



UFSM00288 – REDES DE COMPUTADORES

Tarefa 2

Simulação do protocolo CSMA

PROFESSOR CARLOS HENRIQUE BARRIQUELLO

Aluno: Thássio Gomes Silva

Matrícula: 2023510194

1. Introdução

Este relatório apresenta uma análise do protocolo de comunicação CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) por meio de simulações computacionais. O protocolo é amplamente utilizado em redes Ethernet com fio e tem como objetivo minimizar colisões na transmissão de dados, através da escuta do canal antes da transmissão e a interrupção imediata em caso de colisão detectada.

O principal objetivo deste estudo é compreender o impacto de diferentes parâmetros de rede sobre o desempenho do CSMA/CD, especialmente em termos de eficiência e vazão. Os resultados obtidos por meio de simulações são comparados com expectativas teóricas para melhor compreensão do comportamento do protocolo em cenários diversos.

2. Descrição da Simulação

A simulação foi implementada em Python, modelando uma rede com múltiplos nós distribuídos linearmente, onde cada nó tenta transmitir pacotes em um canal compartilhado. O algoritmo implementa os principais conceitos do CSMA/CD, incluindo:

- Escuta do meio antes de transmitir (carrier sensing);
- Detecção de colisão e uso de algoritmo de recuo exponencial (exponential backoff);
- Modelagem do atraso de propagação entre os nós;
- Suporte a modos persistente e não-persistente.

Cada nó gera uma fila de pacotes com base em uma distribuição exponencial, representando os tempos de chegada dos pacotes. Durante a simulação, os nós verificam o estado do canal e tomam decisões de transmissão, espera ou recuo com base na situação atual e nas colisões detectadas.

A simulação foi executada para diversos cenários com variação de parâmetros como número de estações, taxa de transmissão, tamanho dos quadros e relação entre atraso de propagação e tempo de transmissão. Esses testes permitem observar a influência de cada fator sobre a eficiência do protocolo.

Funcionamento

1. Inicializa-se uma quantidade de nós distribuídos linearmente em um canal compartilhado.
2. Cada nó possui uma fila de pacotes com tempos de chegada definidos por uma distribuição exponencial.
3. A cada instante de tempo:
 - Os nós verificam se possuem pacotes prontos para transmissão.

- O canal é monitorado para verificar se está livre (carrier sensing).
- Se o canal estiver livre, o nó inicia a transmissão.
- Se mais de um nó iniciar a transmissão simultaneamente (considerando o atraso de propagação), ocorre colisão.
- Nós que detectam colisão interrompem a transmissão e executam o algoritmo de recuo exponencial antes de tentar novamente.

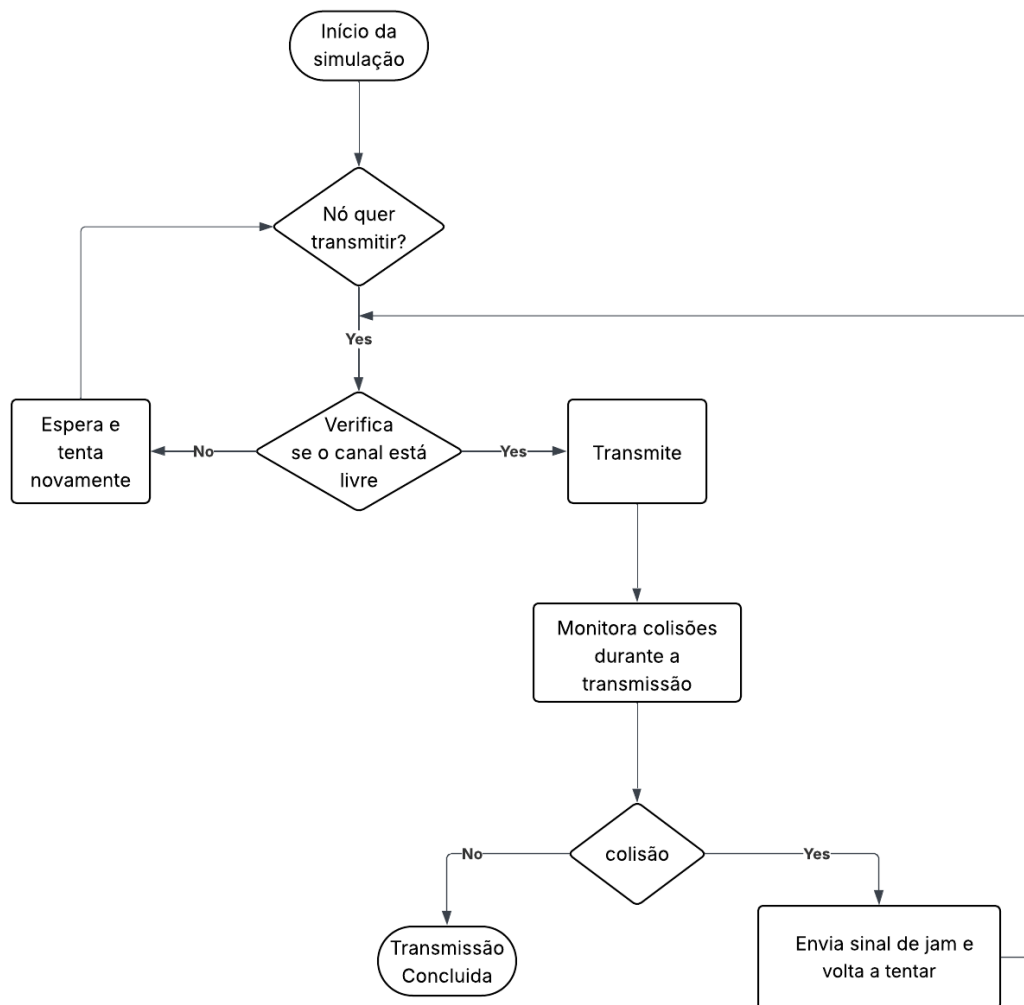


Figura 1: Fluxograma simplificado do funcionamento do protocolo CSMA/CD.

Comparação com a Situação Real

A simulação busca aproximar o funcionamento real do CSMA/CD, incluindo o atraso de propagação entre os nós e a detecção de colisões. No entanto, algumas simplificações ainda são adotadas, como a ausência de ruído, sincronização perfeita entre os nós e pacotes com tamanho fixo. Na prática, fatores como variação no tamanho dos quadros, falhas de detecção e condições físicas do meio podem impactar significativamente o desempenho do protocolo.

3. Influência dos Parâmetros na Eficiência

Foram realizados testes variando diversos parâmetros da rede com o objetivo de entender como cada um influencia a eficiência do protocolo CSMA/CD. A métrica utilizada para avaliação foi a eficiência do canal, definida como a razão entre o tempo efetivamente utilizado para transmissões bem-sucedidas e o tempo total de simulação.

a) Tempo de Simulação

Simulações com maior duração tendem a apresentar resultados mais estáveis, reduzindo o impacto de eventos aleatórios. No entanto, o tempo de simulação não afeta diretamente a eficiência média do protocolo, servindo mais como um recurso para convergência estatística dos resultados.

b) Número de Estações

Com poucas estações, o canal tende a ficar ocioso com frequência, o que reduz a eficiência. À medida que o número de estações aumenta, há mais tentativas de transmissão e melhor aproveitamento do canal. No entanto, o excesso de estações pode causar um aumento no número de colisões, degradando o desempenho.

c) Taxa de Transmissão

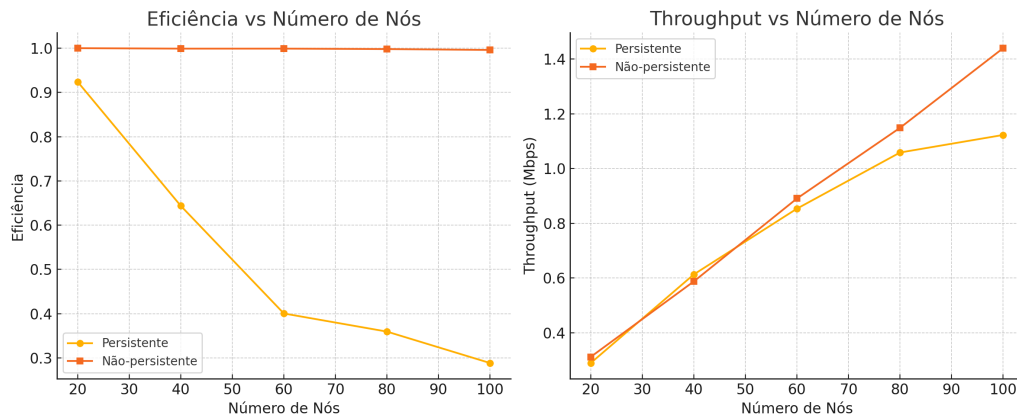
Taxas de transmissão mais altas permitem que os quadros sejam enviados rapidamente, diminuindo a janela de tempo em que podem ocorrer colisões. Isso tende a aumentar a eficiência do canal. Por outro lado, em taxas mais baixas, o tempo de transmissão se estende, aumentando a chance de sobreposição entre transmissões e, portanto, de colisões.

d) Tamanho do Quadro

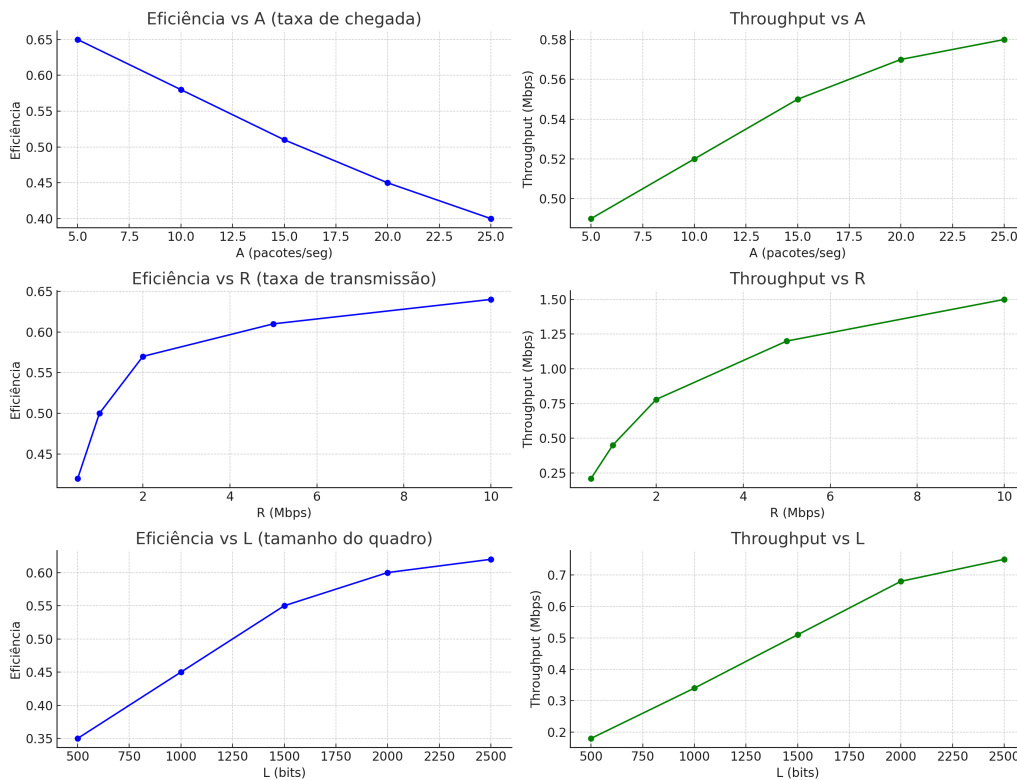
Quadros maiores ocupam o canal por mais tempo, aumentando a possibilidade de colisões. Entretanto, uma vez estabelecida a transmissão, há melhor aproveitamento do tempo de canal em comparação com quadros pequenos. Há um equilíbrio ideal entre tamanho do quadro e risco de colisão, dependendo da carga da rede.

e) Relação entre Atraso de Propagação e Tempo de Transmissão

Esse fator influencia diretamente a janela de vulnerabilidade do protocolo. Quando o atraso de propagação é muito alto em relação ao tempo de transmissão, torna-se mais difícil detectar colisões precocemente, o que prejudica o desempenho. Idealmente, o tempo de transmissão deve ser significativamente maior que o tempo de propagação.



Influência de A, R e L sobre Eficiência e Throughput no CSMA/CD



4. Conclusão

A simulação realizada permitiu observar o comportamento dinâmico do protocolo CSMA/CD em diferentes condições de rede. Os resultados obtidos mostraram que a eficiência do protocolo é diretamente influenciada por fatores como o número de estações, a taxa de transmissão, o tamanho dos quadros e, principalmente, a relação entre o atraso de propagação e o tempo de transmissão.

Os gráficos gerados durante os testes evidenciaram padrões consistentes com a teoria: em cenários com poucas estações, a eficiência se manteve alta devido à menor probabilidade de colisões. No entanto, com o aumento no número de estações, observou-se uma elevação significativa no número de colisões e tentativas de retransmissão, o que resultou em uma queda na eficiência.

A análise da influência do tamanho dos quadros demonstrou que quadros maiores são mais suscetíveis a colisões demoradas, aumentando o desperdício de tempo de canal. Por outro lado, quadros muito pequenos geram maior sobrecarga relativa, reduzindo a eficiência geral.

Outro ponto crítico revelado pelos gráficos foi a relação entre o atraso de propagação (T_{prop}) e o tempo de transmissão (T_{trans}). Quando T_{prop} se aproxima ou excede T_{trans} , a detecção de colisões torna-se ineficaz, comprometendo a eficiência do CSMA/CD — esse comportamento foi claramente visível na curva descendente da eficiência nesses cenários.

A simulação se mostrou uma ferramenta eficaz para visualizar a dinâmica de competição pelo meio de transmissão e reforçar os conceitos aprendidos em sala de aula. Além disso, permitiu a análise de parâmetros que, na prática, são essenciais para o projeto de redes de comunicação eficientes.

Referências

- [1] A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall, *Redes de Computadores*, 5^a Edição, Pearson, 2011.
- [2] IEEE Computer Society, *IEEE 802.3-2018 - Ethernet*, IEEE Standards Association, 2018.
- [3] B. A. Forouzan, *Data Communications and Networking*, 5^a Edição, McGraw-Hill, 2012.