

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI**  
**DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO - CCN**  
**TEORIA E APLICAÇÕES EM GRAFOS**

## **Relatório Técnico: Problema do Caixeiro Viajante**

*Autores: Caio Victor Ferreira do Nascimento, Samuel Furtado Fortes,  
João Vinicius de Sousa Cabral, Vinicius De Jesus Brito Nunes*

### **1. Introdução**

Este relatório descreve o desenvolvimento de heurísticas para o Problema do Caixeiro Viajante Simétrico (PCV). O objetivo é encontrar o menor ciclo hamiltoniano em um grafo completo. Este problema tem aplicações em logística, transporte e gerenciamento de redes. As heurísticas abordadas incluem a Inserção Mais Barata para a construção do percurso inicial e o refinamento usando o método 2-opt.

### **2. Descrição e Aplicações das Heurísticas**

As heurísticas implementadas foram:

- Heurística Construtiva (Inserção Mais Barata): Cria um percurso inicial de forma eficiente ao considerar o custo incremental para cada vértice inserido no ciclo.
- Heurística de Refinamento (2-opt): Melhora o percurso inicial ajustando-o de forma iterativa, invertendo segmentos para tentar reduzir o custo total.

Aplicações incluem logística e transporte, planejamento de rotas para vendas e gerenciamento de redes.

### **3. Implementação**

O código foi desenvolvido em C, com as seguintes funções principais:

- `criarGrafoCompleto`: Gera um grafo completo com distâncias aleatórias entre vértices.
- `heuristicaInsercaoMaisBarata`: Cria um percurso inicial minimizando o custo incremental, inserindo vértices no ciclo de forma eficiente.
- `heuristicaRefinamento2Opt`: Refina o percurso inicial utilizando o método 2-opt, invertendo segmentos do percurso para buscar soluções de menor custo.
- `calcularCusto`: Calcula o custo total de um percurso, incluindo o retorno ao vértice inicial.

O tempo de execução foi medido usando a biblioteca `time.h`.

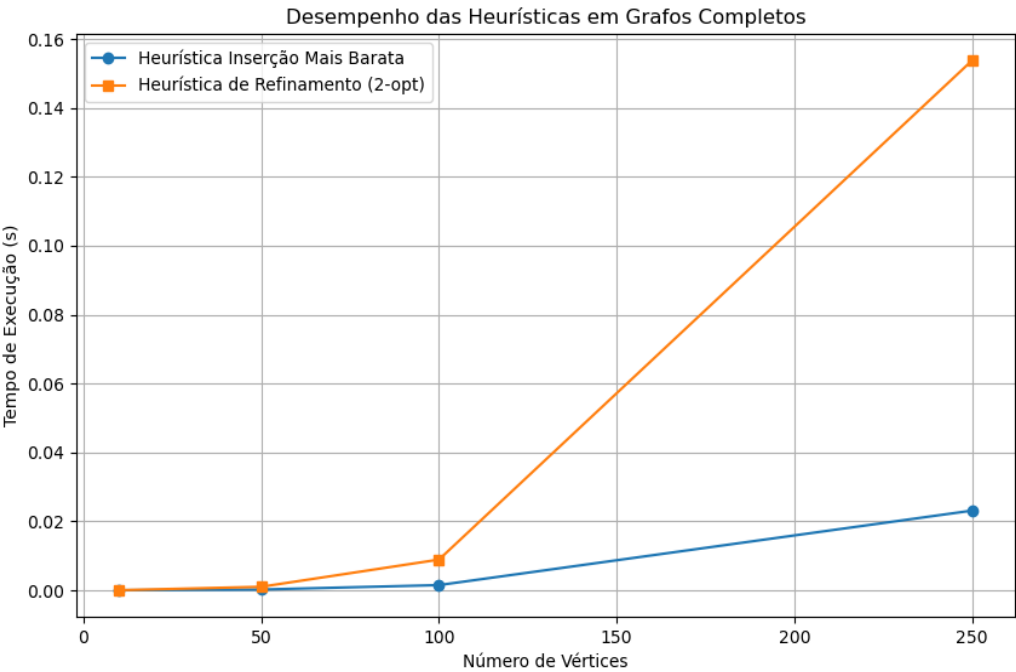
#### **4. Análise de Testes**

Foram gerados grafos completos com 10, 50, 100 e 250 vértices para avaliar o desempenho das heurísticas. Os tempos de execução médios foram registrados. Como esperado, a heurística de Inserção Mais Barata foi mais rápida para construir o percurso inicial, enquanto o 2-opt demandou mais tempo, mas produziu soluções mais eficientes.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI

DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO - CCN

TEORIA E APLICAÇÕES EM GRAFOS



5. Valores de Execução

Número de Vértices	Heurística Construtiva (s)	Heurística de Refinamento (s)
10	0.000006	0.000014
50	0.000210	0.001003
100	0.001496	0.008900
250	0.023132	0.153834

6. Conclusão

As heurísticas apresentadas demonstram a eficácia na resolução do Problema do Caixeiro Viajante. A heurística de Inserção Mais Barata fornece um ponto de partida eficiente, enquanto o 2-opt refina o percurso para reduzir o custo. Essas abordagens são práticas e adequadas para aplicações em roteamento e

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI**  
**DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO - CCN**  
**TEORIA E APLICAÇÕES EM GRAFOS**

logística.

## **7. Referências**

1. Problema do Caixeiro Viajante: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Problema\\_do\\_caixeiro-viajante](https://pt.wikipedia.org/wiki/Problema_do_caixeiro-viajante)

2. Artigo sobre heurísticas no PCV:  
[https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_263\\_509\\_35790.pdf](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_263_509_35790.pdf)