

Inteligência Artificial: Conceitos Básicos de Otimização

Prof. Dr. Rafael Stubs Parpinelli

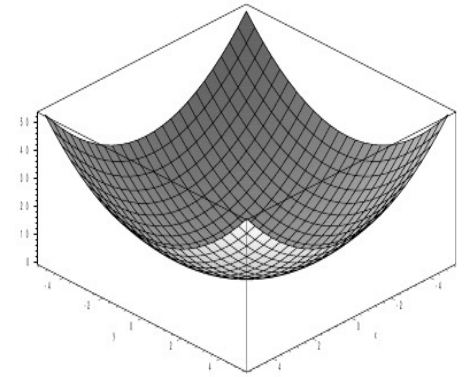
E-mail: rafael.parpinelli@udesc.br



Otimização

Min ou Max

$$f(x)$$



Sujeito a

$$h_k(x) = 0$$

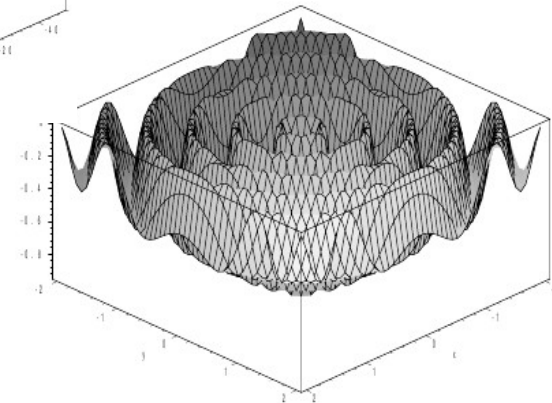
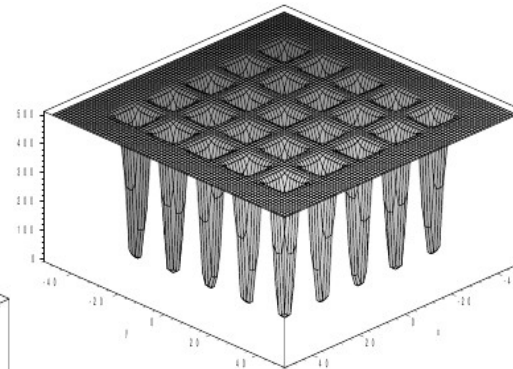
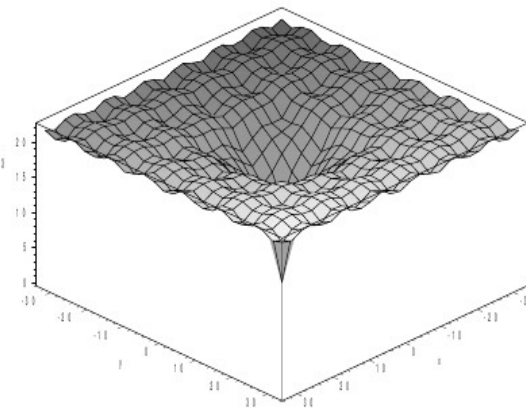
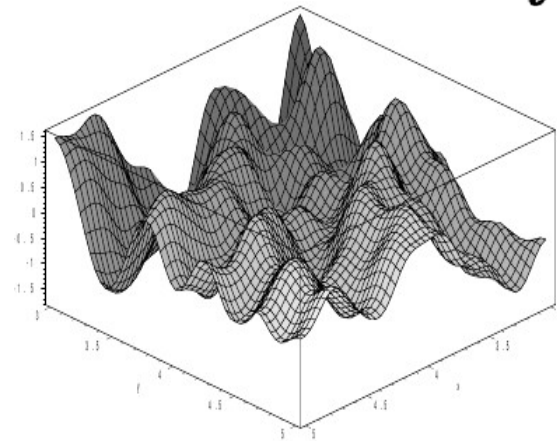
$$k = 1, \dots, K$$

$$g_j(x) \geq 0$$

$$j = 1, \dots, J$$

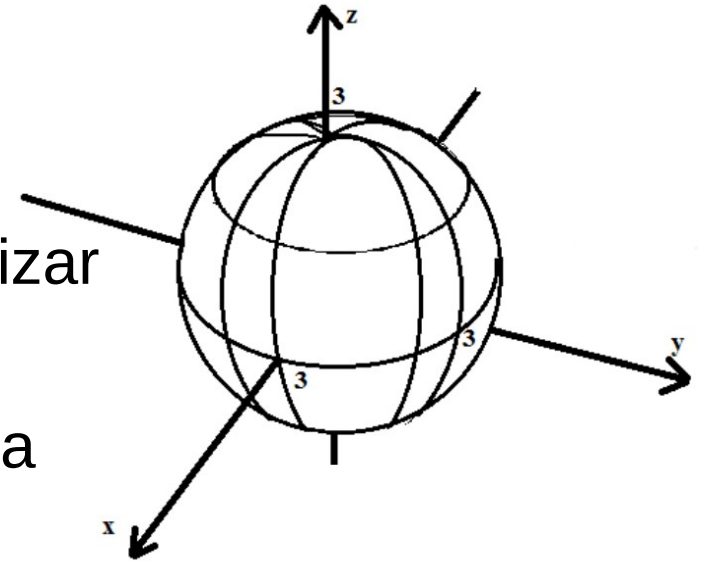
$$x_i^{(U)} \geq x_i \geq x_i^{(L)}$$

$$i = 1, \dots, N$$



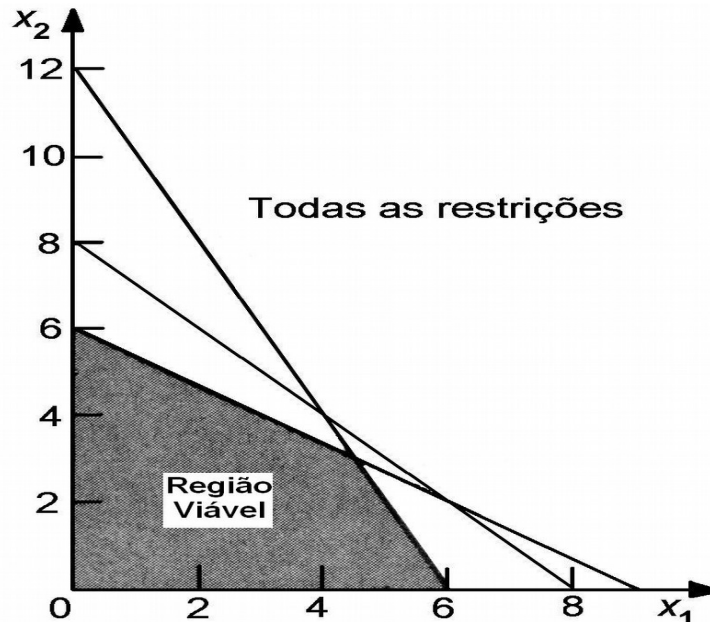
Otimização

- Função objetivo
 - A qual se quer maximizar ou minimizar
 - Ex: $\max(\text{lucro})$, $\min(\text{custo})$
 - Pode não existir ou ser mais de uma
- Conjunto de variáveis
 - Que afetam o valor da função objetivo
 - Em problemas complexos este conjunto pode ser muito grande
- Conjunto de restrições
 - Não permite que o conjunto de variáveis assumam determinados valores

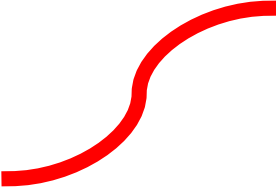
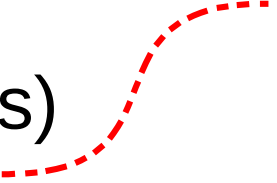
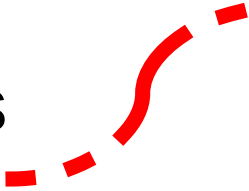


Otimização

- Espaço de busca ou espaço de soluções
 - Define o espaço no qual o algoritmo de otimização deverá realizar a busca pela solução ótima ou pelas soluções ótimas
- Região de soluções factíveis ou região comum
 - Define a região no espaço de busca onde se encontram todas as possíveis soluções válidas ou viáveis para o problema. Ou seja, a região onde não existe infração de restrições. Região comum a todas as restrições

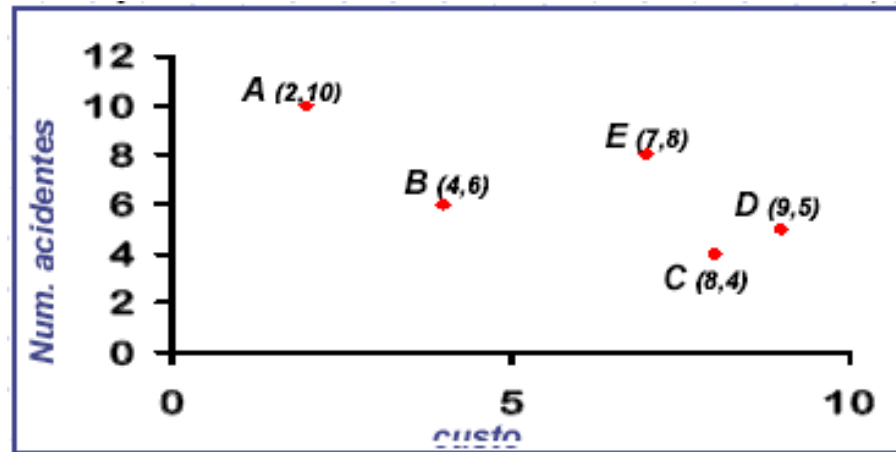


Otimização

- Otimização Contínua:
 - variáveis assumem valores reais (ou contínuos)
- Otimização Combinatória ou Discreta:
 - variáveis com valores discretos (ou inteiros)
- Otimização Mista:
 - variáveis inteiras e contínuas

Otimização multiobjetivos


- O conceito de ótimo não é óbvio e deve respeitar a individualidade de cada critério
- Otimalidade de Pareto:
 - Conjunto de soluções P-ótimas e não um único ponto



Minimizar Custo e Número de Acidentes

- Dominância:
 - Neste caso: P-ótimo: {A, B, C}

Tipos de Problemas

		Função Objetivo	
		SIM	NÃO
Restrições	SIM	COP	CSP
	NÃO	FOP	

- **COP:** Problema de Otimização com Restrições (*Constrained Optimization Problem*)
- **CSP:** Problema de Satisfação de Restrições (*Constraint Satisfaction Problem*)
- **FOP:** Problema Livre de Restrições (*Free Optimziation Problem*)
- Problemas de Otimização:
 - Dentre as soluções viáveis, qual é a melhor?

Características do Espaço do Problema



Conceitos

- Busca local
 - *Exploitation* / Intensificação: refina a busca em uma região específica do espaço de soluções
- Busca global
 - *Exploration* / Diversificação: promove uma maior amplitude na busca por regiões promissoras
- *Single solution methods*
 - Otimizam uma única solução a cada execução do algoritmo
- *Population-based methods*
 - Utilizam um conjunto de soluções (população) para realizar a busca no espaço de soluções
- Como gerar uma possível solução para o problema?
 - Algoritmos de construção: iterativamente o algoritmo “monta”/constrói uma solução para o problema
 - Algoritmos de melhoria: o algoritmo parte de uma possível solução do problema e tenta melhorá-la a cada iteração

Métodos de otimização

- Enumerativos
 - Busca exaustiva
- Numéricos
 - Analíticos: derivadas parciais
 - Diretos: técnicas de gradiente (*steepest descent* ou *hill-climbing*)
- Probabilísticos (**Heurísticas e Meta-heurísticas**)
 - Busca aleatória
 - *Simulated Annealing*
 - Computação Evolucionária
 - Inteligência de Enxame



Métodos enumerativos

- Excelentes para um grande número de problemas, entretanto:
 - Aplicável somente a problemas de “dimensões pequenas”
 - Aceitável quando envolve tempos computacionais “razoáveis”
- Tendem a ser cada vez mais utilizados a medida que a capacidade computacional disponível aumenta.

- Definição de Otimização
 - Processo de melhoramento/construção iterativo/interativo de uma solução para um problema, com respeito a uma (ou mais) função(ões) objetivo e sujeito a restrições do problema