

## Trabalho Prático II

---

Profs. Cristiano Castro e João Pedro Campos

October 14, 2025

### 1 COLORAÇÃO EM GRAFOS

O problema de coloração em grafos, ou *graph coloring* em inglês, em sua forma mais tradicional, consiste na rotulação (atribuição de uma cor) de vértices de um grafo, os quais estão sujeitos a restrições previamente definidas. A restrição usualmente imposta é que dois vértices vizinhos, isto é, que compartilham uma mesma aresta, não podem possuir a mesma cor, conforme pode ser visto na Figura 1.1.

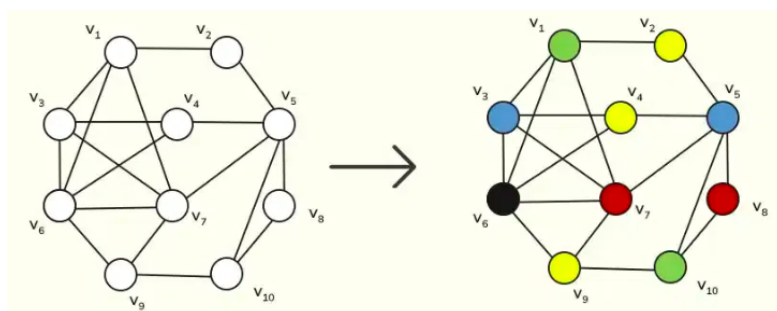


Figure 1.1: O problema de coloração em grafos.

O problema tem sua origem na coloração de mapas, em que regiões que fazem fronteira no mapa não devem possuir a mesma cor. A Figura 1.2 ilustra a modelagem de uma

instância do problema de coloração de mapas como um grafo de restrições (do inglês, *constraint graph*).

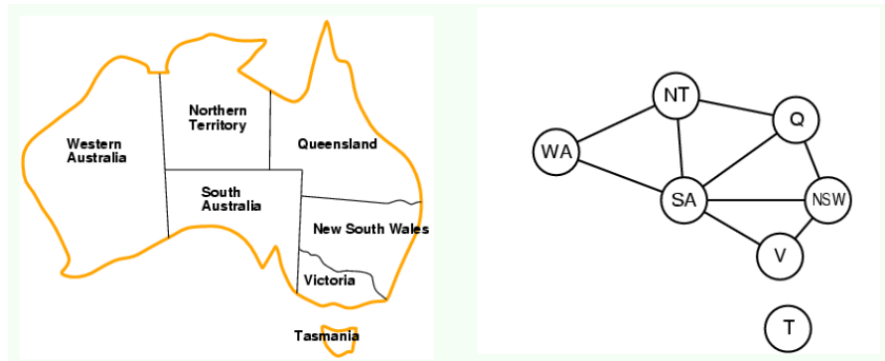


Figure 1.2: Modelagem do problema de coloração de mapas através de um grafo em que as arestas representam as restrições binárias entre os vértices (variáveis).

Com relação a este problema de coloração em grafos, vocês devem implementar as tarefas a seguir.

## 2 TAREFAS

### Tarefa 1

Complete os trechos de código faltantes no *jupyter notebook* “TP2\_CSP\_LocalSearch\_GA.ipynb”, fornecido no Moodle, com o objetivo de implementar corretamente as seguintes heurísticas para resolver o problema de coloração em grafos:

1. Random Walk (RW):
  - Escolhe aleatoriamente uma variável e muda sua cor aleatoriamente.
2. Best Improvement (BI):
  - Testa TODAS as mudanças possíveis (todos os vértices e cores).
  - Escolhe a mudança que mais reduz conflitos.
3. First Improvement with Random Local Search (FI-RS):
  - Escolhe uma variável aleatoriamente.
  - Tenta uma cor aleatória para ela.
  - Se melhorar, aceita.
4. First Improvement with Any Conflict (FI-AC):

- Escolhe uma variável que está em conflito.
- Tenta todas as cores possíveis.
- Escolhe a cor que mais reduz conflitos (*best color* para aquela variável).

#### 5. Simulated Annealing (SA):

- Parecido com FI, mas aceita piores soluções com uma probabilidade que é função do parâmetro de temperatura (que decai com o tempo) e da diferença entre o número de conflitos entre a coloração (atribuição) atual e a nova coloração.

#### 6. Algoritmo Genético (GA):

- Evolui um conjunto de soluções candidatas, denominado população;
- A cada passo, as soluções atuais interagem entre si, através dos operadores de recombinação (crossover) e mutação (mutation) para produzir uma nova população.

## Tarefa 2

Use o *jupyter notebook* “TP2\_CSP\_LocalSearch\_GA.ipynb” para testar todas as heurísticas implementadas. Use a instância de exemplo fornecida no *notebook* (Grafo da Figura 1.1) para checar se as heurísticas estão funcionando conforme o esperado.

Em seguida, escolha dois outros problemas de Coloração em Grafos entre o conjunto de instâncias disponível em:

<https://mat.tepper.cmu.edu/COLOR/instances.html>

## Tarefa 3

Construa os gráficos de *runtime distribution* para cada uma das seis heurísticas implementadas: RW, BI, FI-RS, FI-AC, SA e GA. Os gráficos devem ser gerados a partir de múltiplas execuções independentes das heurísticas com um número fixo de passos. Após gerar os gráficos, faça uma discussão comparando o desempenho das heurísticas e, tomando como base a robustez, a velocidade média para encontrar uma solução, entre outros critérios importantes que você observar.

## Tarefa 4

Pesquise a heurística *DSATUR*. Implemente e compare com os resultados anteriores.

### 3 CONSTRUÇÃO DO RELATÓRIO

Cada grupo deverá entregar um relatório detalhado, preferencialmente escrito em  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ , contendo as explicações e discussões pertinentes às resoluções de cada tarefa enumerada na seção anterior. Dentre as discussões que devem constar no documento, estão:

- Explicação básica das heurísticas estudadas e implementadas;
- Comparação e discussão das heurísticas aplicadas para solucionar as instâncias do problema de coloração em grafos.

O relatório será avaliado em termos da clareza da escrita, correção gramatical e riqueza do conteúdo apresentado. Não hesite em acrescentar imagens, gráficos e tabelas para dar suporte à sua argumentação. Lembre-se: figuras e tabelas devem ser devidamente referenciadas no texto. Todas as referências bibliográficas utilizadas devem constar ao final do documento e devem estar no mesmo formato (ABNT, APA, Vancouver, o que desejarem).

### 4 CONSTITUIÇÃO DOS GRUPOS

Os trabalhos deverão ser desenvolvidos em grupos de 5 (cinco) estudantes. Importante:  $5 \neq 6$ . Lembrem-se: fiquem à vontade para marcar uma conversa com os tutores da disciplina caso surjam dúvidas.

### 5 USO DE IAS GENERATIVAS

Em tempos de IA generativa, é importante frisar que tais ferramentas podem ser muito úteis e ajudar no aprendizado de conteúdos novos, **quando bem utilizadas**. Recomendamos que consultem, caso já não o tenham feito, os materiais presentes no Moodle acerca do uso ético de IAs no ambiente acadêmico. Relatórios que contenham **marcas evidentes de uso de IA generativa** (como trechos de *prompt* ou respostas da IA em primeira pessoa) **não serão corrigidos**. O uso de IAs é bem-vindo para tarefas que não envolvam geração de conteúdo do zero, mas sim aquelas que auxiliam o pesquisador a tratar, refinar, debugar, corrigir ou melhorar conteúdo já gerado. Recomendamos fortemente que, caso usem IAs, tomem o cuidado de se certificar de que estão **entendendo o que está sendo feito, e não apenas delegando o raciocínio à IA**.

BOM TRABALHO!