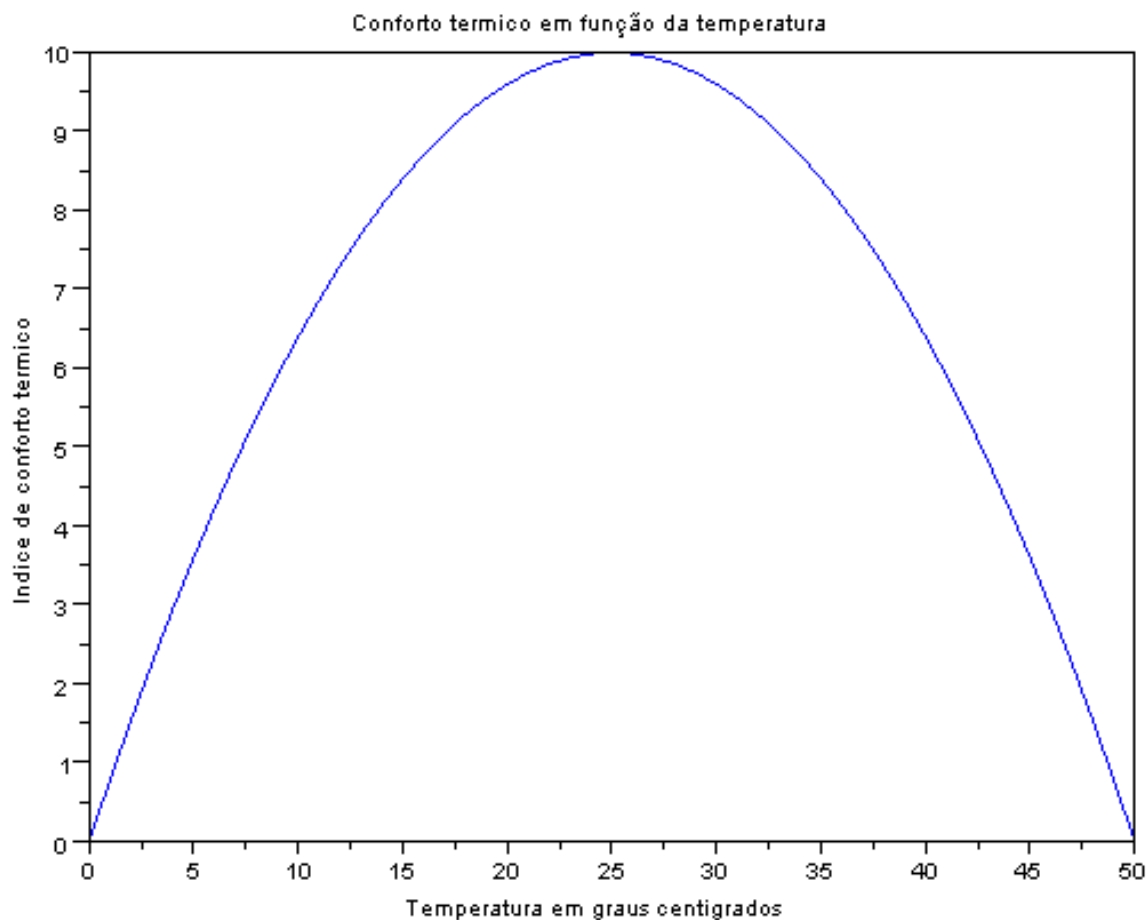
```
-->x= 0:1:50;
```

```
-->y = (-x^2+50*x) / 62.5;
```

```
-->plot(x,y)
```

```
-->xtitle('Conforto termico em função  
da temperatura','Temperatura em  
graus centigrados','Indice de  
conforto termico')
```

Otimização com uma variável



Otimização com várias variáveis

- Muitas vezes nos deparamos com problemas de otimização que dependem de duas ou mais variáveis ou que são multi-objetivos
- Esses objetivos podem ser antagônicos em relação a uma dada variável
- Nestes casos, devemos formular um objetivo total que englobe de alguma forma esses objetivos

Otimização com várias variáveis

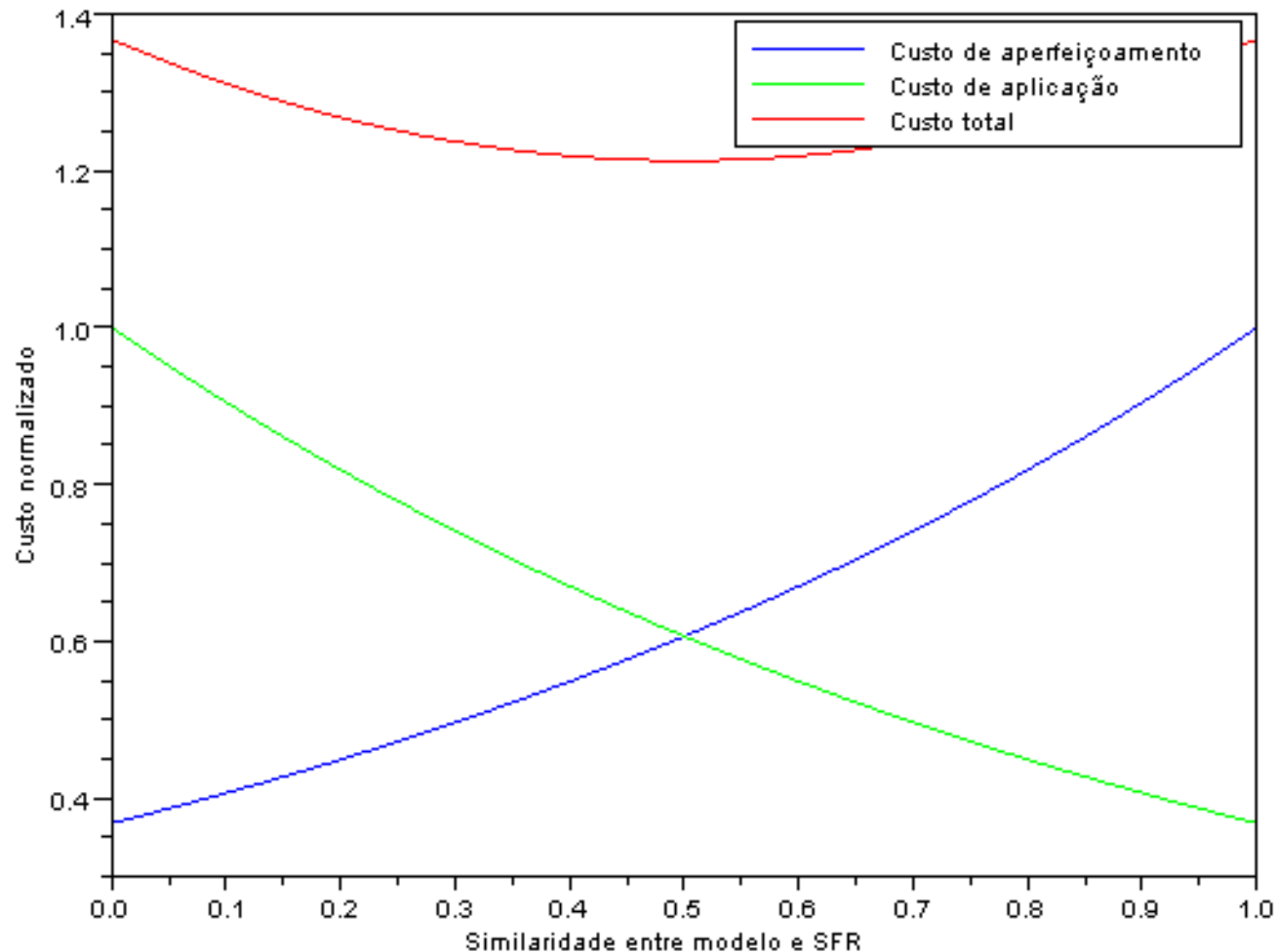
- Exemplo: Considere que o grau de similaridade ou correlação entre um modelo e seu sistema físico real pode ser medido por um numero de 0 a 1. Existem dois tipos de custos envolvidos no uso de modelos: aperfeiçoamento e aplicação. O custo de aperfeiçoamento normalizado pode ser dado por $y = e^x/e^1$ e o de aplicação $z = e^{-x+1}/e^1$. Como podemos otimizar esse problema?

Otimização com várias variáveis

- No Scilab:

```
-->x= 0:0.01:1;  
-->y = exp(x)/exp(1) ;  
-->z = exp(-x+1)/exp(1) ;  
-->plot(x,y,'b')  
-->plot(x,z,'g')  
-->plot(x,y+z,'r')  
-->legend('Custo de aperfeiçoamento','Custo  
de aplicação','Custo total')  
-->xtitle('','Similaridade entre modelo e  
SFR','Custo normalizado')
```

Otimização com várias variáveis



Otimização com várias variáveis

- Exemplo: Como fazer a melhor escolha na compra de um carro de acordo com diferentes critérios tais como autonomia, capacidade de carga, consumo, custo de aquisição, etc?

Otimização com várias variáveis

		Soluções					
Critérios	Peso	Carro A		Carro B		Carro C	
	P	N	PxN	N	PxN	N	PxN
Autonomia	1	4	4	4	4	2	2
Capacidade de carga	2	3	6	3	6	2	4
Consumo	3	1	3	3	9	4	12
Custo de aquisição	3	2	6	2	6	3	9
Desempenho	1	3	3	3	3	4	4
Estética	1	3	3	4	4	2	2
Manutenção	2	2	4	1	2	3	6
Totais	-	-	29	-	34	-	39