

MC 906 – Inteligência Artificial



Seminário
Resolvendo o problema das N-Rainhas

Vitor Salvucci Ricci
RA: 083052

1º semestre de 2.011
Universidade Estadual de Campinas

Roteiro

Roteiro

- Apresentação do problema

Roteiro

- Apresentação do problema
- Táticas para a resolução

Roteiro

- Apresentação do problema
- Táticas para a resolução
- Software

Apresentação do problema

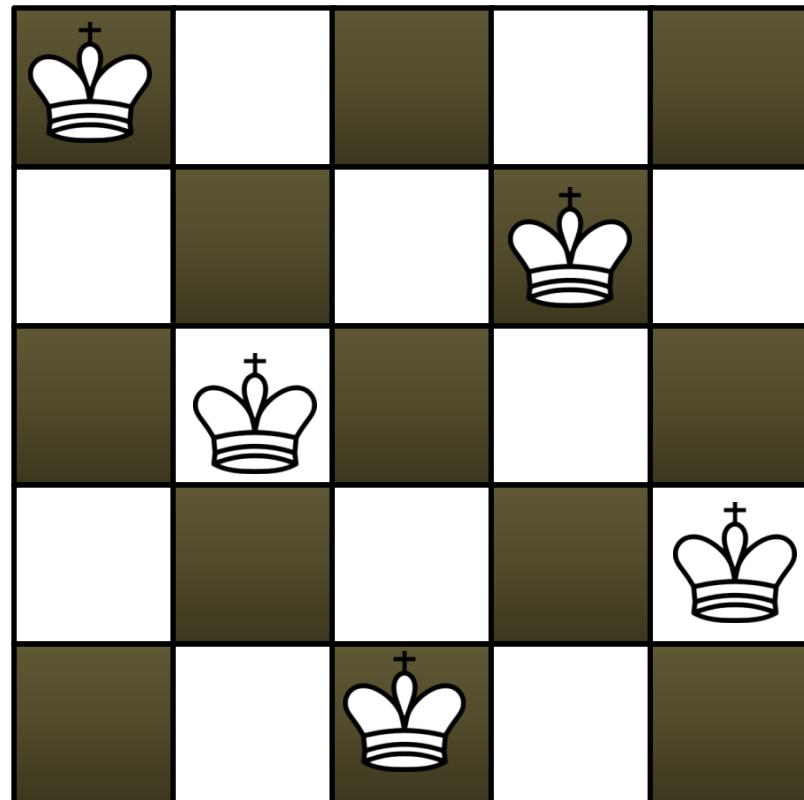
Enunciado

Enunciado

O problema consiste em dispor N rainhas em um tabuleiro $N \times N$, de tal modo que nenhuma rainha ataque outra, seguindo as regras do xadrez.

Enunciado

O problema consiste em dispor N rainhas em um tabuleiro $N \times N$, de tal modo que nenhuma rainha ataque outra, seguindo as regras do xadrez.



Um exemplo de solução para $N=5$

História

História

- Século XIX : primeiros relatos

História

- Século XIX : primeiros relatos
- Proposto por um jogador de xadrez e estudado por vários matemáticos

História

- Século XIX : primeiros relatos
- Proposto por um jogador de xadrez e estudado por vários matemáticos
- Gauss dedicou-se ao problema das 8-rainhas

Características

Características

- Quebra - cabeça

Características

- Quebra - cabeça
- Não há adversários

Características

- Quebra - cabeça
- Não há adversários
- Problemas semelhantes

Características

- Quebra - cabeça
- Não há adversários
- Problemas semelhantes
 - Torres de Hanói

Características

- Quebra - cabeça
- Não há adversários
- Problemas semelhantes
 - Torres de Hanói
 - Cobertura total

Características

- Quebra - cabeça
- Não há adversários
- Problemas semelhantes
 - Torres de Hanói
 - Cobertura total
 - Combinações com outras peças

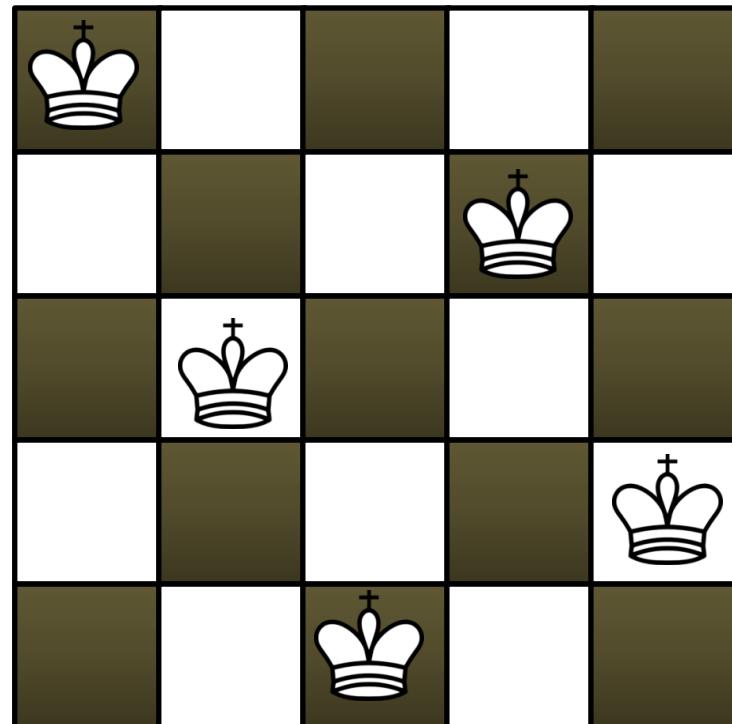
Soluções

Soluções

- Codificação

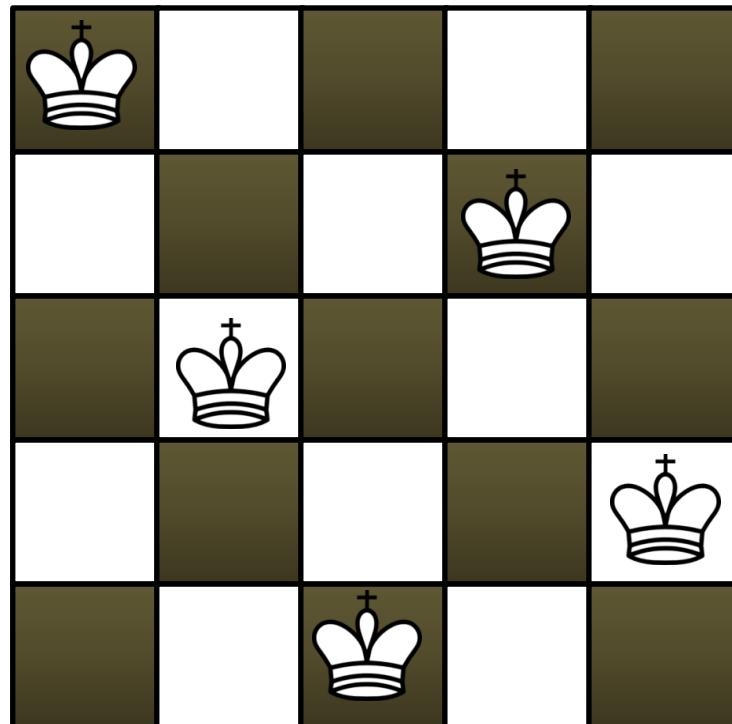
Soluções

- Codificação



Soluções

- Codificação



A solução pode ser representada por:

$$S = [1, 3, 5, 2, 4]$$

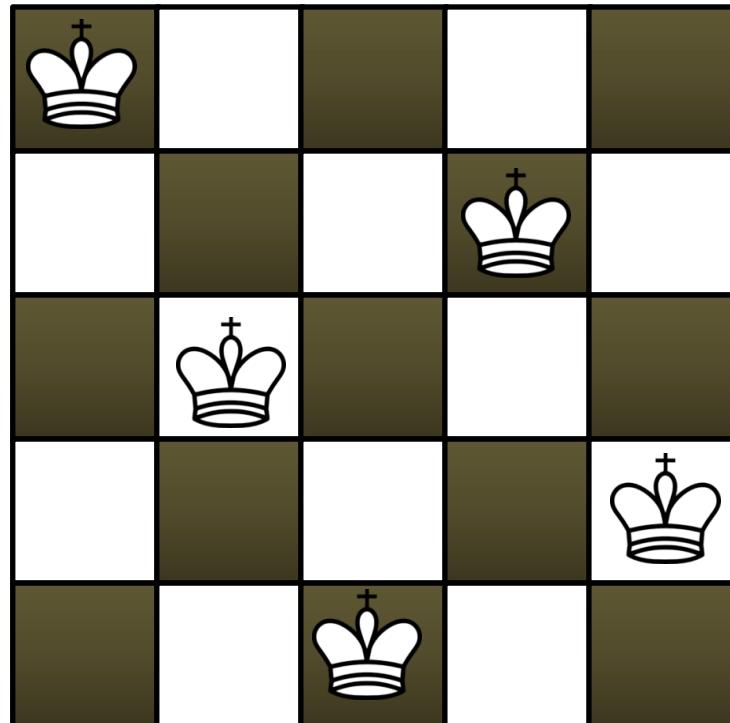
Soluções

Soluções

- Equivalência entre soluções

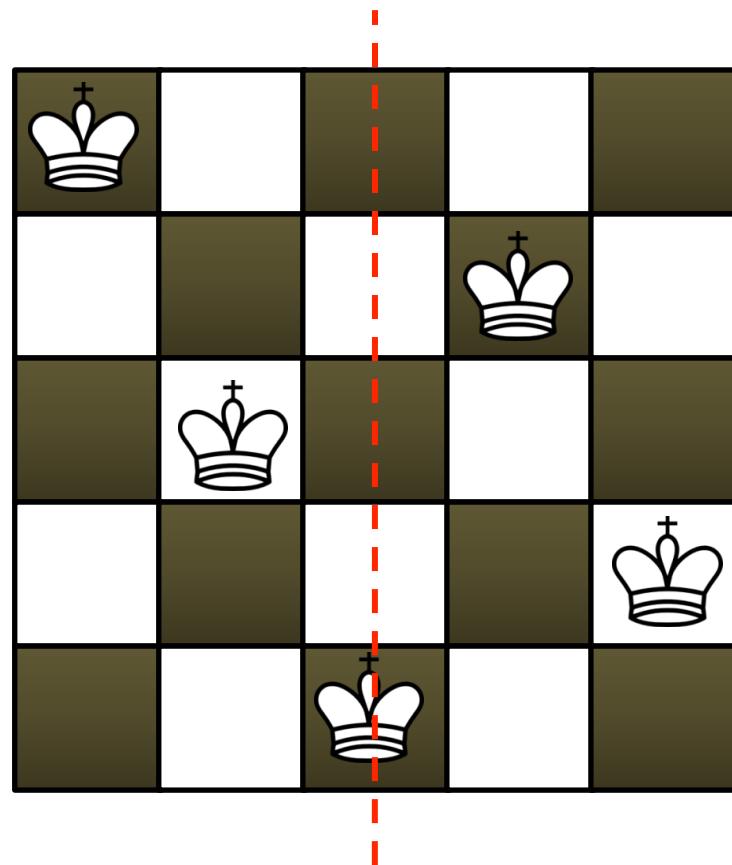
Soluções

- Equivalência entre soluções



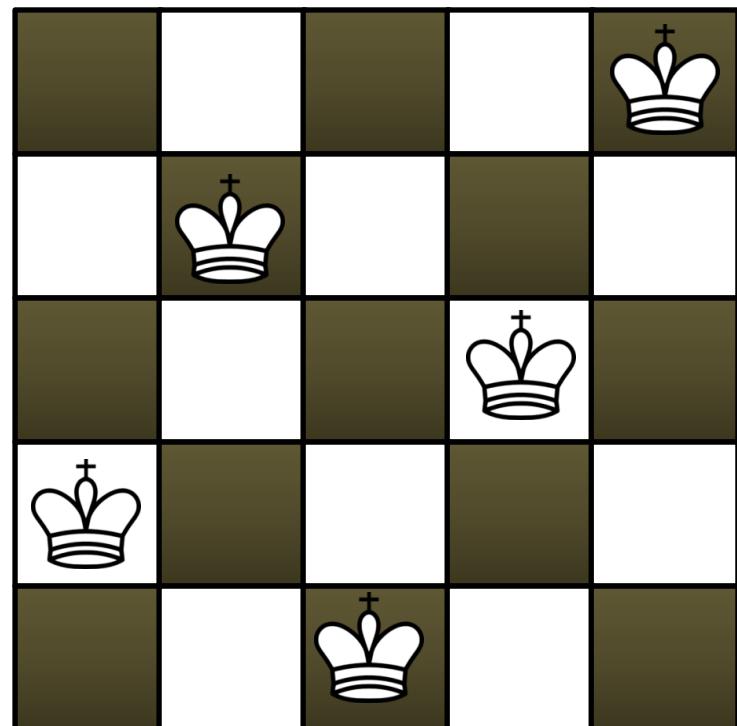
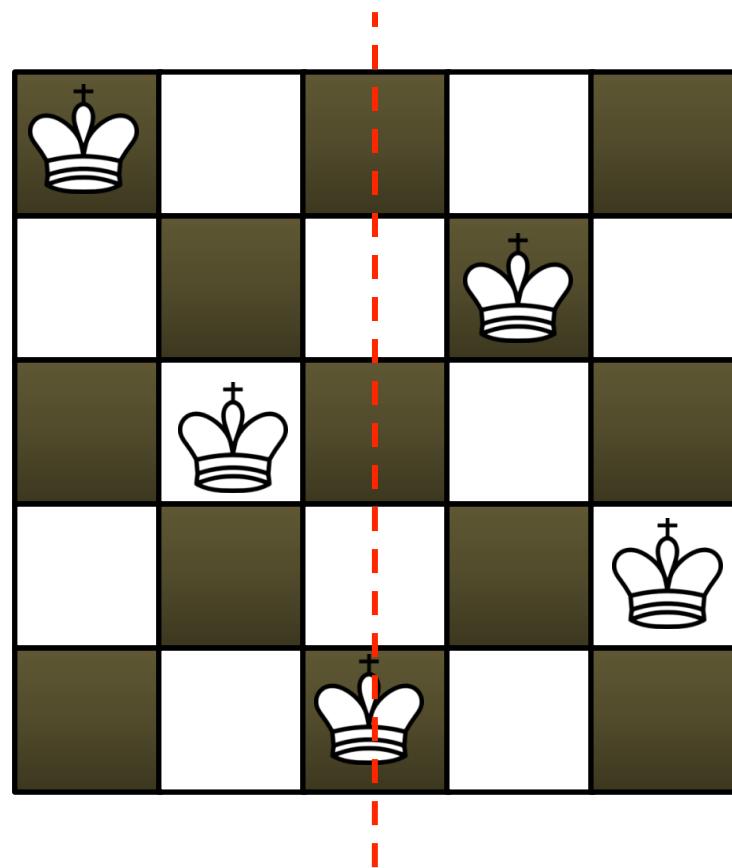
Soluções

- Equivalência entre soluções



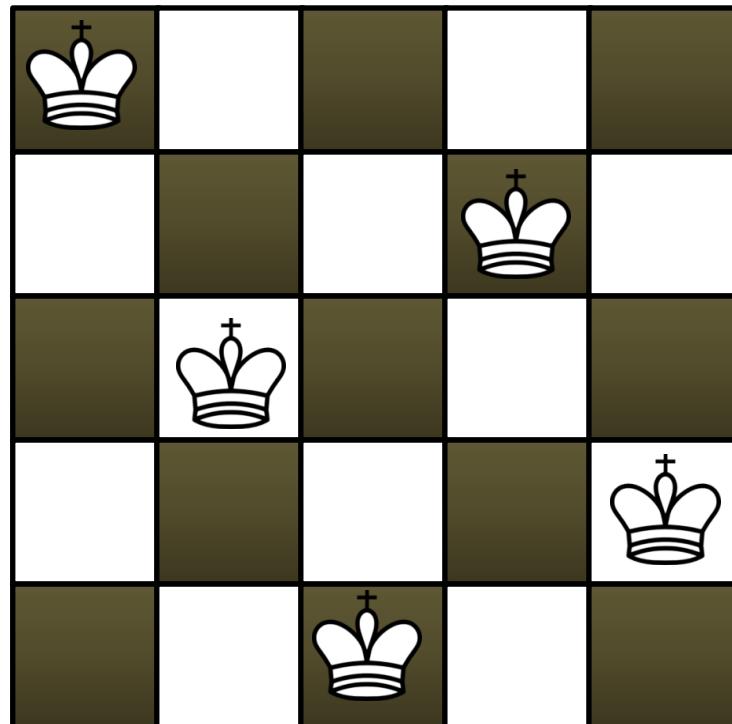
Soluções

- Equivalência entre soluções



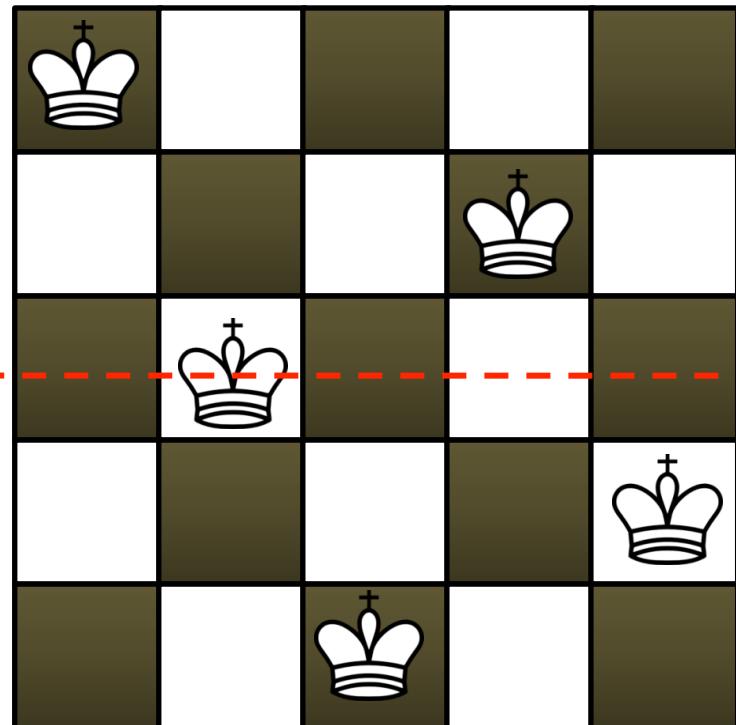
Soluções

- Equivalência entre soluções



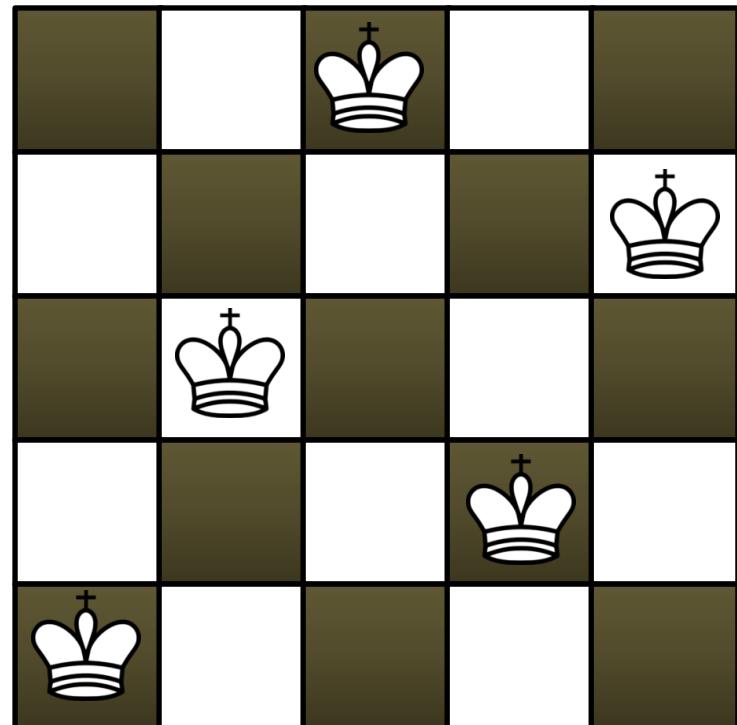
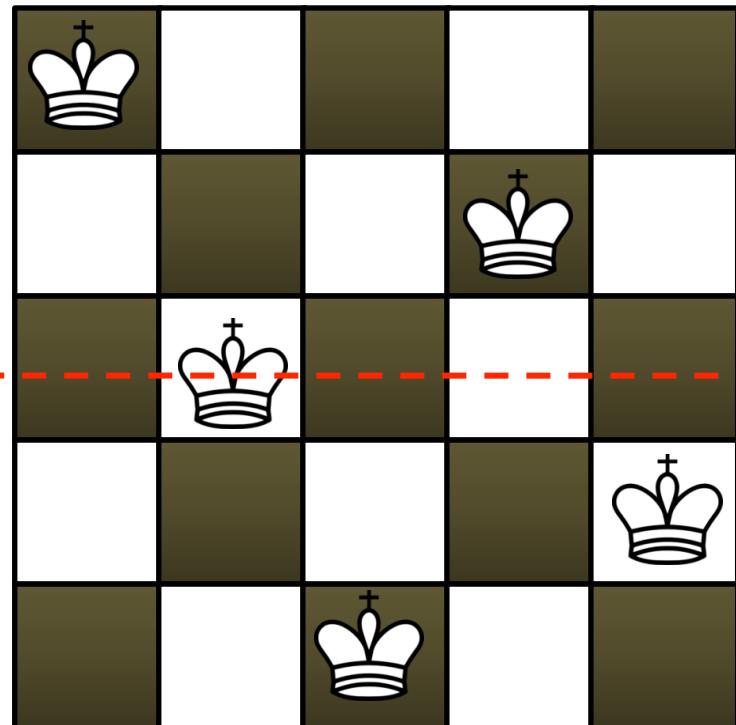
Soluções

- Equivalência entre soluções



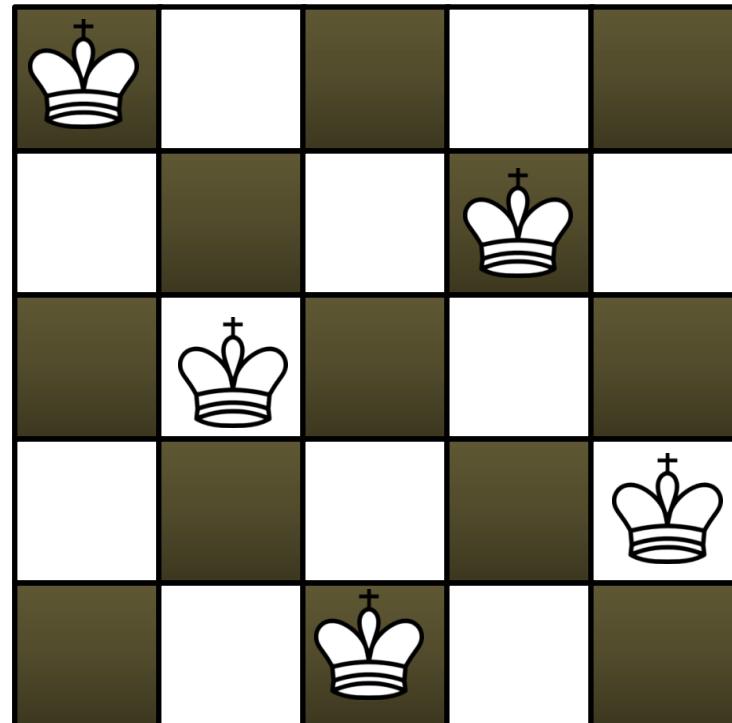
Soluções

- Equivalência entre soluções



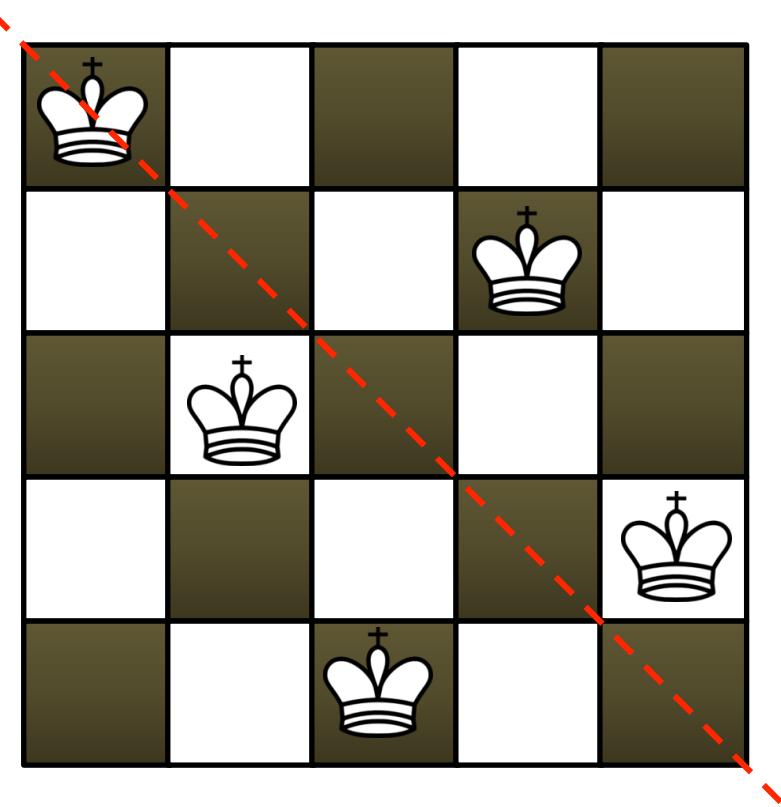
Soluções

- Equivalência entre soluções



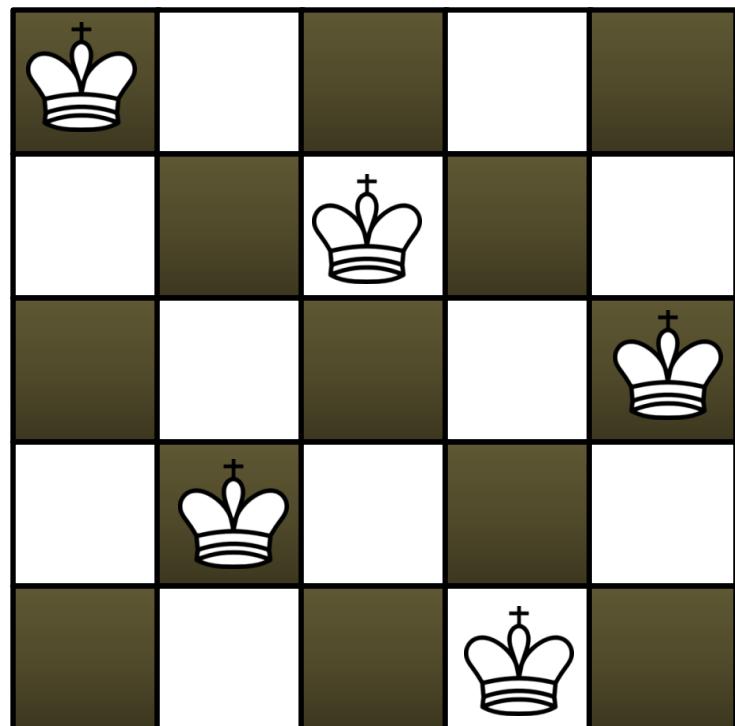
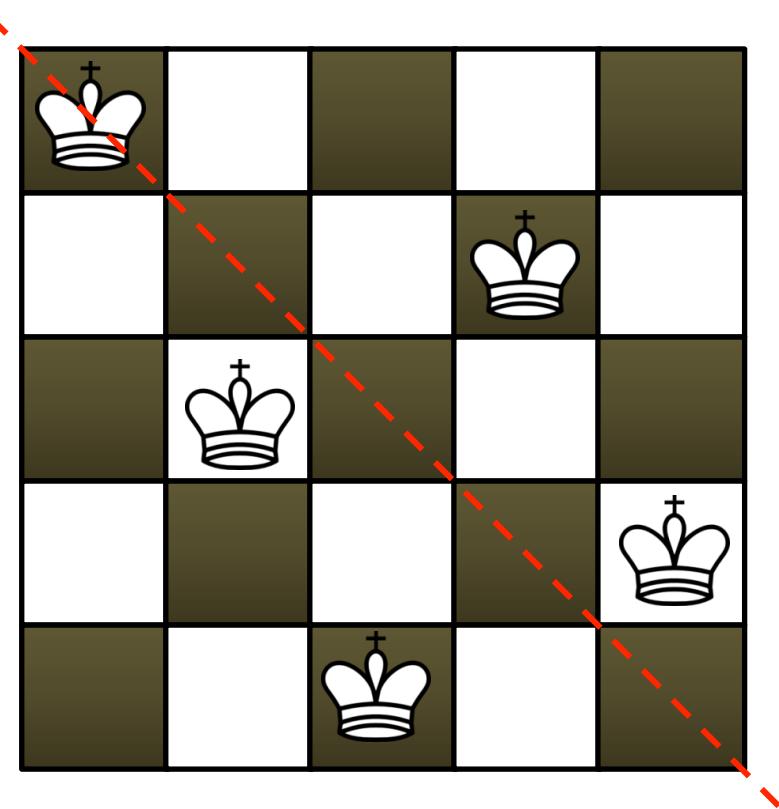
Soluções

- Equivalência entre soluções



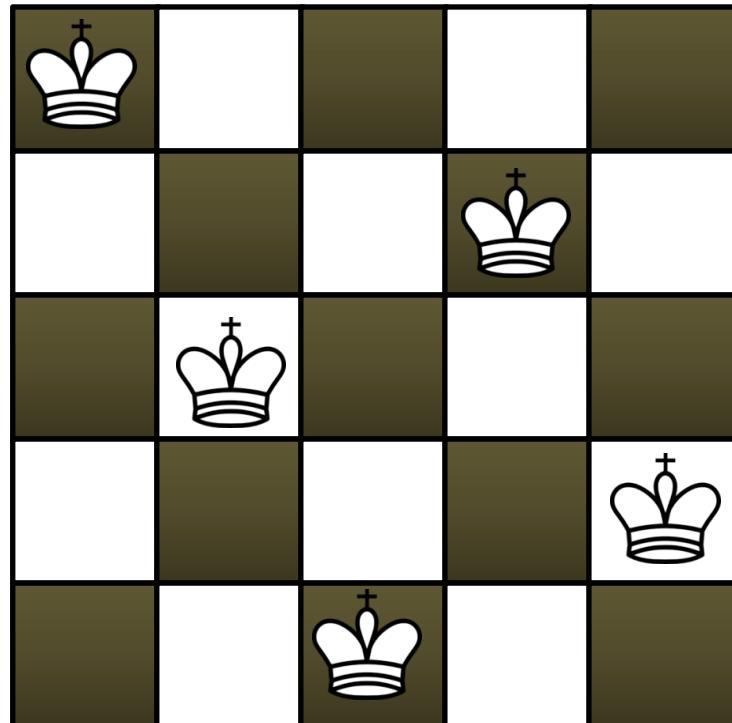
Soluções

- Equivalência entre soluções



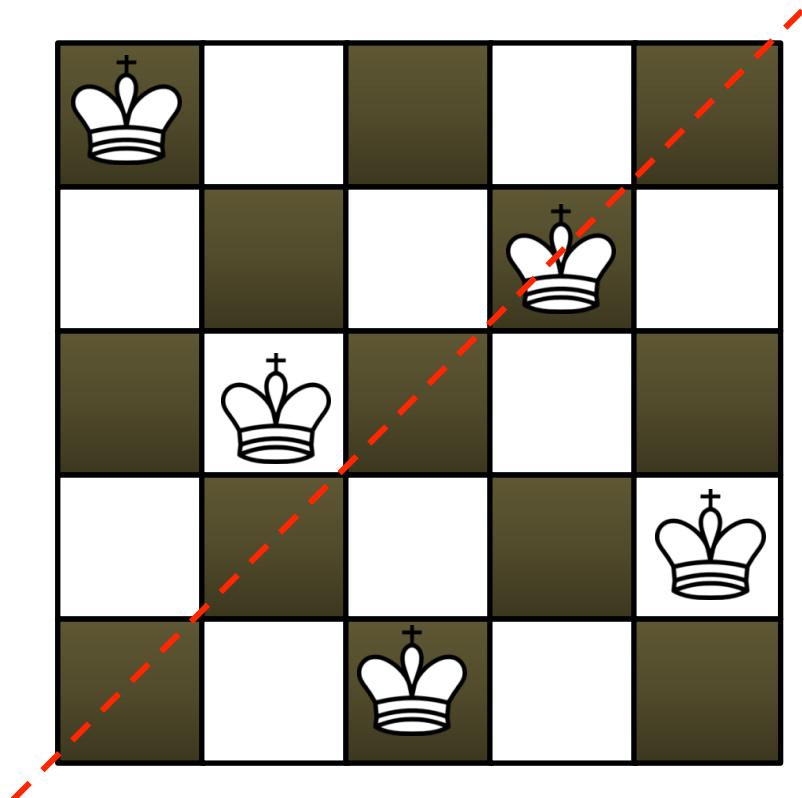
Soluções

- Equivalência entre soluções



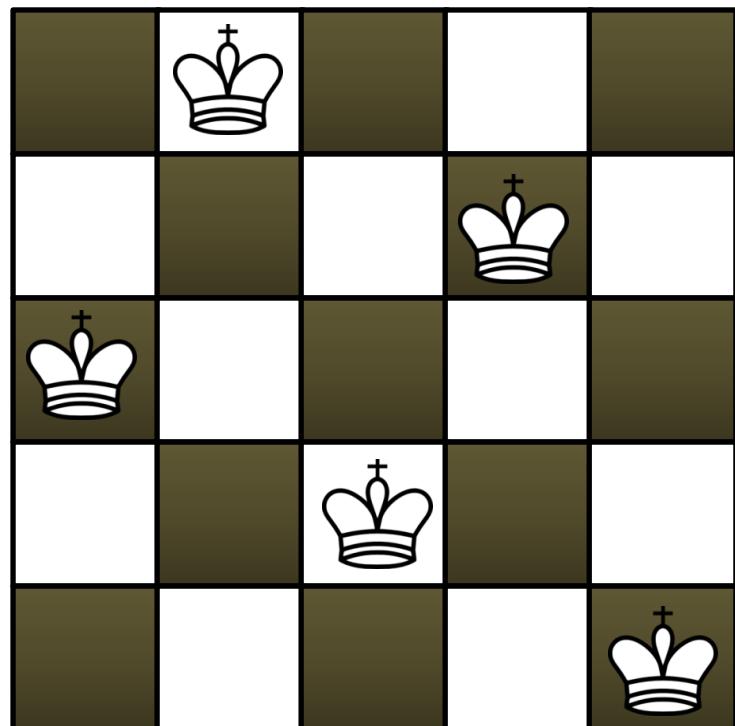
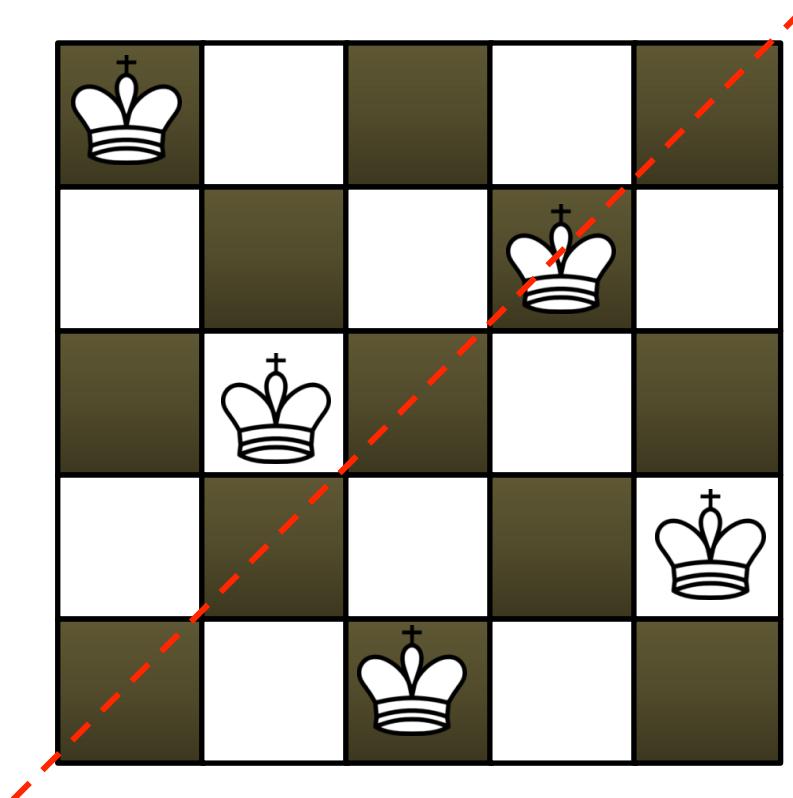
Soluções

- Equivalência entre soluções



Soluções

- Equivalência entre soluções



Soluções

Soluções

- Número de soluções

Soluções

- Número de soluções

N	Soluções	Soluções Independentes
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	2	1
5	10	2
6	4	1
7	40	6
8	92	12

Soluções

- Número de soluções

N	Soluções	Soluções Independentes
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	2	1
5	10	2
6	4	1
7	40	6
8	92	12

Soluções

- Número de soluções

N	Soluções	Soluções Independentes
1	1	1
2	0	0
3	0	0
4	2	1
5	10	2
6	4	1
7	40	6
8	92	12

Soluções

- Número de soluções

Soluções

- Número de soluções

N	Soluções	Soluções Independentes
9	352	46
10	724	92
.	.	.
.	.	.
.	.	.
25	2.207.893.435.808.352	275.986.683.743.433
26	22.317.699.616.364.044	2.789.712.466.510.289

Soluções

- Número de soluções

N	Soluções	Soluções Independentes
9	352	46
10	724	92
.	.	.
.	.	.
.	.	.
25	2.207.893.435.808.352	275.986.683.743.433
26	22.317.699.616.364.044	2.789.712.466.510.289

Por que é um problema de I.A.?

Por que é um problema de I.A.?

Podemos identificar no problema:

Por que é um problema de I.A.?

Podemos identificar no problema:

- Agente racional

Por que é um problema de I.A.?

Podemos identificar no problema:

- Agente racional
- Espaço de estados

Por que é um problema de I.A.?

Podemos identificar no problema:

- Agente racional
- Espaço de estados
- Objetivo

Táticas para a resolução

Táticas escolhidas

Táticas escolhidas

- Força bruta

Táticas escolhidas

- Força bruta
- Busca local

Táticas escolhidas

- Força bruta
- Busca local
- Satisfação de restrições

Táticas escolhidas

- Força bruta
- Busca local
- Satisfação de restrições
- Conflitos mínimos

Força bruta

Força bruta

- Busca pela solução de forma recursiva

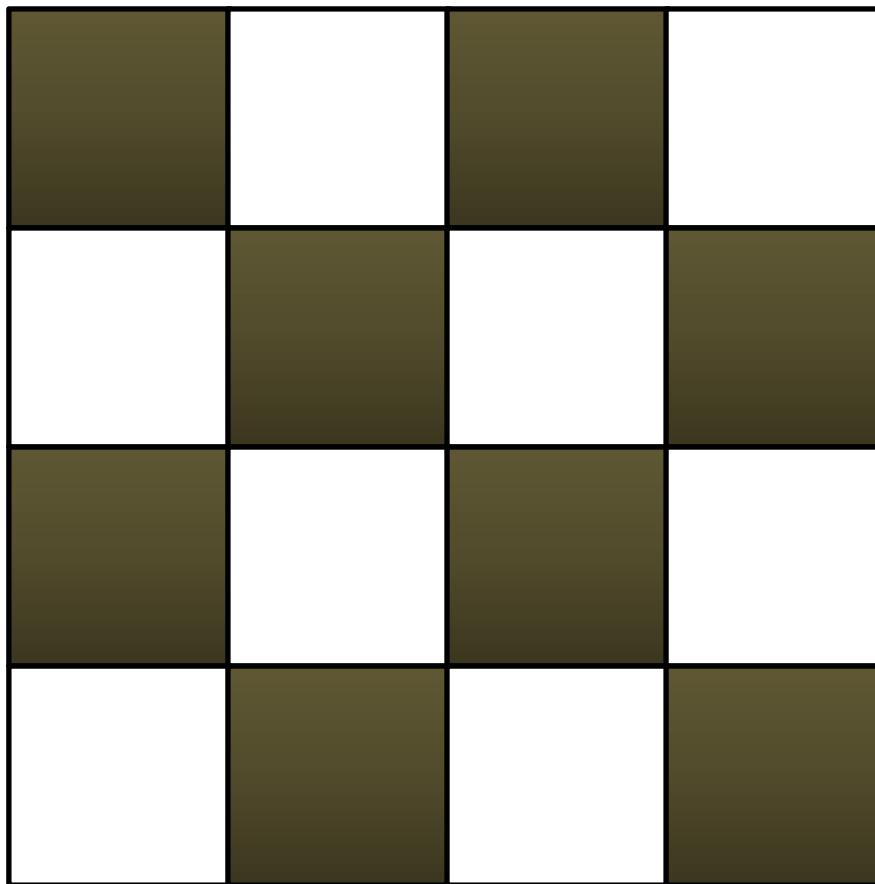
Força bruta

- Busca pela solução de forma recursiva
- O tabuleiro inicialmente está vazio

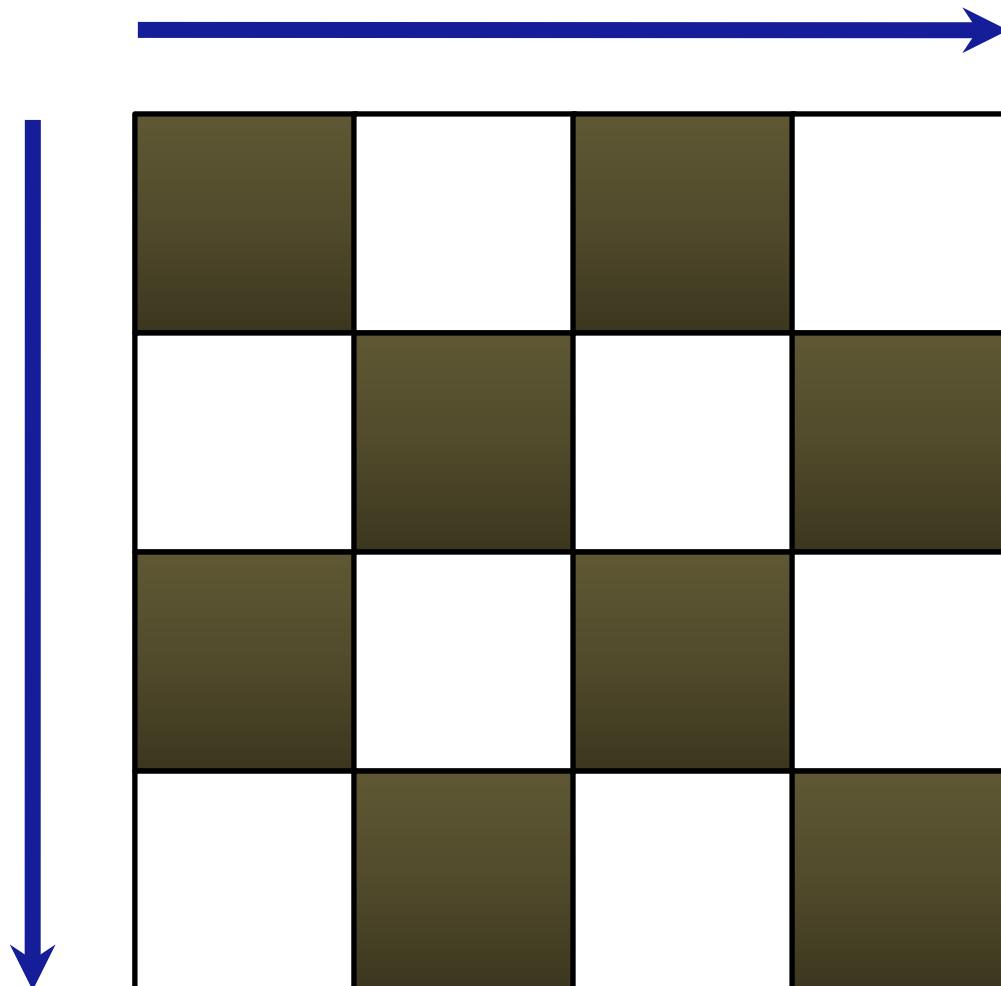
Força bruta

- Busca pela solução de forma recursiva
- O tabuleiro inicialmente está vazio
- Rainhas são colocadas uma – a – uma

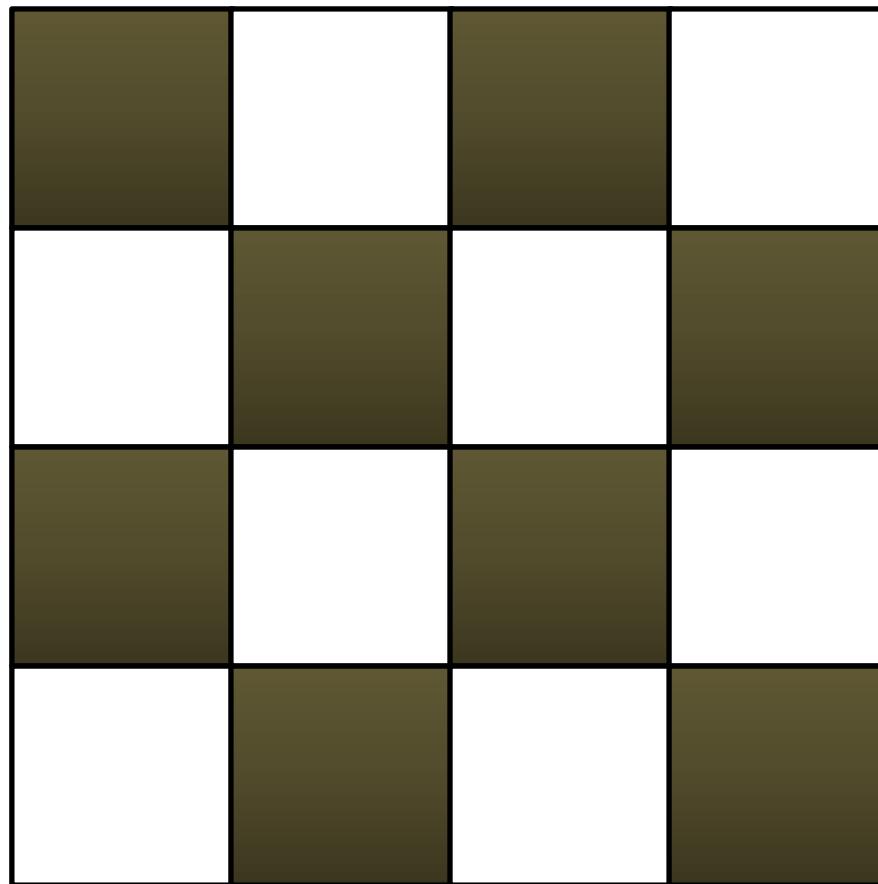
Força bruta



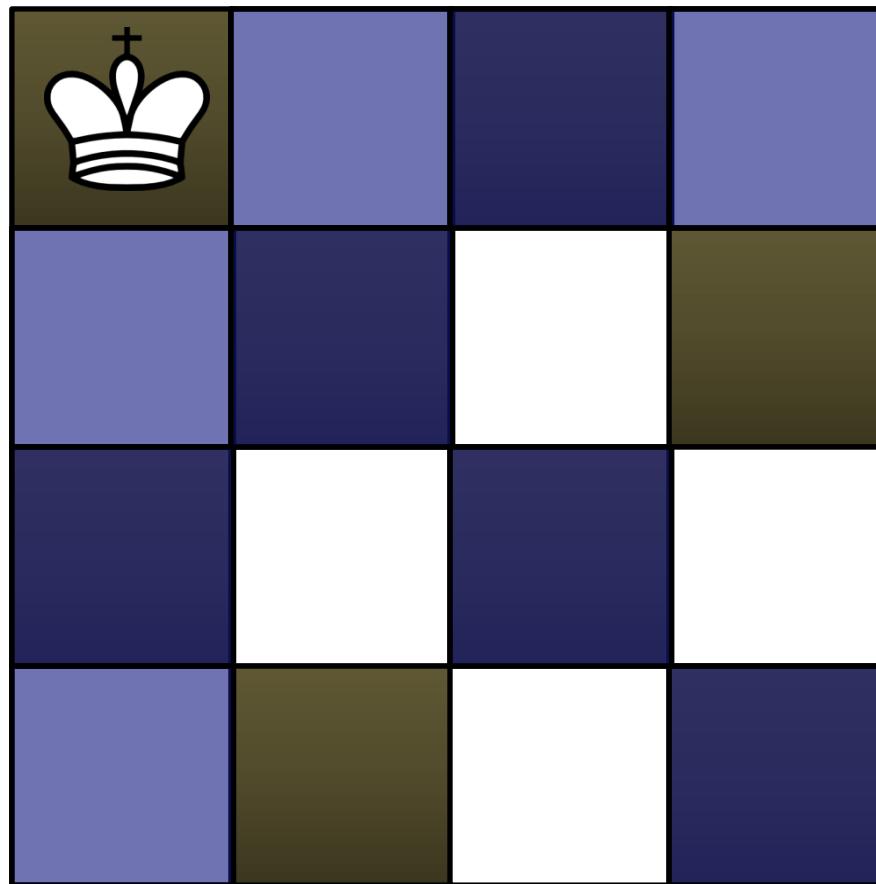
Força bruta



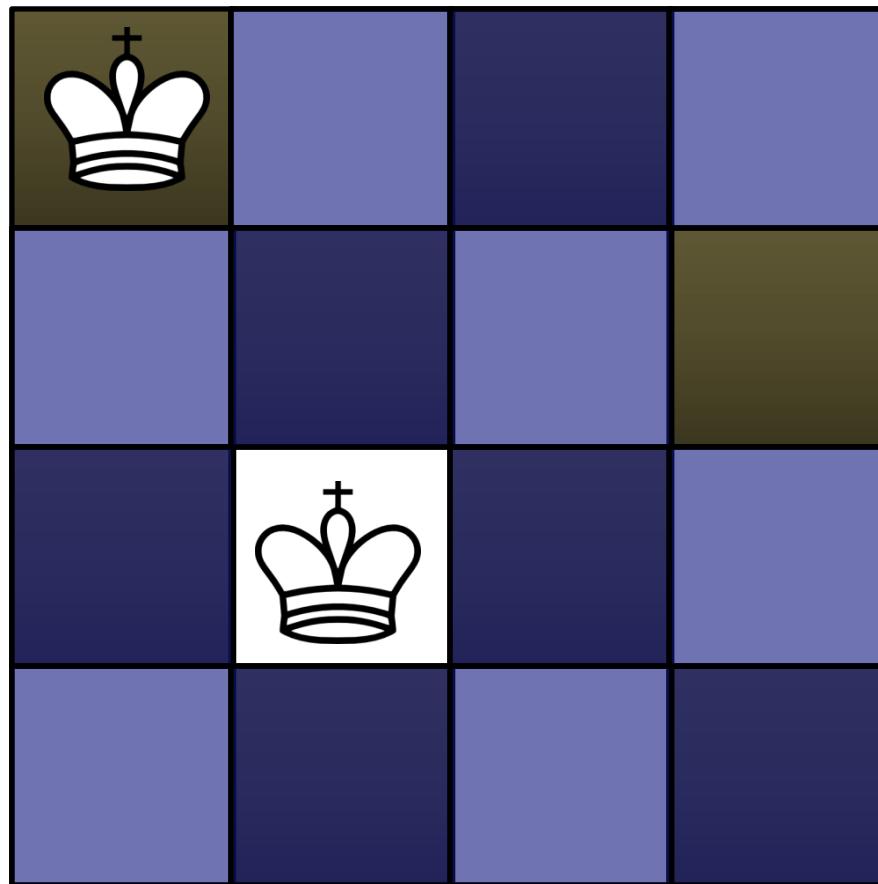
Força bruta



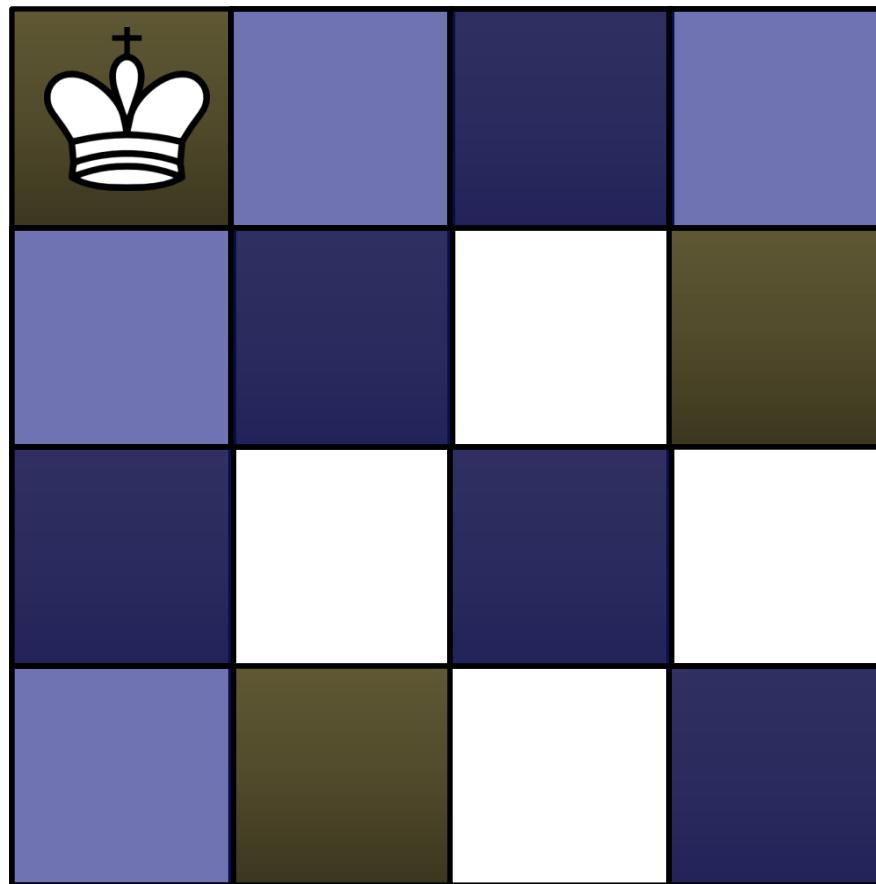
Força bruta



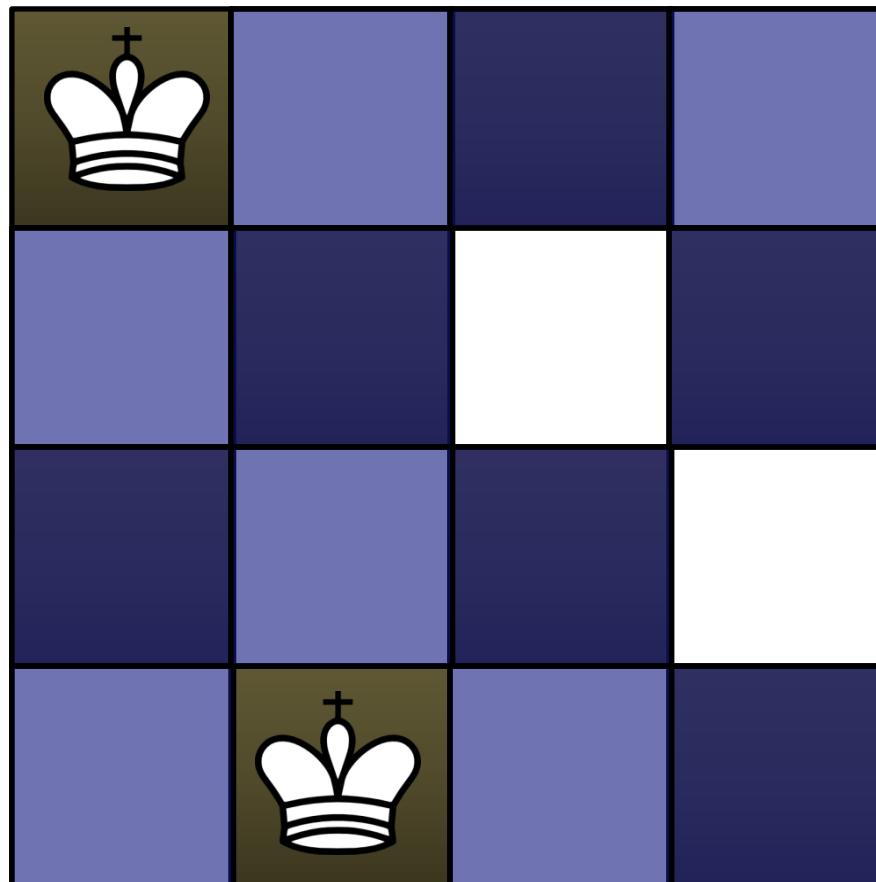
Força bruta



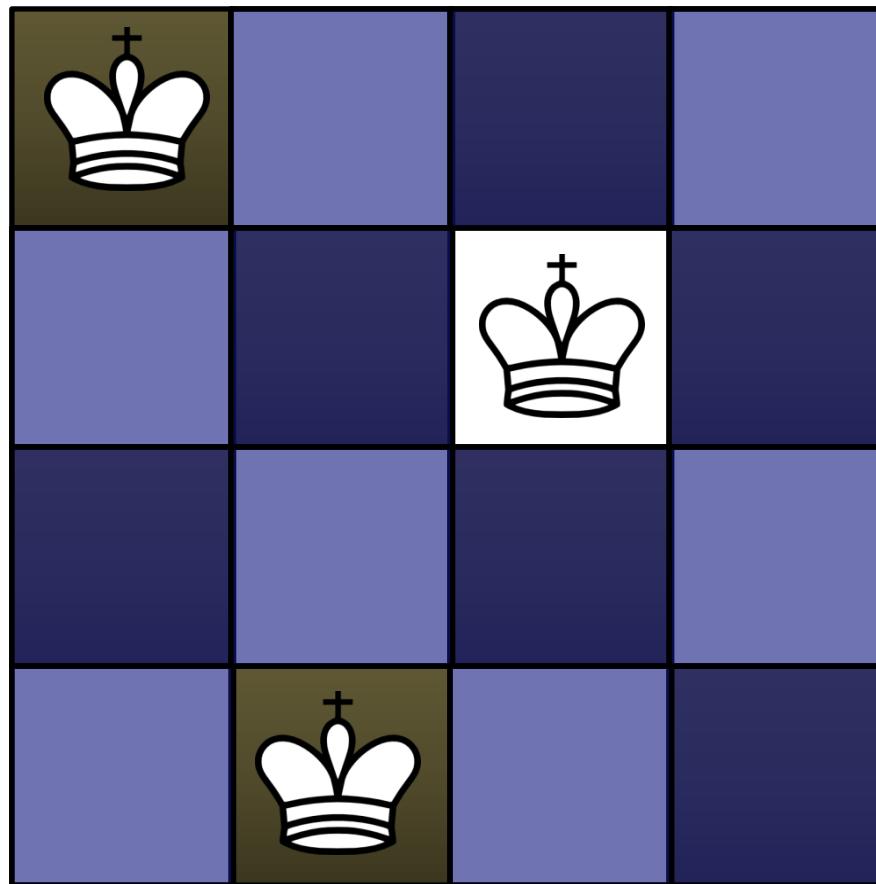
Força bruta



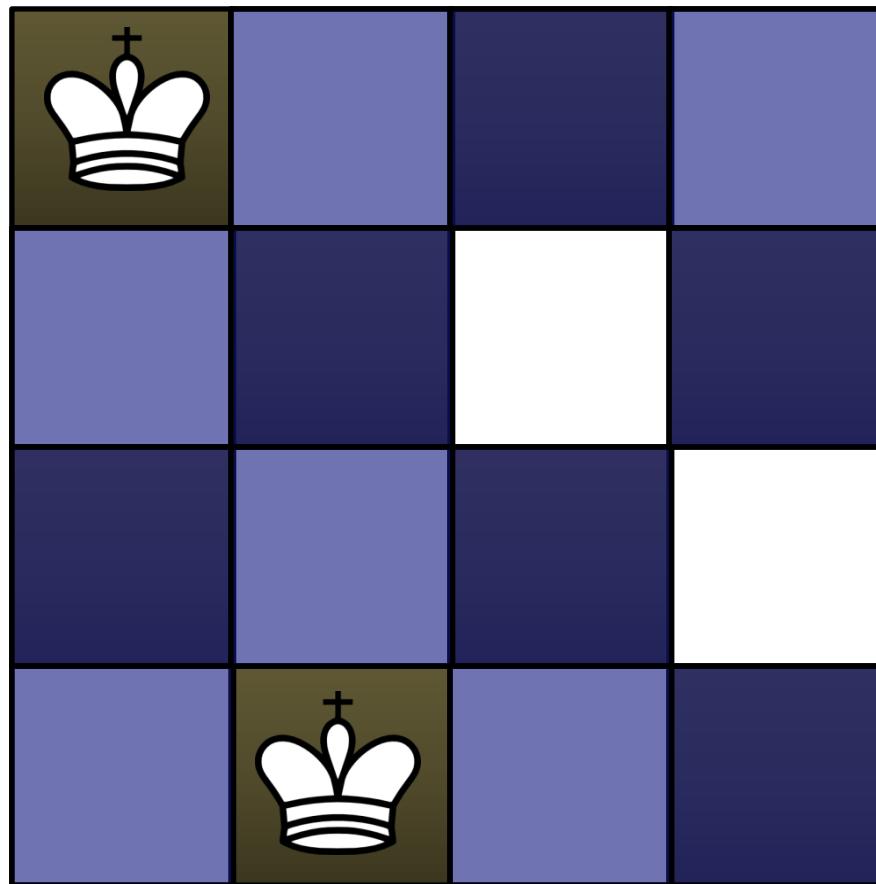
Força bruta



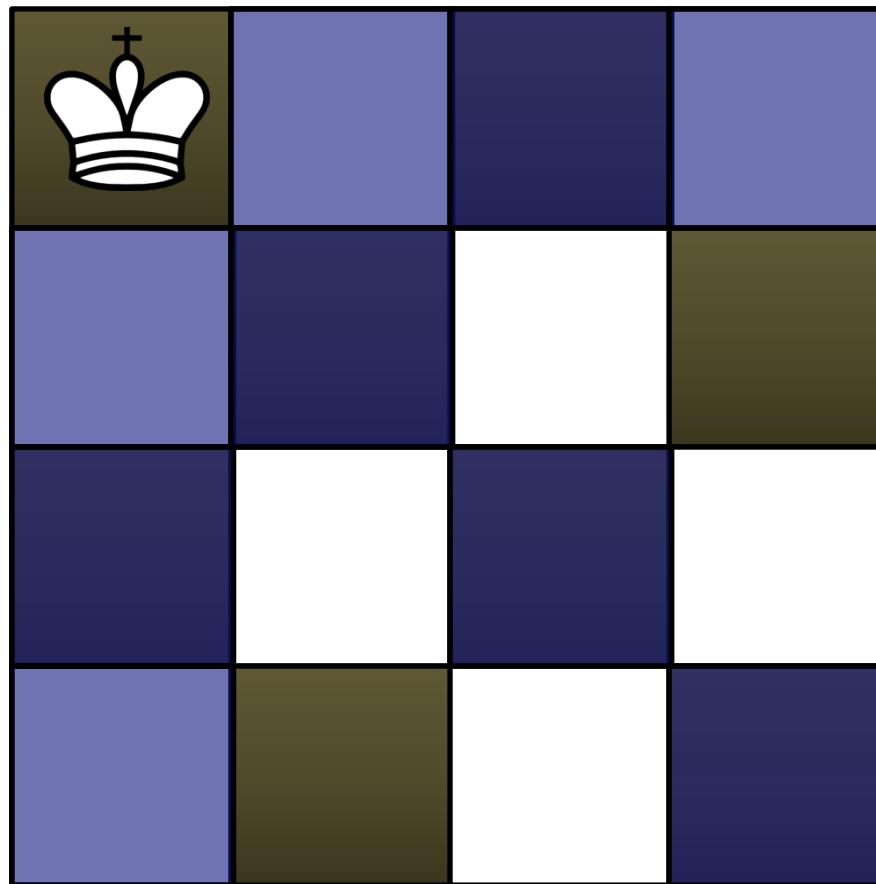
Força bruta



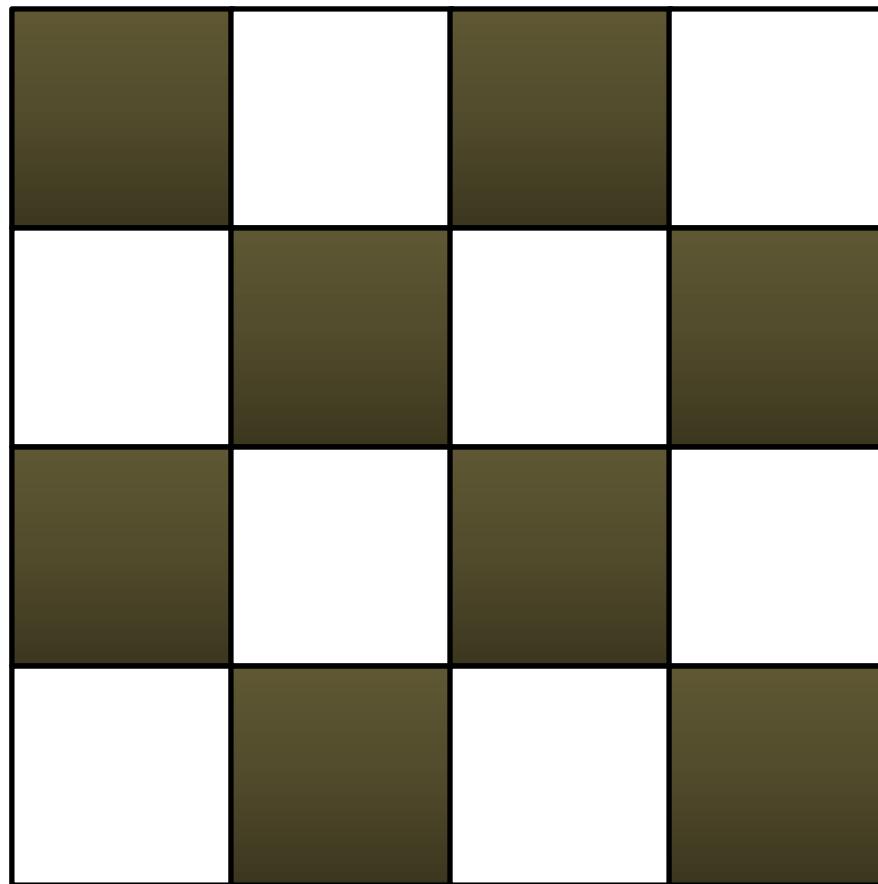
Força bruta



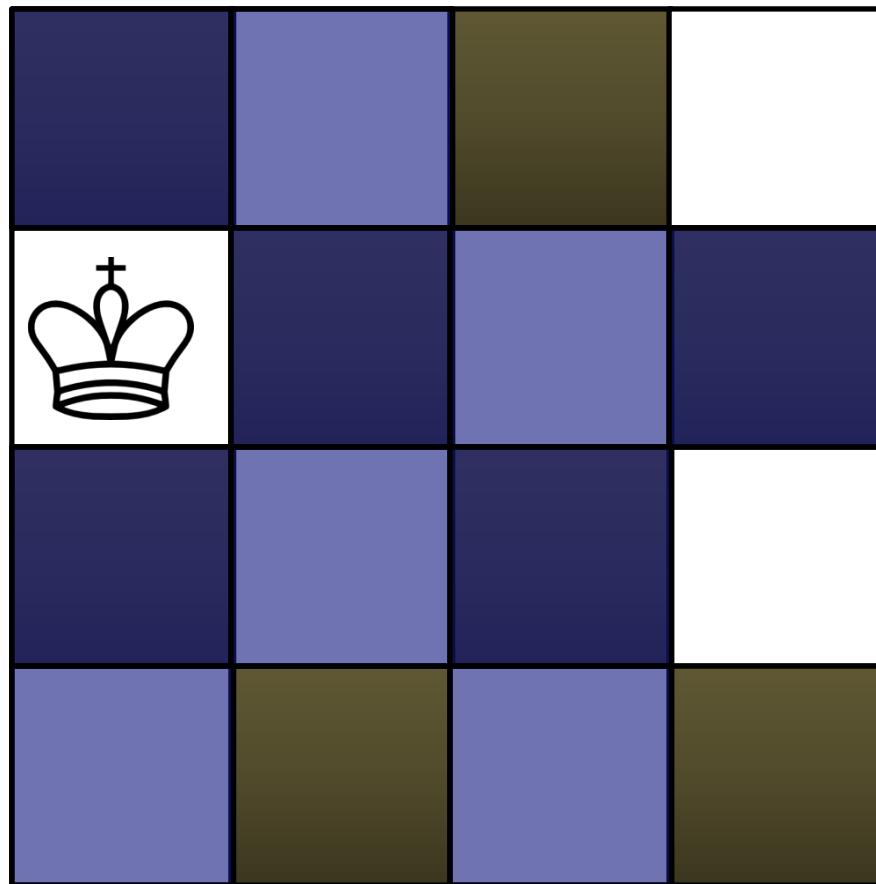
Força bruta



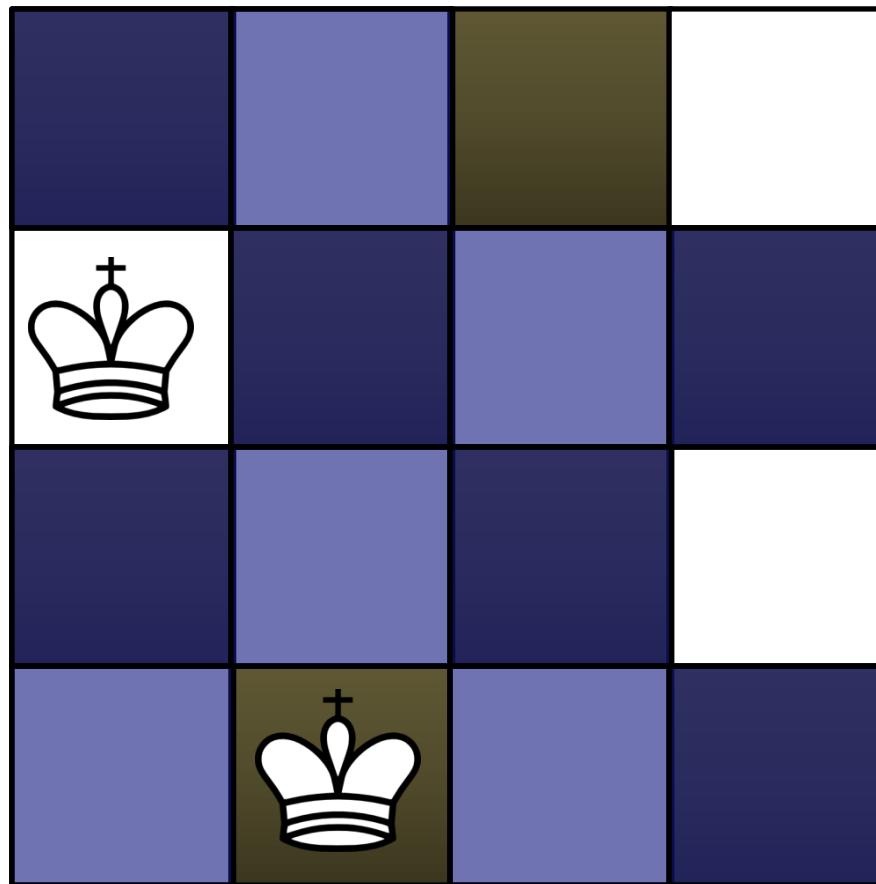
Força bruta



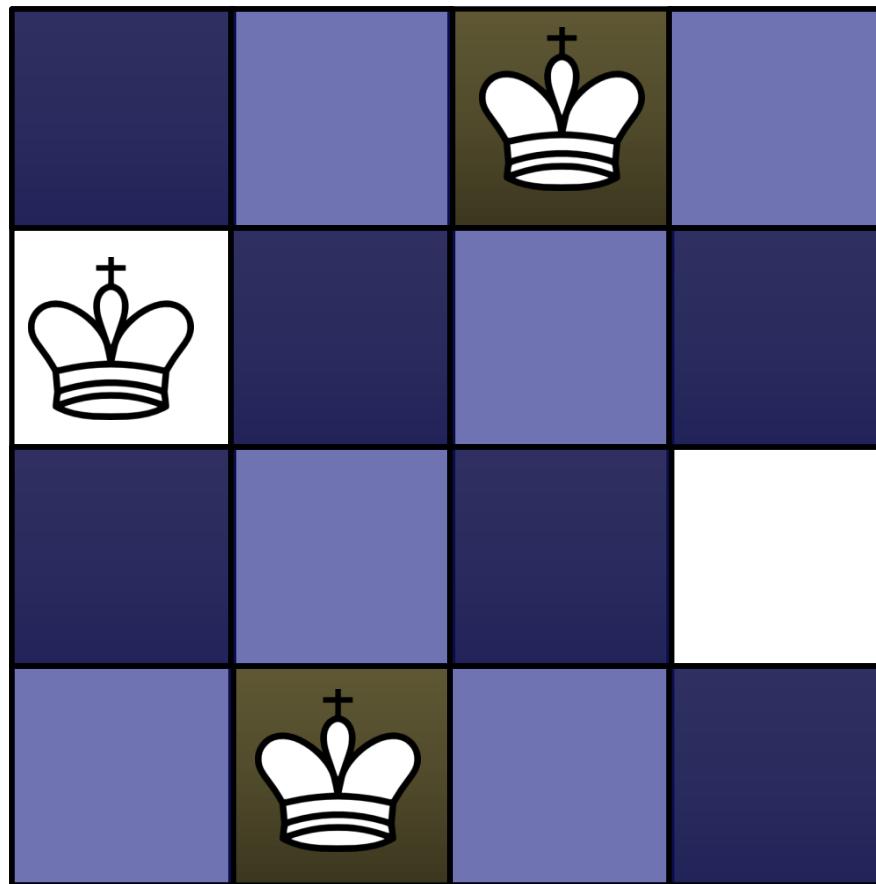
Força bruta



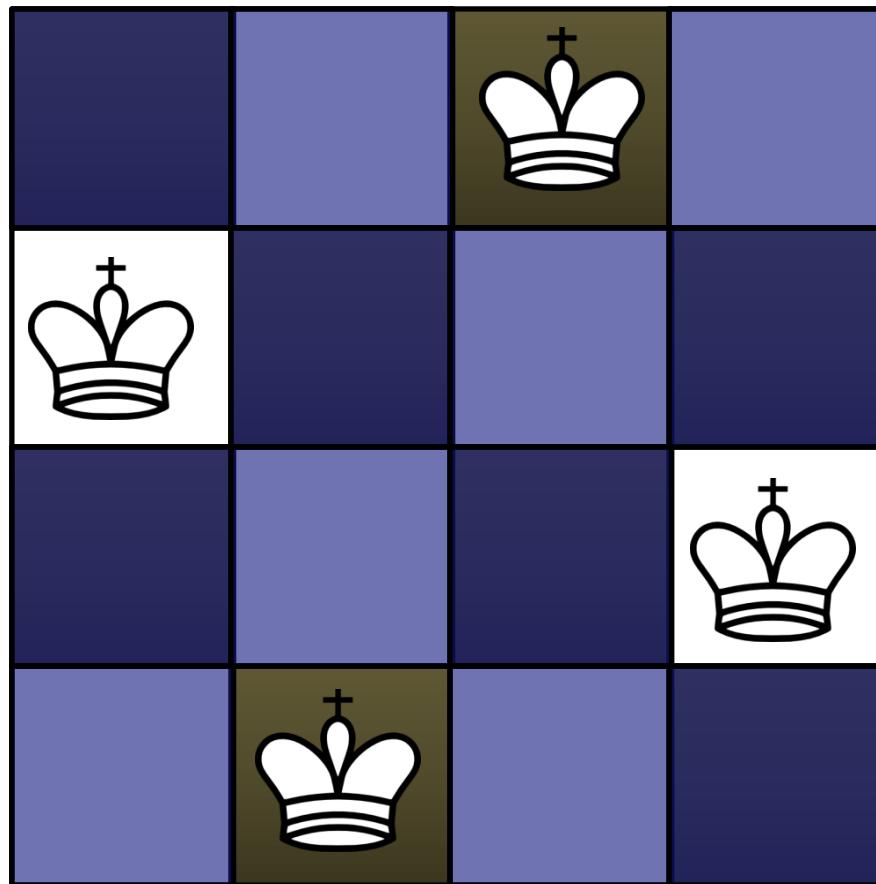
Força bruta



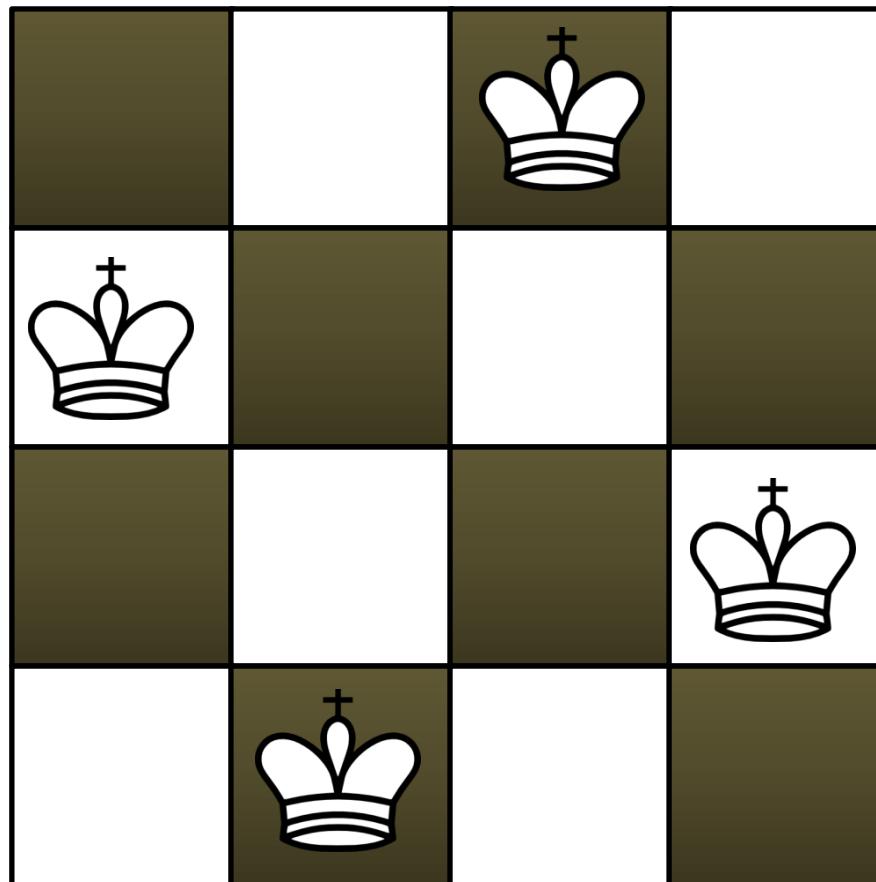
Força bruta



Força bruta



Força bruta



Força bruta

Força bruta

- Sempre vai encontrar uma solução

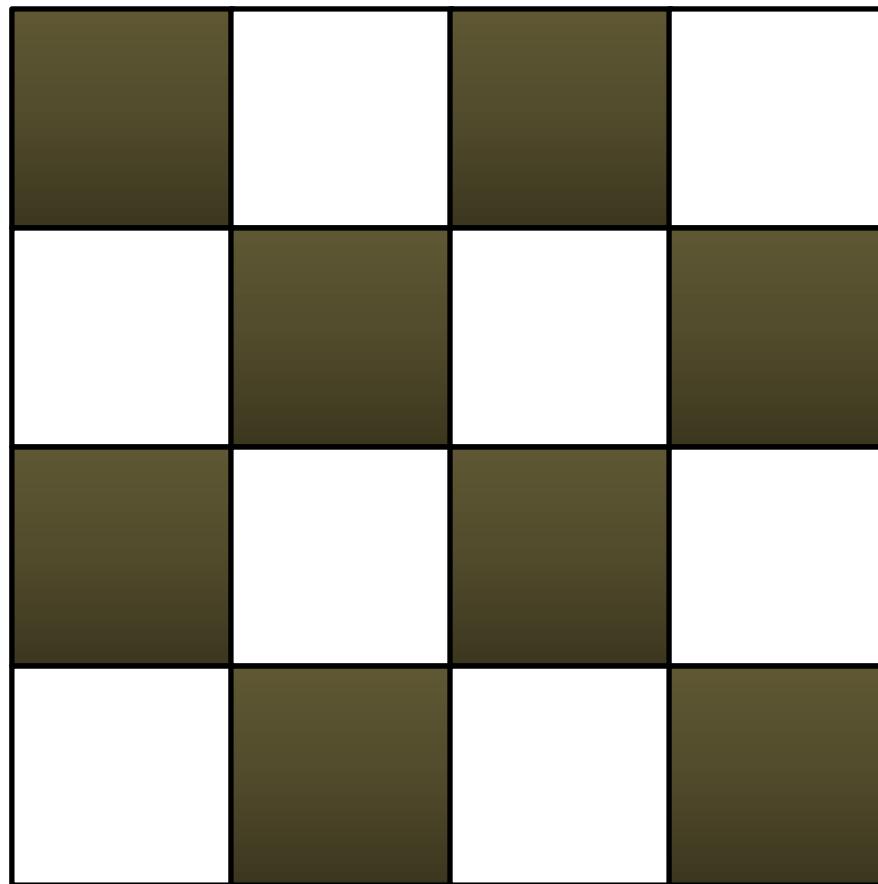
Força bruta

- Sempre vai encontrar uma solução
- E o tempo?

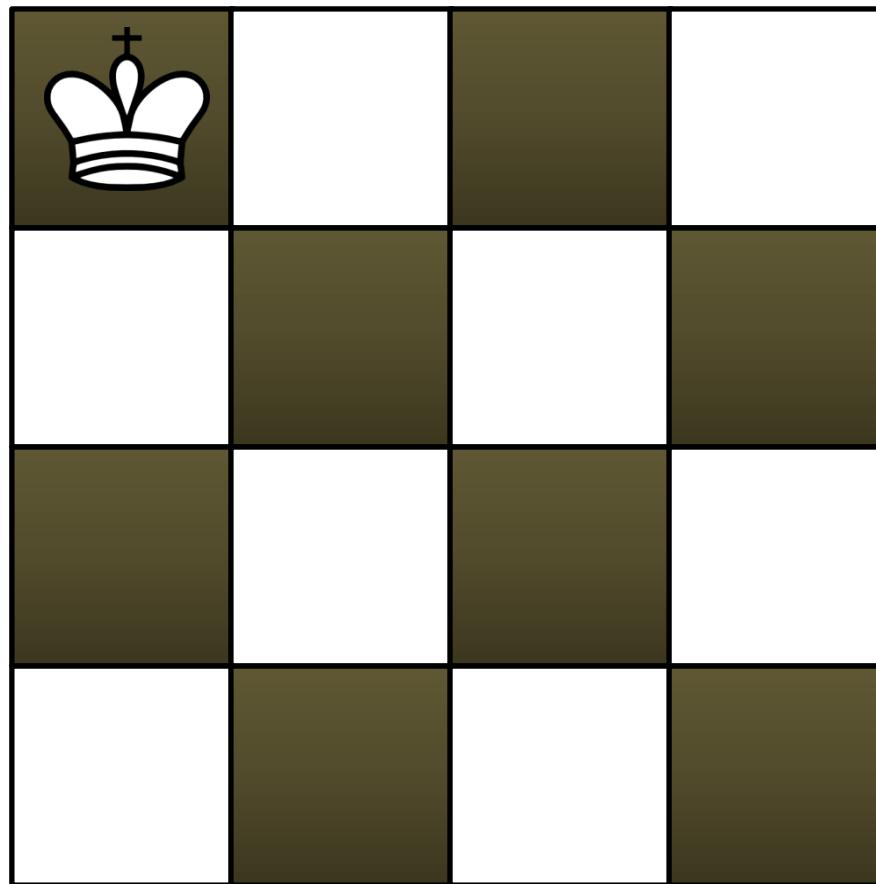
Força bruta

- Sempre vai encontrar uma solução
- E o tempo?
- Passa por muitos estados

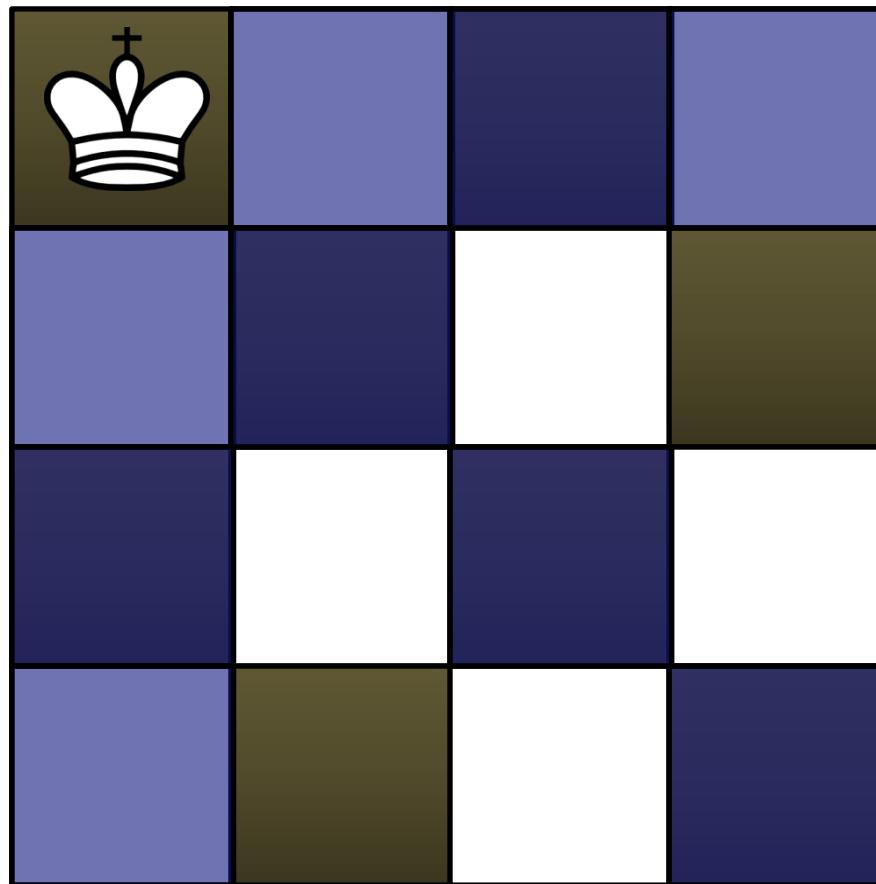
Força bruta



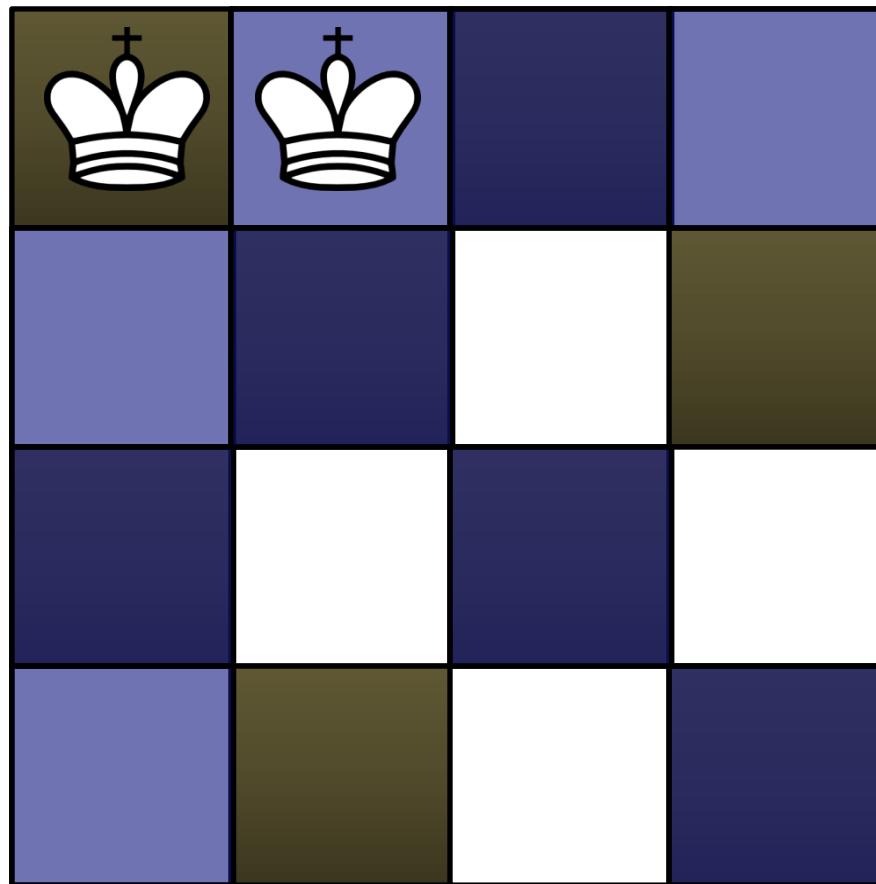
Força bruta



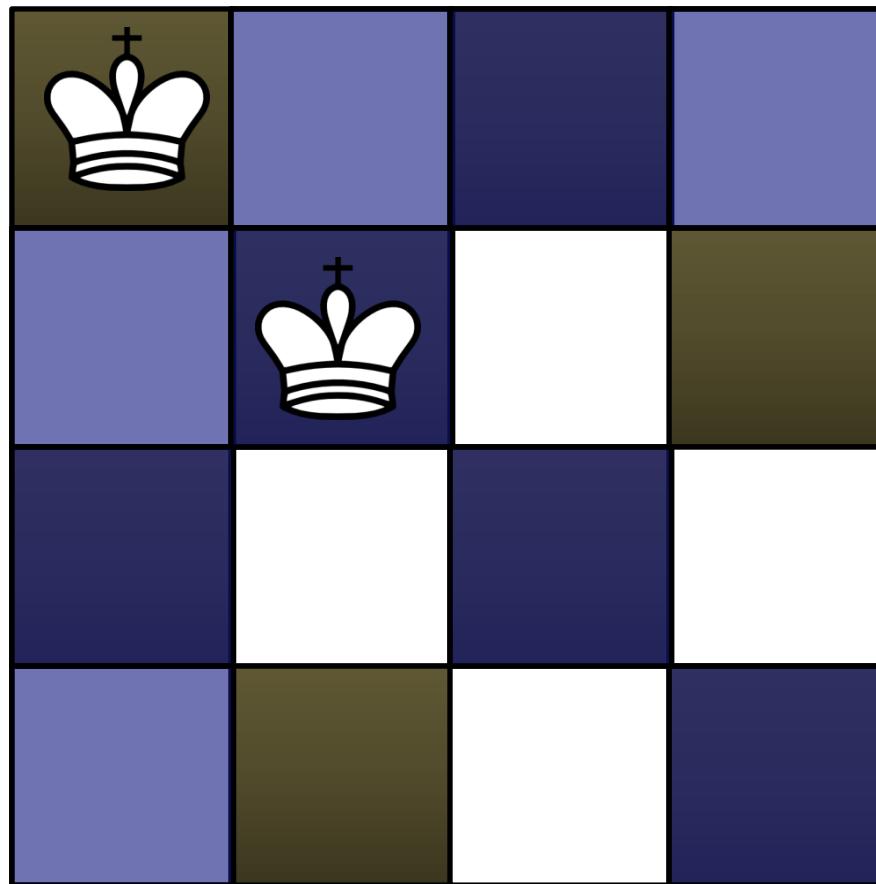
Força bruta



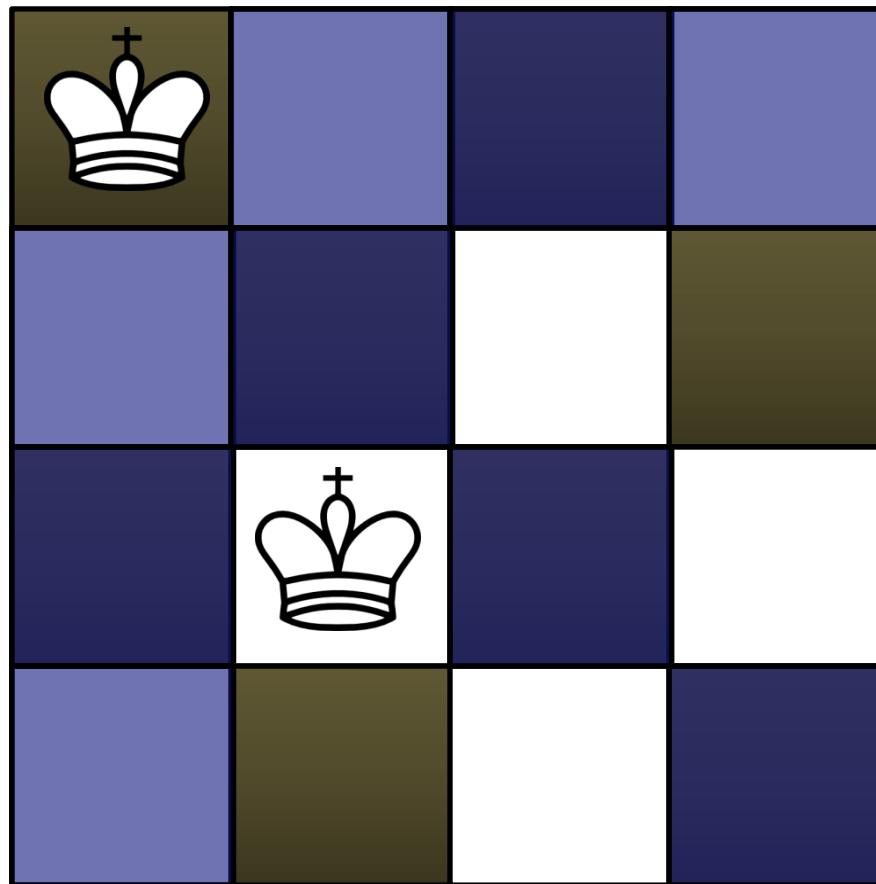
Força bruta



Força bruta



Força bruta



Busca local

Busca local

- O caminho é irrelevante

Busca local

- O caminho é irrelevante
- A configuração final é o que importa

Busca local

Busca local

- Formulação de estados completos

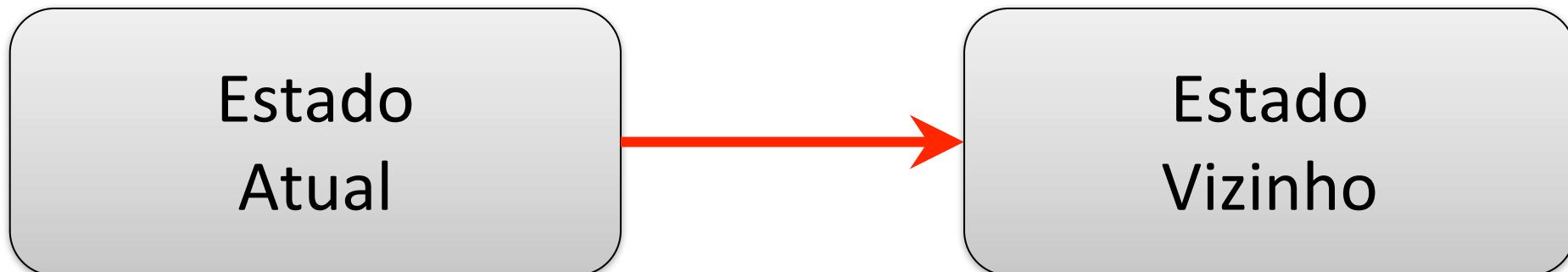
Busca local

- Formulação de estados completos

Estado
Atual

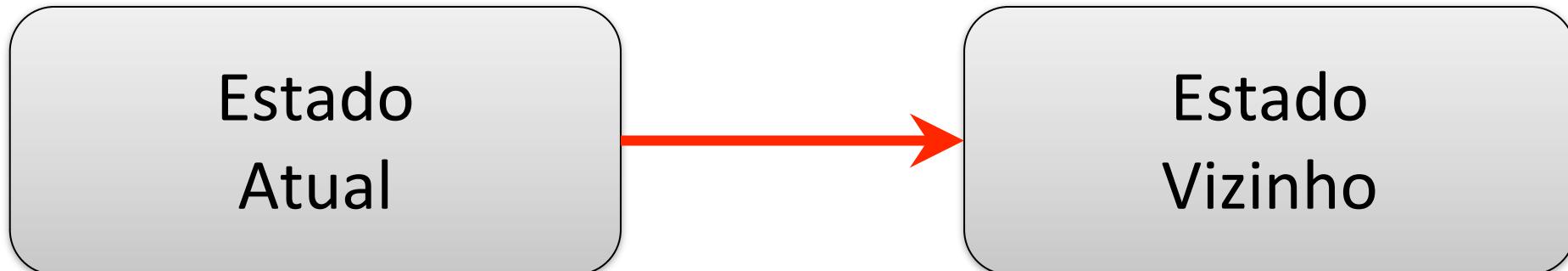
Busca local

- Formulação de estados completos



Busca local

- Formulação de estados completos



Objetivo: N rainhas no tabuleiro
e não há ataques entre elas

Busca local

Busca local

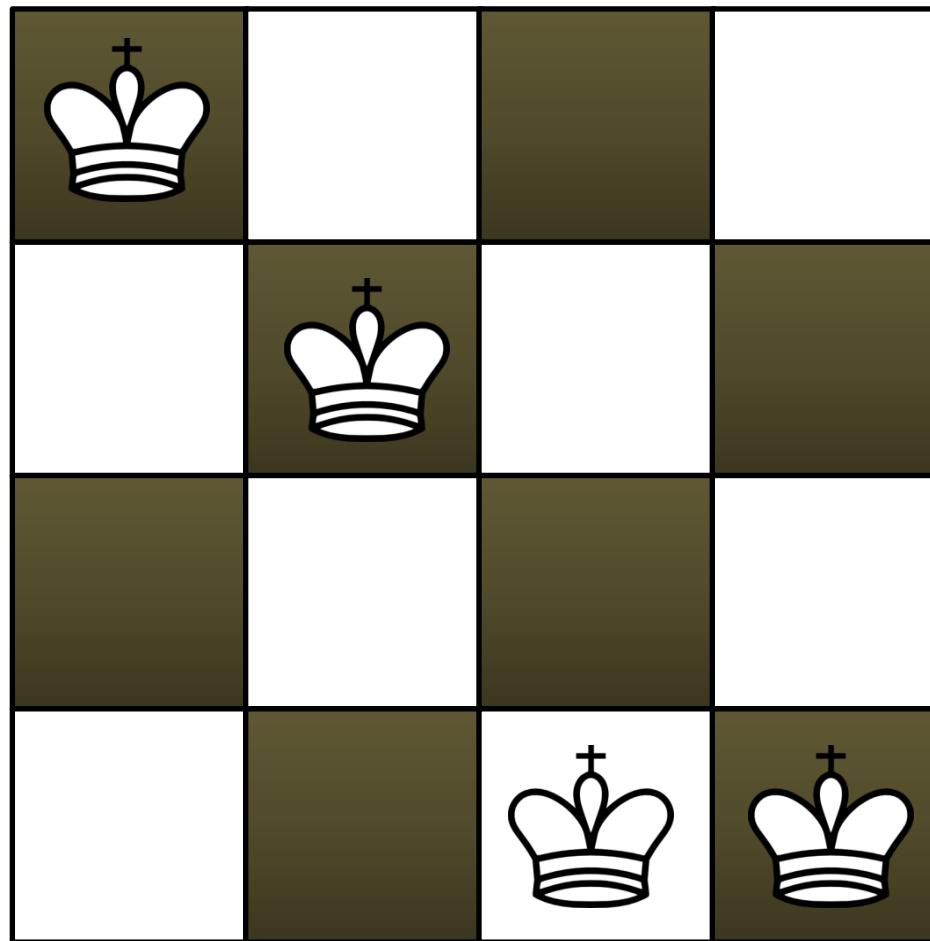
- Função de custo da heurística (h) :

número de ataques entre rainhas no tabuleiro

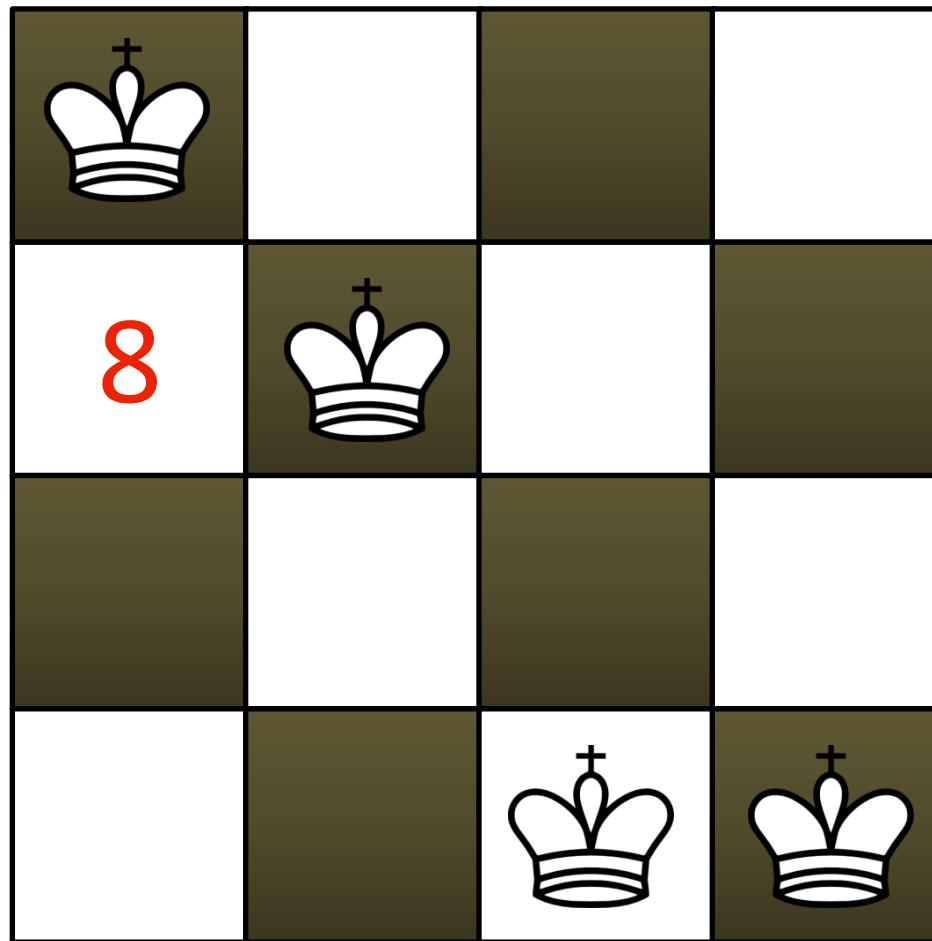
Busca local

- Função de custo da heurística (h) :
número de ataques entre rainhas no tabuleiro
- Objetivo:
atingir um estado X tal que $h(X) = 0$

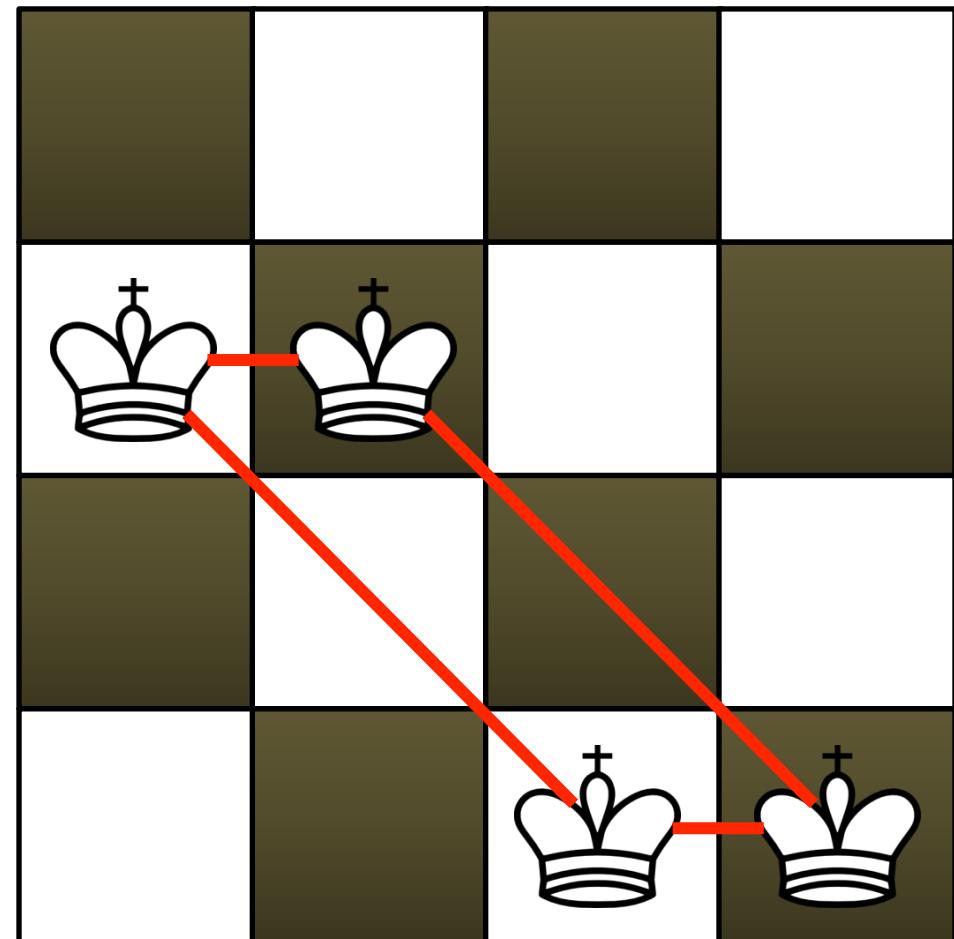
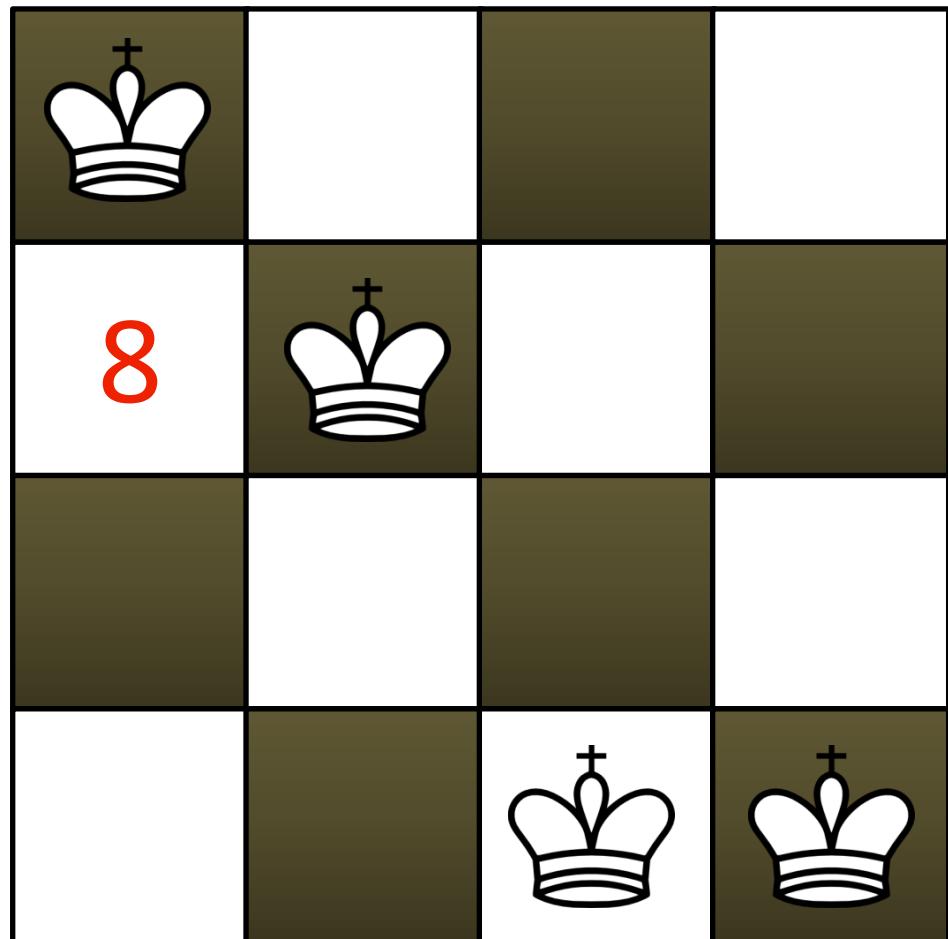
Busca local



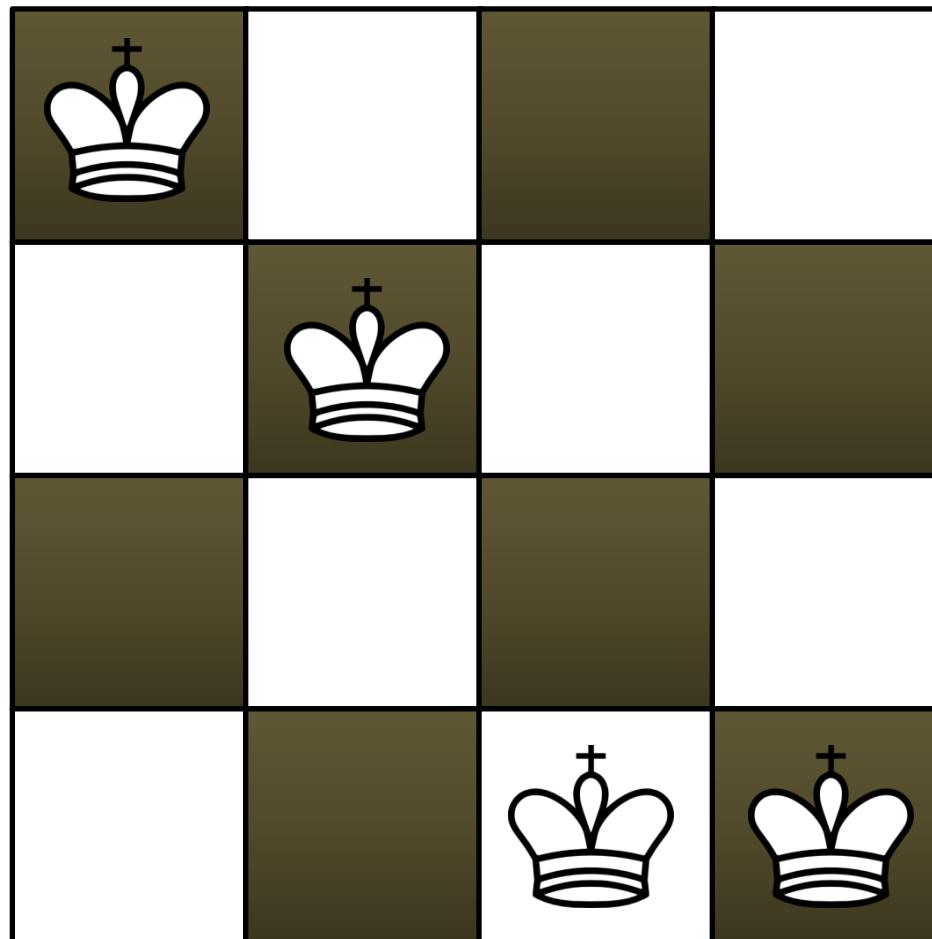
Busca local



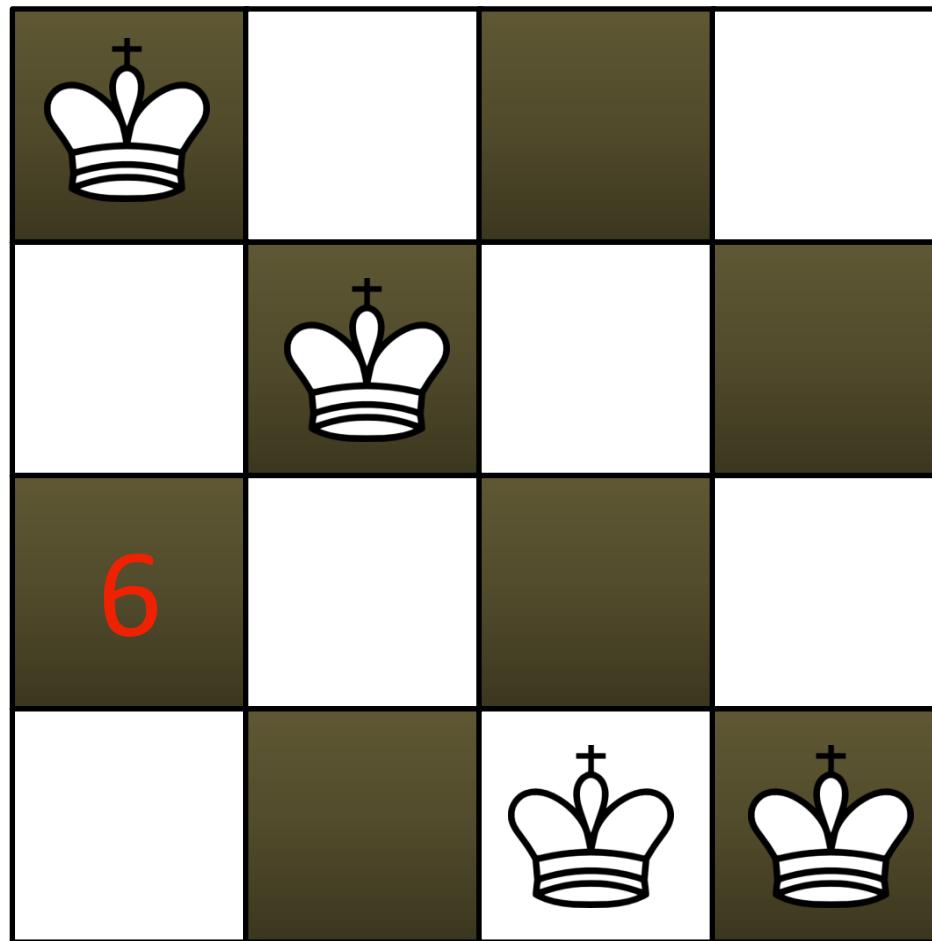
Busca local



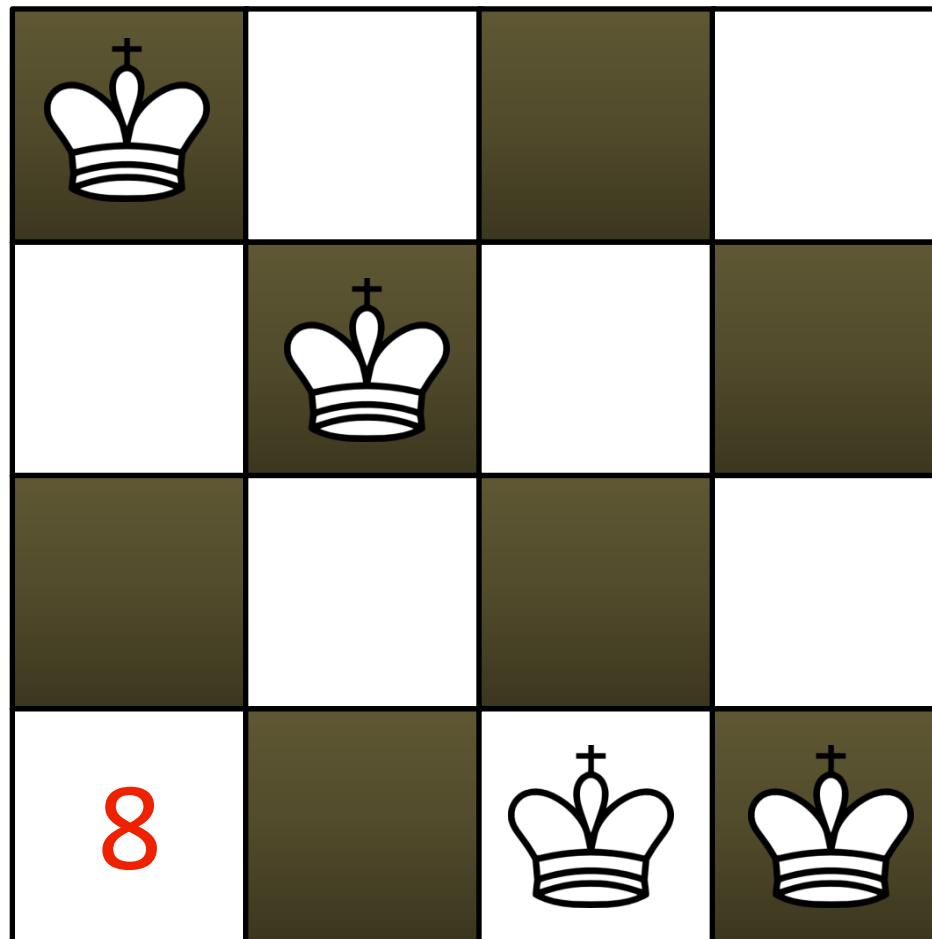
Busca local



Busca local



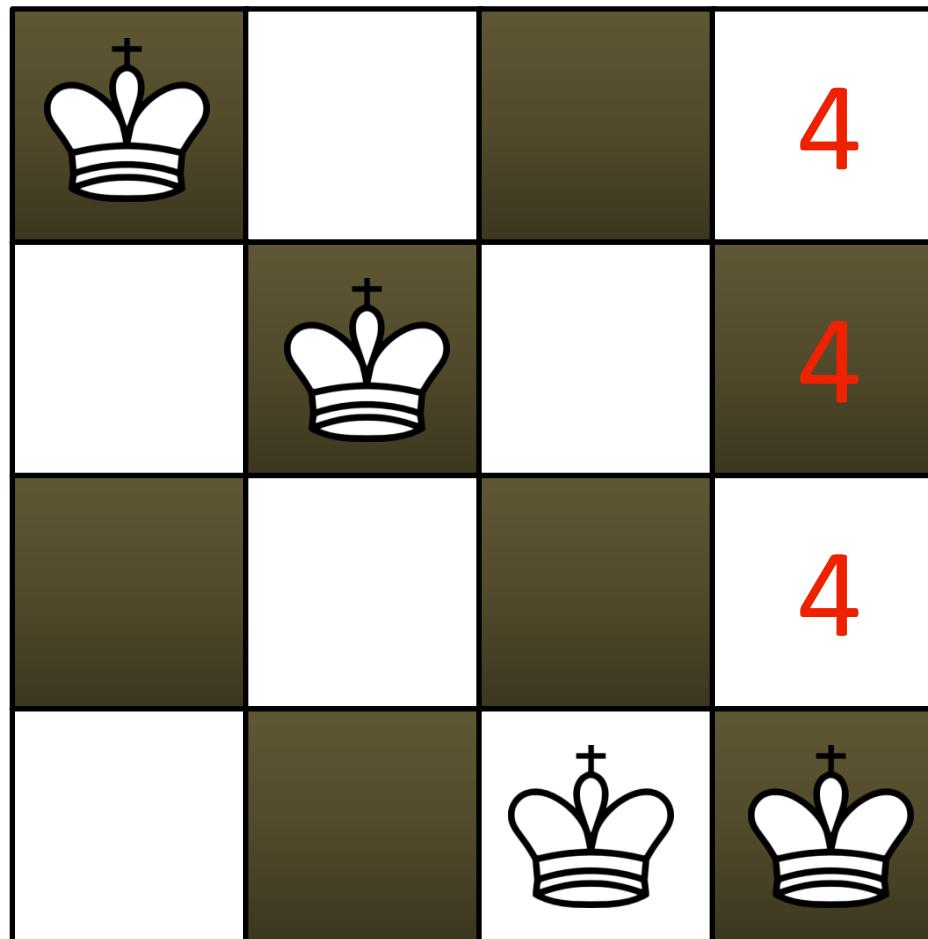
Busca local



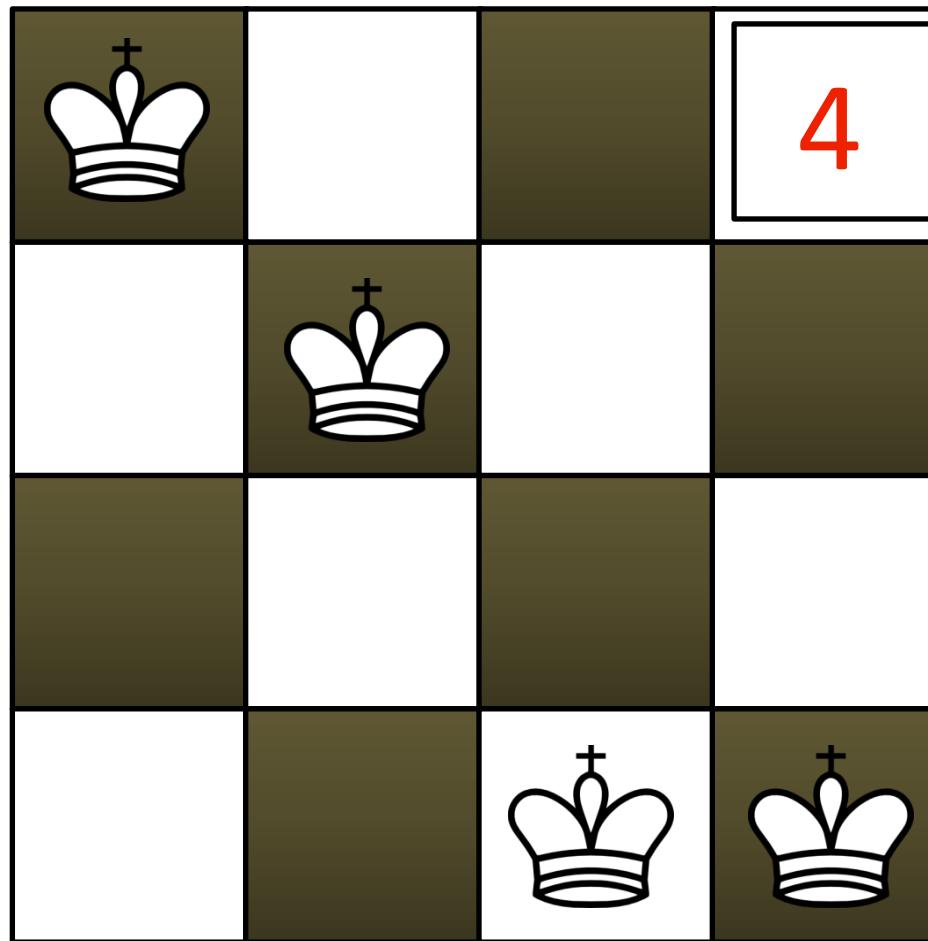
Busca local

	6	10	4
8		8	4
6	8	12	4
8	8		

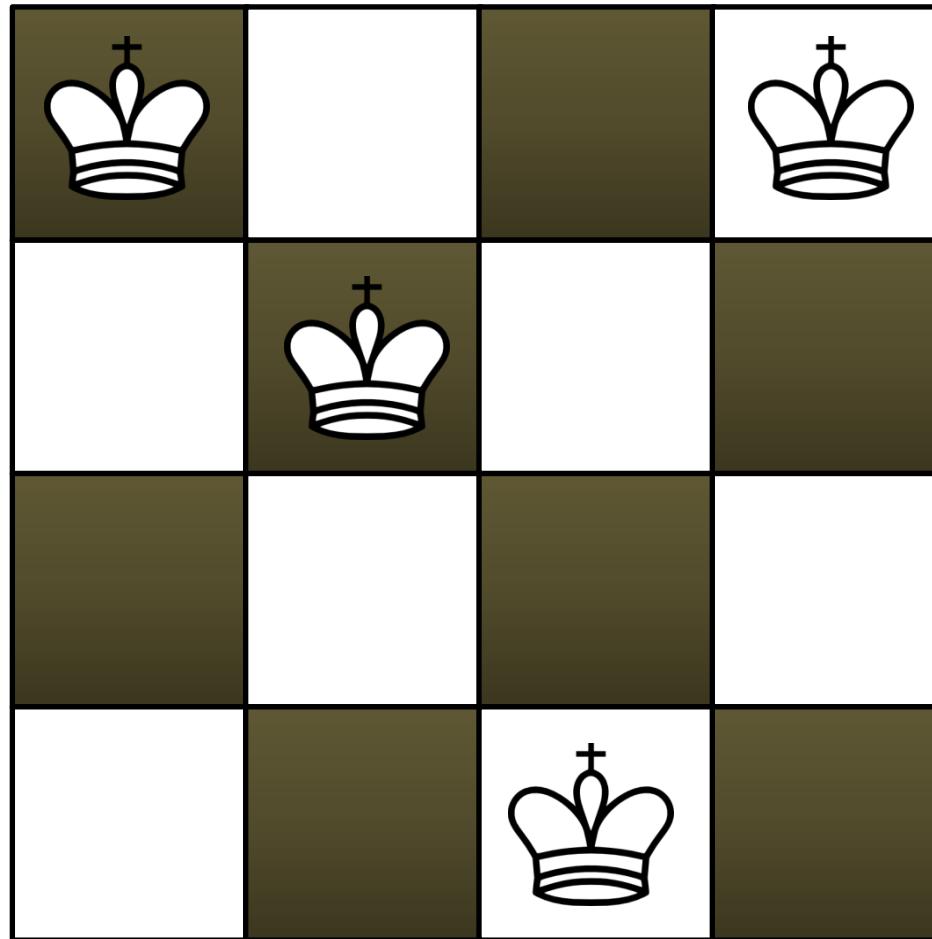
Busca local



Busca local



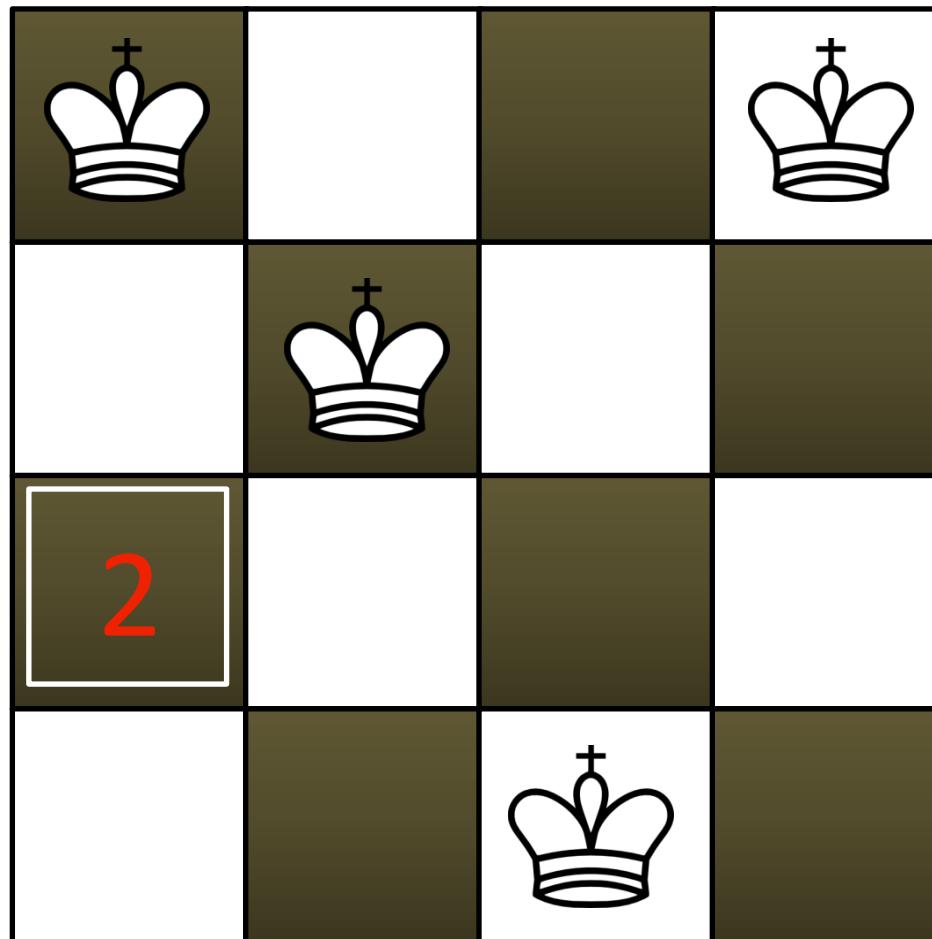
Busca local



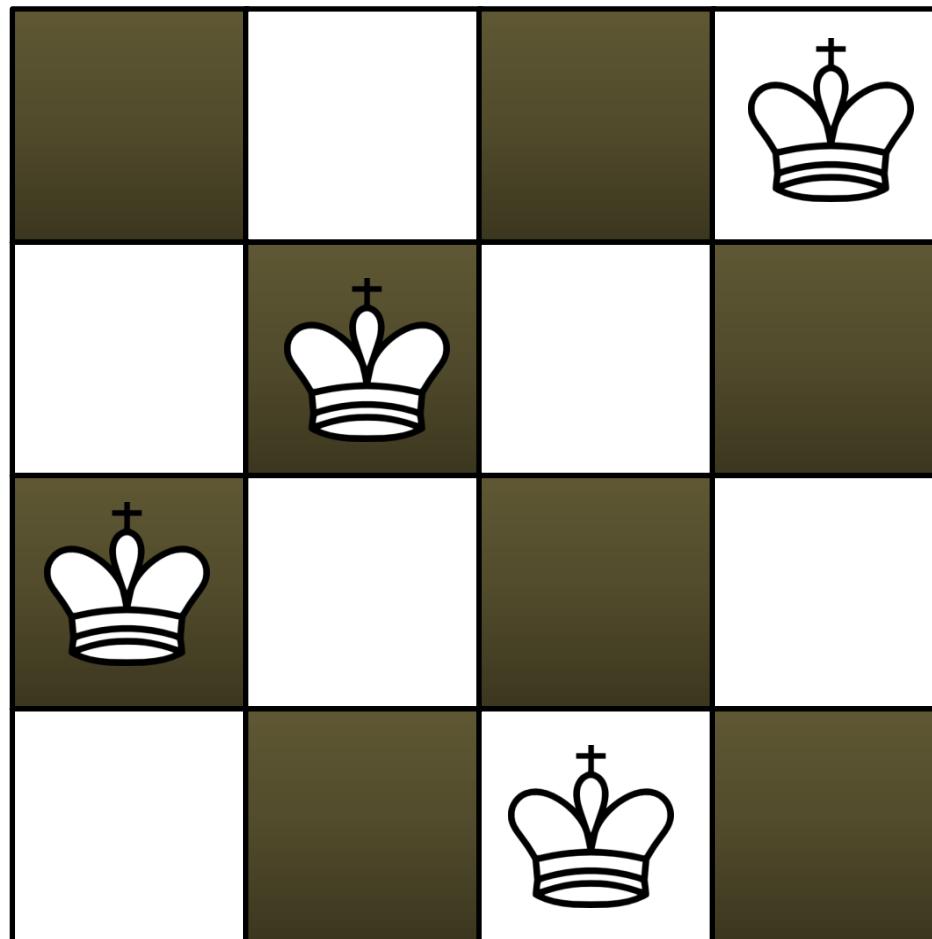
Busca local



Busca local



Busca local



Busca local

Busca local

- Usa pouca memória

Busca local

- Usa pouca memória
- Frequentemente encontra soluções razoáveis em grades espaços de estados

Busca local

Busca local

- Problema : mínimos locais

Busca local

- Problema : mínimos locais
- Tentativa de solução :

Hill – climbing com reinício aleatório

Satisfação de restrições

Satisfação de restrições

- Método construtivo

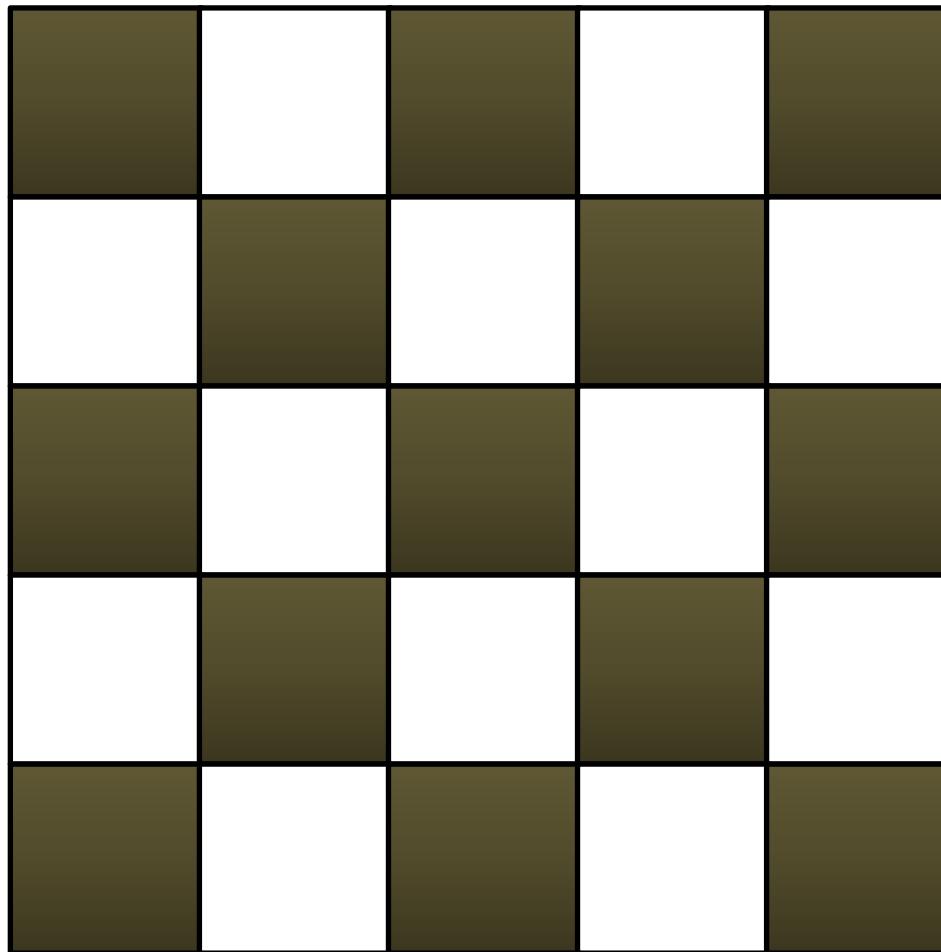
Satisfação de restrições

- Método construtivo
- Minimum Remaining Values (MRV)

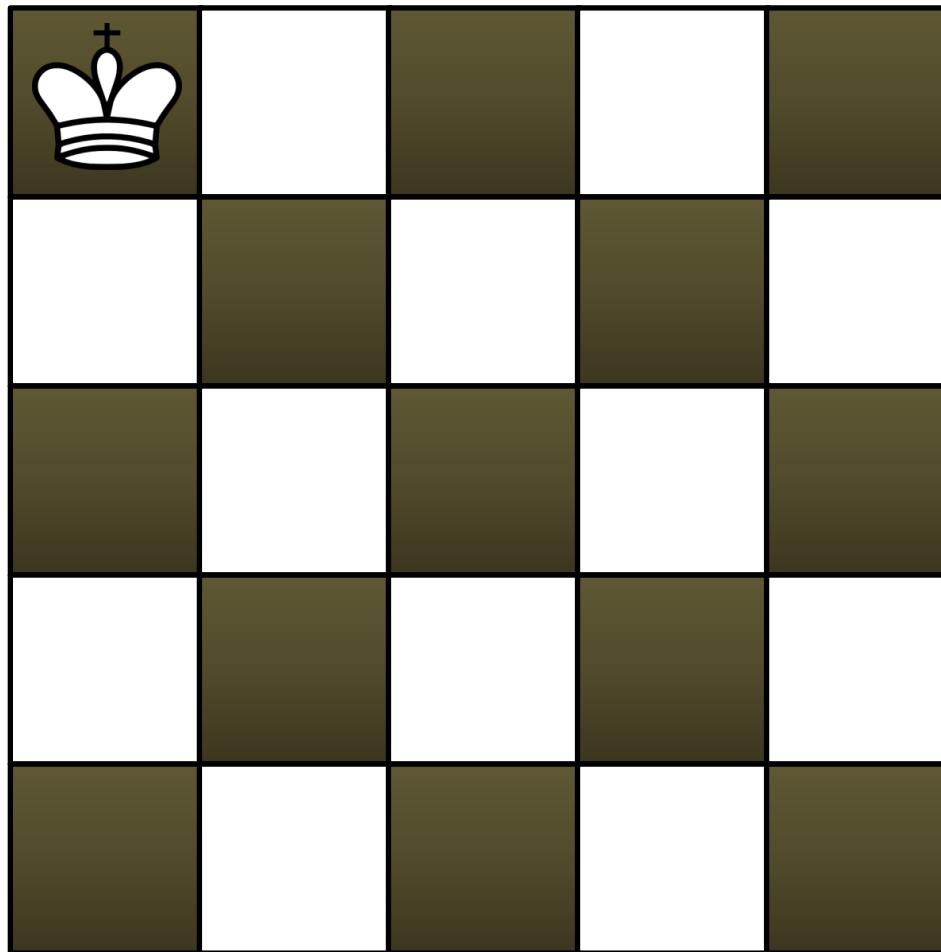
Satisfação de restrições

- Método construtivo
- Minimum Remaining Values (MRV)
- Least Constraining Value (LCV)

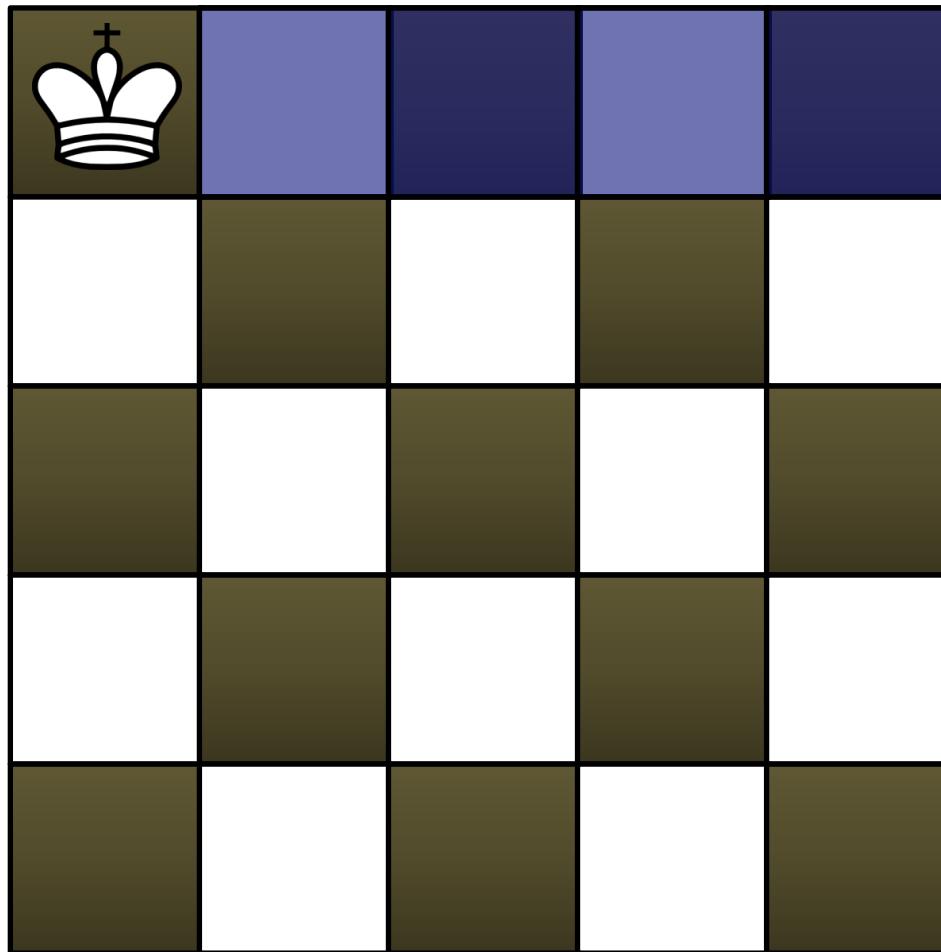
Satisfação de restrições



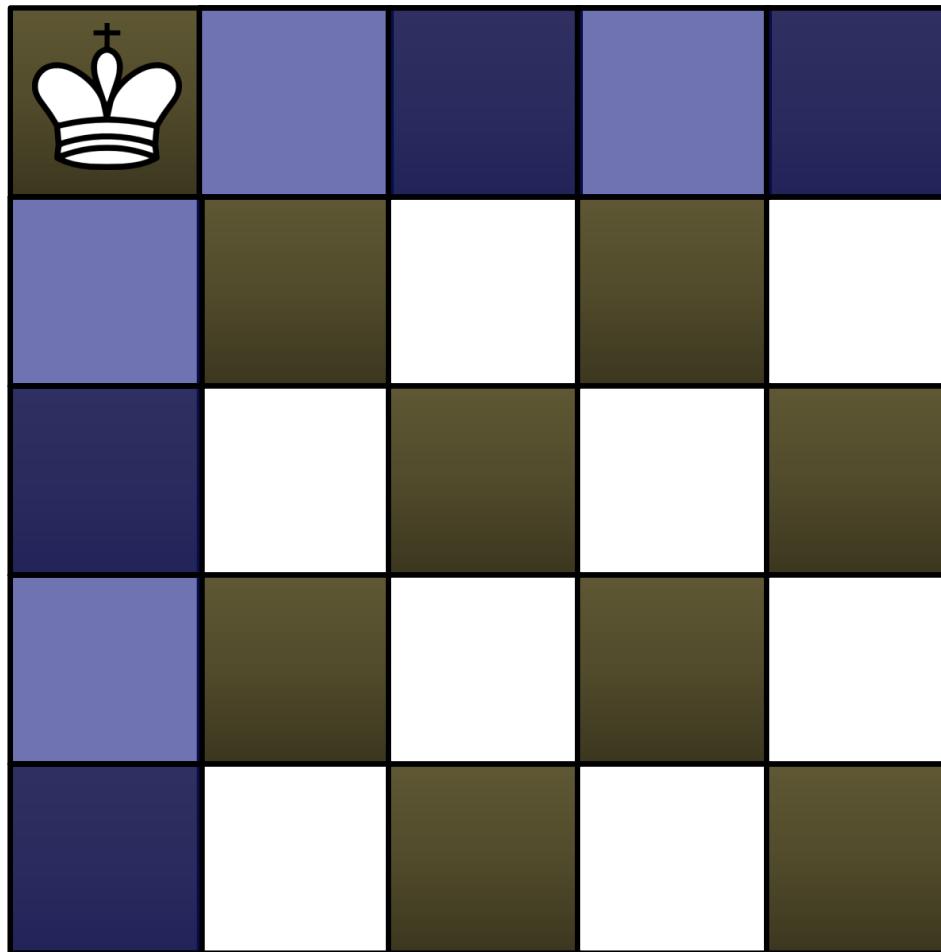
Satisfação de restrições



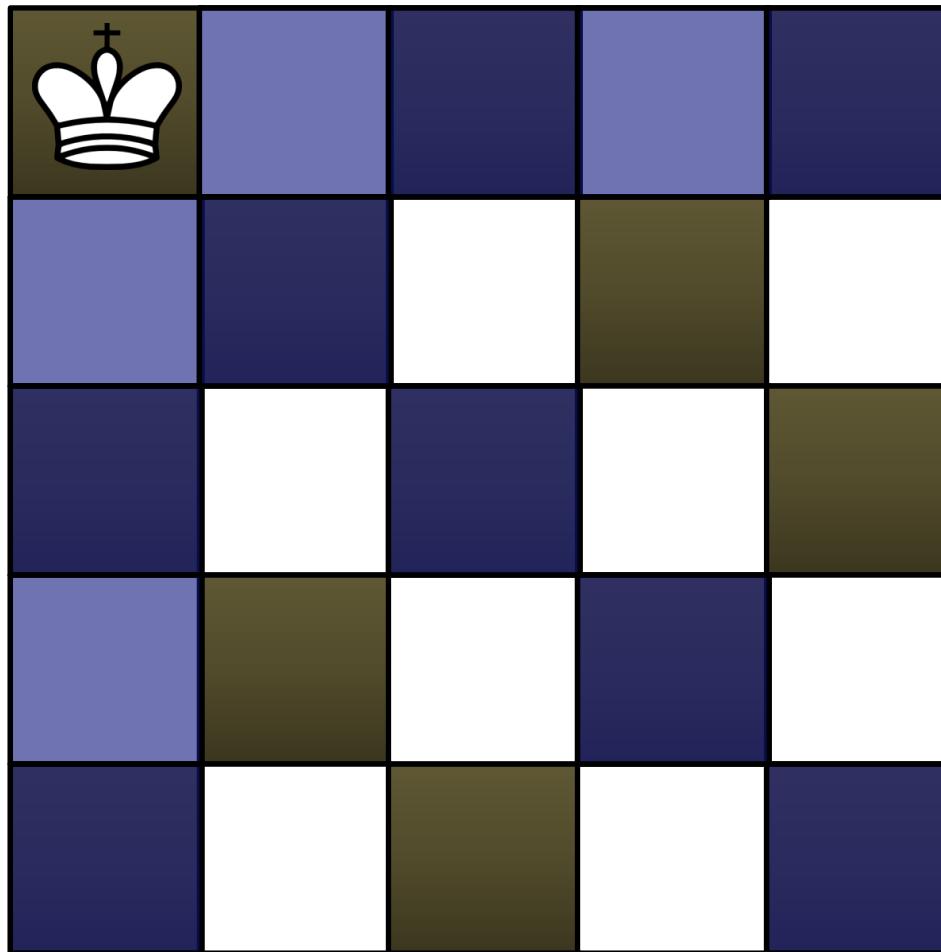
Satisfação de restrições



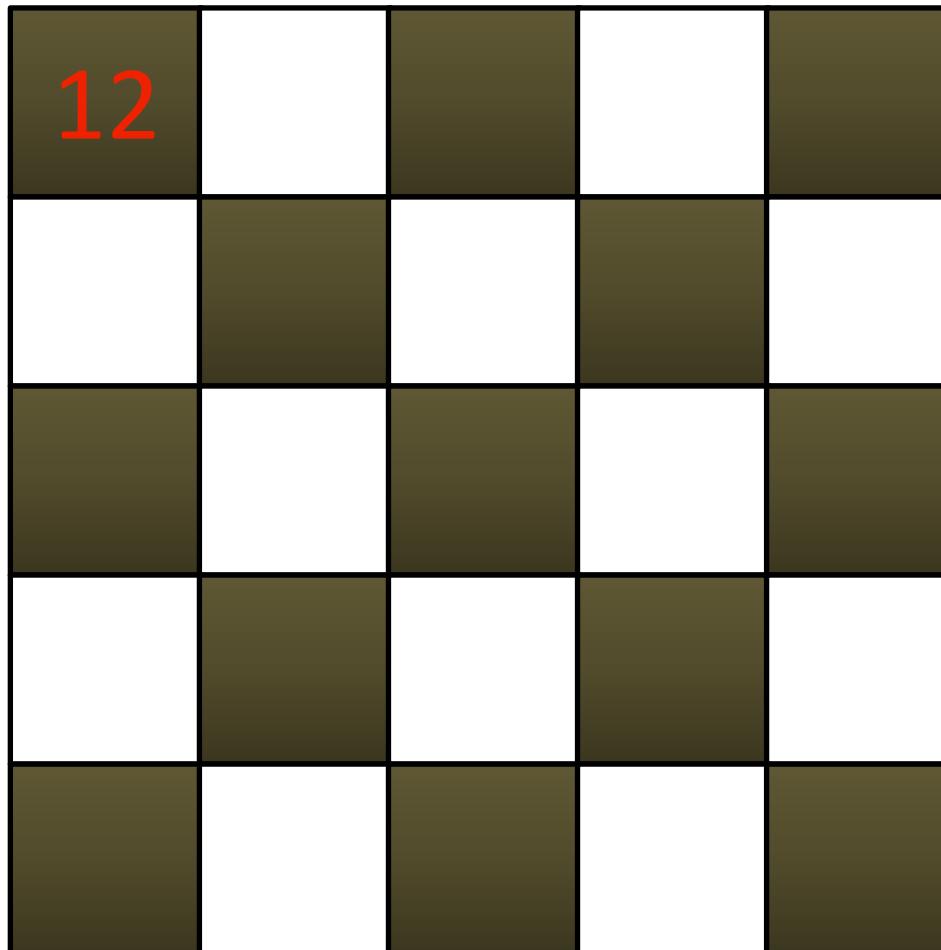
Satisfação de restrições



Satisfação de restrições



Satisfação de restrições



Satisfação de restrições

12	12	12	12	12
12				12
12				12
12				12
12	12	12	12	12

Satisfação de restrições

12	12	12	12	12
12	14	14	14	12
12	14		14	12
12	14	14	14	12
12	12	12	12	12

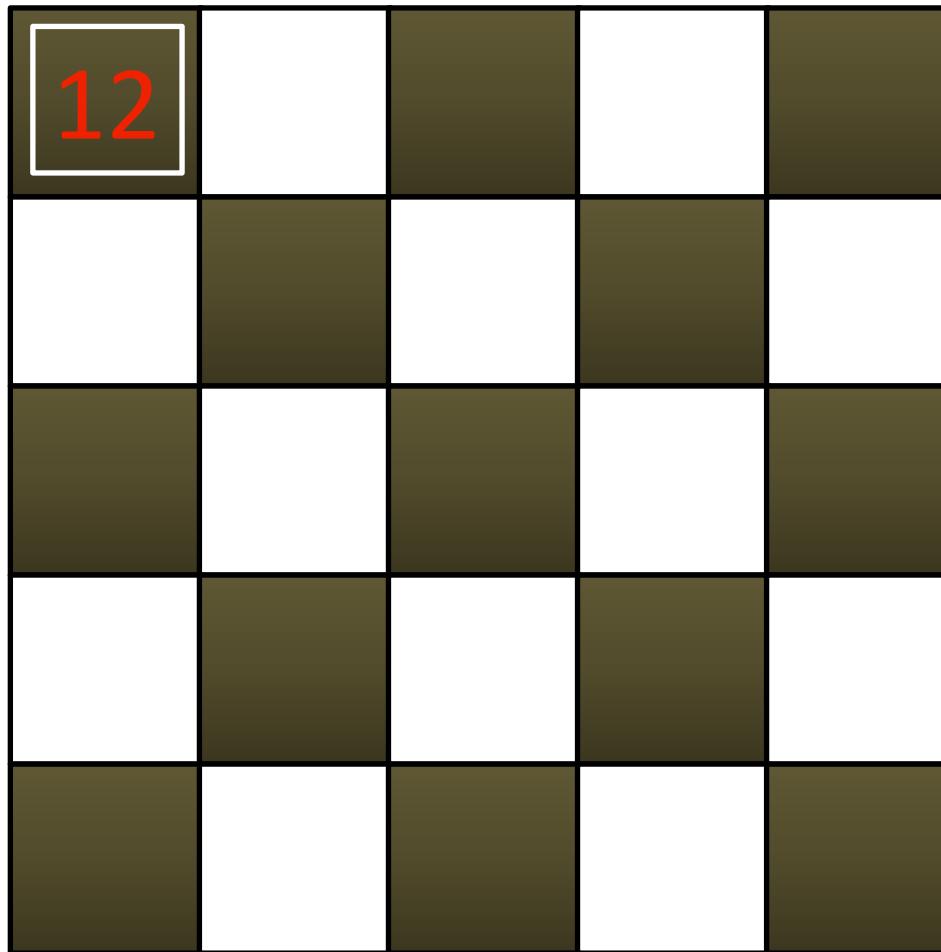
Satisfação de restrições

12	12	12	12	12
12	14	14	14	12
12	14	16	14	12
12	14	14	14	12
12	12	12	12	12

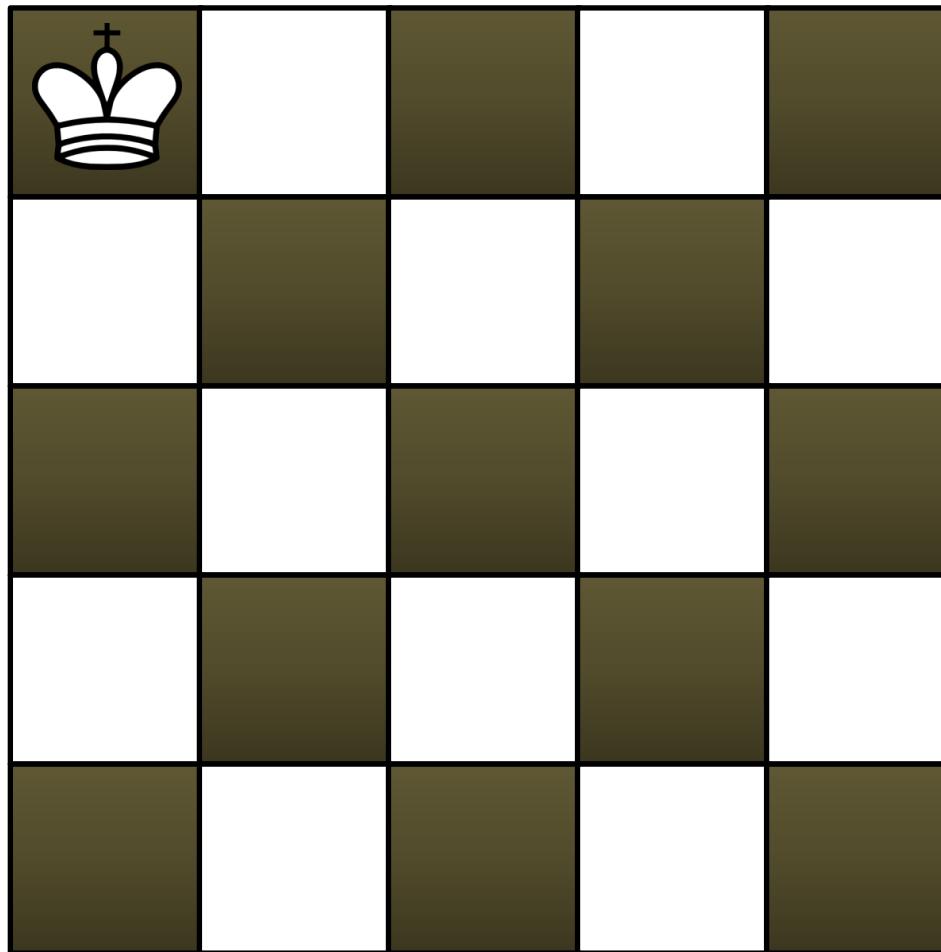
Satisfação de restrições

12	12	12	12	12
12				12
12				12
12				12
12	12	12	12	12

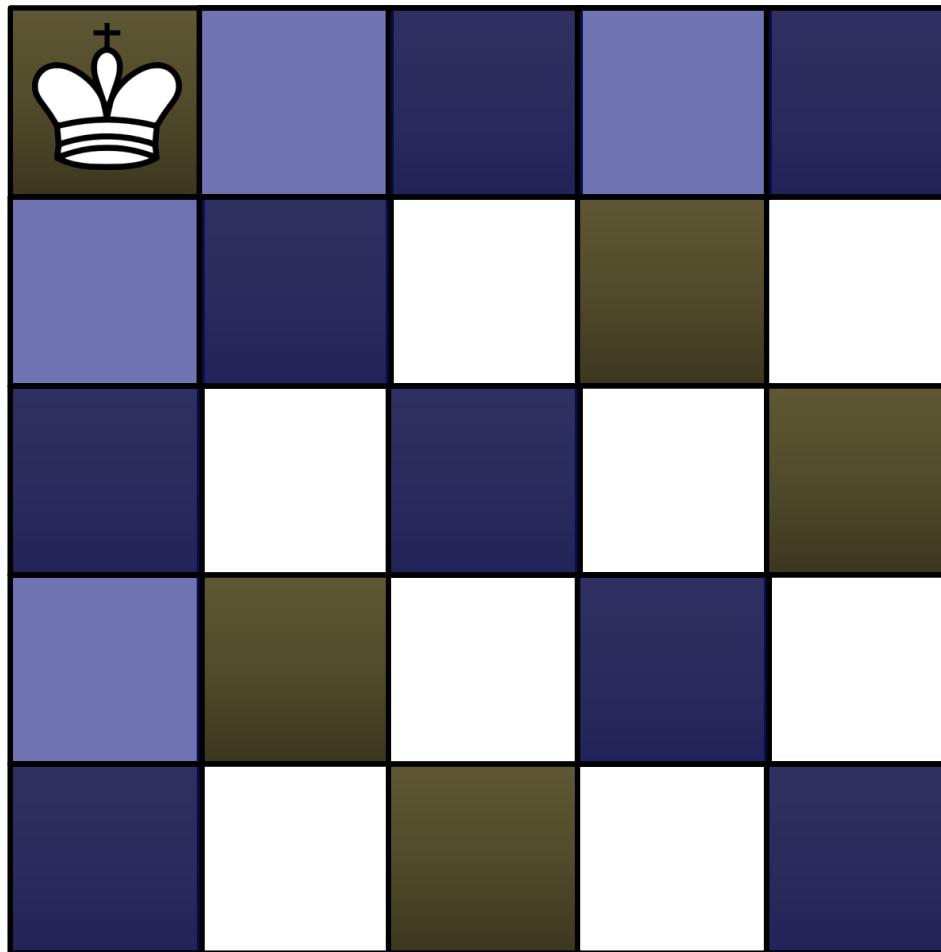
Satisfação de restrições



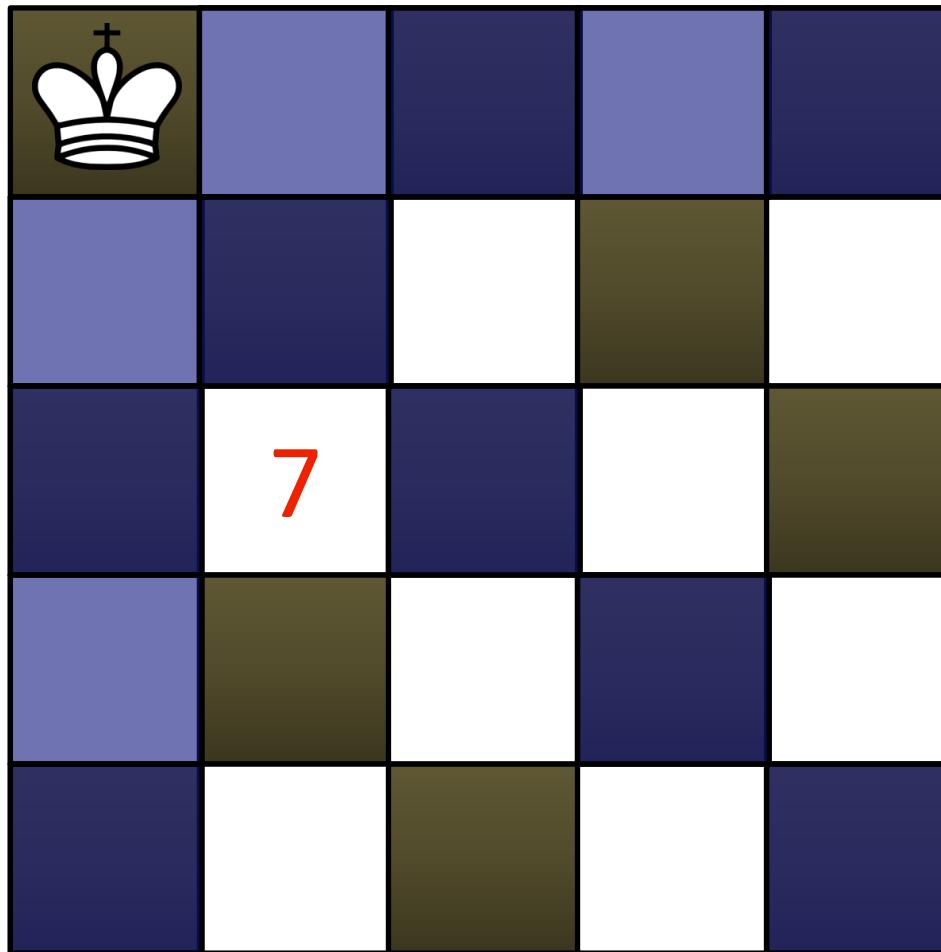
Satisfação de restrições



Satisfação de restrições



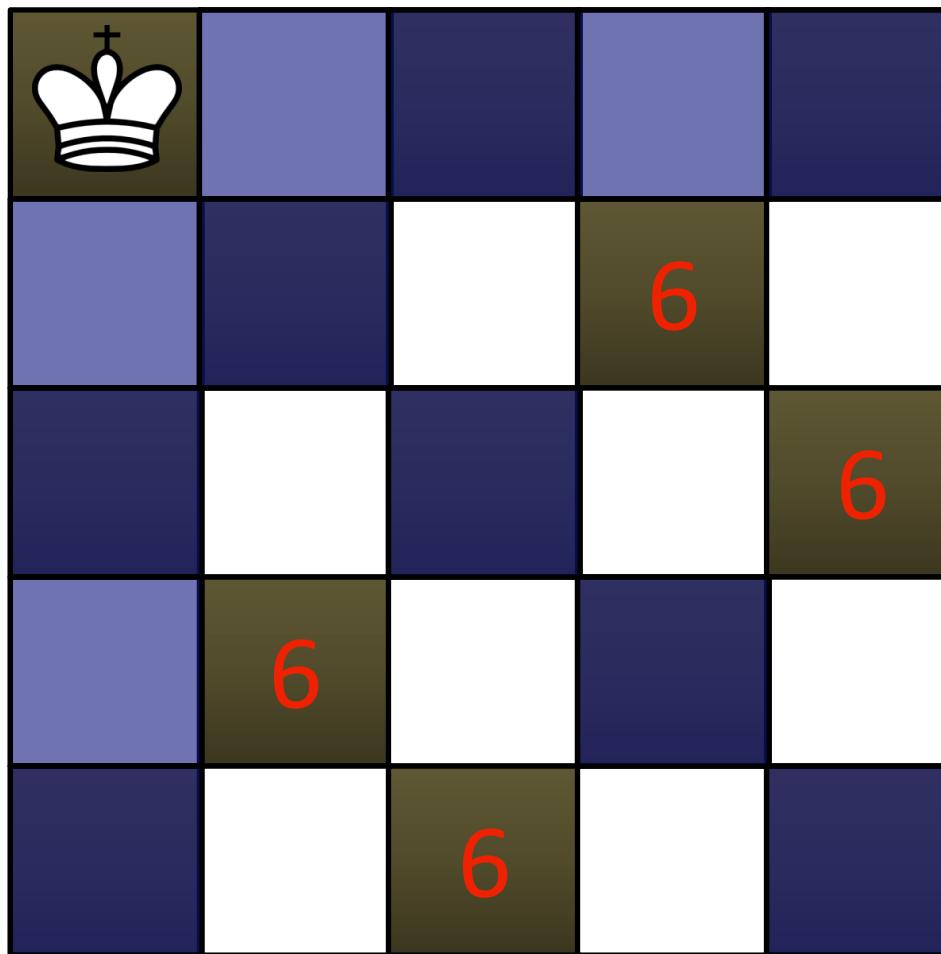
Satisfação de restrições



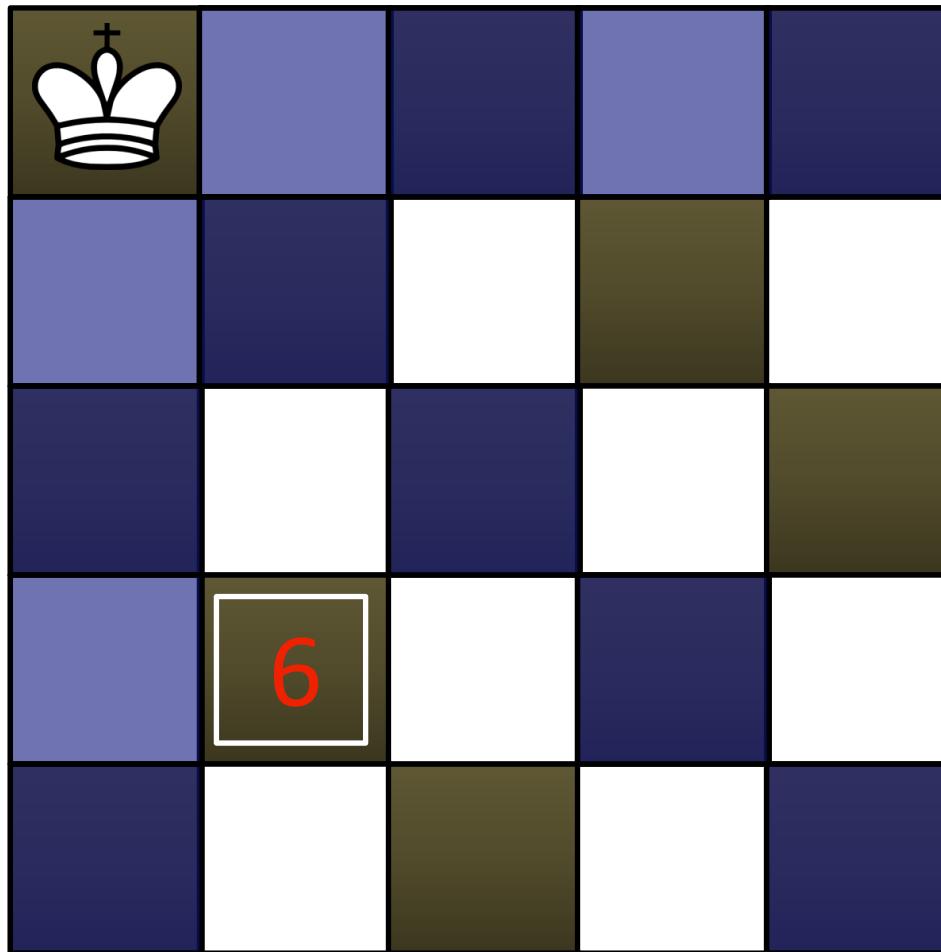
Satisfação de restrições

+				
		7	6	7
	7		9	6
	6	9		7
	7	6	7	

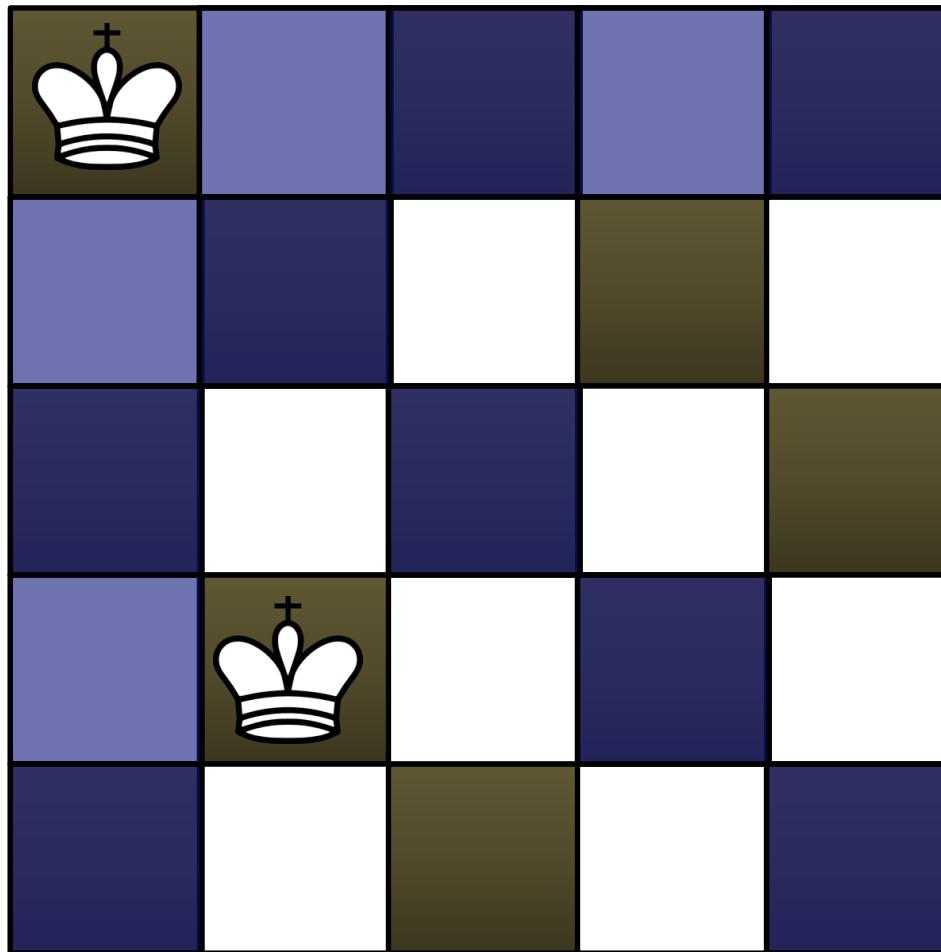
Satisfação de restrições



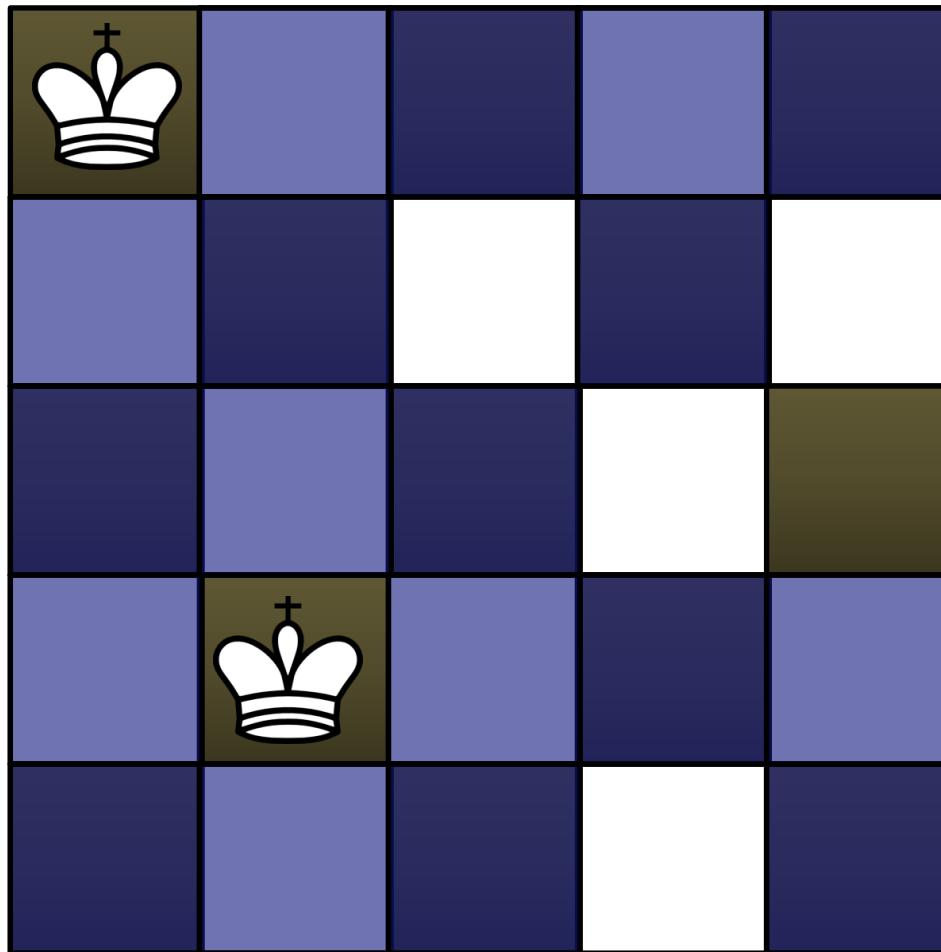
Satisfação de restrições



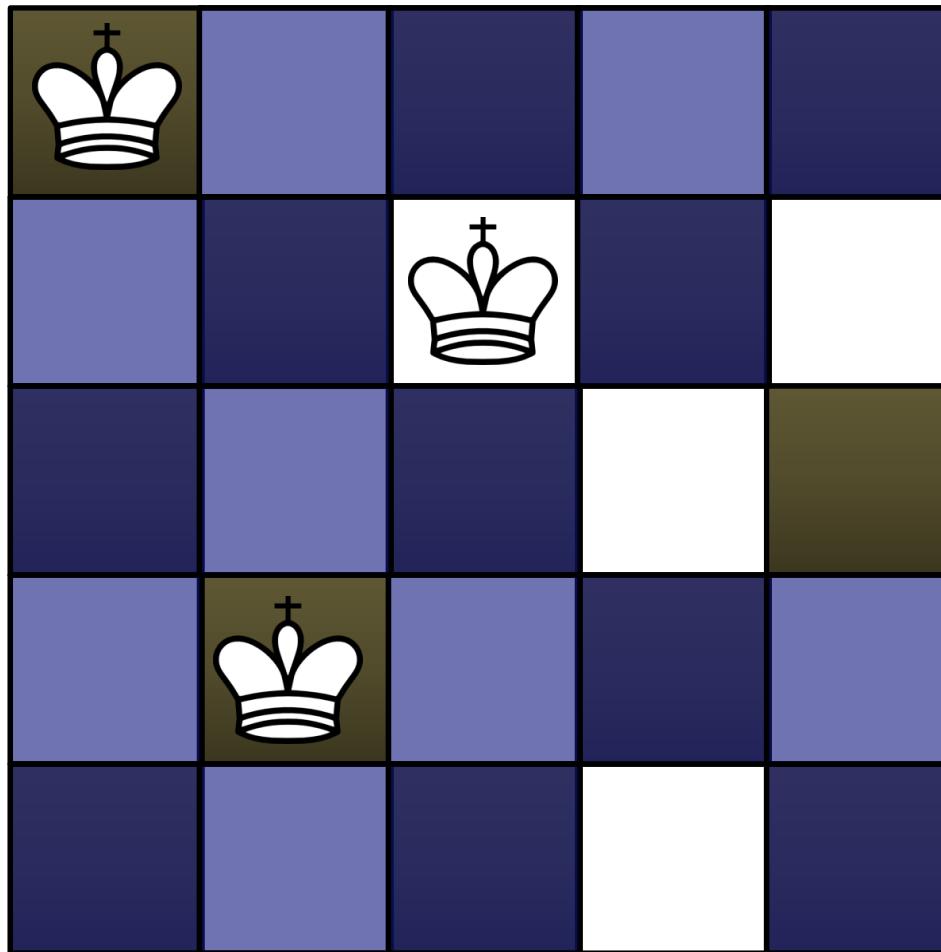
Satisfação de restrições



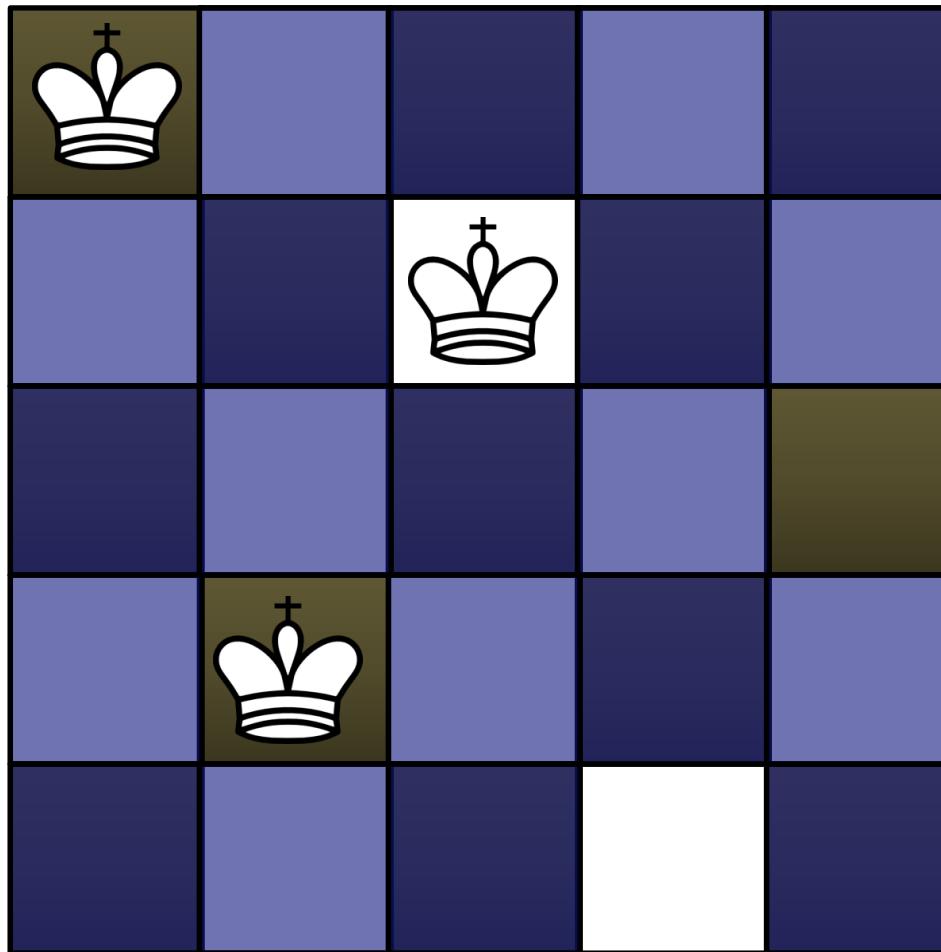
Satisfação de restrições



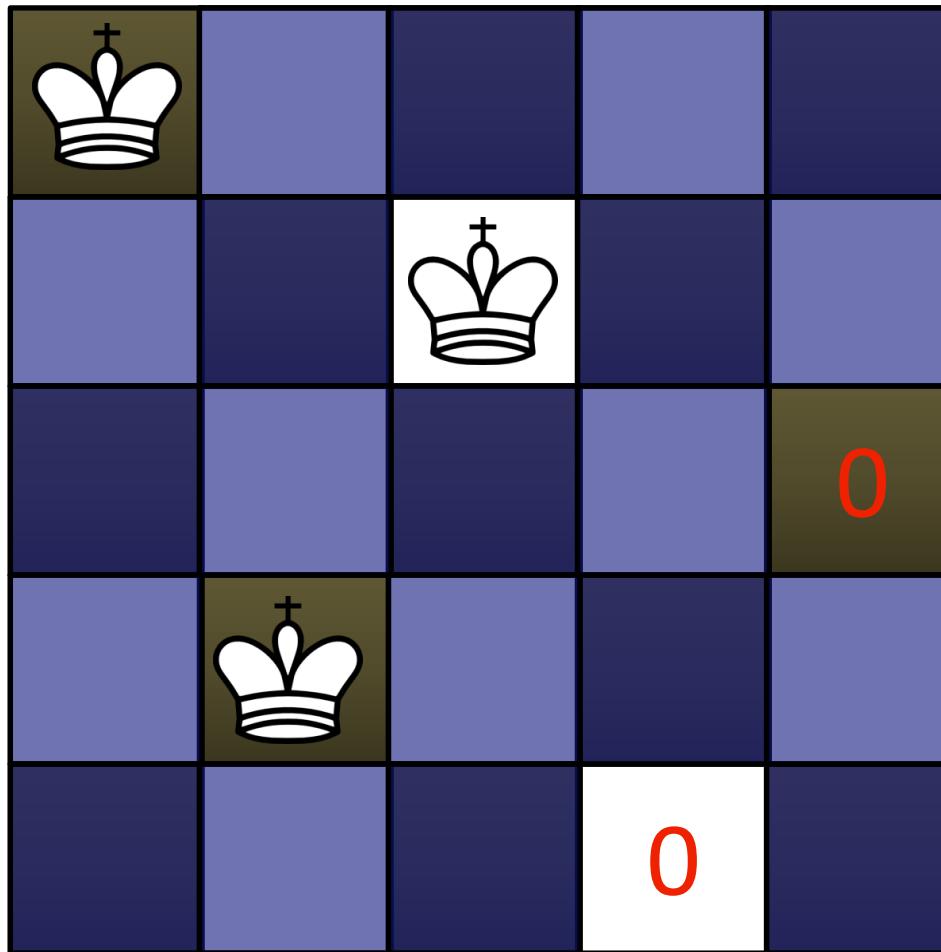
Satisfação de restrições



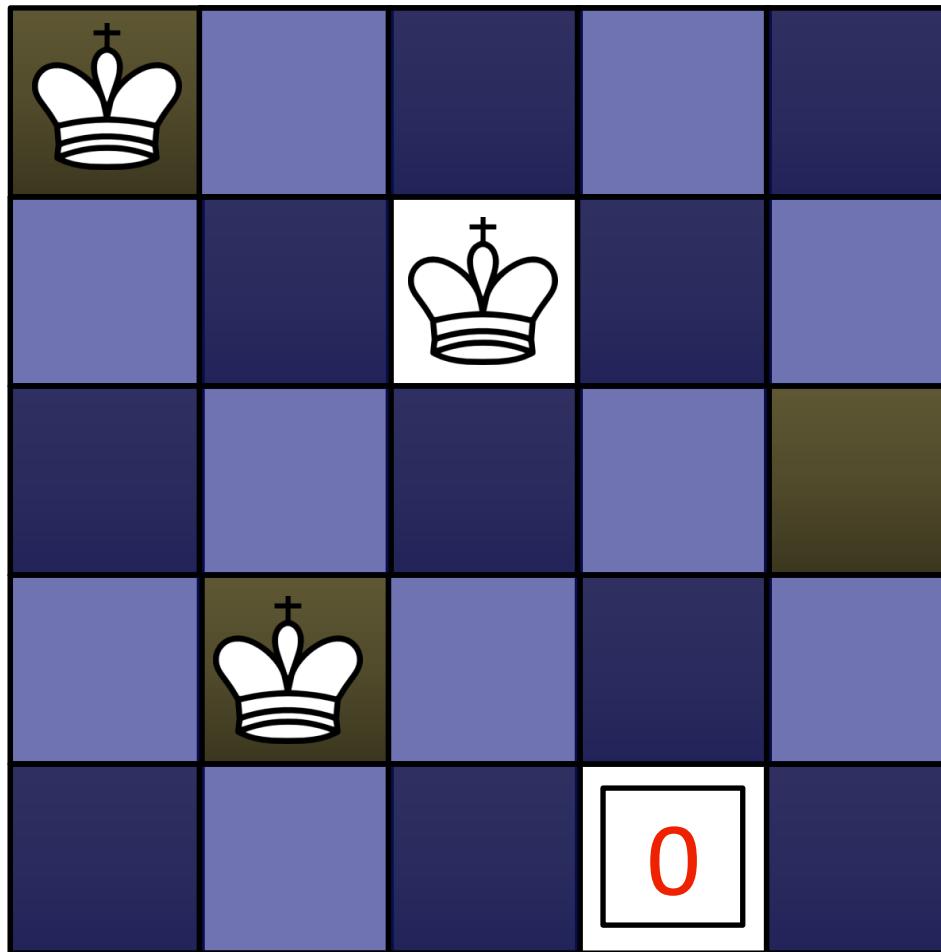
Satisfação de restrições



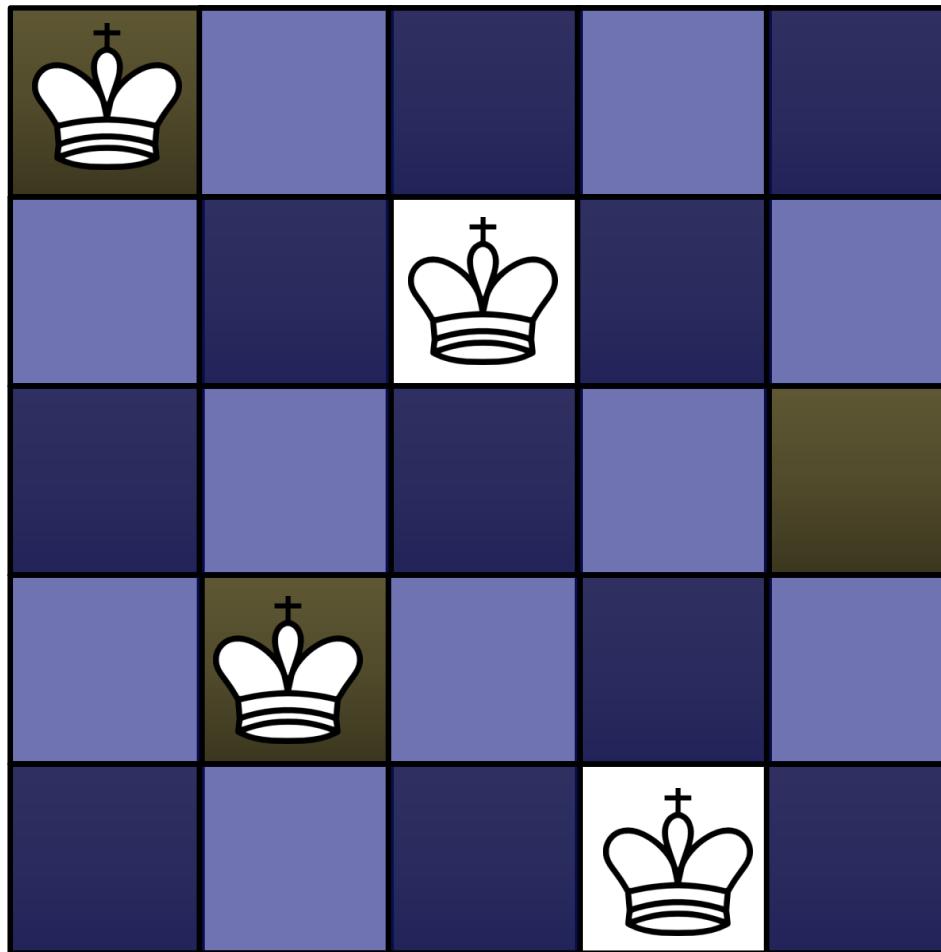
Satisfação de restrições



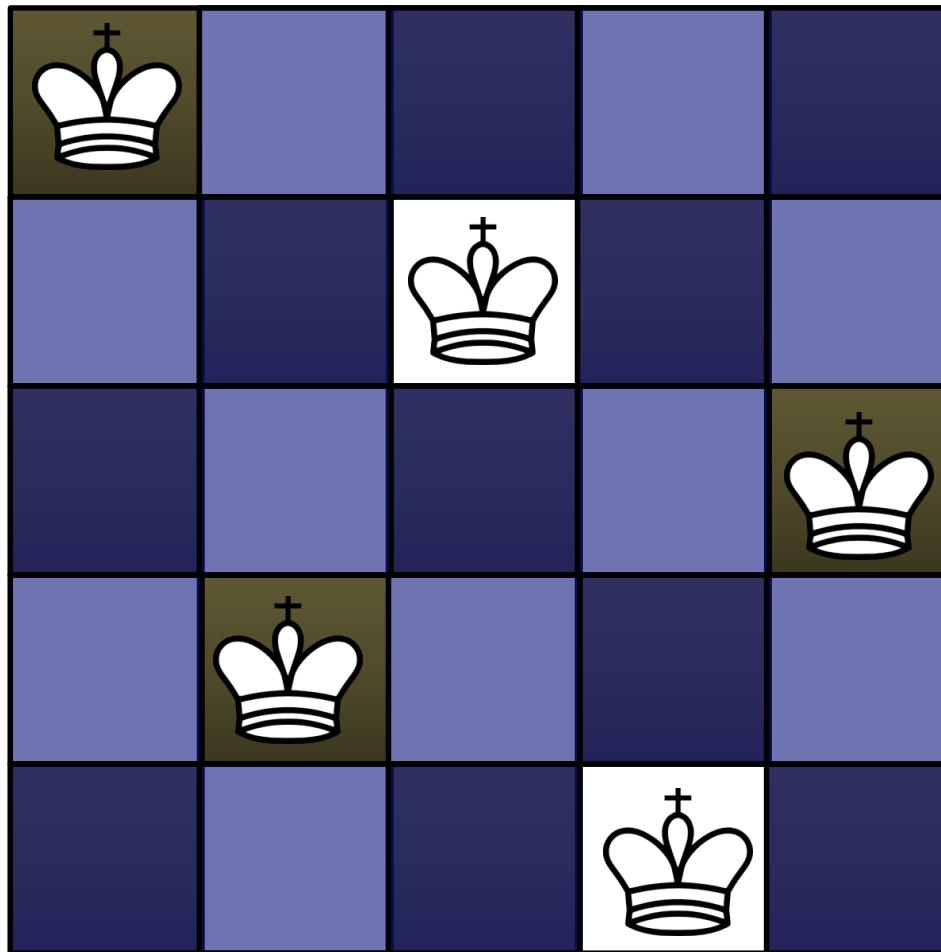
Satisfação de restrições



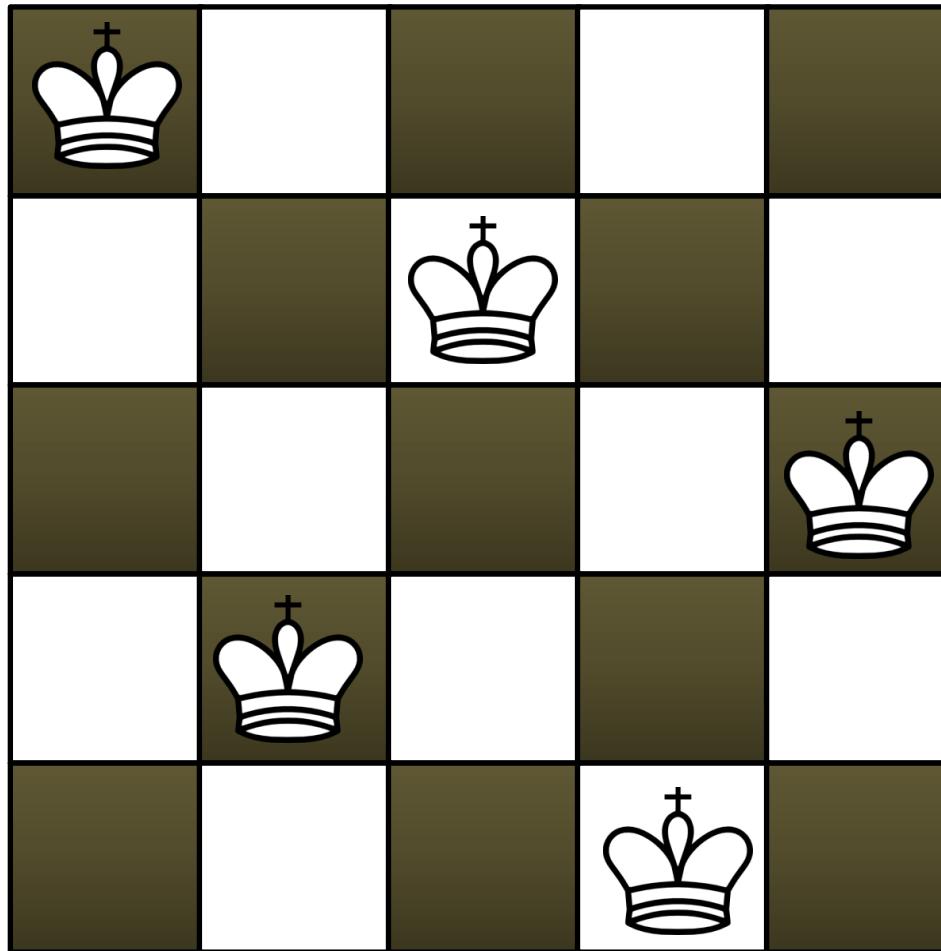
Satisfação de restrições



Satisfação de restrições



Satisfação de restrições



Conflitos mínimos

Conflitos mínimos

- Busca local para satisfação de restrições

Conflitos mínimos

- Busca local para satisfação de restrições
- Formulação de estados completos

Conflitos mínimos

- Busca local para satisfação de restrições
- Formulação de estados completos
- O que importa é a configuração final

Conflitos mínimos

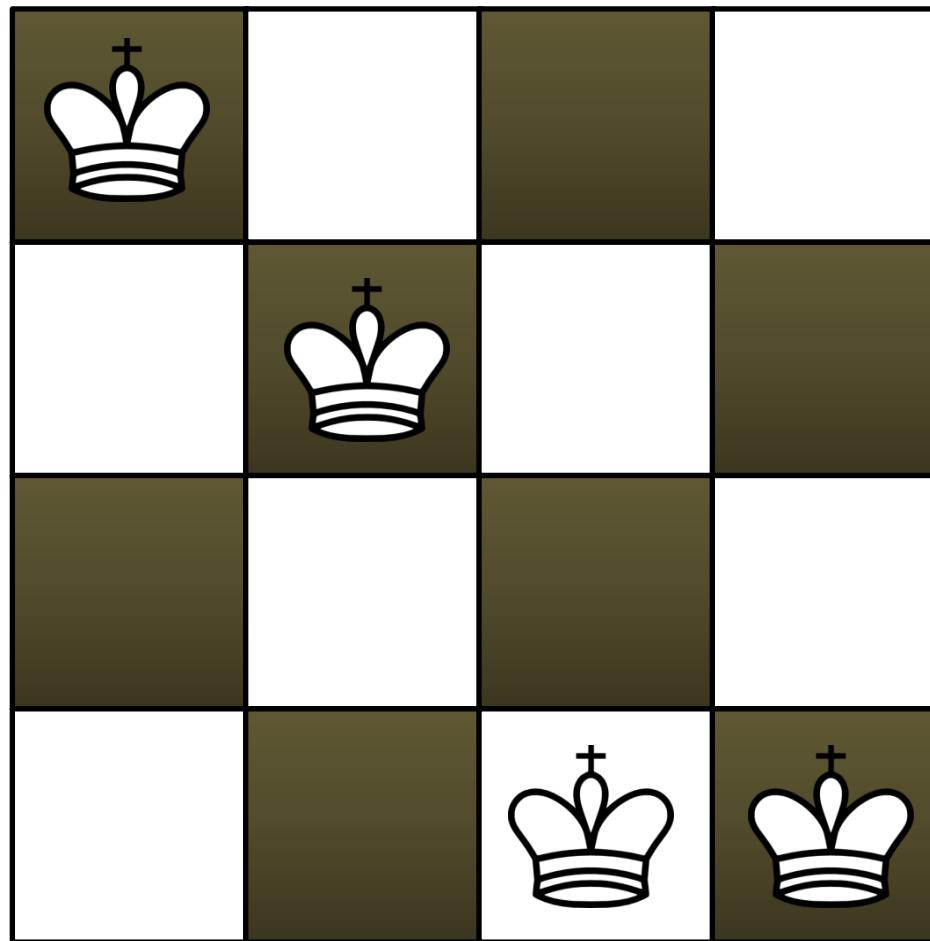
Conflitos mínimos

- Função de custo da heurística (h) :
número de ataques de uma rainha

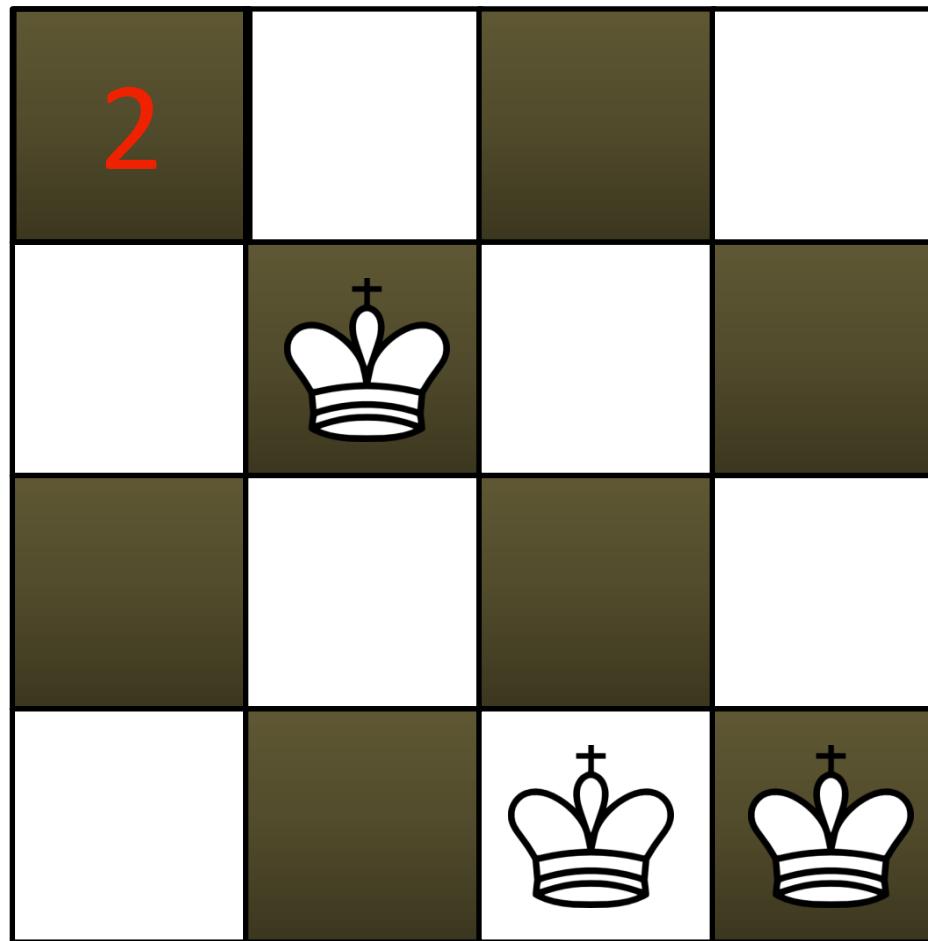
Conflitos mínimos

- Função de custo da heurística (h) :
número de ataques de uma rainha
- Objetivo:
atingir um estado X tal que $h(X) = 0$

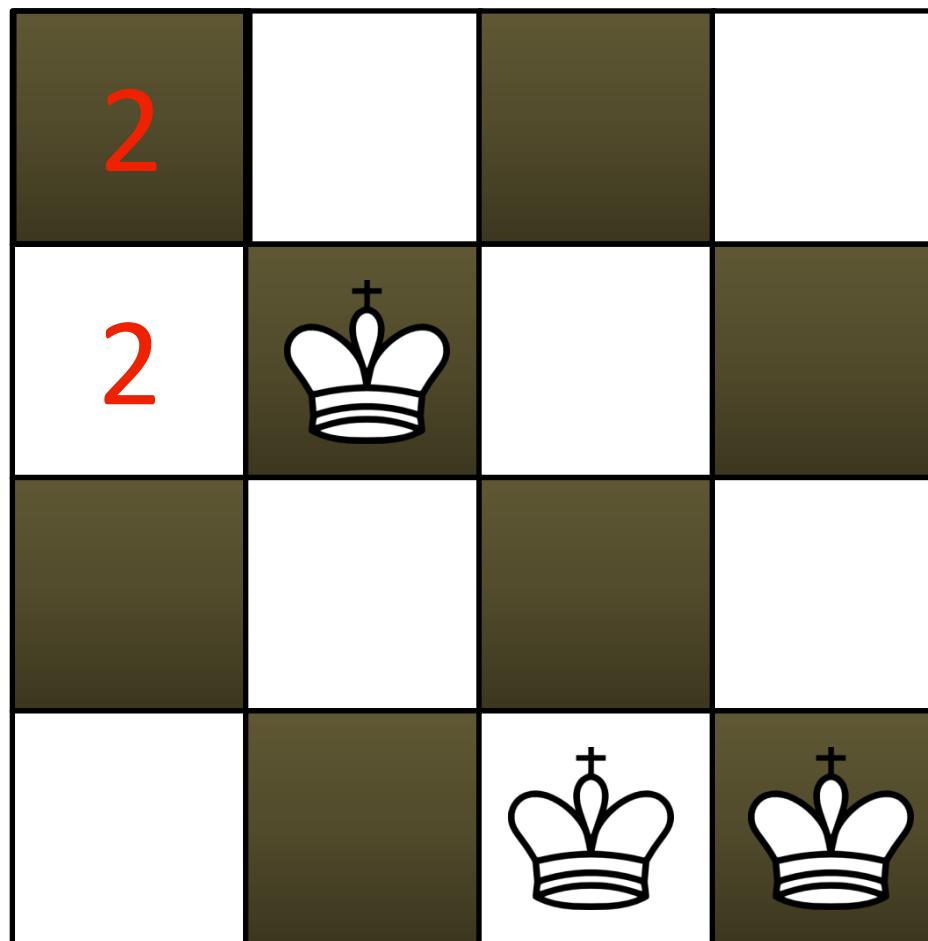
Conflitos mínimos



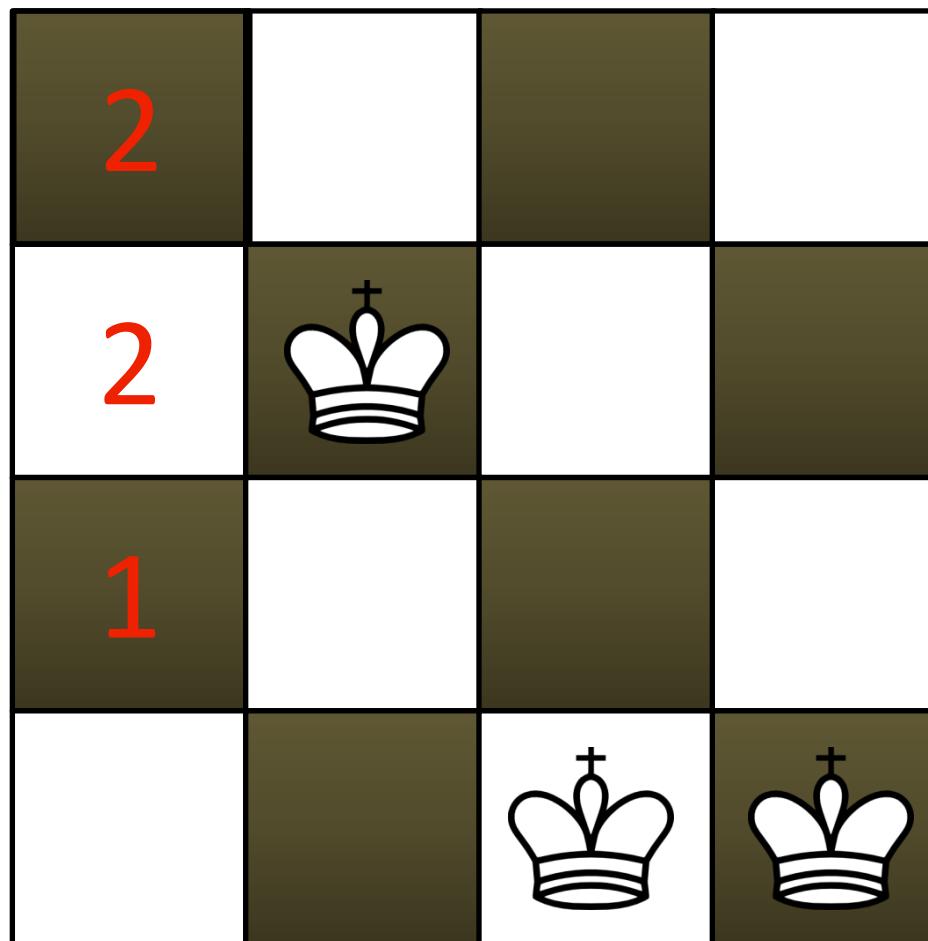
Conflitos mínimos



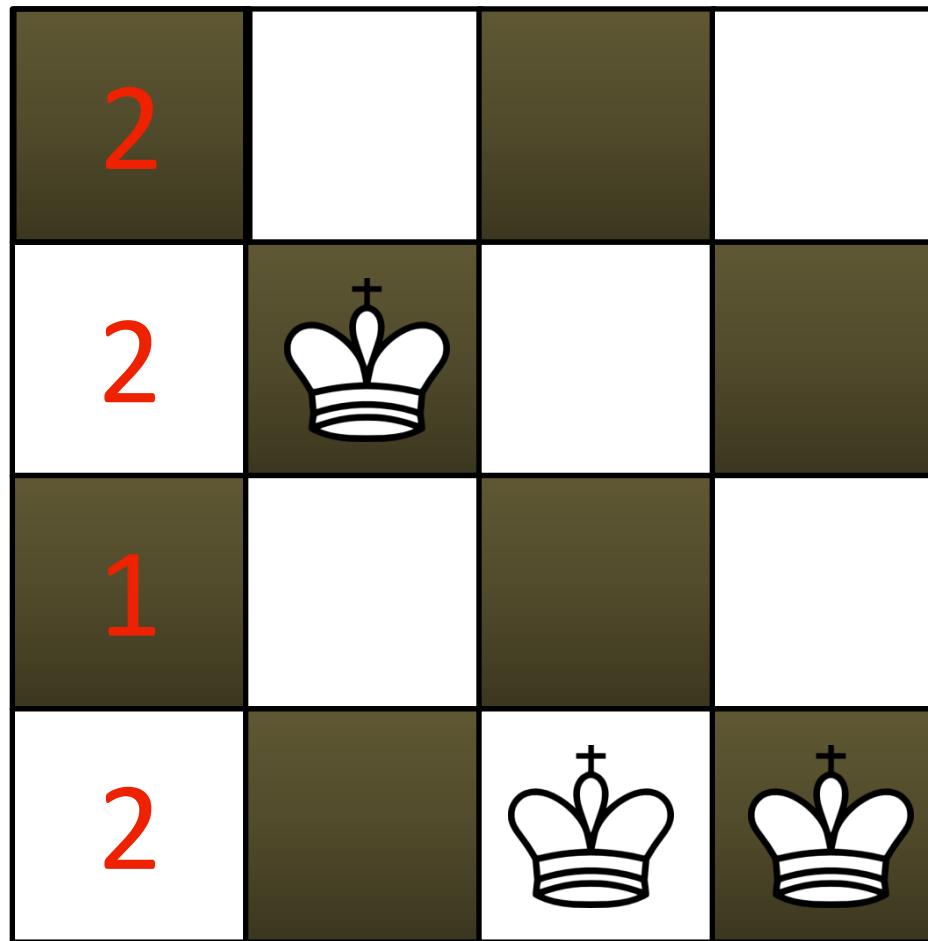
Conflitos mínimos



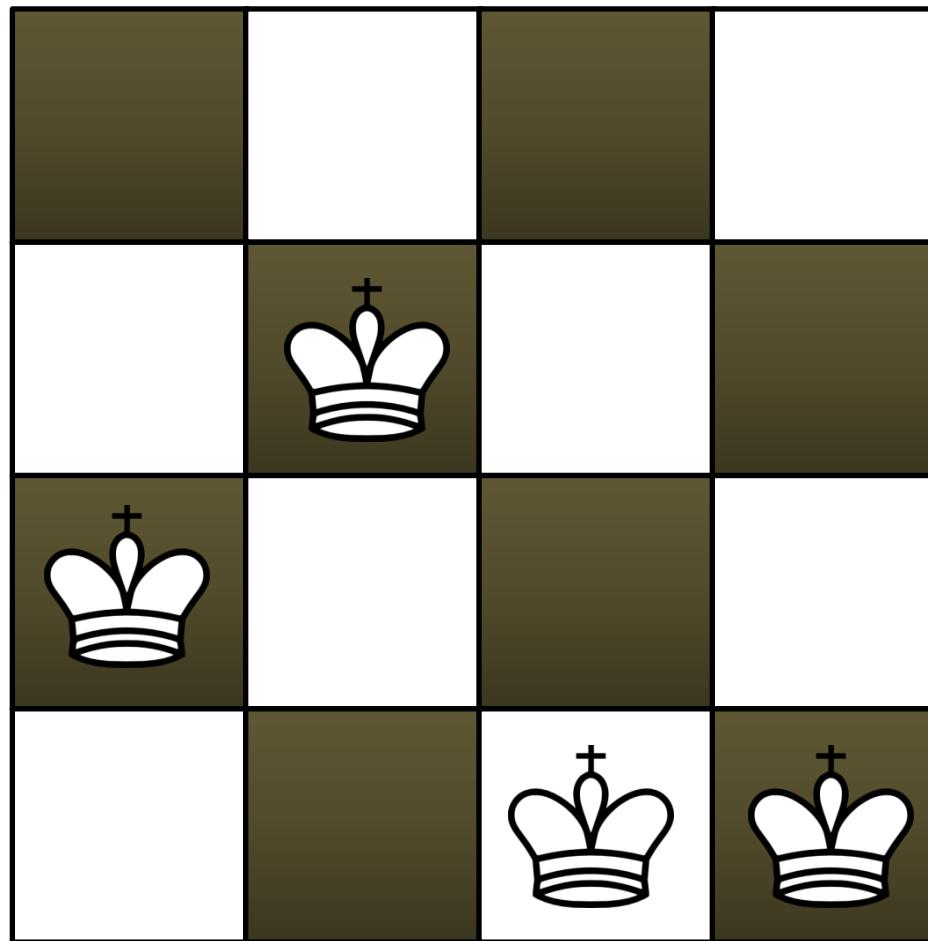
Conflitos mínimos



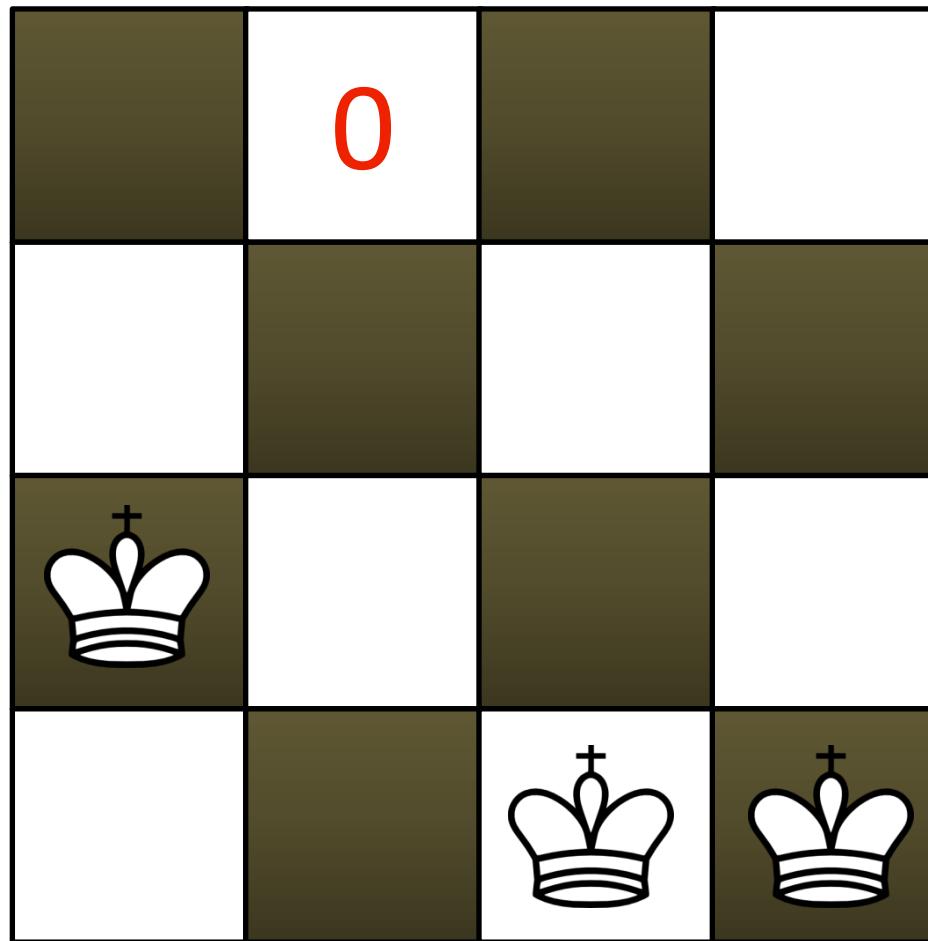
Conflitos mínimos



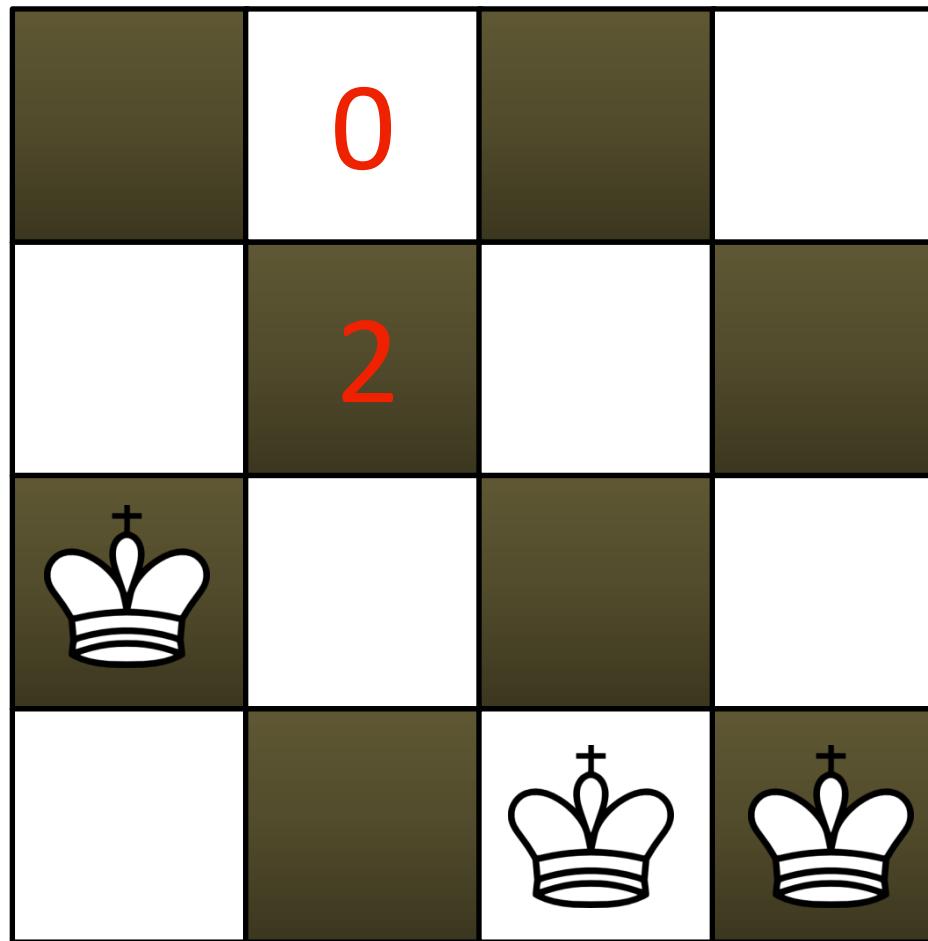
Conflitos mínimos



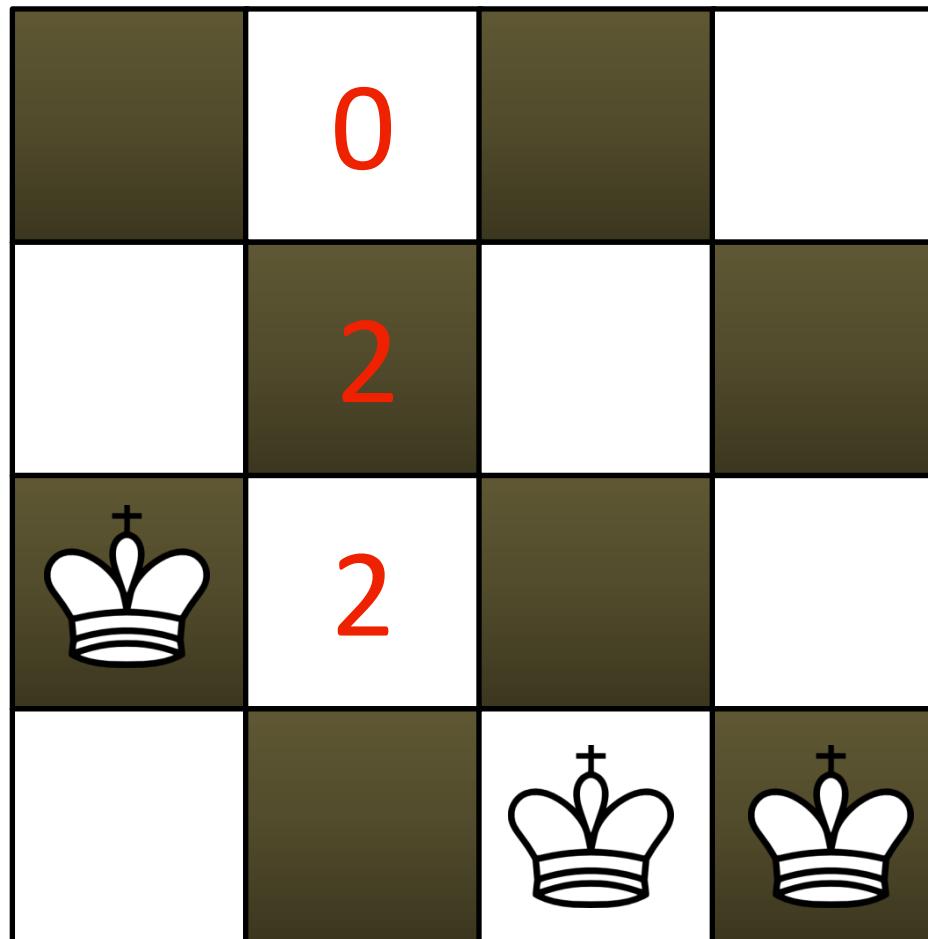
Conflitos mínimos



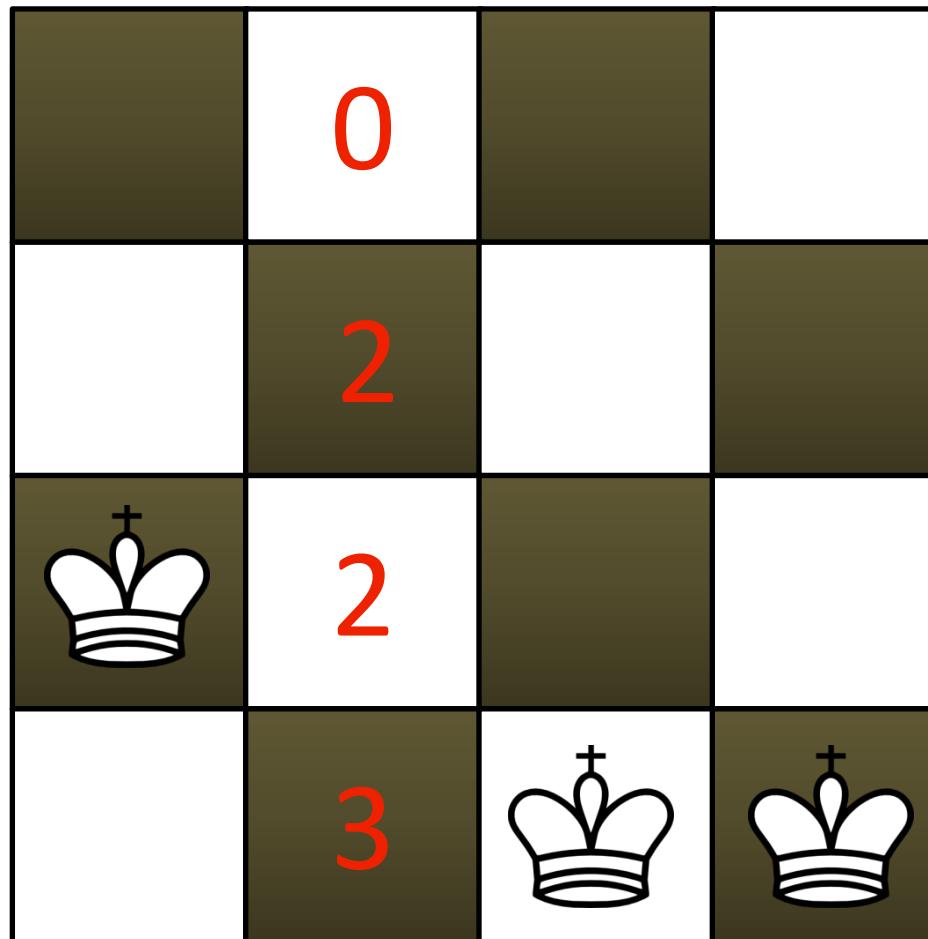
Conflitos mínimos



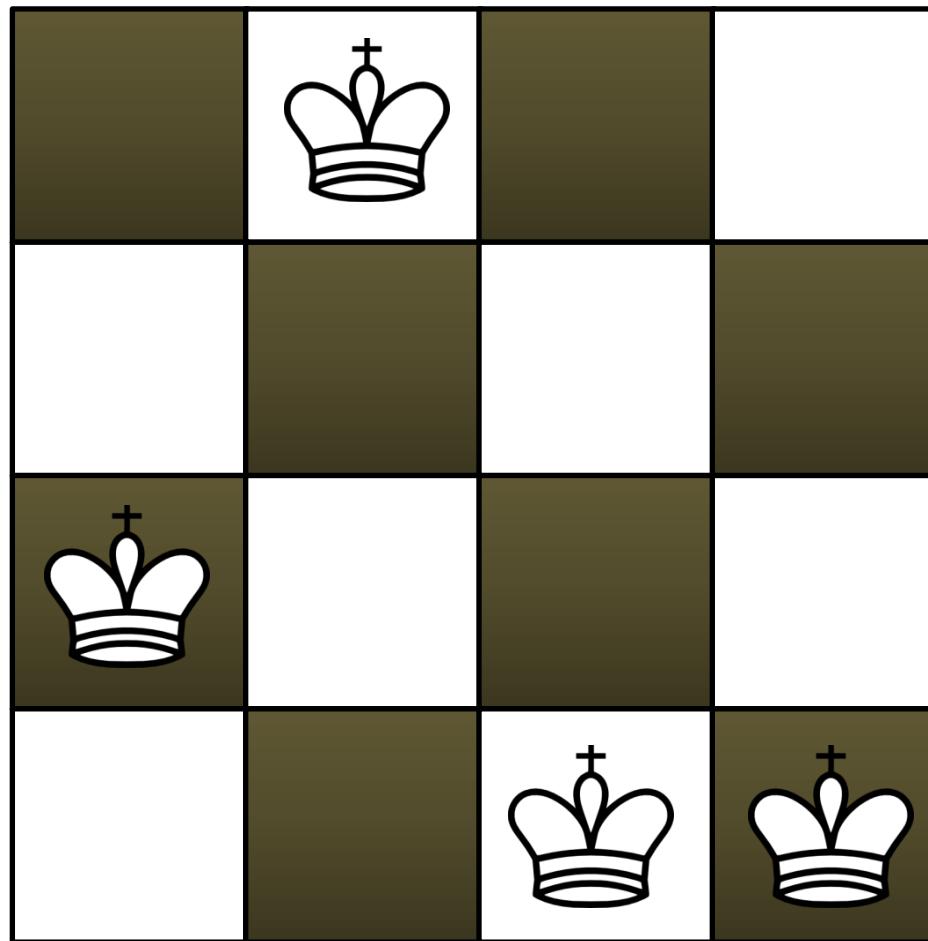
Conflitos mínimos



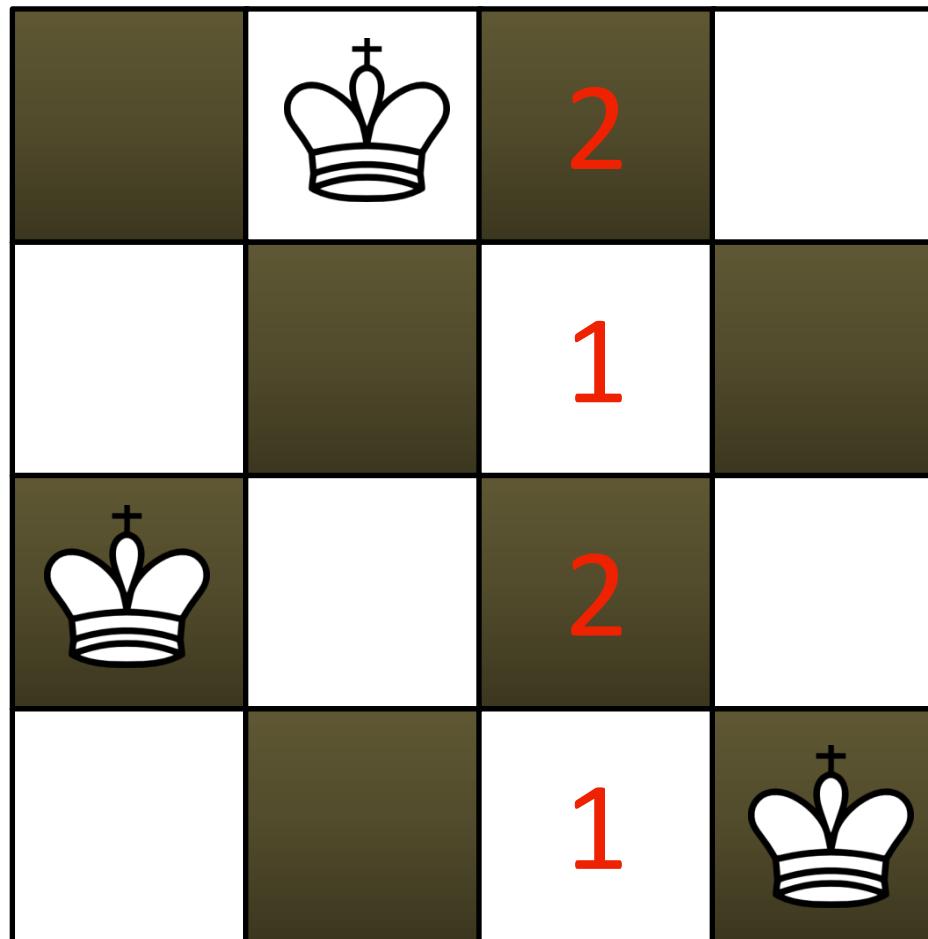
Conflitos mínimos



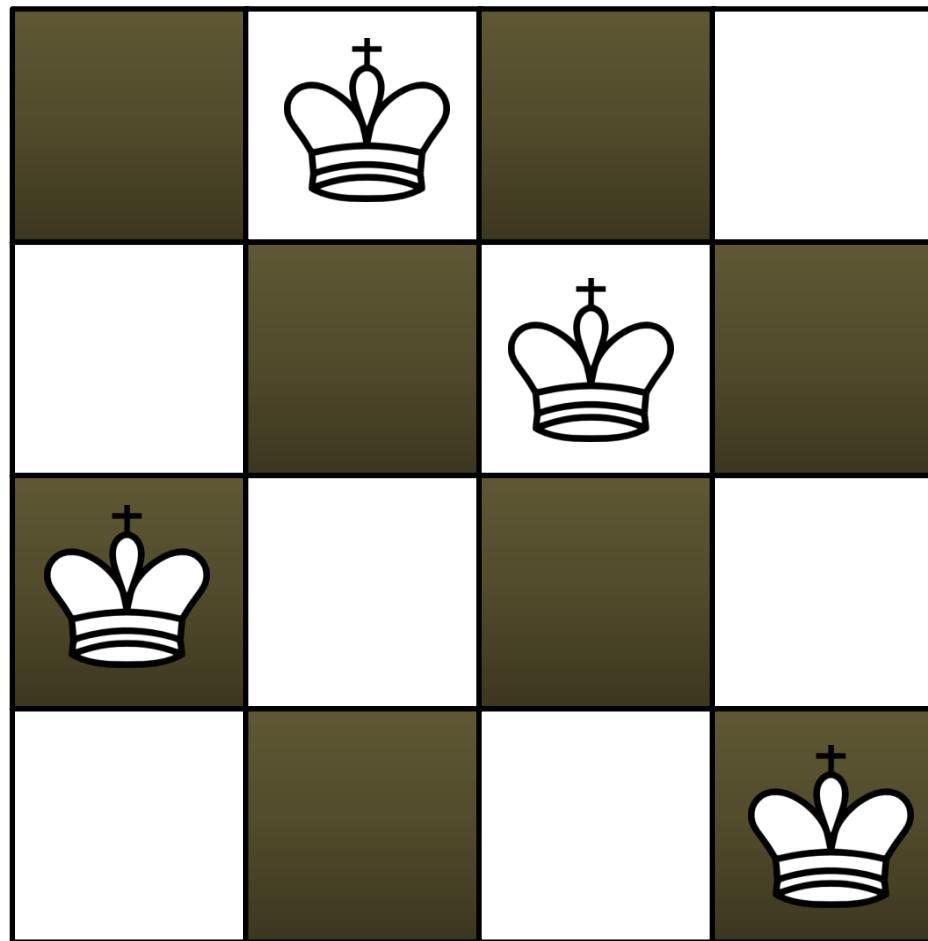
Conflitos mínimos



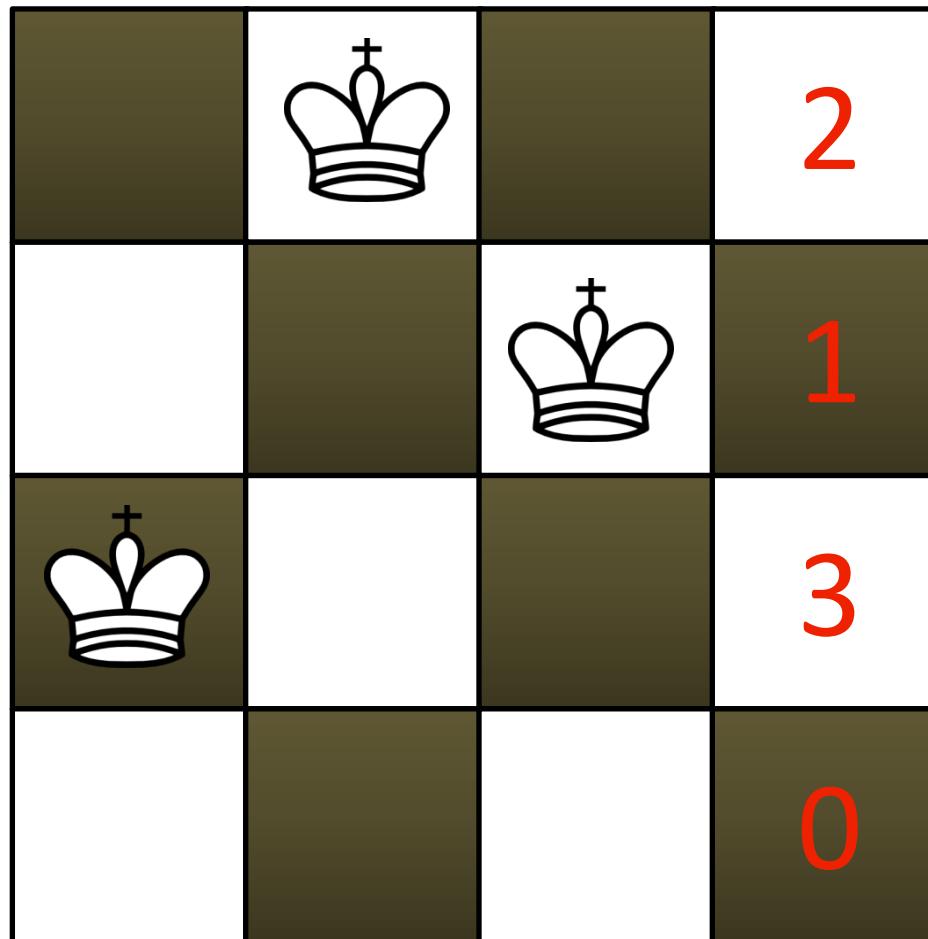
Conflitos mínimos



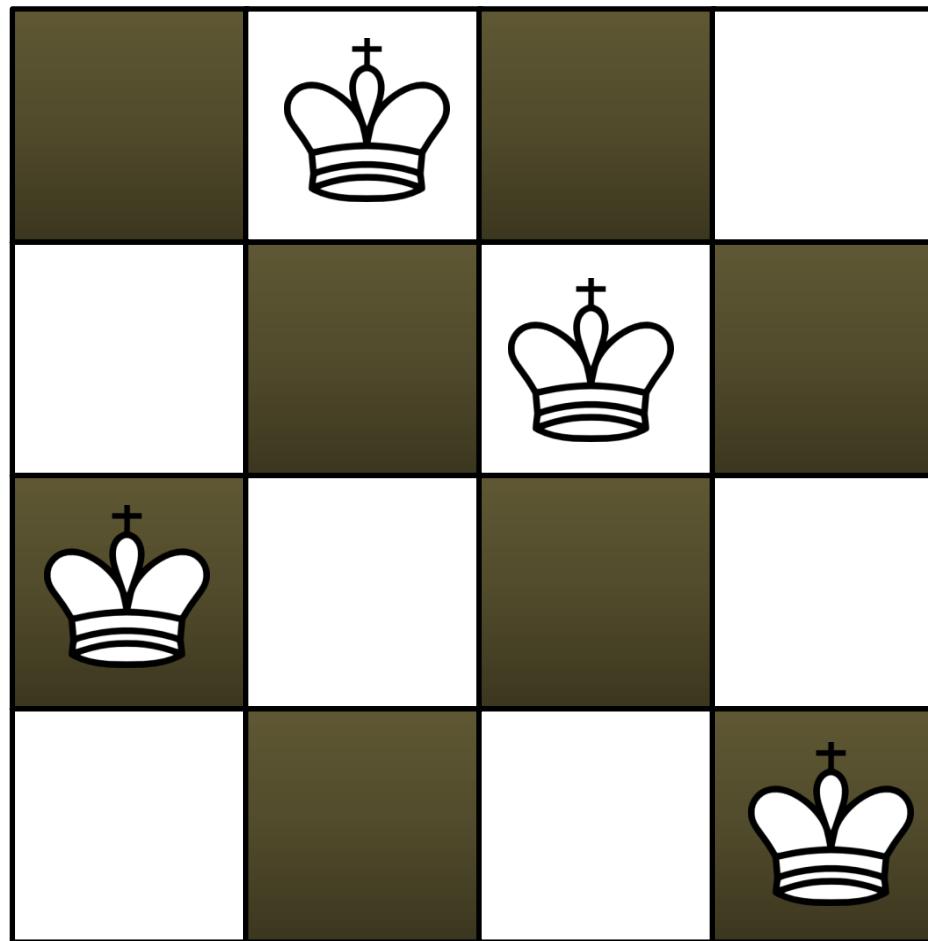
Conflitos mínimos



Conflitos mínimos



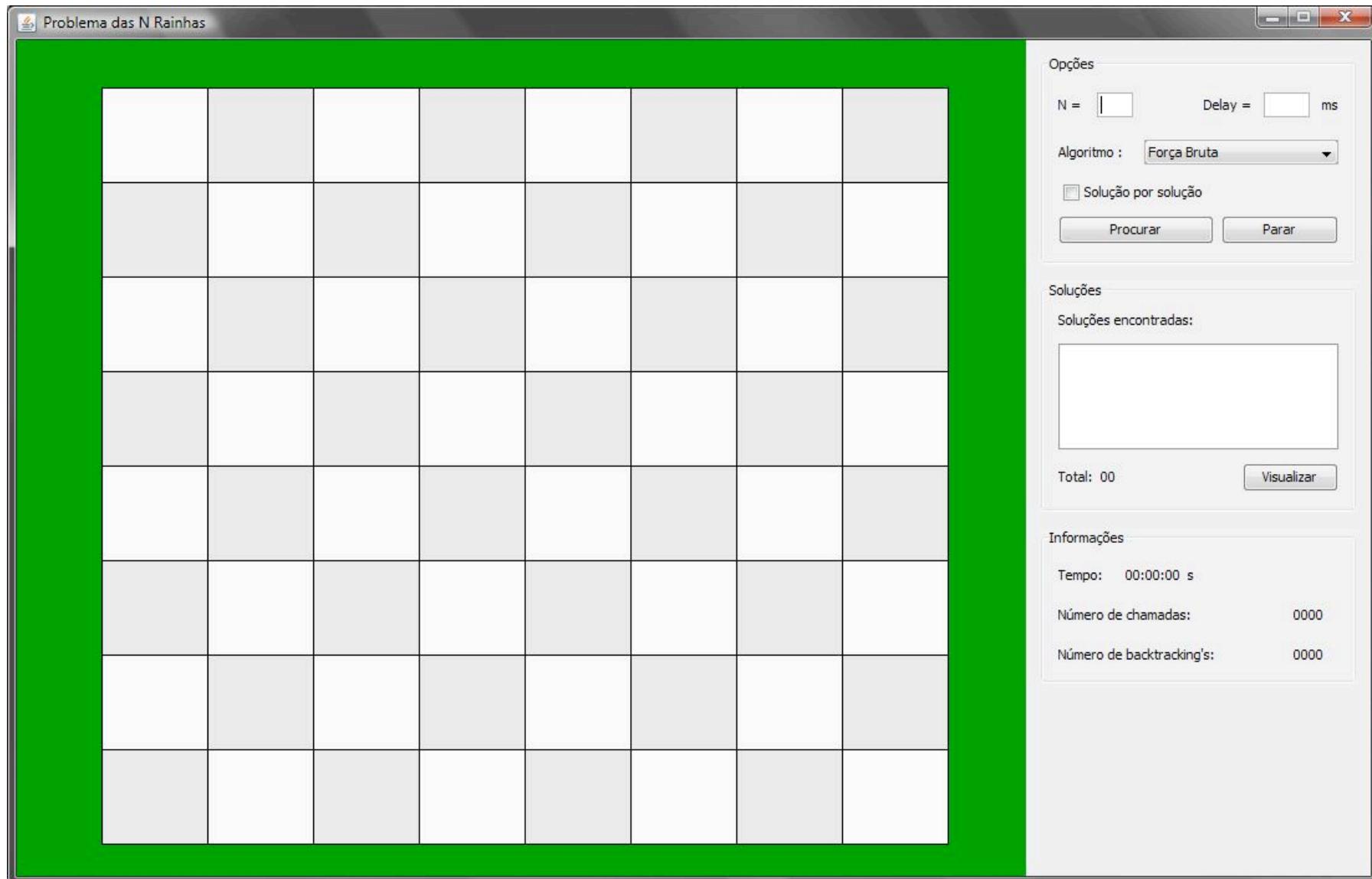
Conflitos mínimos



Software

Primeiro protótipo

Primeiro protótipo



Primeiro protótipo

Primeiro protótipo

N	Força Bruta	Busca Local		Conflitos Mínimos	
		Mínimo de	Máximo de	Mínimo de	Máximo de
8		1	22	3	76
10		1	77	29	475
20		2	130 2 segundos	204	47.000 7 segundos
30	17 s	20 2 segundos	115 14 segundos		
40		32 15 s	167 1 min 18 s		

Próximos protótipos

Próximos protótipos

- Reestruturação das classes

Próximos protótipos

- Reestruturação das classes
- Otimizar as funções utilizadas

Próximos protótipos

- Reestruturação das classes
- Otimizar as funções utilizadas
- Melhorar a interface

Futuramente...

Futuramente...

- Permitir a combinação de algoritmos

Futuramente...

- Permitir a combinação de algoritmos
- Implementar o jogo

Futuramente...

- Permitir a combinação de algoritmos
- Implementar o jogo
- Evoluir para o problema das N^2 - rainhas

Referências

- [1] Material de aula disponibilizado pelo Professor Anderson Rocha no site da disciplina
- [2] Russell, Stuart & Norvig, Peter – Artificial Intelligence, 2^a edição, Pearson Education