

Trabalho final – 4 pontos

Esse trabalho não são só mais um trabalho de disciplina. Cada grupo vai estudar um tipo de problema em redes que aparece em GPS, logística, redes de computadores e planejamento de recursos. A ideia é que vocês: (1) entendam bem o problema clássico (fluxo, caminho mínimo, árvore, localização ou roteamento de veículos); (2) estudem uma **variante**, que hoje é tema de pesquisa; (3) implementem uma **meta-heurística** e testem em instâncias reais ou de *benchmark*.

Se vocês levarem isso a sério, esse trabalho pode virar TCC, artigo em evento ou base para iniciação científica. Eu vou acompanhar por etapas, com entregas parciais e *feedback*. Quem gostar do tema já sai com meio caminho andado para o TCC. Não é para fazer tudo em cima da hora.

Cada tema já tem objetivos bem claros (compreender modelo e algoritmos exatos, escolher variante NP-difícil, propor meta-heurística, testar em instâncias, analisar desempenho).

O foco não é só rodar um código, mas compreender o modelo, justificar decisões e interpretar resultados.

Serão 3 entregas

Entrega 1 – Implementação + Resultados (em grupo) (até 18 dezembro)

Código-fonte (de preferência C++, java), com comentários mínimos nas partes principais da meta-heurística. Um README explicando Como compilar/rodar, quais arquivos de instância usar, o que significa cada parâmetro (número de iterações, tamanho da população, etc.) e como chegou a esses valores.

Resultados (em pdf): uma tabela com, por exemplo, o nome da instância, valor da solução, tempo de execução, número de iterações, se fizer sentido para a meta-heurística escolhida. Se tiver uma solução de referência (estado da arte), mostrar a diferença percentual. Como é representada a solução? Qual a vizinhança/operadores (troca de arestas, troca de clientes de rota, etc.), Qual o critério de parada.? Alguma observação de comportamento (exemplo.:quando aumentamos o número de iterações, o tempo cresce muito, mas a qualidade não melhora tanto).

Entrega 2 - Relatório Final Individual

Cada estudante produz seu próprio relatório contendo, de 4 a 6 páginas (não entregar o mesmo texto do colega), mesmo usando os mesmos resultados do grupo. Sugestão: Apresentação do problema e da variante, Modelo / formulação (Explicar com palavras o que cada conjunto representa (clientes, nós, arestas...), o que cada variável significa e o sentido de cada tipo de restrição (capacidade, fluxo, conservação, etc.). Explicar o algoritmo (ideia geral, representação da solução, passos principais (inicialização, vizinhança, critério de parada). Análise dos resultados do grupo (escolher 2–3 tabelas/instâncias principais e comentar o que foi observado, dizer se o desempenho foi satisfatório ou não, possíveis melhorias (ex.: mudar vizinhança, parâmetros, combinar com busca local). No final, escreva o que aprendeu, qual parte achou mais difícil e como contribuiu no trabalho do grupo.

Entrega 3 – Vídeo de apresentação (grupo)

Sugestão: Problema e aplicações (3–4 min), Ideia da solução (3–4 min), Resultados e comentários (3–4 min). Todos devem aparecer falando em pelo menos um trecho (pode ser áudio sobre slide, não precisa câmera se alguém tiver vergonha).

Tema 1. Problemas de Fluxo em Redes: Fluxo Máximo e Custo Mínimo

Descrição Geral Este grupo estudará os problemas de fluxo em redes, que consistem em determinar o transporte ótimo de um recurso através de uma rede com restrições de capacidade e custo. Após compreender os algoritmos exatos clássicos (Ford–Fulkerson, Edmonds–Karp, Simplex de Rede), o grupo deverá investigar variantes modernas, como o **Fluxo com Múltiplas Mercadorias (Multi-Commodity Flow Problem)**, o **Fluxo Máximo com Custo Mínimo**, ou o **Fluxo Dinâmico**, e **desenvolver** uma meta-heurística para tratá-las.

Objetivos Específicos

1. **Compreender** o modelo geral, a formulação matemática e os algoritmos exatos clássicos do Fluxo Máximo e Custo Mínimo.
2. **Investigar** uma variante **NP-difícil** (e.g., Fluxo com Múltiplas Mercadorias), justificando sua relevância e apresentando sua formulação.
3. **Propor e implementar** uma meta-heurística apropriada para resolver a variante escolhida em redes de médio e grande porte.
4. **Testar e avaliar** a meta-heurística utilizando instâncias de *benchmark* ou dados simulados, documentando o ambiente de implementação.
5. **Analisar o desempenho** obtido em termos de qualidade da solução e tempo de execução, e **comparar** os resultados com heurísticas clássicas ou *bounds* conhecidos.

Tema 2. Problemas de Caminho Mínimo e Suas Extensões

Descrição Geral O grupo investigará o **Problema do Caminho Mínimo (Shortest Path Problem)**, fundamental na programação em redes e base para muitos sistemas modernos (GPS, roteadores, logística urbana). Após estudar algoritmos exatos como Dijkstra, Bellman-Ford e Floyd-Warshall, os alunos deverão abordar uma variante mais complexa (e.g., com restrições de tempo, capacidade ou múltiplos objetivos) e **desenvolver** uma meta-heurística para resolvê-la. Variantes modernas incluem o **Problema do Caminho Mínimo com Restrições de Recursos (PCMRC)**, o **Caminho Mínimo Estocástico**, e o **Caminho Mínimo Multiobjetivo**.

Objetivos Específicos

1. **Compreender** o modelo geral, a formulação matemática e os algoritmos exatos clássicos do Problema do Caminho Mínimo.
2. **Investigar** uma variante **NP-difícil** (e.g., PCMRC, SPPTW ou MOSP), justificando sua relevância e apresentando sua formulação.
3. **Propor e implementar** uma meta-heurística apropriada para resolver a variante escolhida em redes de médio e grande porte.
4. **Testar e avaliar** a meta-heurística utilizando instâncias de *benchmark* ou dados simulados, documentando o ambiente de implementação.
5. **Analisar o desempenho** obtido em termos de qualidade da solução e tempo de execução, e **comparar** os resultados com heurísticas clássicas ou *bounds* conhecidos.

Tema 3. Árvore Geradora Mínima e Variantes em Redes Complexas

Descrição Geral Este grupo explorará o **Problema da Árvore Geradora Mínima (MST – Minimum Spanning Tree)**, que busca conectar todos os nós de uma rede com o menor custo possível. Após compreender os algoritmos clássicos (Prim, Kruskal, Borůvka), os alunos deverão investigar uma variante avançada, como a **Steiner Tree**, a **Árvore com Restrição de Grau**, a **Árvore Geradora Mínima Capacitada (CMST)** ou a **Árvore de Steiner Estocástica**, e **desenvolver** uma meta-heurística para resolvê-la.

Objetivos Específicos

1. **Compreender** o modelo geral, a formulação matemática e os algoritmos exatos clássicos do Problema da Árvore Geradora Mínima (MST).
2. **Investigar** uma variante **NP-difícil** (e.g., Steiner Tree Problem), justificando sua relevância e apresentando sua formulação.
3. **Propor e implementar** uma meta-heurística apropriada para resolver a variante escolhida em redes de médio e grande porte.
4. **Testar e avaliar** a meta-heurística utilizando instâncias de *benchmark* ou dados simulados, documentando o ambiente de implementação.
5. **Analisar o desempenho** obtido em termos de qualidade da solução e tempo de execução, e **comparar** os resultados com heurísticas clássicas ou *bounds* conhecidos.

Tema 4. Problemas de Localização e Conectividade em Redes

Descrição Geral O grupo abordará os **Problemas de Localização de Instalações (Facility Location)** e **Hub Location**, que envolvem decidir onde instalar centros de distribuição ou roteamento para otimizar fluxos na rede. São problemas estratégicos de redes, relacionados à alocação de recursos, cobertura e conectividade. Variantes modernas incluem o **Facility Location Capacitado**, o **Localização com Múltiplos Níveis**, o **Problema de Localização-Roteamento** ou o **Problema de Cobertura Máxima**. Os alunos deverão explorar uma variante e **desenvolver** uma meta-heurística capaz de gerar soluções aproximadas eficientes.

Objetivos Específicos

1. **Compreender** o modelo geral, a formulação matemática e os algoritmos exatos clássicos dos Problemas de Localização (p-mediana, p-centro, cobertura).
2. **Investigar** uma variante **NP-difícil** (e.g., Localização com Restrições de Capacidade ou Múltiplos Níveis), justificando sua relevância e apresentando sua formulação.
3. **Propor e implementar** uma meta-heurística apropriada para resolver a variante escolhida em redes de médio e grande porte.
4. **Testar e avaliar** a meta-heurística utilizando instâncias de *benchmark* ou dados simulados, documentando o ambiente de implementação.

5. **Analisar o desempenho** obtido em termos de qualidade da solução e tempo de execução, e **comparar** os resultados com heurísticas clássicas ou *bounds* conhecidos.

Tema 5. O Problema de Roteamento de Veículos (VRP)

Descrição Geral Este grupo estudará o **Problema de Roteamento de Veículos (Vehicle Routing Problem — VRP)** e suas principais variantes como extensões naturais dos problemas clássicos de redes. O objetivo é mostrar como o VRP herda elementos estruturais desses problemas, ao mesmo tempo que adiciona restrições que o tornam computacionalmente complexo. Variantes reais e modernas incluem o **VRP com Janelas de Tempo (VRPTW)**, **VRP com Coleta e Entrega (VRPPD)**, **VRP com Frota Heterogênea** ou o **VRP Dinâmico**. O grupo deverá escolher uma variante e **desenvolver** uma meta-heurística para resolvê-la.

Objetivos Específicos

1. **Compreender** o modelo geral, a formulação matemática e as relações do VRP com problemas clássicos de rede (fluxo, caminho, árvore).
2. **Investigar** uma variante **NP-difícil** (e.g., VRP com Janelas de Tempo ou Frota Heterogênea), justificando sua relevância e apresentando sua formulação.
3. **Propor e implementar** uma meta-heurística apropriada para resolver a variante escolhida em redes de médio e grande porte.
4. **Testar e avaliar** a meta-heurística utilizando instâncias de **benchmark (e.g., da VRP Library)** ou dados simulados, documentando o ambiente de implementação.
5. **Analisar o desempenho** obtido em termos de qualidade da solução e tempo de execução, e **comparar** os resultados com heurísticas clássicas ou *bounds* conhecidos.