

Métodos de busca:

Coloração de mapas

8598861 - Bernardo Simões Lage G. Duarte

8122585 - Eder Rosati Ribeiro

8936993 - Gabriel Luiz Ferraz Souto

8936648 - Giovani Ortolani Barbosa

8531887 - Giovanni Robira

8937271 - Rafael Bueno da Silva

Universidade de São Paulo

SCC - 230 Inteligência Artificial

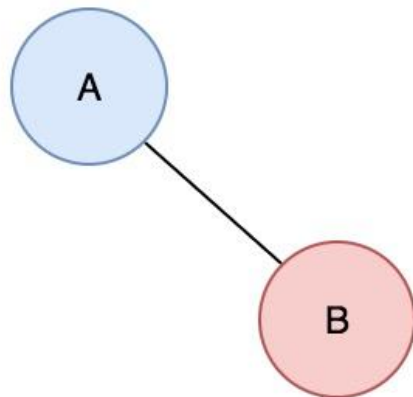
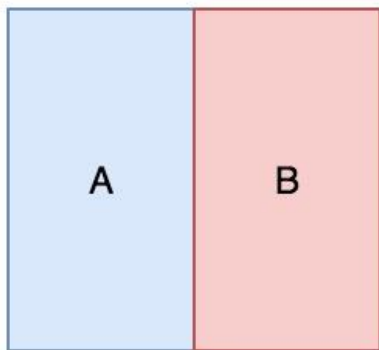
Profa. Solange Oliveira Rezende

2º semestre 2017



Introdução ao problema

- Mapa pode ser representado como um grafo
 - Coloração de grafos
- Utilização de 4 cores
 - Suficiente para colorir qualquer mapa
- Qualquer solução é dada como boa

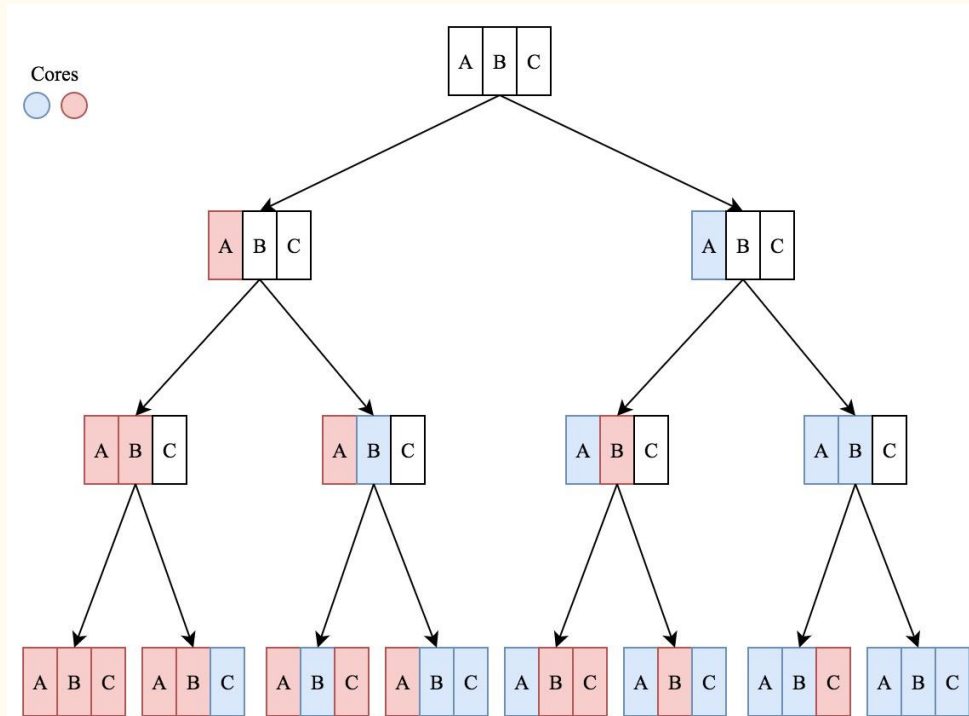


Modelagem de estados

- Cada estado representa a coloração de uma região com uma cor diferente
- Estado Inicial:
 - Mapa com regiões não coloridas
- Estado Final:
 - Todas regiões coloridas
 - Restrições do problema respeitadas - Regiões adjacentes não podem ter a mesma cor
 - Múltiplos estados finais

Exemplo Modelagem

- Exemplo com três regiões e duas cores

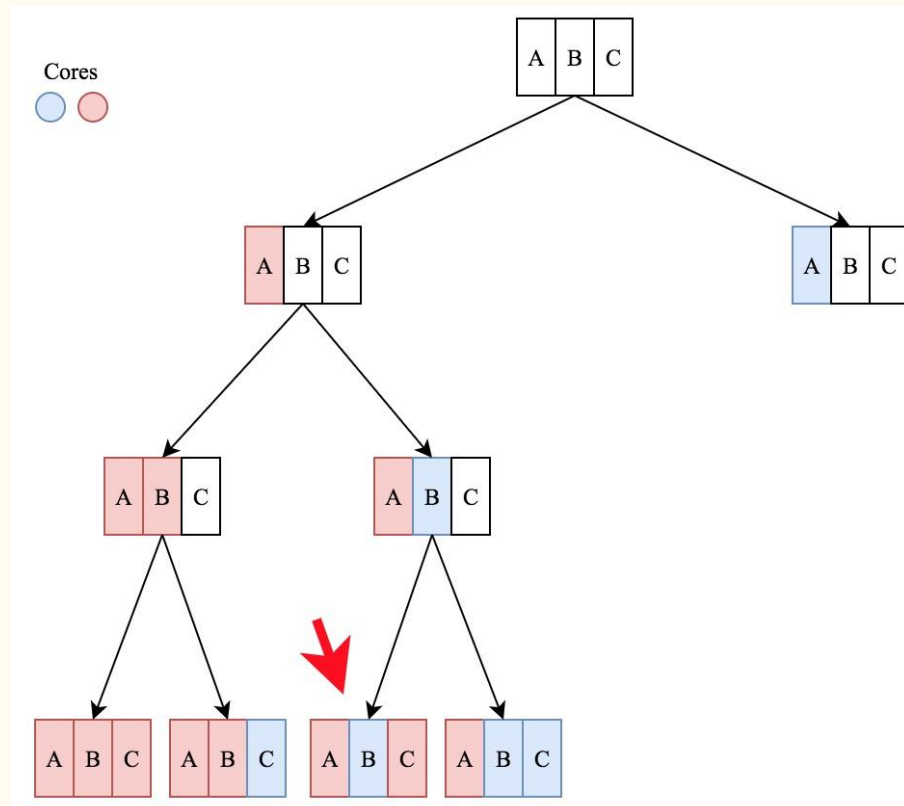


Entendendo o Problema

- Todos os estados finais no maior nível da árvore de estados
- Cada estado possui 4 no máximo filhos
 - 4 sendo o número de cores do problema
 - Árvore cresce muito rápido horizontalmente
- Nunca se fará necessário visitar a árvore inteira
 - No máximo será necessário percorrer uma das subárvores

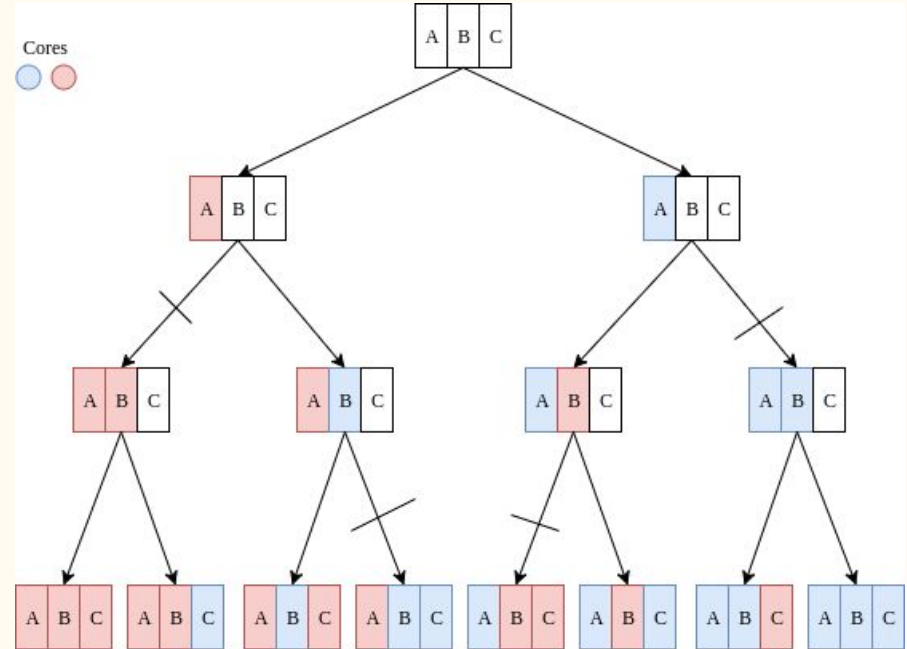
Busca cega

- Busca em profundidade com backtracking
 - Encontra resultado antes de voltar no nó inicial
 - Visita no máximo uma subárvore
 - Não visita todos os nós de todos os níveis acima do último, como aconteceria com o BFS



Busca informada

- Implementação de heurísticas
 - Verificação adiante
 - Mínimos Valores Remanescentes (MVR)
 - MVR com variável mais restritiva
- MVR se assemelha com a função heurística
 - A $f(a)$ da A^* , por ex., utiliza a estimativa do caminho em linha reta
 - O MVR utiliza o nó com menor valores possíveis
- Faz diversos cortes na árvore
- Quanto maior/mais complexo o grafo melhor o resultado



Implementação

- Feito na linguagem C
- Exemplo de entrada e saída

```
|27 d
Acre: Amazonas, Rondonia.
Alagoas: Pernambuco, Sergipe, Bahia.
Amapa: Para.
Amazonas: Acre, Rondonia, Mato Grosso, Para, Roraima.
Bahia: Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Piaui, Tocantins, Goias, Minas Gerais, Espirito Santo.
Ceara: Piaui, Pernambuco, Paraiba, Rio Grande do Norte.
Distrito Federal: Goias.
Goias: Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Distrito Federal.
Espirito Santo: Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro.
Maranhao: Para, Tocantins, Piaui.
```

```
Uso da heurística: d
Mapa colorido com sucesso em 27 atribuicoes de cor e em 0.243000 ms.

Acre: Vermelho
Alagoas: Amarelo
Amapa: Vermelho
Amazonas: Verde
Bahia: Vermelho
Ceara: Vermelho
```


Resultados

Tabela 1 - atribuições de cor e tempo de execução para o arquivo brasil.in

Região	Heurística	Atribuições de cor	Tempo (em ms - média de 5 execuções)
Brasil	a	395	0,2074
	b	29	0,0996
	c	27	0,1502
	d	27	0,2328

a = busca cega

b = busca com verificação adiante

c = busca com verificação adiante e MVR

d = busca com verificação adiante, MVR, valor mais restritivo (maior grau)

Tabela 3 - atribuições de cor e tempo de execução para o arquivo usa.in

Região	Heurística	Atribuições de cor	Tempo (em ms - média de 5 execuções)
E.U.A.	a	4088658	1721,467
	b	151368	576,337
	c	51	0,547
	d	51	0,584

Tabela 2 - atribuições de cor e tempo de execução para o arquivo europe.in

Região	Heurística	Atribuições de cor	Tempo (em ms - média de 5 execuções)
Europa	a	43	0,0236
	b	43	0,1725
	c	41	0,3240
	d	41	0,3672

Obrigado!