

AVALIAÇÃO DE SOLUÇÃO PROPOSTA

PROBLEMA DO CLIQUE

GUILHERME LUCAS, KELVIN ARAÚJO



UFRR

DCC606 - ANÁLISE DE ALGORITMOS

OBJETIVO DA PESQUISA:

- 01 AVALIAR A SOLUÇÃO PROPOSTA
- 02 ANALISAR A EFICÁCIA DO ALGORITMO PROPOSTO
- 03 VERIFICAR A CAPACIDADE DE IDENTIFICAÇÃO DE CLIQUES MÁXIMOS EM DIFERENTES TIPOS DE GRAFOS

PROBLEMA DO CLIQUE MÁXIMO

IMPORTÂNCIA

Permite analisar a estrutura de redes sociais, otimizar rotas, compreender interações biológicas e resolver problemas de satisfação de restrições.

APLICAÇÕES

Alguns exemplos incluem a identificação de comunidades em redes sociais, a detecção de padrões em dados genômicos, o roteamento eficiente em redes de comunicação e a resolução de problemas de programação inteira.

DESAFIOS

Complexidade computacional, o tamanho do espaço de busca exponencial, a variação de eficiência em grafos densos e esparsos, o trade-off entre precisão e eficiência, e a atualização dinâmica do grafo.

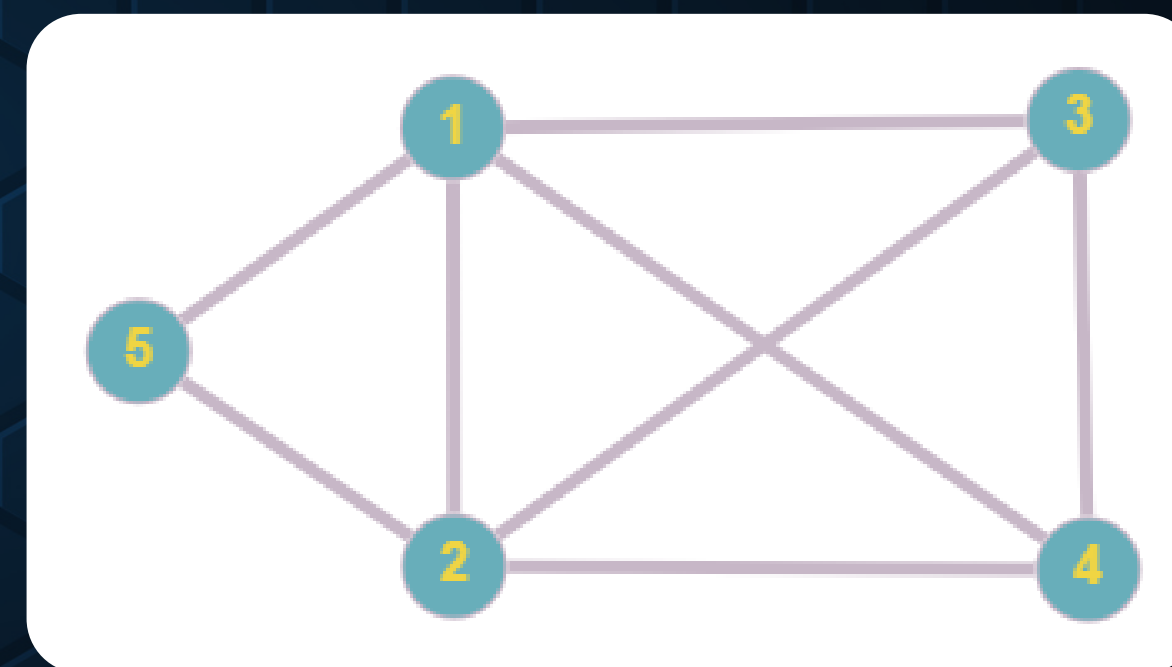
O QUE É UM CLIQUE?

CLIQUE:

Um clique em um grafo é um conjunto de vértices onde cada par de vértices está conectado por uma aresta. Em outras palavras, é um subgrafo completo dentro do grafo.

CLIQUE MÁXIMO:

Um clique máximo é um clique de maior tamanho em um determinado grafo. Em outras palavras, é o maior subconjunto de vértices que forma um clique no grafo. O objetivo do problema do clique máximo é encontrar esse clique de maior tamanho.





PROBLEMA NP-COMPLETO

DEFINIÇÃO DE PROBLEMAS NP-COMPLETO:

O termo "NP-Completo" refere-se a uma classe de problemas de decisão na teoria da complexidade computacional. Essa classe contém problemas que são considerados intratáveis do ponto de vista computacional, o que significa que não se conhece nenhum algoritmo eficiente para resolvê-los em tempo polinomial.

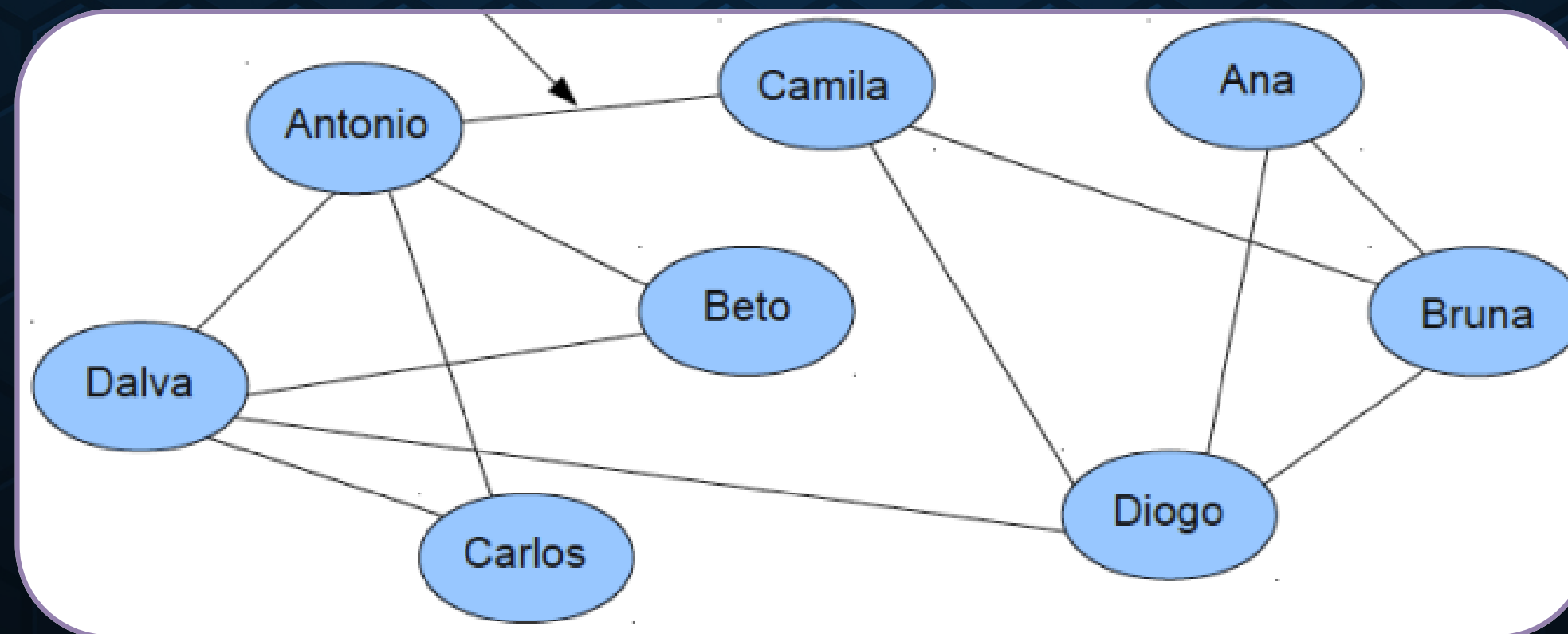
RELAÇÃO DO PROBLEMA DO CLIQUE COM NP-COMPLETO:

A classificação NP-Completo também implica que, se houvesse um algoritmo eficiente para resolver o problema do clique em tempo polinomial, isso levaria a uma solução eficiente para todos os problemas da classe NP. No entanto, até o momento, não há evidências de que exista um algoritmo eficiente para resolver o problema do clique em tempo polinomial.

APLICAÇÃO PRÁTICA

EXEMPLO:

O problema do clique possui diversas aplicações em diferentes contextos. Um exemplo de aplicação prática é na área de detecção de comunidades em redes sociais. Ao identificar cliques máximos em uma rede social, é possível identificar grupos de indivíduos altamente interconectados, que podem representar comunidades dentro da rede. Isso é útil para análise de redes sociais, segmentação de usuários, recomendação de conteúdo personalizado e detecção de comportamentos anômalos.



BENCHMARK DE GRAFOS

IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL

A pesquisa do problema do clique, permite verificar o desempenho e a eficácia dos algoritmos propostos. Por meio dos testes práticos, é possível obter resultados empíricos que validam ou refutam as soluções apresentadas.

UTILIZAÇÃO DE BENCHMARKS CONSOLIDADOS

Essa etapa é fundamental para garantir a comparabilidade dos resultados. Eles são conjuntos de grafos de teste que foram amplamente aceitos e utilizados pela comunidade científica. Ao adotar esses benchmarks, é possível estabelecer uma base sólida para avaliar o desempenho dos algoritmos propostos.

REFERÊNCIA A SHAOWEI CAI E SEUS GRAFOS DE TESTE

Shaowei Cai é uma referência na disponibilização de grafos de teste para a comunidade de pesquisa. Seus conjuntos de grafos, utilizados como referência neste estudo, são amplamente reconhecidos por sua diversidade e complexidade. Ao usar os grafos de teste de Shaowei Cai, os pesquisadores podem garantir que estão trabalhando com dados realistas e desafiadores, contribuindo para uma avaliação mais precisa dos algoritmos propostos.

METODOLOGIA

- **Revisão da solução proposta:** Análise crítica e compreensão do algoritmo proposto por Claudino e Derkian para encontrar cliques máximos em grafos.
- **Seleção do benchmark de grafos:** Escolha de um conjunto de grafos de referência para realizar os testes e avaliar a eficiência do algoritmo.
- **Execução dos testes:** Aplicação do algoritmo proposto por Derkian e claudino nos grafos selecionados, coleta de dados e análise dos resultados obtidos.

ANÁLISE DE COMPLEXIDADE

ALGORITMO APROXIMADO

$$\begin{aligned} & \sum (v=0)^n (\sum (i=0)^n + \sum (i=0)^{(m-1)} (\sum (j=i+1)^m) + \sum (i=0)^m) \\ & \sum (v=0)^n (n + \sum (i=0)^{(m-1)} (m - (i+1) - 1) + m) \\ & \sum (v=0)^n (\sum (i=0)^{(m-1)} (m - i) + m) \\ & \sum (v=0)^n (n + (m \sum (i=1)^m - \sum (i=1)^m i) + m) \\ & \sum (v=0)^n (n + m^2 - (m(m+1))/2 + m) \\ & \sum (v=0)^n (n + m^2 - (m^2 + m)/2 + m) \\ & n \sum (v=0)^n + m^2 \sum (v=0)^n - (m^2 + m)/2 \sum (v=0)^n + m \sum (v=0)^n \end{aligned}$$

- Complexidade no pior caso: $O(m^n)$
- Limitações:
 - Sub-otimalidade
 - Sensibilidade aos parâmetros
- **Vantagens:**
 - Eficiência em tempo de execução;
 - Soluções próximas à ótima.

ANÁLISE DE COMPLEXIDADE

ALGORITMO EXATO

$$\begin{aligned}& \sum (v = 0)^n (\sum (i = 0)^n + \sum (i = 0)^{m-1} (\sum (j = i + 1)^m) + \sum (i = 0)^m + \sum (i = 0)^m) \\& \sum (v = 0)^n (n + \sum (i = 0)^{m-1} (m - (i + 1) - 1) + 2m) \\& \sum (v = 0)^n (\sum (i = 0)^{m-1} (m - i) + 2m) \\& \sum (v = 0)^n (n + (m \sum (i = 1)^m - \sum (i = 1)^m i) + 2m) \\& \sum (v = 0)^n (n + m^2 - (m(m + 1))/2 + 2m) \\& n \sum (v = 0)^n + m^2 \sum (v = 0)^n - (m^2 + m)/2 \sum (v = 0)^n + 2m \sum (v = 0)^n\end{aligned}$$

- Complexidade no pior caso: $O(m^n)$
 - Onde m é o total de vértices e n é o tamanho dos subgrafos
- **Vantagens:** Garante a solução ótima
- **Limitações:** Alto custo computacional para grafos grandes

PLATAFORMA USADA

- PLACA MÃE: MSI MAG B550M BAZOOKA AMD AM4 DDR4
- MEMÓRIA RAM: 2X8 GB XPG SPECTRIX 3600MHZ, DDR4, CL18
- PROCESSADOR: RYZEN 7 5700G
- PLACA DE VÍDEO: AMD RADEON™ GRAPHICS
- SISTEMA OPERACIONAL: UBUNTU LINUX(WSL MODE ON WINDOWS 11 HOME 22H2)
- SSD 512GB NVME M2 LEITURA 7200MB/S - GRAVAÇÃO 2600MB/S

GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DE VELOCIDADES DE EXECUÇÃO NO DATASET DE GEN

Aproximado Exato

0,015

0,01

0,005

0

gen200_p0.9_44.clq

gen200_p0.9_55.clq

gen400_p0.9_55.clq

gen400_p0.9_65.clq

gen400_p0.9_75.clq

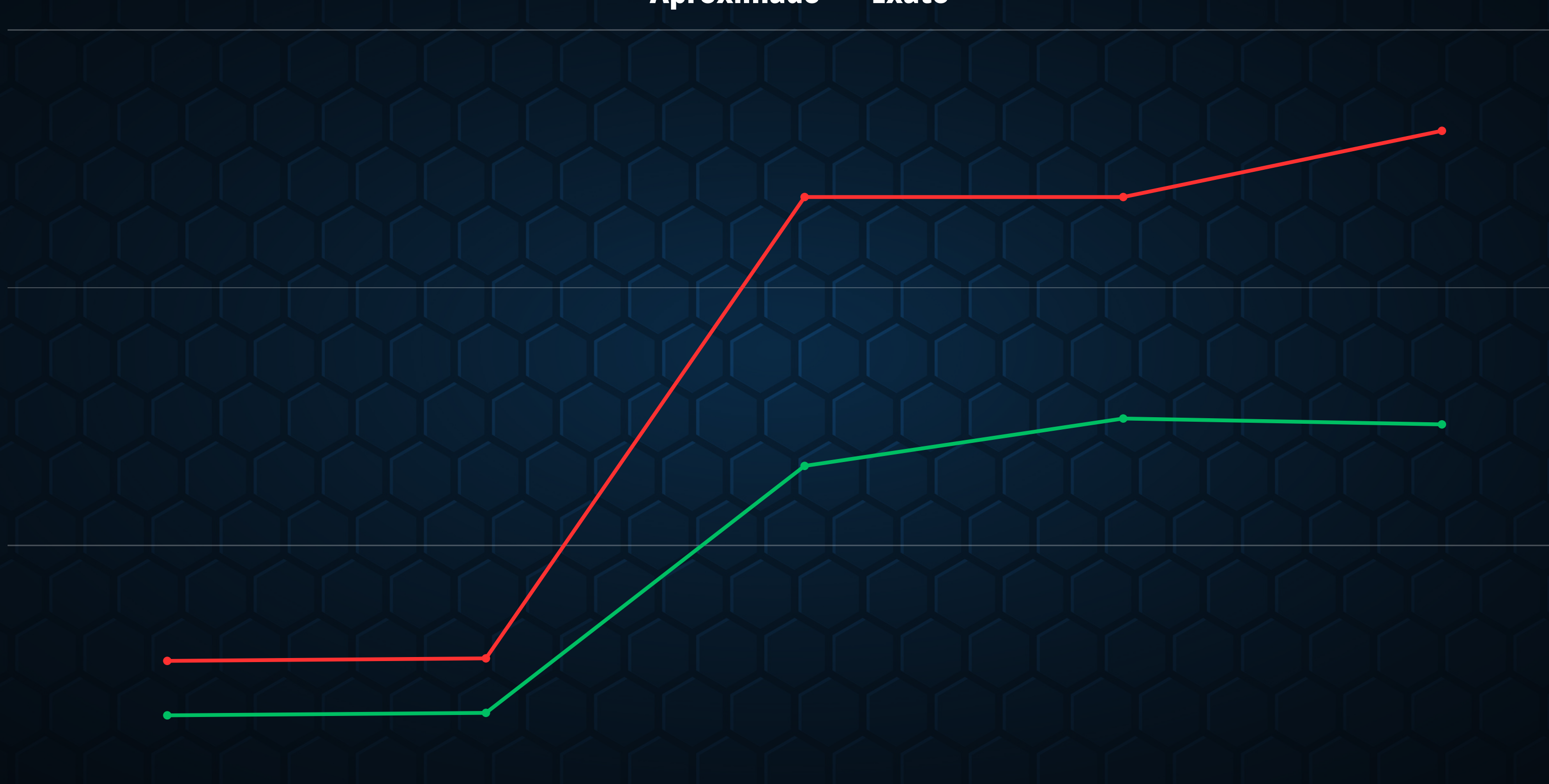


GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DE VELOCIDADES DE EXECUÇÃO NO DATASET DE BROCK

■ Aproximado ■ Exato

0,02

0,015

0,01

0,005

0

brock200_2.clq

brock200_4.clq

brock400_2.clq

brock400_4.clq

brock800_2.clq

brock800_4.clq

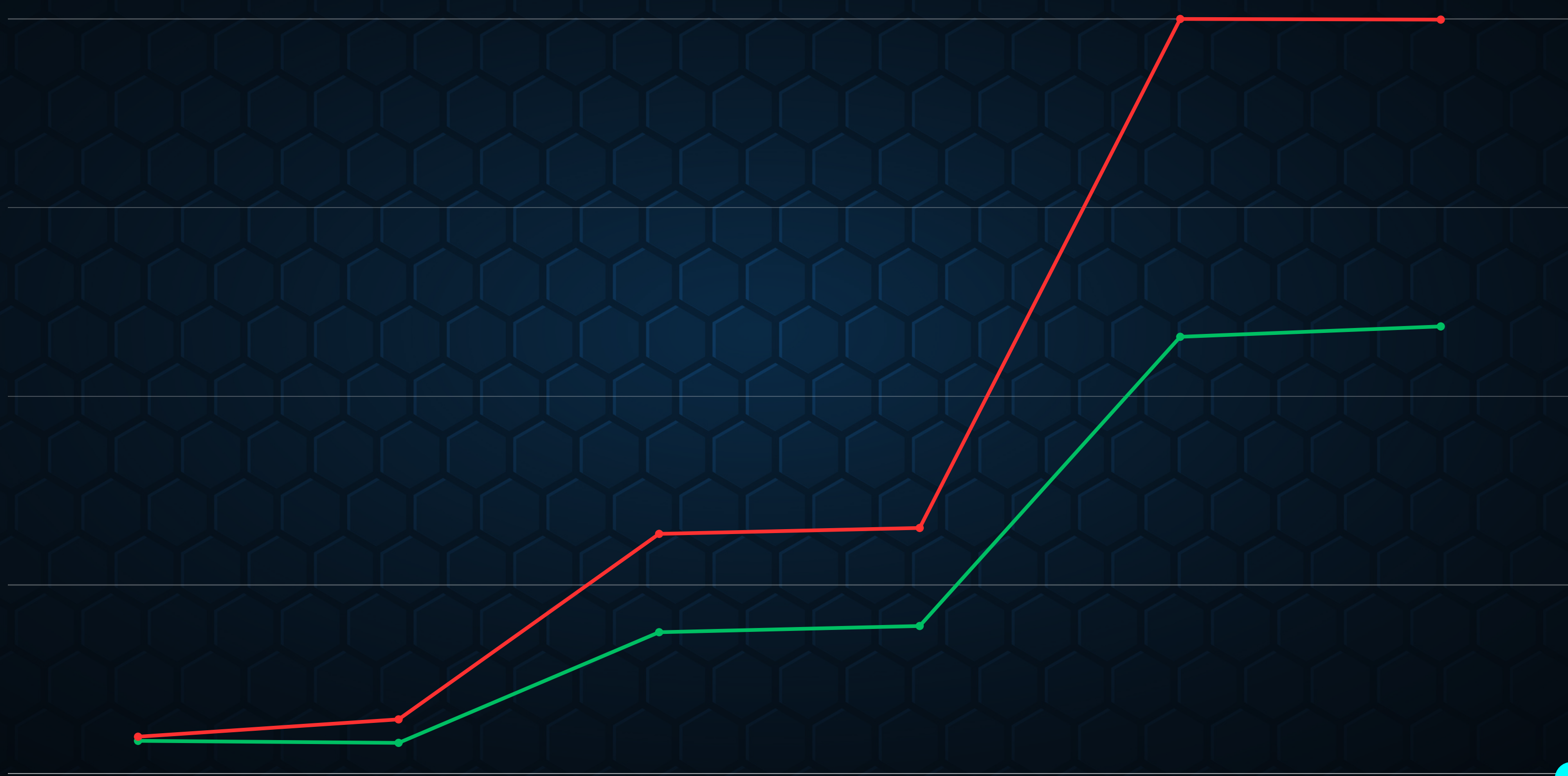


GRÁFICO DE COMPARAÇÃO ENTRE CLIQUE MÁXIMO ESPERADO E ENCONTRADO NO DATASET DE BROCK

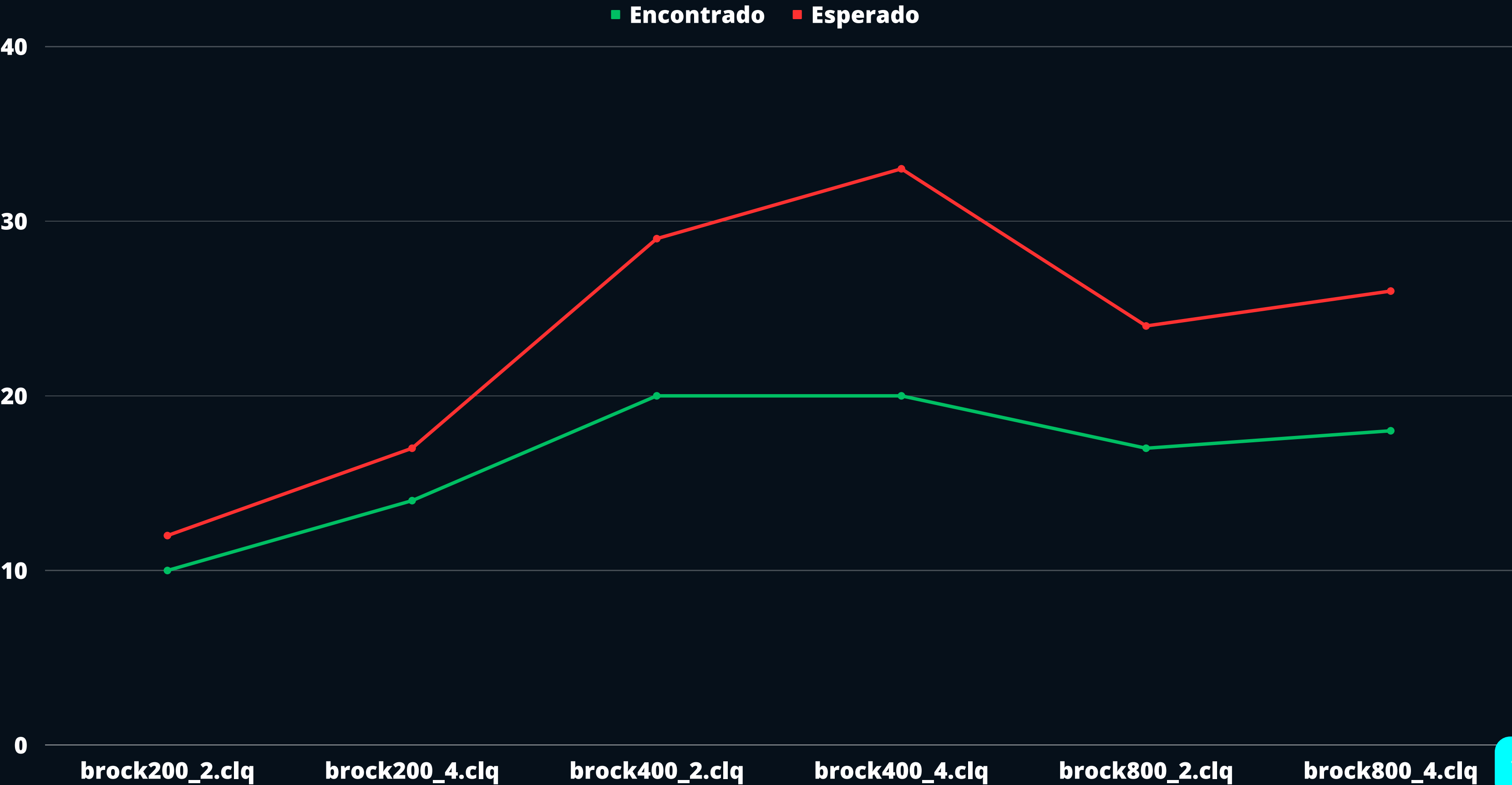


GRÁFICO DE COMPARAÇÃO ENTRE CLIQUE MÁXIMO ESPERADO E ENCONTRADO NO DATASET DE GEN



DISCUSSÃO

LIMITAÇÕES DO PROJETO ANALISADO

- Uma das limitações identificadas no projeto foi a escalabilidade do algoritmo proposto em grafos muito grandes. O desempenho do algoritmo pode ser comprometido em cenários onde o número de vértices e arestas é muito elevado.
- Outra limitação é a dependência da solução proposta em benchmarks de grafos específicos. Embora tenham sido selecionados benchmarks consolidados, é importante considerar a generalização do algoritmo para diferentes tipos de grafos.

MELHORIAS

- Uma possível melhoria para o projeto seria a exploração de técnicas de otimização e heurísticas para aprimorar o desempenho do algoritmo proposto. Isso poderia incluir a utilização de estratégias de poda, redução de busca e paralelização para lidar com a complexidade do problema.
- Além disso, a inclusão de algoritmos aproximados poderia ser considerada como uma alternativa viável para lidar com instâncias de problemas de grande porte, oferecendo soluções aproximadas com tempos de execução mais rápidos.

LIMITAÇÕES

- A avaliação dos algoritmos propostos foi limitada apenas aos benchmarks de grafos selecionados.
- Como o objetivo do trabalho foi de apenas testar e relatar suas descobertas, fica como tópico para trabalhos futuros o a implementação de algoritmo mais eficiente em termos de otimicidade.
- Devido aos problemas encontrados nos algoritmos discutidos, não seria interessante utilizá-lo em uma base de dados pré-definida, pois o clique máximo encontrado, não refletiria o clique máximo real.

CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados, concluimos que o algoritmo proposto apresenta resultados fracos na identificação de cliques máximos em diferentes tipos de grafos. Esse resultado mostra que encontramos algumas limitações e possíveis melhorias, como aprimorar a eficiência computacional em grafos de grande escala e aperfeiçoar seu método para encontrar cliques máximos.



**THANK
YOU**