



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE**

BRUNO CÉSAR SILVA MOTA JORDÃO  
JOÃO DE AQUINO MOURA NETO

**PROJETO FINAL**

Uso de algoritmos para resolução de problemas

RECIFE  
2024

BRUNO CÉSAR SILVA MOTA JORDÃO  
JOÃO DE AQUINO MOURA NETO

**PROJETO FINAL**

Uso de algoritmos para resolução de problemas

Projeto final apresentado como requisito total para obtenção de aprovação na disciplina de Métodos Computacionais, no Curso de Engenharia Eletrônica, no período 2024.1, na Universidade Federal de Pernambuco.

Profa. Amanda Xavier

RECIFE  
2024

## **Questão 1: Otimização das Rotas no Sistema de Metrô do Recife**

### **Proposta de Problema**

Considere o mapa do sistema de metrô do Recife. Você é responsável por encontrar a rota mais rápida para viagens frequentes, por exemplo, de "Camaragibe" a "Cajueiro Seco" ou de "Jaboatão" a "Recife". Algumas conexões podem ser mais lentas devido à distância ou ao tráfego de passageiros.

1. Modele o sistema de metrô como um grafo, onde:

- Cada estação é um nó.
- Cada conexão direta entre duas estações é uma aresta, com um peso associado representando o tempo de viagem entre elas.

2. Utilize os algoritmos Dijkstra, BFS e DFS para encontrar a rota mais rápida entre duas estações específicas do sistema (por exemplo, de "Camaragibe" a "Cajueiro Seco").

**a) Analise os resultados obtidos por cada algoritmo e determine qual deles fornece a rota mais eficiente considerando o tempo de viagem como peso das arestas.**

O algoritmo de Dijkstra seria mais adequado para esta situação, visto que este leva em consideração os pesos das arestas de um grafo ponderado, que é o caso que estamos lidando. Como existe um tempo (peso) diferente para cada trajeto até a estação, o algoritmo leva isto em consideração e acha o percurso com menor tempo a ser percorrido.

Em contrapartida, os algoritmos BFS e DFS indicam apenas o número de estações a serem percorridas, sem levar em consideração o tempo (peso) entre elas. Assim, estes últimos podem não encontrar a rota mais rápida em termos de tempo de viagem.

**b) Justifique qual algoritmo seria a melhor escolha para diferentes situações:**

- **Se todas as conexões tivessem o mesmo tempo (grafo não ponderado).**
- **Se as conexões tivessem tempos diferentes (grafo ponderado).**

O BFS (Busca por Largura) é um algoritmo que explora um grafo por camada, visitando todos os vizinhos de um nó e percorrendo o grafo como uma onda que parte do nó inicial. Já o DFS (Busca por Profundidade) é também um algoritmo que explora um grafo, porém agora por profundidade, onde o grafo é percorrido o mais profundamente possível ao longo de um ramo até retroceder, semelhante a achar a saída de um labirinto indo até o fim de um corredor e retornando ao final. Ambos os algoritmos são capazes de percorrer o percurso de um nó a outro, porém contabilizando as arestas com valor unitário. Ou seja, ele visita o melhor percurso de

um nó a outro com arestas de valor 1, sendo **eficiente para grafos não ponderados**, em que os pesos das arestas são unitários (ou iguais entre si).

Já uma situação em que a aresta de um nó a outro tem um peso, ou seja, um **grafo ponderado**, o algoritmo mais eficiente seria o de Dijkstra, visto que os pesos das arestas possuem valores diferentes entre si, assim o algoritmo é capaz de percorrê-lo levando esses valores em consideração (o que se traduz, em uma situação real, como uma distância ou o tempo de um ponto a outro) e calculando o caminho mais curto.

Levando em consideração o tempo de execução de cada algoritmo, o DFS se mostrou o mais rápido entre os três. Assim, em uma situação semelhante com grafos não ponderados, o DFS seria o mais adequado.

Tempo de execução da função BFS: **13.04149627685547e-05 segundos**

Tempo de execução da função DFS: **9.679794311523438e-05 segundos**

Tempo de execução da função Dijkstra: **25.725364685058594e-05 segundos**

**c) Proponha uma melhoria no sistema de metrô com base nos resultados encontrados. Por exemplo, indicar uma possível conexão adicional entre duas estações que reduziria significativamente o tempo de viagem.**

Segundo Souza (2017), do Diário de Pernambuco, o metrô local reflete uma metrópole com sérias deficiências em sua infraestrutura de transportes, evidenciando a necessidade de investimentos e planejamento mais eficientes. Em entrevista com Maurício Andrade, doutor em engenharia civil e professor de economia dos transportes, uma expansão da malha metroviária na Grande Recife seria possível do ponto de vista físico-espacial, porém só apenas estudos de demanda, viabilidade e modelos de gestão e financiamento de uma nova alteração. É preciso considerar fatores técnicos, operacionais, financeiros, regulatórios e de gestão, o que pode ser feito através de um Plano de Mobilidade de âmbito metropolitano, como exige a lei do Estatuto da Metrópole. Dada a complexidade e influência de uma metrópole, o sistema metroferroviário nessas dimensões não pode ser tratado de maneira local, apenas visualizando municípios isolados.

Dito isto, temos que, segundo Souza (2017), as estações com maior fluxo de usuários são Recife, Ilha Joana Bezerra e Barro, na Linha Centro. Considerando que a estação Barro tem uma alta demanda, consistindo um bairro com 31.847 habitantes de acordo com dados divulgados no portal da Prefeitura do Recife (2024), sendo uma rota única que advém da convergência do fluxo da linha Centro 1 e 2 da periferia da cidade para o centro, onde é costumeiro que a quantidade de usuários seja alta devido o trajeto dos trabalhadores no sentido periferia-centro. Um novo trilho foi escolhido partindo da estação Barro e fazendo uma conexão com a linha Sul, dando vazão ao grande fluxo de pessoas da linha Centro antes mesmo da conexão já realizada nas estações Joana Bezerra e Recife.

**Figura 1 - Mapa com nova estação Areias sugerida**



Fonte: Metrô Recife, com modificação dos autores.

Desse modo, como mostra a Figura 1, uma nova estação Areias foi sugerida para intermediar esta nova conexão com a Linha Centro e Linha Sul, sendo Areias um bairro com quantidade populacional significativa de 29.894 habitantes (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2024). De Areias, o trilho segue para a estação Tancredo Neves, já na linha Sul. Este trajeto é adjacente a dois grandes pontos de destino: a estação Shopping e a estação Aeroporto. Deste modo, amenizando um gargalo tanto para trabalhadores quanto para turistas. Além disso, esta conexão solucionaria o longo trajeto realizado por pessoas que dependem do transporte público para realizar o trajeto Barro-Tancredo Neves, em que inexistem linhas de ônibus que fazem essa conexão direta.

Portanto, comparado a situação das estações atuais de metrô, uma viagem que parte do Barro para Tancredo Neves dura cerca de 47 minutos. Em contrapartida, com a inserção de uma nova linha que parte de Barro, corta Areias e chega até Tancredo, tem-se um percurso de 15 minutos, ou seja, uma redução de aproximadamente 68,10% de tempo de percurso.

## Questão 2: Organização Dinâmica da Agenda do "Olha! Recife" com Algoritmos de Ordenação

1. Considere que a lista de eventos do "Olha! Recife" pode sofrer alterações frequentes, como adição, remoção ou atualização de datas e horários. Implemente um algoritmo que ordene dinamicamente a lista de eventos sempre que houver uma mudança.

a) Utilize diferentes algoritmos de ordenação, como Mergesort, Quicksort e Heapsort, para ordenar os eventos quando houver mudanças na lista.

b) Implemente a ordenação para a lista inicial de eventos já fornecida. Em seguida, adicione mais três novos eventos sugeridos abaixo e reorganize a lista.

Olha! Recife Noturno - Tour Histórico: 01/10/2024, 21:00

Olha! Recife Pedalando - Antigos Cinemas do Recife: 29/09/2024, 09:00

Olha! Recife de Barco - Passeio no Capibaribe: 26/09/2024, 12:00

c) Meça e compare o tempo de execução de cada algoritmo ao reorganizar a lista quando novos eventos são adicionados.

|             |  |
|-------------|--|
| Mergesort - | Tempo de execução do algoritmo de ordenação: 0.001472 segundos |
| Quicksort - | Tempo de execução do algoritmo Quick Sort: 0.001198 segundos   |
| Heapsort -  | Tempo de execução do algoritmo Heap Sort: 0.001807 segundos    |

d) Analise a complexidade dos algoritmos para listas que mudam frequentemente e sugira qual algoritmo seria o mais eficiente para manter a lista de eventos sempre atualizada.

**Mergesort** - Tem complexidade  $O(n \log n)$  em todos os casos (pior, médio e melhor), sendo estável e garantindo que a ordem de eventos iguais seja preservada.

**Quicksort**- É amplamente reconhecido como um dos algoritmos mais rápidos na prática, com complexidade média de  $O(n \log n)$ . Ele é ideal para listas que precisam ser frequentemente ordenadas, pois é rápido na maioria dos casos.

**Heapsort**- Tem complexidade  $O(n \log n)$ , assim como os outros, mas funciona in-place, ou seja, sem necessidade de memória adicional significativa. Isso o torna útil em ambientes com restrições de memória.

A sugestão de algoritmo para manter a lista de eventos sempre atualizada é o Quicksort, por seu desempenho médio elevado e seu baixo uso de memória. Caso

houvesse a necessidade de estabilidade (manter a ordem dos eventos iguais), o MergeSort seria a melhor escolha, embora com maior consumo de memória.

**e) Justifique como um sistema de ordenação eficiente pode contribuir para melhorar a experiência do usuário ao visualizar a agenda atualizada.**

Um sistema de ordenação eficiente contribui diretamente para a melhoria da experiência do usuário ao garantir respostas rápidas, fácil navegação, escalabilidade e acesso organizado a informações. Um algoritmo escolhido corretamente para o contexto de uso não só melhora o desempenho do sistema, como também otimiza a forma como os usuários interagem com os dados, tornando a aplicação mais fluida e confiável.

## Referências

HERMUCHE, Anwar. **Métodos de Busca em Grafos — BFS & DFS**. Medium, 16 de abril de 2024. Disponível em: <https://medium.com/@anwarhermuche/métodos-de-busca-em-grafos-bfs-dfs-cf17761a0dd9>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

Metrô Recife. **Mapa do Metrô do Recife**. Disponível em: <https://www.metrorecife.com.br/mapa/>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

Prefeitura da Cidade do Recife. **Portal da Prefeitura da Cidade do Recife**. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

ALVES, Alice de Souza. **Metrô do Grande Recife é reflexo de uma metrópole fora dos trilhos**. Diário de Pernambuco, 02/09/2017. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2017/09/metropole-fora-dos-trilhos.html>. Acesso em: 13/10/2024.