

# Algoritmo Cultural Híbrido com o ILS para o TSP

---

André Britto de Carvalho  
Rodolfo Barriviera

# Sumário

---

- Introdução
  - Algoritmos Culturais
  - ILS
  - Algoritmo Desenvolvido
  - Resultados
  - Conclusões
-

# Introdução

---

- Desenvolver um algoritmo para o problema do Caixeiro Viajante.
  - Utilizar a metaheurística dos Algoritmos Culturais.
  - Buscar alternativas para a melhor do resultado final.
    - Hibridização com o ILS.
-

# Algoritmos Culturais

---

- Reynolds 1994.
  - Observação do processo evolutivo cultural da natureza humana.
  - Sistema de herança dupla:
    - Macro-evolutivo
      - Espaço de crenças – cultura adquirida
    - Micro-evolutivo
      - Espaço populacional - população
-

# Algoritmos Culturais

---

- ❑ Adquirir conhecimento sobre a solução do problema a partir da população em evolução, e aplicar este conhecimento para guiar a busca.
  - ❑ O conhecimento é usado para influenciar as mudanças na próxima geração da população.
-

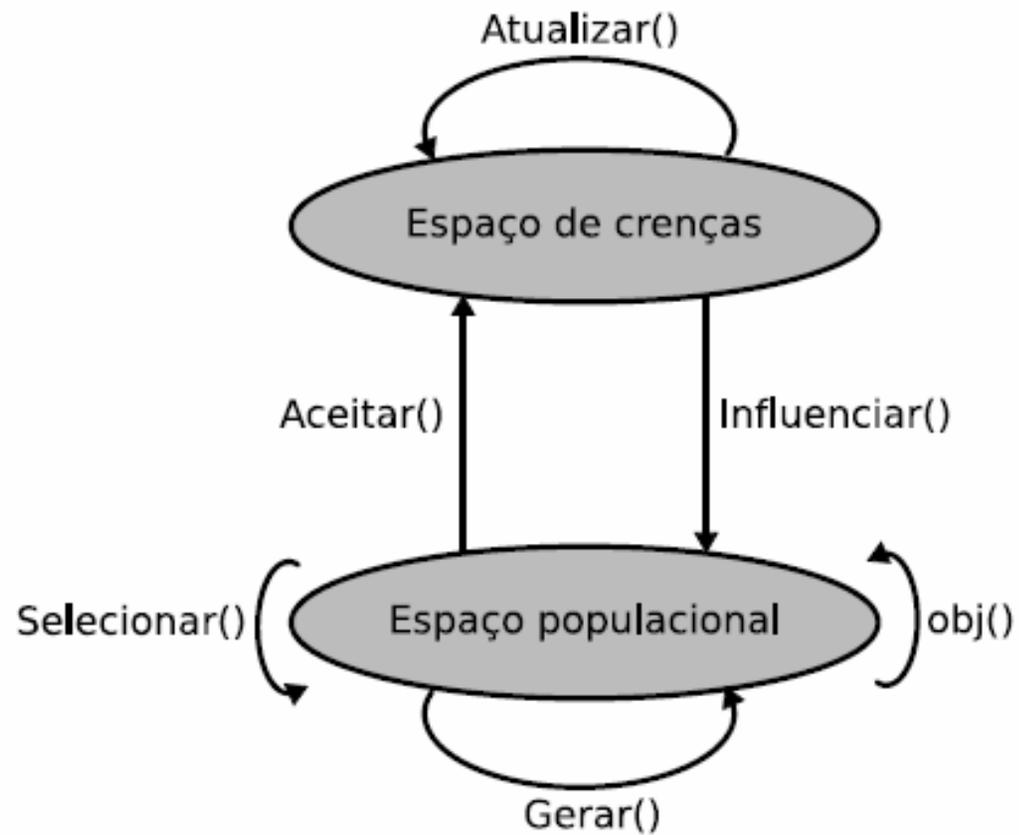
# Algoritmos Culturais

---

- As próximas gerações podem ter candidatos desejados ou não ter os indejados.
  - Modelam a evolução de um componente cultural de um sistema.
-

# Algoritmos Culturais

---



# Algoritmos Culturais

**Algoritmo :** Pseudo-código do algoritmo cultural.

$t \leftarrow 0;$

Inicializar a população  $POP(t);$

Inicializar o espaço de crenças  $BLF(t);$

**repetir**

    Avaliar população  $POP(t);$

$Atualizar(BLF(t), Aceitar(POP(t)));$

$Gerar(POP(t), Influenciar(BLF(t)));$

$t \leftarrow t + 1;$

    Selecionar  $POP(t)$  de  $POP(t - 1);$

**até** (*condição de término não atingida*) ;

# Categorias de Conhecimento

---

- Espaço de Crenças
    - Mapeia o conhecimento adquirido pela população
    - É atualizado pela população
    - Influência a geração de novos indivíduos
-

# Categorias de Conhecimento

---

- Saleem e Reynolds identificaram 5 categorias básicas de conhecimento que influenciam a tomada de decisões:
    - Conhecimento Normativo
    - Conhecimento Situacional
    - Conhecimento de Domínio
    - Conhecimento Histórico
    - Conhecimento Topográfico
-

# ILS

---

- ❑ Aplicações iterativas cujo seu funcionamento não é conhecido pelo algoritmo principal.
  - ❑ Faz mutações na solução corrente com base nas soluções anteriores, e gera nova solução. Chegando em ótimo local. Obedece critérios de aceitação para se tornar operação corrente.
  - ❑ Busca encontrar um bom resultado através de um caminho pelos ótimos locais.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Algoritmo Cultural para o problema do Caixeiro Viajante
  - Utiliza o ILS para refinar o resultado final.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

**Algoritmo Cultural-ILS(tamanho\_populacao, geracoes, iterILS, iterBuscalocal)**

**Inicio**

```
t = 0;
iniciar_populacao(pop, tamanho_populacao);
iniciar_espaco_crenças(crenças);
enquanto t < geracoes faça (1)
    mutuação(pop, crenças.influenciar());
    seleção(pop);
    crenças.atualizar(aceitar(pop));
    t++;
fim enquanto (1)
s = melhor(pop);
k = 0
enquanto(k < iterILS) faça (2)
    s' = perturbar(s);
    s'* = busca_local(s'*, iterBuscalocal)
    s = aceitar(s'*)
fim enquanto (2)
return s;
```

# Algoritmo Desenvolvido

---

## □ Características

- Aplica a influência na operador de mutação.
  - Não executa um cruzamento entre os elementos.
  - Foram utilizados os espaços de crença situacional e o normativo.
  - População inicial aleatória.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

## □ Características

- Seleciona os melhores elementos através de um *rankeamento*
    - Confronta os indivíduos da população, filhos e pais.
    - Para cada indivíduo escolhe-se aleatoriamente 50 outros indivíduos da população para o confronto.
    - O indivíduo que tiver o melhor valor da função objetivo ganha um ponto.
    - Ao final, os indivíduos que tiverem mais pontos são escolhidos.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

## □ Características

- O ILS executa a subida de encosta como a busca local.
  - Faz quatro trocas *double-brige* como perturbação.
  - Utiliza o melhor como função de aceitação.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças
    - Foram implementados dois espaços de crença.
      - Situacional – baseado em [becerra e Coello 2007]
      - Normativo - proposto
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Situacional
    - Guarda apenas o melhor resultado encontrado.
    - Busca gerar novos filhos parecidos com o melhor indivíduo.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Situacional
    - Influência
      - Procura, no indivíduo que está sendo alterado, a primeira posição que tenha a mesma cidade que o melhor indivíduo.
      - Troca as cidades a seguir pelas cidades do melhor.
      - Escolhe aleatoriamente o número de trocas pra controlar a intensificação e a diversificação da busca.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Situacional
    - Atualização
      - Troca o melhor global caso haja um indivíduo melhor na população atual.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Normativo
    - Busca definir intervalos que guiem a geração de novos filhos.
    - Para cada cidade guarda qual é a melhor cidade que ela já esteve ligada até então.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

## □ Espaço de crenças – Normativo

Cidades: A B C D E

A – C, Distância: 30

B – E, Distância: 10

C – D, Distância: 13

D – A, Distância: 5

E – B, Distância: 40

---

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Normativo
    - Influência
      - Para cada cidade  $c$  do *tour* verifica se cidade que ela está ligada,  $l$ , é melhor que a definida no espaço de crenças.
      - Caso não seja melhor, troca a cidade  $l$  com a melhor cidade especificada no espaço de crenças.
      - Decide se faz uma troca com uma probabilidade de 30%.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Normativo

- Atualização

- Atualiza o espaço de crenças com o número de indivíduos definido por:

$$selecionados = n_{indivíduos} \cdot 0.2 + \frac{10}{(g + 1)}$$

- Assim, as maiores alterações serão executadas no início da busca.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

- Espaço de crenças - Normativo
    - Atualização
      - Percorre todas as ligações das cidades escolhidas para atualização.
      - Caso haja um *link* melhor que o guardado nas crenças, ele é atualizada.
-

# Algoritmo Desenvolvido

---

## □ Parâmetros

- Número de indivíduos da população.
  - Número de gerações.
  - Número de iterações do ILS.
  - Número de iterações da busca local do ILS.
-

# Resultados

---

- ❑ Foram obtidos resultados do Cultural e do Cultural com ILS.
  - ❑ O espaço de crenças normativo apresentou melhores resultados e foi escolhido para os testes.
  - ❑ Para cada base foram executados um conjunto de 10 casos de teste.
-

# Resultados

---

- Parâmetros do Cultural:
    - População = 500.
    - Gerações = 5000.
  - Parâmetros do Cultural-ILS:
    - População = 300.
    - Gerações = 3000.
    - Iterações do ILS = 2000.
    - Iterações da Busca = 10000.
-

# Resultados

---

- Medidas de Avaliação
    - Melhor resultado.
    - Resultado médio.
    - Tempo de execução.
    - Excesso Médio.
      - $(\text{resultado encontrado} - \text{ótimo})/\text{ótimo}$
-

# Resultados

---

## □ fri26

<b>fri26</b>	<b>Cultural</b>	<b>Cultural-ILS</b>
<b>Melhor</b>	937	937
<b>Média</b>	972,8	940,2
<b>Tempo Médio(ms)</b>	60610	5956
<b>Excesso Médio(%)</b>	3,820704	0,341515475

## □ dantzig42

<b>dantzig42</b>	<b>Cultural</b>	<b>Cultural-ILS</b>
<b>Melhor</b>	714	699
<b>Média</b>	750,1	708,7
<b>Tempo Médio(ms)</b>	91873	78535
<b>Excesso Médio(%)</b>	7,310443491	1,38769671

---

# Resultados

---

## □ gr48

<b>gr48</b>	<b>Cultural</b>	<b>Cultural-ILS</b>
<b>Melhor</b>	5212	5074
<b>Média</b>	5359,3	5191,1
<b>Tempo Médio(ms)</b>	94938	32843
<b>Excesso Médio(%)</b>	6,208878319	2,875544986

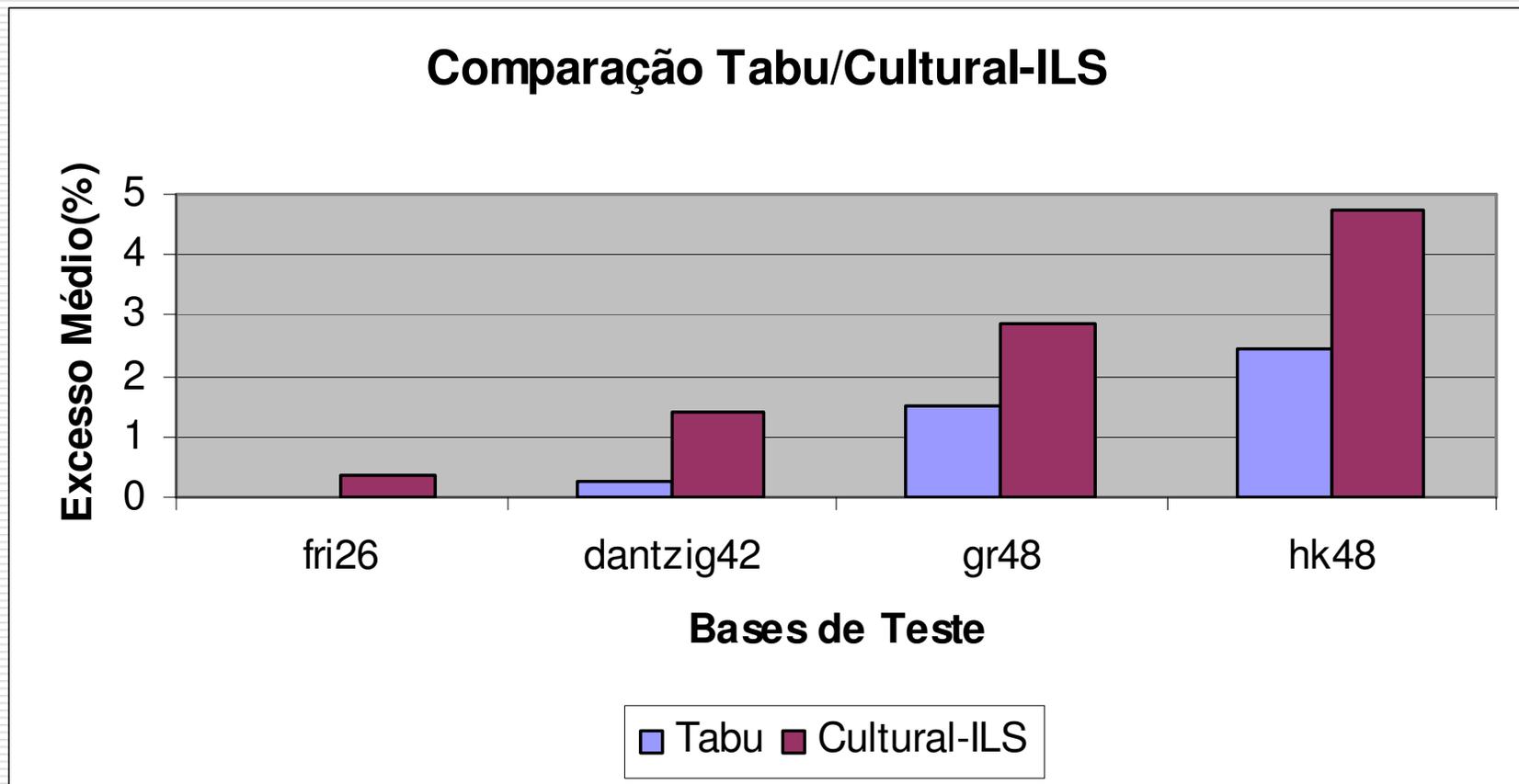
## □ hk48

<b>hk48</b>	<b>Cultural</b>	<b>Cultural-ILS</b>
<b>Melhor</b>	11965	11669
<b>Média</b>	12049,9	12003,2
<b>Tempo Médio(ms)</b>	59851	33240
<b>Excesso Médio(%)</b>	5,138295088	4,73082628

---

# Resultados

---



# Conclusões

---

- Sistema que utiliza o conhecimento da busca de forma explícita para guiá-la.
  - Utiliza um espaço de crenças para mapear esse conhecimento.
    - Influência a seleção e é atualizado pela população.
-

# Conclusões

---

- ❑ Execução de um conjunto de 40 casos de teste distribuídos em 4 bases.
  - ❑ O algoritmo desenvolvido apresentou bons resultados, próximo ao ótimo.
-

# Conclusões

---

- ❑ Desenvolvimento de um Algoritmo Cultural Híbrido com ILS para o TSP.
  - ❑ Proposta de um novo espaço de crenças para o cultural com o TSP.
  - ❑ Porém os resultados foram inferiores que os encontrados pela Busca Tabu.
-