

Universidade Federal do Paraná – UFPR

Curso de Ciência da Computação

CI801 – Tópicos em Inteligência Artificial

Algoritmo Memético

aplicação para o problema do caixeiro viajante

Kelly Rodrigues Abreu

Federico Luis Losco

Junho de 2007.

Roteiro

- Introdução
 - Algoritmo Memético
 - Definição
 - Algoritmo
 - Parâmetros
 - Geração População Inicial
 - Recombinação (Crossover)
 - Mutação
 - Avaliação
 - Seleção
 - Atualização da população
 - Busca Local
 - Aplicações
 - Testes
 - Conclusão
-

Introdução

- O PCV pertence à classe de problemas NP-difíceis
 - Computação Evolucionária
 - Surgiu no final dos anos 60
 - Anos 80: computadores de alto desempenho e baixo custo
 - Mecanismos naturais de seleção e sobrevivência
 - Não simula, usa a idéia do processo evolutivo
 - Diversas técnicas tem sido desenvolvidas.
 - Se destacam: **Genéticos e Meméticos**
-

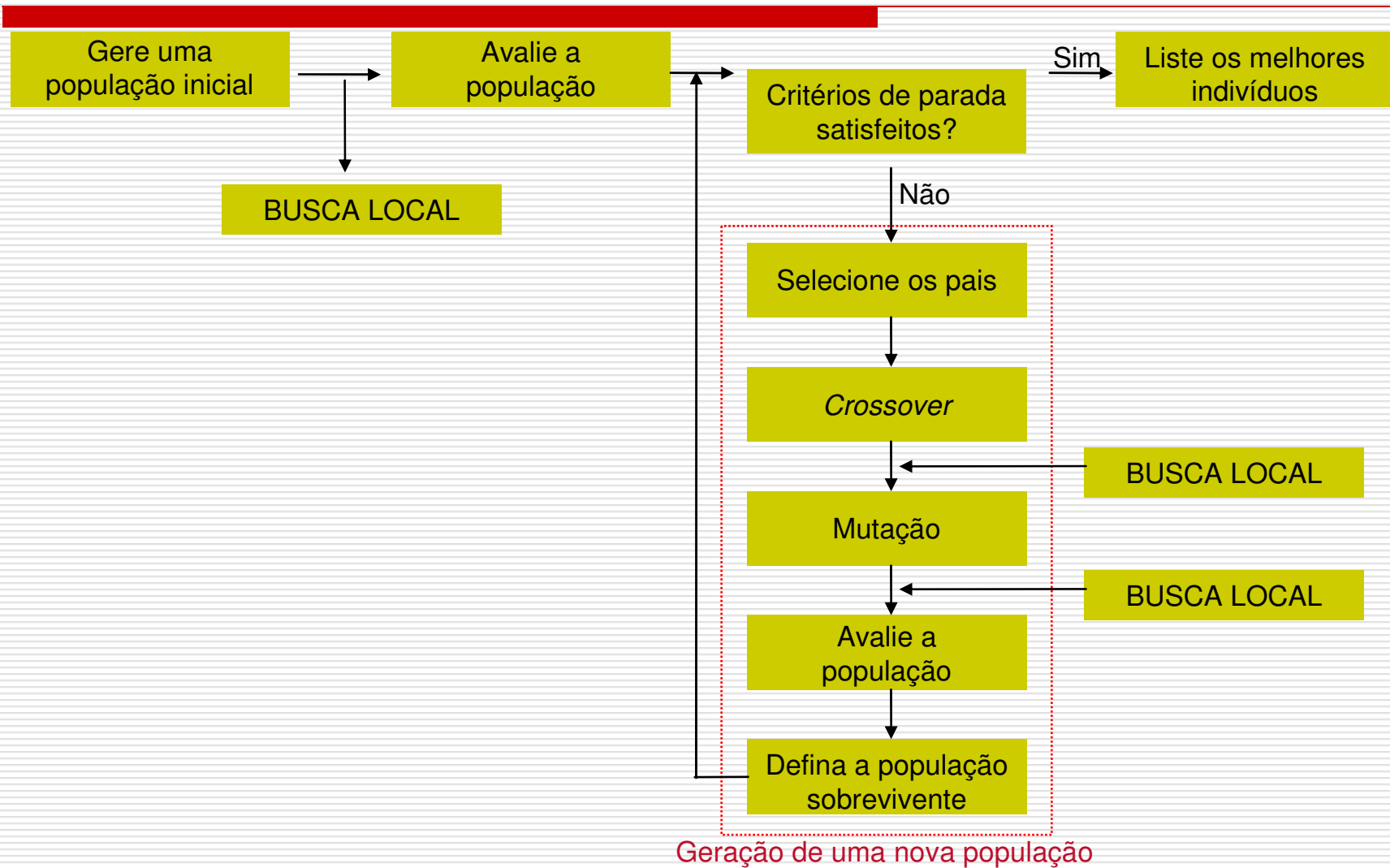
Algoritmos Meméticos

Definição

- Evolução Genética: entre parentes
 - Informação Cultural: qualquer indivíduo da população
 - Memes
 - Unidades de replicação cultural
 - Não está ligado às características hereditárias
 - Transmitida sem que uma geração transcorra
 - Mecanismo: Busca Local
 - Adicionado ao AG
 - Algoritmo Genético Híbrido [MOSCATO, 1989]
 - Algoritmo Genético + Busca Local
 - Objetivo: Evoluir sem sofrer mutações ou recombinações
-

Algoritmos Meméticos

Algoritmo



Algoritmos Meméticos

Parâmetros

n - número de cidades

d - distância entre as cidades

nind - número de indivíduos

ngeracoes - número de gerações (condição de parada)

prob_crossover - *se $\text{aleatorio}(0,1) < \text{prob_crossover}$ então crossover_OX*

prob_mutacao - *se $\text{aleatorio}(0,1) < \text{prob_mutacao}$ então mutacao*

Algoritmos Meméticos

População Inicial

- Construção Gulosa

A população é gerada iniciando com cidades diferentes. Todas as cidades são utilizadas.

Sendo $nind = n$,

```
for (int j = 0; j < nind; j++)  
    construcao_gulosa(n, populacao[j], d, j);
```

Algoritmos Meméticos

Recombinação

- Crossover
 - Cria indivíduos através da combinação
 - Características genéticas melhoradas
 - Operador OX
 - Operador crossover de dois pontos de corte
 - Cruzamento entre os pais geram dois filhos
 - Filhos herdam a ordem de visita dos pais
-

Algoritmos Meméticos

Recombinação

- Exemplo:

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

Algoritmos Meméticos

Recombinação

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

Ordem de visita de $p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ x \ x)$$

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

Ordem de visita de $p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ 9 \ x)$$

Algoritmos Meméticos

Recombinação

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

$$f_1 = (7 \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

Algoritmos Meméticos

Recombinação

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

$$f_1 = (7 \ 6 \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$p_1 = (6 \ 3 \ 8 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 5 \ 7 \ 9)$$

$$p_2 = (1 \ 2 \ 7 \mid 4 \ 6 \ 5 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

$$f_1 = (x \ x \ x \mid 2 \ 4 \ 1 \mid x \ x \ x)$$

$$\text{Ordem de visita de } p_2 = \{8, 9, 3, 1, 2, 7, 4, 6, 5\}$$

$$f_1 = (7 \ 6 \ 5 \mid 2 \ 4 \ 1 \mid 8 \ 9 \ 3)$$

Algoritmos Meméticos

Mutação

- O processo evolutivo pode prejudicar a diversidade
- Operação que insere diversidade na população
- Importância: remover predominância de indivíduos
- Troca recíproca

$$m = 0$$

$$n = 5$$

Índices	0	1	2	3	4	5	6	7
Indivíduo <i>I</i>	1	5	3	2	8	4	7	6

Algoritmos Meméticos

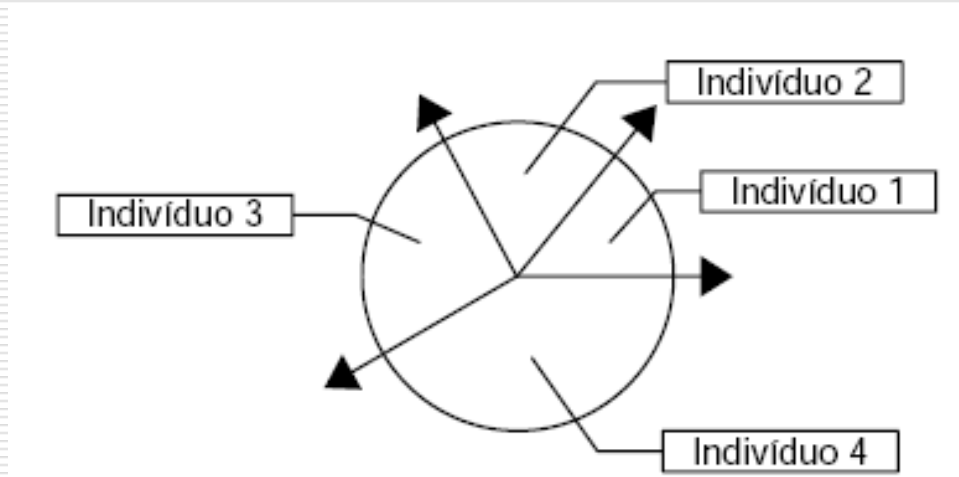
Avaliação

- ❑ Desempenho
 - ❑ Nota
 - ❑ Objetivo da função objetivo: minimizar custo
 - ❑ Subsídio para a seleção
-

Algoritmos Meméticos

Seleção

- ❑ Melhores indivíduos – maior chance de seleção
- ❑ Roleta
 - ❑ Indivíduos recebem porção da roleta
 - ❑ Gira a roleta para que um indivíduo seja escolhido



Algoritmos Meméticos

Atualização da População

- ❑ População Principal e Intermediária
 - ❑ Seleção de indivíduos da população intermediária
 - ❑ Seleção de indivíduos da população principal
 - ❑ Gerou solução melhor?
-

Algoritmos Meméticos

Busca Local

- Operador de melhoramento
 - Chave do algoritmo memético
 - Transmissão de informações culturais
 - Refinamento das características genéticas
 - Refinamento das características culturais
 - Técnicas escolhidas
 - HC
 - BT
-

Aplicações

- Roteamento de Veículos
 - sem restrição de tempo
 - quantidade de veículos constante
 - m-caixeiros
 - Fabricação de placa de circuito impresso
 - Perfuração da placa
 - Soldagem de chips da placa
 - Teste de Placa
-

Aplicações

- Seqüenciamento de tarefas
 - seqüência para minimizar tempo
 - Cristalização com Raio-X
 - Intensidade das reflexões do feixe de Raio-X
 - Tempo é inversamente proporcional à ordem das medições
 - Tempo de posicionamento de uma posição para outra
 - Melhor seqüência para efetuar as medidas
-
- Minimizar o tempo

Testes

Melhores Resultados

Arquivos	AM com HC				AM com BT				Ótimos
	Posição BL	fo	Tempo(s)	%	Posição BL	fo	Tempo(s)	%	
FRI26	PCI+PC	937	1,16	0	PCI	937	4,92	0	937
DANTZIG42	PC+PM	699	14,25	0	PCI	699	29,33	0	699
GR48	PCI+PC	5071	29,05	0,5	PC+PM	5046	311,3	0	5046

PCI = Pós construção inicial

PC = Pós crossover

PM = Pós mutação

Testes

Média

Arquivos	AM com HC			AM com BT			Ótimos
	fo	Tempo(s)	%	fo	Tempo(s)	%	
FRI26	944,43	1,08	0,79	937	27,86	0	937
DANTZIG42	724,43	11,5	3,64	699	138,81	0	699
GR48	5191,14	20,32	2,88	5068	202,57	0,44	5046
HK48	11753,29	20,93	2,55	11501	203,02	0,35	11461

Testes

Comparações

Média função objetivo

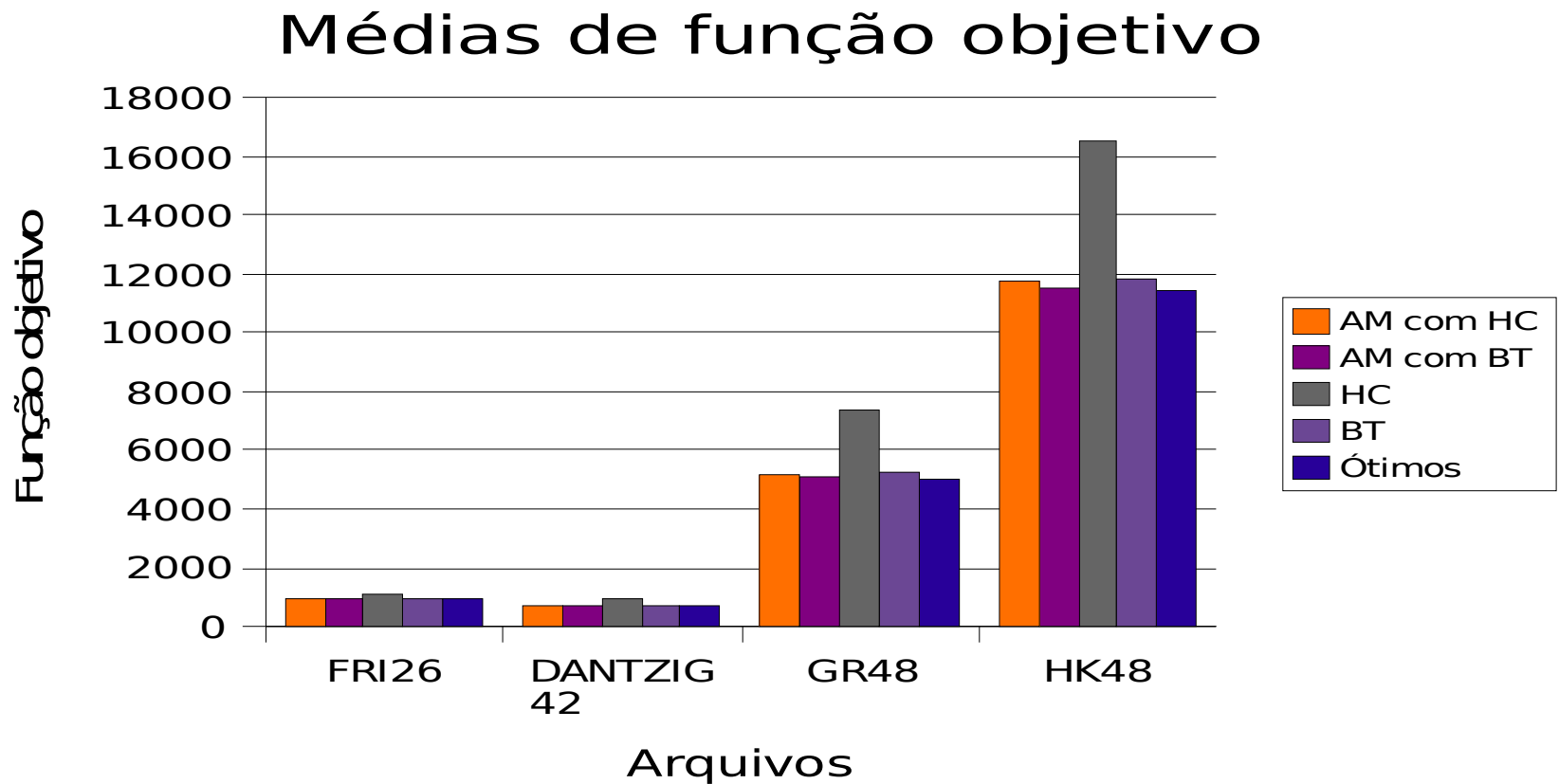
Arquivos	AM com HC	AM com BT	HC	BT	Ótimos
FRI26	944,43	937	1115,4	937	937
DANTZIG42	724,43	699	924,4	718,69	699
GR48	5191,14	5068	7340,5	5269,32	5046

Média tempo

Arquivos	AM com HC	AM com BT	HC	BT
FRI26	1,08	27,86	0,01	0,85
DANTZIG42	11,5	138,81	0,01	4,98
GR48	20,32	202,57	0,01	16,06

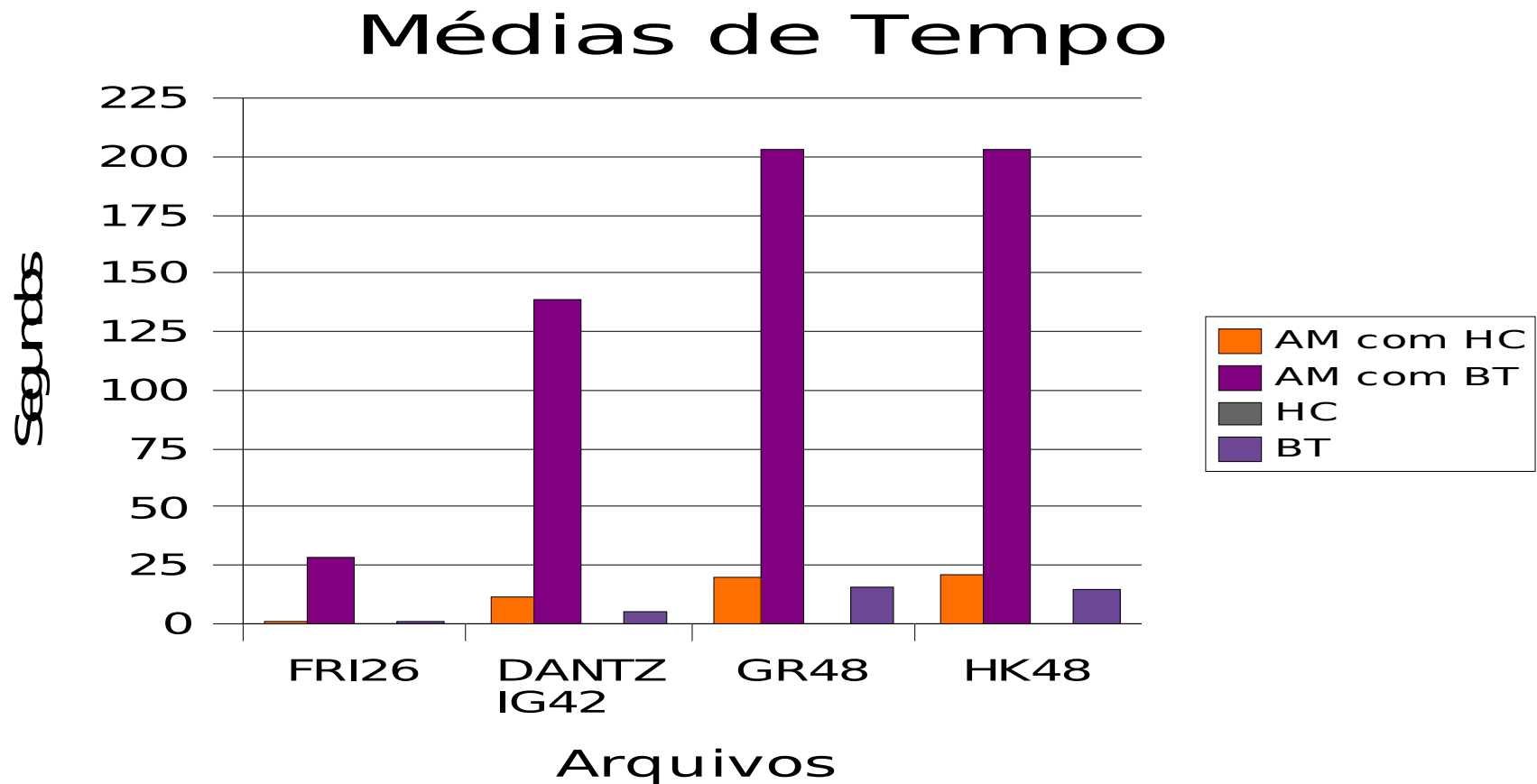
Testes

Comparações gráficos



Testes

Comparações gráficos



Conclusão

- ❑ Construção da solução Inicial é muito importante
 - ❑ Definição dos parâmetros
 - ❑ Critério de parada
 - ❑ Custo computacional elevado
-

Obrigado!

PERGUNTAS???

Referências

- ❑ Monografia: Técnicas Evolutivas Aplicadas na Resolução do Problema do Caixeiro Viajante – Fábio José de Moraes
 - ❑ Memetic Algorithms Home Page:
http://www.densis.fee.unicamp.br/~moscato/memetic_home.html
 - ❑ Metaheurísticas basadas en algoritmos meméticos para grandes instancias geométricas del problema del viajante de comercio – Pablo H. Reda
 - ❑ <http://www.decom.ufop.br/prof/marcone/Disciplinas/InteligenciaComputacional/InteligenciaComputacional.htm>
-