

**Tema:** Análise de algoritmos para a otimização de emparelhamentos em aplicações D2D no contexto da 5G

#### Objetivos

O projeto visa analisar, simular e avaliar soluções para o aperfeiçoamento de emparelhamentos em aplicações Dispositivo-a-Dispositivo (D2D) no contexto do desenvolvimento da 5G, buscando melhorar a Qualidade de Serviço (*QoS*) e o nível de eficiência energética da rede.

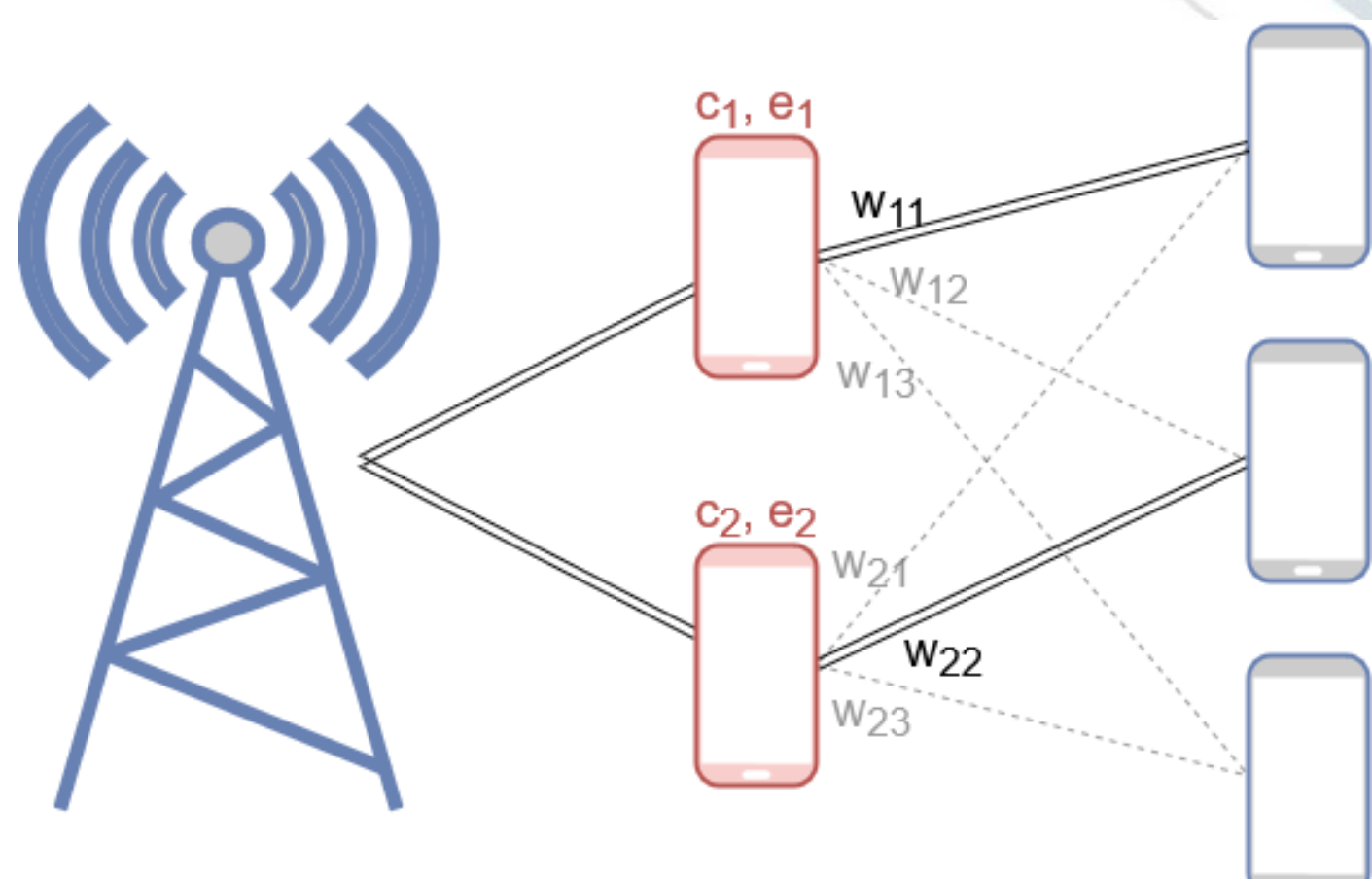
#### Motivação

O uso de dispositivos móveis para o acesso à Internet tem crescido nos últimos anos, assim como a capacidade de processamento, análise e transferência de dados. Como consequência, requisitos de confiabilidade, *QoS* e eficiência energética passam a ser cada vez mais importantes.

Para suportar o tráfego de dados, considerando tais requisitos, está em desenvolvimento a tecnologia 5G. Uma das suas características é o uso de comunicação D2D, cujos dispositivos funcionarão como repetidores.

Nesse cenário, DACs (Dispositivos Auxiliares de Conexão) poderiam ser utilizados na retransmissão de dados provenientes de usuários ativos na célula, gerando custos ao DAC devido ao uso de seus recursos. Como esses dispositivos utilizam recursos próprios para a retransmissão, gastam bateria e têm um custo de processamento adicional. Desta forma, foram estudados e simulados algoritmos que visam maximizar a qualidade (chamada utilidade) da conexão entre um usuário ativo e o DAC. Além disso, uma análise da eficiência energética dos algoritmos também foi realizada.

A Figura ilustra a escolha das conexões em um modelo com uma estação de base, dois DACs (vermelho) com custo  $c_1$  e  $c_2$  e eficiência energética  $e_1$  e  $e_2$  e três usuários (azul). As utilidades das possíveis conexões são  $w_{11}$ ,  $w_{12}$ ,  $w_{13}$ ,  $w_{21}$ ,  $w_{22}$  e  $w_{23}$ .



#### Algoritmos

Quatro algoritmos que permitem encontrar o melhor emparelhamento de acordo com as suposições foram estudados e analisados.

- Veracidade: usuários revelam seu custo real;
- Viabilidade financeira: soma de todos os custos é inferior ao orçamento do sistema;
- *Online*: sistema não possui informações antes da chegada dos DACs.

Esses algoritmos foram escolhidos para que se pudesse verificar a influência dessas considerações no resultado final. A Tabela reúne as suas principais características.

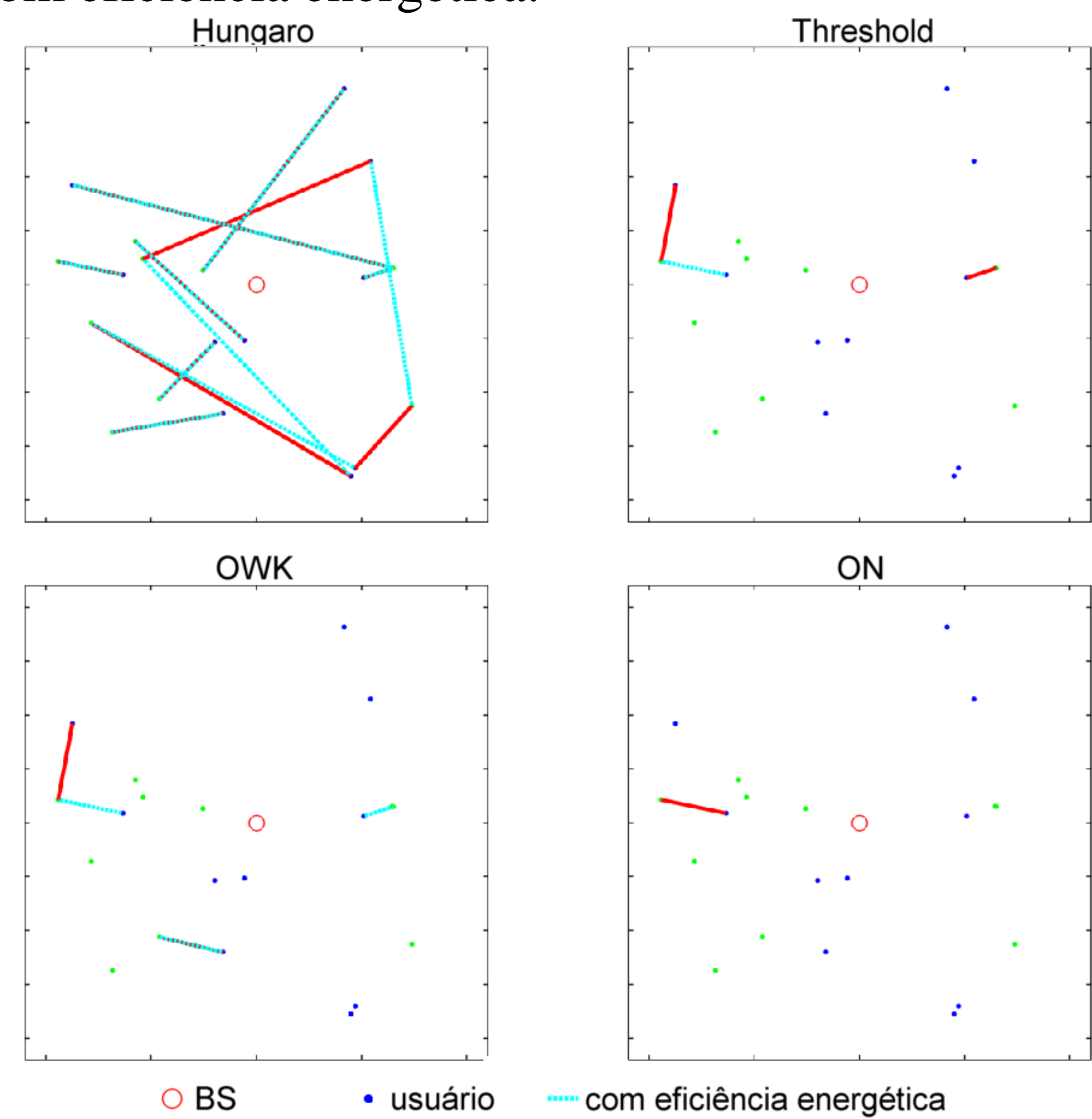
Algoritmo	Veracidade	Viabilidade financeira	Online
Húngaro	n/a	n/a	n/a
Threshold	✓	✓	n/a
Online Weighted Knapsack	n/a	✓	✓
ON	✓	✓	✓

Legenda: n/a – Não se aplica

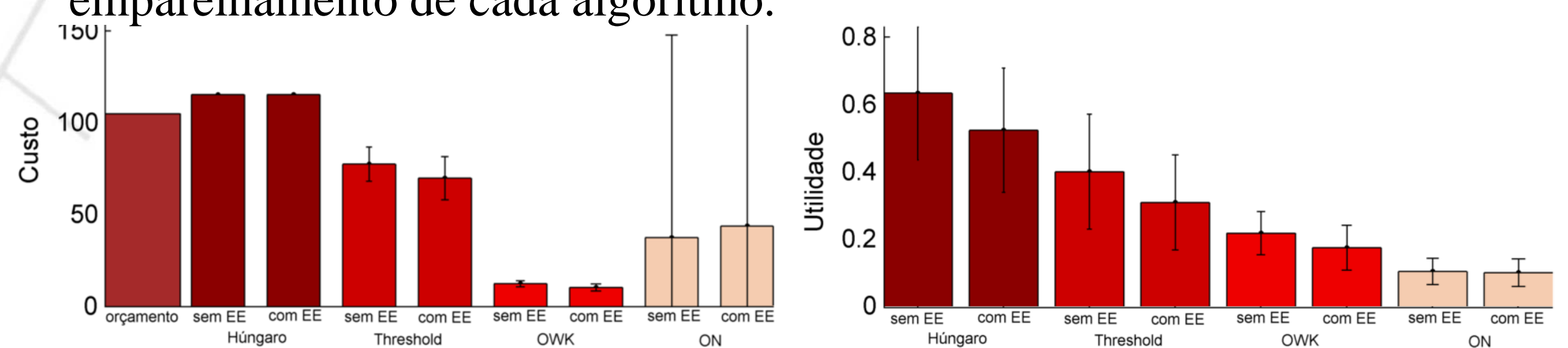
#### Resultados

Foram realizadas três simulações para avaliar a diferença entre os algoritmos a partir de um modelo desenvolvido em MATLAB.

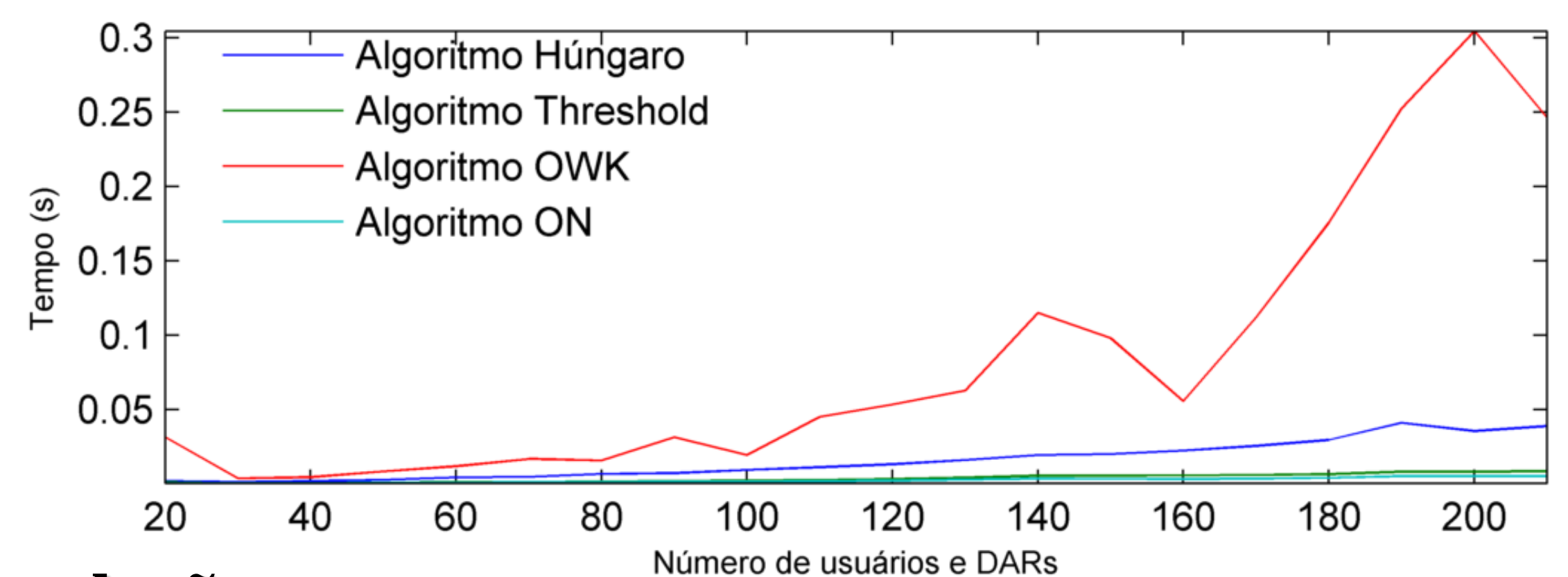
A primeira tem o propósito de avaliar as diferenças entre as funcionalidades dos algoritmos. A Figura ilustra a posição de usuários ativos (azul) e DACs (verde) na célula e os resultados em dois cenários: as linhas vermelhas cheias apresentam as conexões sem a eficiência energética, enquanto que as linhas azuis tracejadas representam as conexões com eficiência energética.



A segunda simulação foi realizada com um número fixo de usuários e DACs na célula, mas em posições diferentes, com o intuito de avaliar os valores médios do custo, da utilidade e do tempo de execução e, assim, obter uma comparação mais abrangente entre os algoritmos. As Figuras apresentam o custo e a utilidade médios do emparelhamento de cada algoritmo.



A terceira simulação foi realizada para analisar a escalabilidade dos algoritmos. A Figura apresenta o aumento do tempo de execução relativo ao crescimento do número de usuários ativos e DACs.



#### Conclusões

Quatro algoritmos foram estudados e simulados para a otimização de emparelhamentos considerando alguns requisitos. Dentre eles, a viabilidade financeira é aquela que mais influencia na quantidade de conexões escolhidas, como mostra a primeira simulação. Analisando a segunda simulação, está claro que o acréscimo dos requisitos reduz o custo e a utilidade total do emparelhamento. Por fim, ao observar a terceira simulação, o algoritmo OWK possui uma escalabilidade do tempo pior que os outros, logo não é computado em um tempo adequado.