

The Settlers



IPC 2018

GRUPO 03:

Alex Gabriel Alves Faustino - 200056603

Artur Handow Krauspenhar - 231034082

Dara Maria Barbosa de Sousa - 202046040

Eduardo de Almeida Morais - 231011275 (TRANCOU)

Giovanni Alvissus Camargo Giampauli - 211043647

Marina Márcia Costa de Souza - 200041606

Murilo Schiler Lopes Santana - 150142536 (TRANCOU)

Pedro Gomes Oliveira - 211031440

Thales Duarte Alcântara de Oliveira - 221035095

Willian Wagner Xavier Ramos da Silva - 231011865

INTRODUÇÃO AO DOMÍNIO

O domínio "settlers" é inspirado no jogo The Settlers, um jogo de estratégia em tempo real lançado em 1994 para MS-DOS, semelhante a títulos como Age of Empires e Civilization. O foco do jogo é a construção e gestão de um império, onde os jogadores expandem suas colônias utilizando recursos espalhados pelo mapa.

No domínio simplificado de "settlers," agentes realizam tarefas como mover veículos, carregar e descarregar recursos, construir estruturas e processar materiais, permitindo o estudo da eficiência de algoritmos de planejamento em cenários de gerenciamento de recursos e expansão estratégica.

MOTIVAÇÃO

O domínio "settlers" existe para fornecer um ambiente simplificado para simular cenários de colonização e desenvolvimento. Ele permite testar e avaliar algoritmos de planejamento e tomada de decisão em situações que envolvem coleta e gestão de recursos.

1

Simulação de Colonização: Modela o estabelecimento de comunidades, distribuição de recursos e construção de estruturas essenciais.

2

Otimização de Recursos: Avalia estratégias para a alocação eficiente de recursos limitados, impactando na expansão e sustentabilidade da colônia.

3

Tomada de Decisão em Desenvolvimento:
Analisa a eficácia de decisões em cenários de crescimento econômico, útil em logística, construção e gestão de suprimentos.

O domínio testa as capacidades de planejamento automático em ambientes de simulação que requerem uma sequência complexa de ações interdependentes.

- **Esse tipo de domínio desafia os algoritmos de planejamento a lidar com decisões sobre alocação de recursos, otimização de custo e coordenação de múltiplas tarefas.**

ARTIGOS CIENTÍFICO

O domínio "settlers" tem sido objeto de estudo na área de planejamento em inteligência artificial. Um exemplo é o artigo *A Constraint Model for the Settlers Planning Domain* de Peter Gregory e Andrea Rendl, que propõe um modelo baseado em restrições para resolver problemas nesse domínio.

Esse estudo contribui para a compreensão e desenvolvimento de técnicas de planejamento aplicadas a cenários de gerenciamento de recursos e expansão estratégica.

ARTIGOS CIENTÍFICO

Outro artigo que pode ser citado é o "Heuristics as Adaptive Decision Strategies in Management" aborda a aplicação de heurísticas como estratégias adaptativas em tomadas de decisão, destacando que, em ambientes de incerteza, heurísticas simples podem ser mais eficazes do que abordagens complexas.

Os autores Florian Artinger e seus colegas argumentam que heurísticas permitem que gestores lidem com cenários onde não se conhecem todas as variáveis e probabilidades.

ANÁLISE CRÍTICA

O domínio "Settlers" é útil como uma simplificação de problemas complexos de planejamento, como a configuração de recursos e seu processamento, além disso, ele permite observar a eficiência do planejador por meio do custo total.

- A simplicidade do modelo limita sua aplicabilidade em cenários realistas, bem como no jogo *The Settlers*.
- A enorme quantidade de ações repetidas como **carregar** e **descarregar** de cada recurso, pode aumentar o tempo de execução desnecessariamente, podendo criar alguns loops.

EXECUÇÃO E ANÁLISE

EXECUÇÃO COM UMA ÚNICA MÁQUINA

Máquina utilizada: hu1

Problemas escolhidos: 1, 5 e 20

Comando de execução: `.../fast-downward.py --alias <modelo> --overall-time-limit 5m <domain> <problem>`

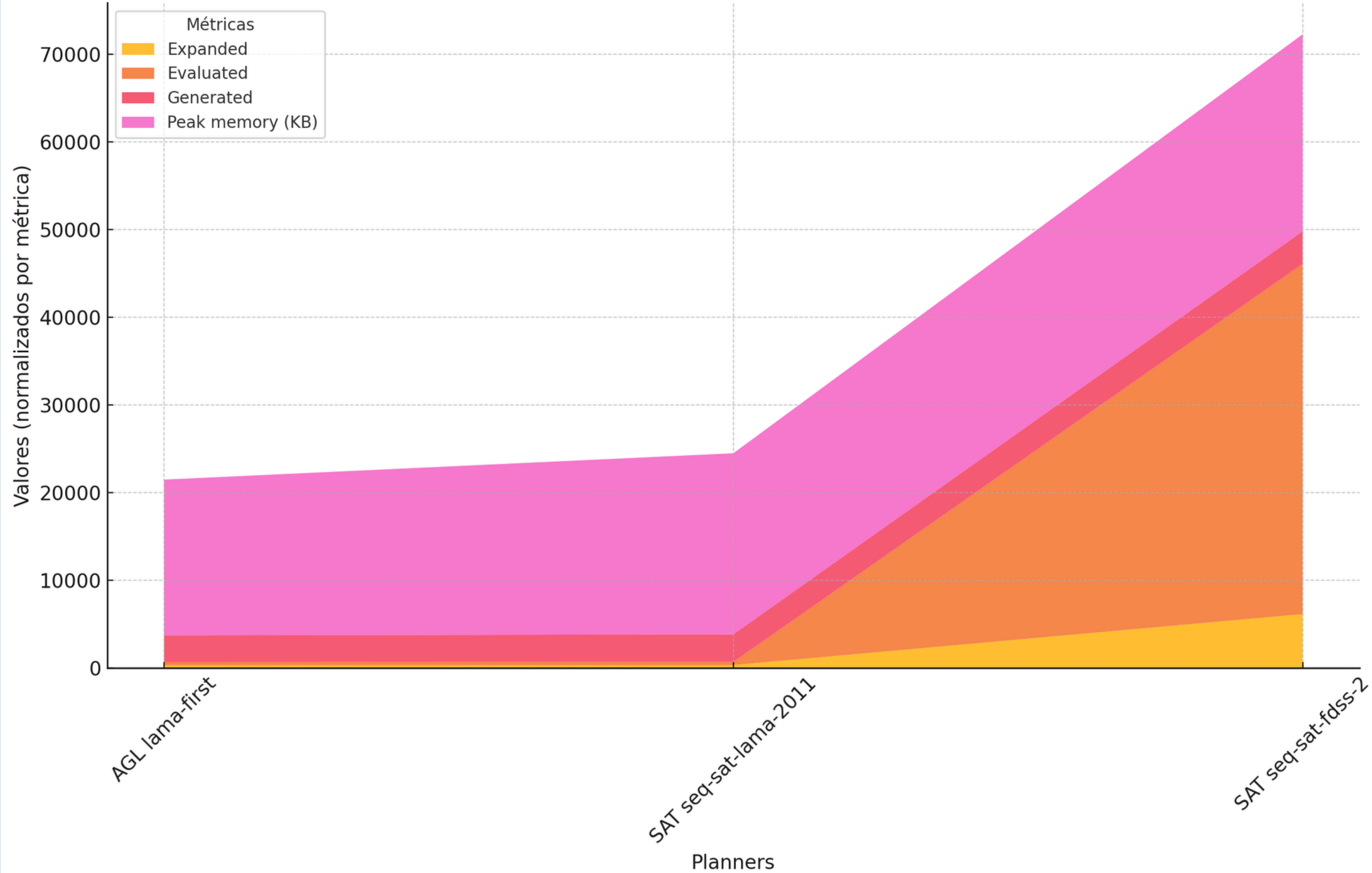
EXECUÇÃO E ANÁLISE

PARÂMETROS COLETADOS

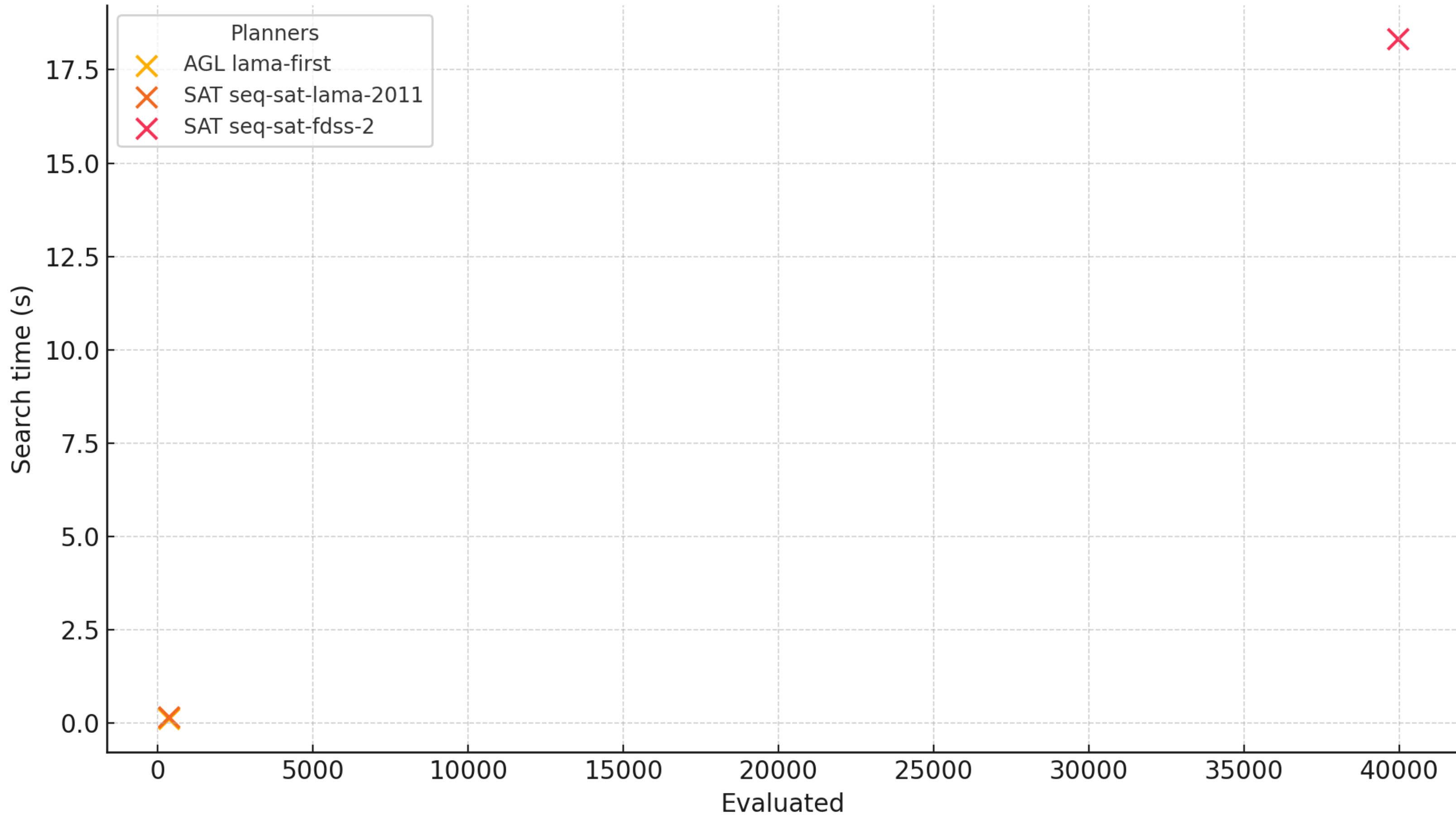
- **Plan Length (Comprimento do Plano):** Número total de ações no plano gerado.
- **Plan Cost (Custo do Plano):** Soma dos custos individuais das ações no plano.
- **Expanded (Nós Expandidos):** Quantidade de nós (estados) que foram expandidos durante a busca.
- **Evaluated (Nós Avaliados):** Número de nós que tiveram suas heurísticas ou funções de avaliação calculadas. Nem todos os nós gerados são necessariamente avaliados, dependendo da estratégia de busca utilizada.
- **Generated (Nós Gerados):** Total de nós criados durante o processo de busca, incluindo aqueles que foram expandidos e avaliados.
- **Search Time (Tempo de Busca):** Duração total, em segundos, que o algoritmo de busca levou para encontrar o plano. Não inclui o tempo de pré-processamento ou outras etapas fora da busca principal.
- **Total Time (Tempo Total):** Tempo total gasto pelo Fast Downward desde o início até a conclusão, incluindo pré-processamento, busca e pós-processamento.
- **Peak Memory (Memória de Pico):** Quantidade máxima de memória RAM utilizada pelo processo durante a execução.
- **Total Memory (Memória Total):** Memória total alocada pelo processo durante a execução.

Problem 01	AGL lama-first	SAT seq-sat-lama-2011		SAT seq-sat-fdss-2		OPT seq-opt-fdss-2	
	Found	Found	Last Search	Last Found	Last Search	Last Found	Last Search
Plan Length	69 steps	69 steps	N/D	66 steps	N/D	N/D	N/D
Plan Cost	535	530	N/D	490	N/D	N/D	N/D
Expanded	346 states	358 states	1.633 states	346 states	6.171 states	N/D	4.680.254 states
Evaluated	347 states	359 states	1.634 states	2.826 states	39.948 states	N/D	14.152.532 states
Generated	3.043 states	3.142 states	N/D	3.691 states	N/D	N/D	N/D
Search time	0.130058s	0.157988s	1.44863s	1.24194s	18.3273s	N/D	113.435s
Total time	0.293568s	N/D	299.36s	1.34193s	298.88s	N/D	298.62s
Peak memory	17.764 KB	20.644 KB	20.644 KB	17.636 KB	22.472 KB	N/D	2.561.228 KB
Total memory	17.764 KB	295.552 KB		143.144 KB		3.586.724 KB	

Recursos Utilizados pelos Planners - Problem 01 (Sem Tempo e Sem OPT)

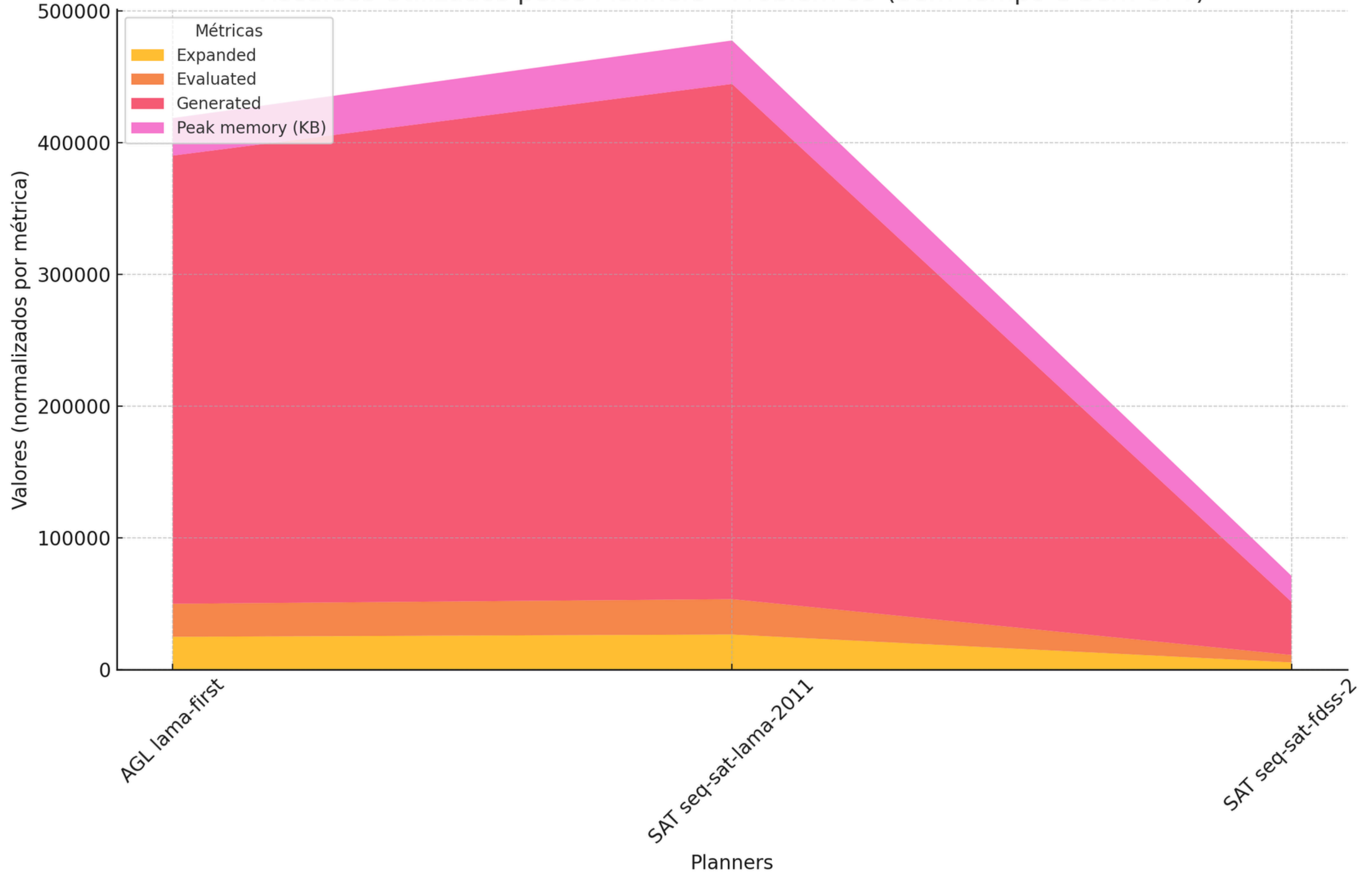


Relação entre Estados Avaliados e Tempo de Busca - Problem 01 (Sem OPT)

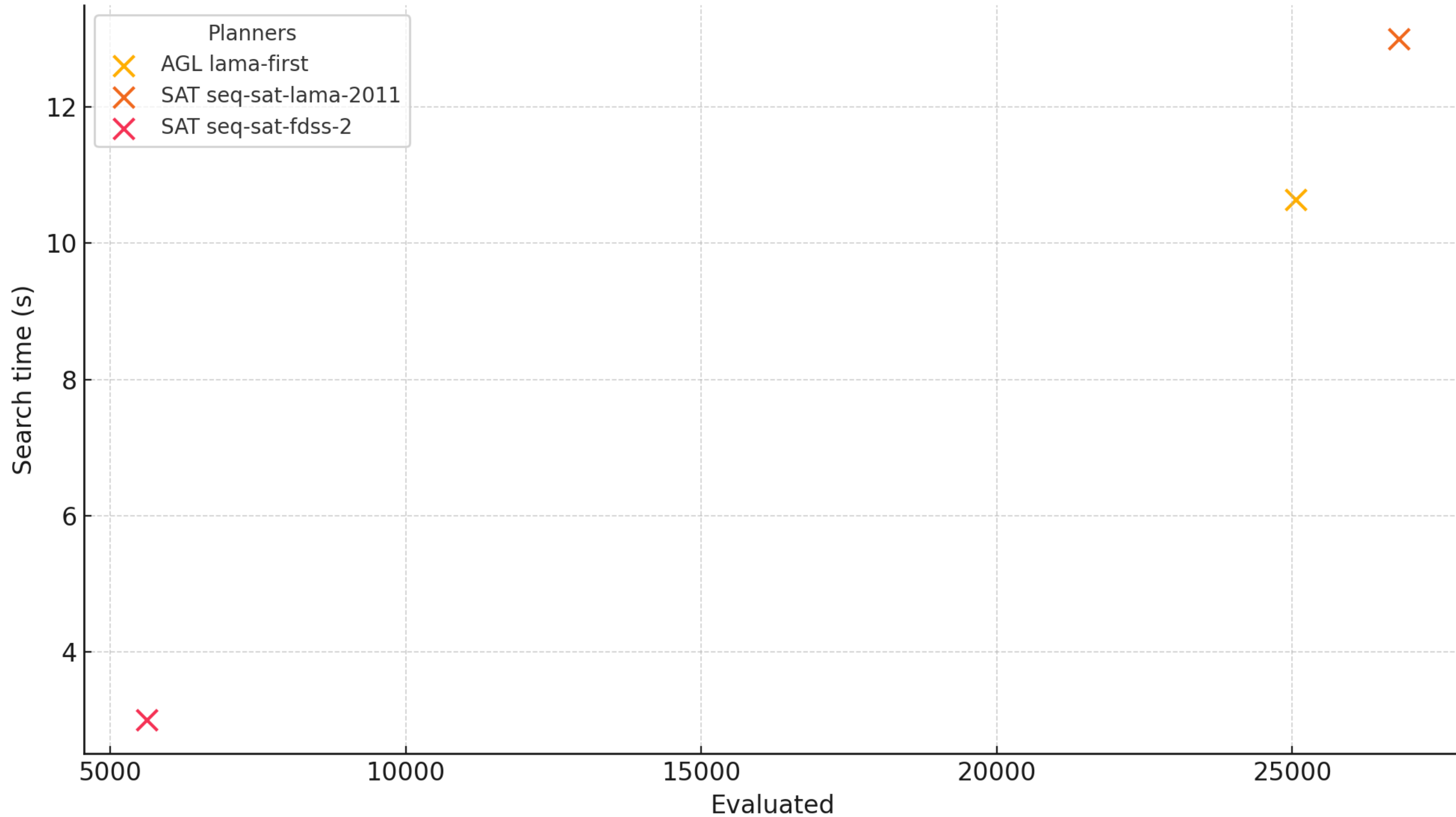


Problem 05	AGL lama-first	SAT seq-sat-lama-2011		SAT seq-sat-fdss-2		OPT seq-opt-fdss-2	
	Found	Found	Last Search	Last Found	Last Search	Last Found	Last Search
Plan Length	181 steps	136 steps	N/D	164 steps	N/D	N/D	N/D
Plan Cost	1.400	1.055	N/D	1240	N/D	N/D	N/D
Expanded	25.055 states	26.803 states	55.793 states	3.345 states	5.617 states	N/D	3.270.795 states
Evaluated	25.056 states	26.804 states	55.794 states	3.346 states	5.618 states	N/D	15.001.575 states
Generated	340.055 states	390.961 states	N/D	40.379	N/D	N/D	N/D
Search time	10.6377s	13.0007s	52.5929s	1.54895s	3.00693s	N/D	130.362s
Total time	10.9677s	25.034s	299.45s	1.68494s	299.23s	N/D	298.81s
Peak memory	28.428 KB	32.968 KB	49.496 KB	19.676 KB	19.704 KB	N/D	3.381.144 KB
Total memory	28.428 KB	314.808 KB		137.956 KB		4.173.016 KB	

Recursos Utilizados pelos Planners - Problem 05 (Sem Tempo e Sem OPT)

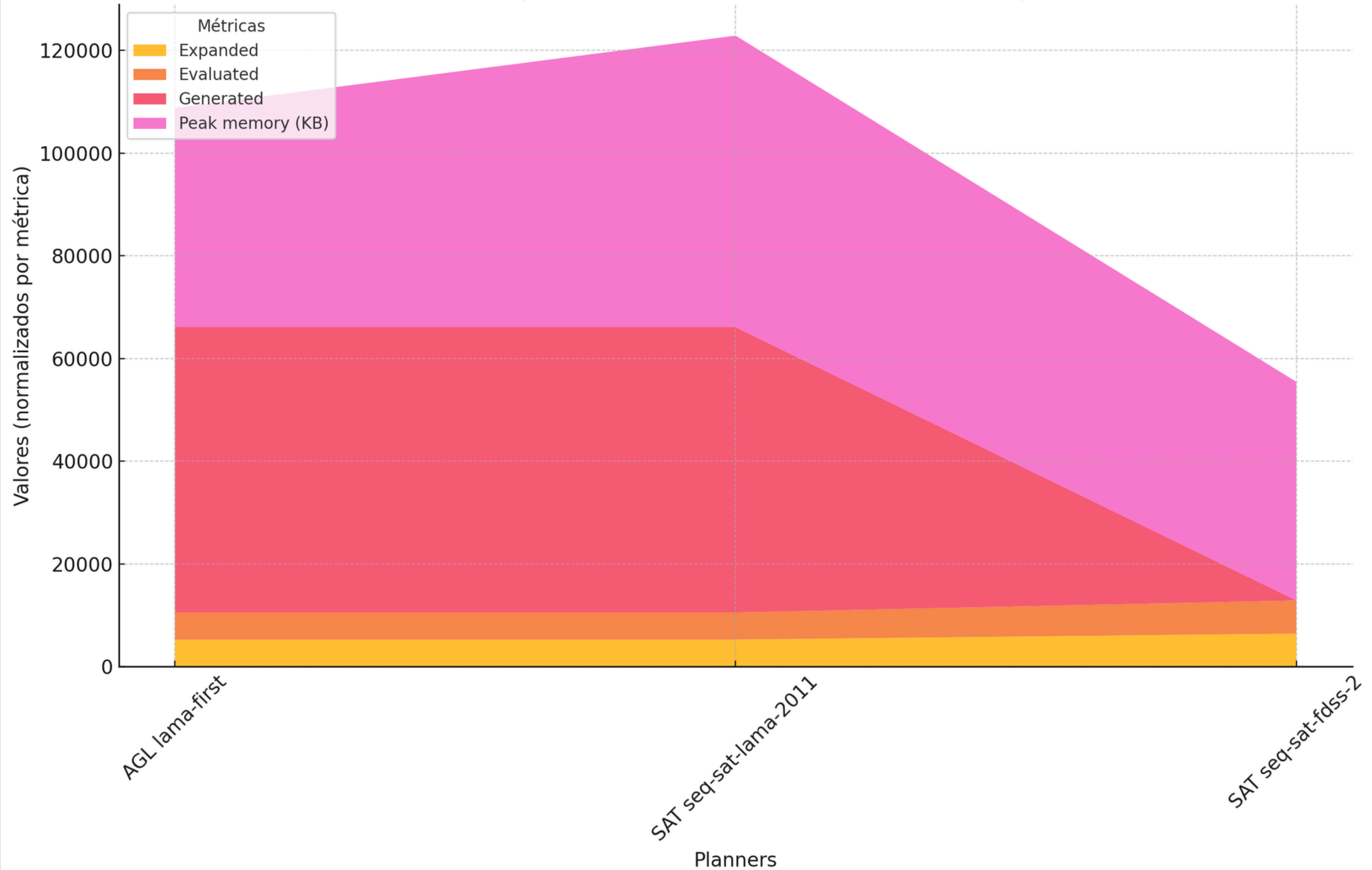


Relação entre Estados Avaliados e Tempo de Busca - Problem 05 (Sem OPT)

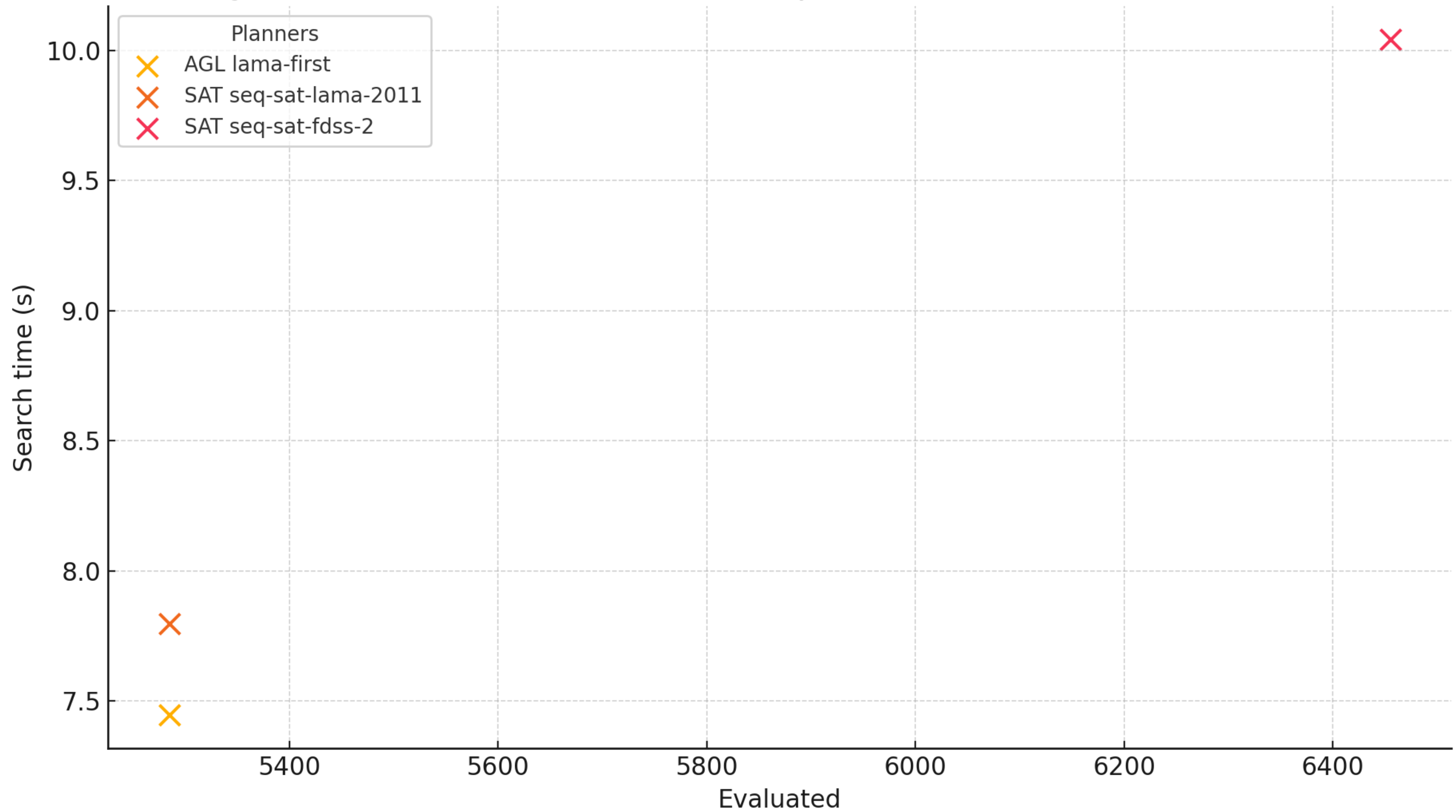


Problem 20	AGL lama-first	SAT seq-sat-lama-2011		SAT seq-sat-fdss-2		OPT seq-opt-fdss-2	
	Found	Found	Last Search	Last Found	Last Search	Last Found	Last Search
Plan Length	182 steps	182 steps	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Plan Cost	1.465	1.465	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Expanded	5.284 states	5.284 states	172.332 states	N/D	6.454 states	N/D	1.398.075 states
Evaluated	5.285 states	5.285 states	172.333 states	N/D	6.455 states	N/D	6.056.322 states
Generated	55.530 states	55.530 states	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
Search time	7.44783s	7.79834s	273.753s	N/D	10.0422s	N/D	91.7628s
Total time	8.44282s	9.53125s	299.15s	N/D	298.32s	N/D	298.88s
Peak memory	42.724 KB	56.776 KB	188.148 KB	N/D	42.568 KB	N/D	2.739.708 KB
Total memory	42.724 KB	190.412 KB		42.568 KB		4.744.716 KB	

Recursos Utilizados pelos Planners - Problem 20 (Sem Tempo e Sem OPT)



Relação entre Estados Avaliados e Tempo de Busca - Problem 20 (Sem OPT)



ERROS COM OPT

Error: Segmentation fault (core dumped)

- Incompatibilidades na versão?
- Tamanho do arquivo ou problema na definição de variáveis: arquivos muito grandes ou com declarações de variáveis complexas e não tratadas podem causar estouro de memória, resultando em um segmentation fault.

This configuration does not support conditional effects (operator build-cart p0 v0)! Terminating.

- Esse aviso indica que a configuração atual do algoritmo OPT não suporta efeitos condicionais definidos no PDDL.
- Efeitos condicionais (ou "conditional effects") são partes de operadores que só se aplicam sob certas condições.

ANÁLISE DE CUSTOS E GRÁFICOS

- Os resultados **AGL lama-first** e **SAT seq-sat-lama-2011** se destacaram como os mais eficientes em termos de equilíbrio entre tempo, custo e consumo de recursos.
- O **SAT seq-sat-fdss-2** pode ser útil em problemas específicos, mas geralmente apresenta maior consumo de recursos.
- Já o **OPT seq-opt-fdss-2** mostrou-se inadequado para os cenários analisados devido alguma incompatibilidade com o domínio utilizado.

PRINCIPAIS OBJETOS

- **Localizações (location):** Áreas onde os recursos e estruturas estão localizados e onde as ações de extração e construção acontecem.
- **Veículos (vehicle):** Unidades que podem transportar recursos entre localizações conectadas.
- **Recursos (resource):** Elementos fundamentais que podem ser coletados, transportados, processados e usados na construção de estruturas.

PRINCIPAIS OBJETOS

- **Estruturas (structure):** Instalações que permitem a extração, processamento e produção de recursos, como minas, forjas, e serrarias.
- **Níveis de Recursos (level):** Representam as quantidades de recursos disponíveis em uma localização, como baixo, médio e alto.

FUNÇÃO

As funções são usadas para rastrear atributos numéricos.:

- *(total-cost): Armazena o custo total de todas as ações realizadas. Isso ajuda a avaliar a eficiência de um plano, onde o objetivo é minimizar o custo.*

AÇÕES

Mover Veículo

Permite que um veículo se mova entre duas localizações conectadas.

```
(:action move  
  :parameters (?v - vehicle ?from - location ?to -  
location)  
  :precondition (and (at ?v ?from) (connected ?from ?  
to))  
  :effect (and (at ?v ?to) (not (at ?v ?from)) (increase  
(total-cost) 1))  
)
```

Extrair Recurso

Extrai um recurso de uma localização, reduzindo o nível do recurso.

```
(:action extract  
  :parameters (?res - resource ?loc - location)  
  :precondition (resource_level ?loc ?res medium)  
  :effect (and (resource_level ?loc ?res low) (increase  
(total-cost) 2))  
)
```

Carregar Recurso

Carrega um recurso específico em um veículo na mesma localização.

```
(:action load
  :parameters (?v - vehicle ?res - resource ?loc -
location)
  :precondition (and (at ?v ?loc) (resource_level ?loc ?
res low))
  :effect (and (has ?v ?res) (not (resource_level ?loc ?
res low)) (increase (total-cost) 1))
)
```

Descarregar Recurso

Descarrega um recurso de um veículo em uma localização.

```
(:action unload
  :parameters (?v - vehicle ?res - resource ?loc -
location)
  :precondition (and (at ?v ?loc) (has ?v ?res))
  :effect (and (resource_level ?loc ?res low) (not (has ?
v ?res)) (increase (total-cost) 1))
)
```

Processar Recurso

Processa um recurso, tornando-o utilizável em construções.

```
(:action process
  :parameters (?res - resource ?loc - location)
  :precondition (and (resource_level ?loc ?res low))
  :effect (and (processed ?res) (increase (total-cost)
3))
)
```

Construir Estrutura

Constrói uma estrutura em uma localização específica, desde que os recursos processados estejam disponíveis.

```
(:action build
  :parameters (?struct - structure ?loc - location)
  :precondition (and (processed madeira) (processed
ferro) (not (built ?struct ?loc)))
  :effect (and (built ?struct ?loc) (increase (total-cost)
5)))
)
```

PREDICATOS

- **connected ?loc1 ?loc2:** Indica que duas localizações são conectadas.
- **at ?vehicle ?location:** Define a posição atual de um veículo.
- **has ?vehicle ?resource:** Mostra que um veículo está carregando um recurso específico.
- **resource_level ?location ?resource ?level:** Indica o nível do recurso em uma localização.
- **built ?structure ?location:** Define que uma estrutura específica foi construída em uma localização.
- **processed ?resource:** Determina se um recurso foi processado.

FLUXO COMUM

Para completar um objetivo no domínio **Settlers**, o planejador deve:

- **Extrair recursos** das localizações onde estão disponíveis.
-
- **Transportar os recursos** para as áreas onde serão processados.
- **Processar os recursos** nas instalações adequadas.
- **Construir estruturas** usando os recursos processados, de acordo com as exigências do objetivo.

DESAFIOS DE MODELAGEM

- **Contadores:** O domínio usa níveis de recursos, mas devido às limitações, esses níveis são representados como constantes (**alto, médio, baixo**), em vez de variáveis numéricas.
- **Empilhamento e enfileiramento:** Embora não haja empilhamento explícito, há uma necessidade de gerenciar recursos em locais e carregá-los nos veículos.

DESAFIOS DE MODELAGEM

- **Iteração entre componentes:** O domínio exige a verificação de precondições para recursos específicos em locais específicos, sendo necessário loops e verificações adicionais, o que deixa o processo de iteração complexo.
- **Parâmetros e precondições:** Algumas ações como processar e construir possuem precondições adicionais para verificar se os recursos foram processados, diminuído a eficiência.

CONCLUSÃO

Mesmo o domínio *Settlers* possuindo suas limitações por ser uma simplificação do jogo *The Settlers*, ele oferece uma abordagem interessante sobre a administração estratégica de recursos pelo planejador, permitindo analisar como recursos são coletados, processados e utilizados para alcançar objetivos específicos.

Essa estrutura simplificada facilita o entendimento do problema e da eficiência do planejador. Isso torna *Settlers* um domínio que pode ser escalado para problemas reais como gerenciamento de estoques, logística e construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gregory, P., & Rendl, A. (2008). A Constraint Model for the Settlers Planning Domain. University of Strathclyde e University of St. Andrews.
- [2] ARTINGER, Florian et al. Heuristics as adaptive decision strategies in management. Journal of Organizational Behavior, v. 36, n. S1, p. S33-S52, 2015.
- [3] CENAMOR, Isabel; POZANCO, Alberto. Insights from the 2018 IPC Benchmarks. In: ICAPS 2019 Workshop on the International Planning Competition (WIPC). 2019. p. 8-14.

O B R I G A D O !

