



Redes de Computadores e Simulação: Um Estudo Comparativo Entre Softwares

Jerah J. Borges
Centro Universitário Dinâmica
das Cataratas
Foz do Iguaçu, Brasil
jera.joseph@gmail.com

Luciano Cardoso
Centro Universitário Dinâmica
das Cataratas
Foz do Iguaçu, Brasil
luciano.cardoso@udc.edu.br

Alessandra Bussador
Centro Universitário Dinâmica
das Cataratas
Foz do Iguaçu, Brasil
alessandra@udc.edu.br

Abstract—This article focuses on the domain of network simulation, with an emphasis on investigating the topic "Computer Networks and Simulation: A Comparative Study between Simulation Tools". The main objective of this comprehensive study is to provide a qualification parameter for professionals, researchers and decision makers, in order to assist them in the careful selection of appropriate tools for the modeling, analysis and optimization of complex communication networks.

Keywords—Emulador; Computer network; Simulation; Infrastructure; Modeling.

Resumo—Este artigo se concentra no domínio da simulação de redes, com ênfase na investigação do tema "Redes de Computadores e Simulação: Um Estudo Comparativo entre Ferramentas de Simulação". O principal objetivo deste estudo abrangente é fornecer um parâmetro de qualificação para profissionais, pesquisadores e tomadores de decisão, a fim de auxiliá-los na seleção criteriosa de ferramentas apropriadas para a modelagem, análise e otimização de redes de comunicação complexas.

Palavras-chave—Emulador; Redes de computadores; Simulação; Infraestrutura; Modelagem.

I. INTRODUÇÃO

As redes de computadores desempenham um papel crucial na infraestrutura tecnológica moderna, conectando pessoas, dispositivos e sistemas em escala global. Garantir que essas redes operem de maneira eficiente, segura e confiável é fundamental para o sucesso de organizações, instituições acadêmicas e profissionais de TI (Tecnologia da Informação) em todo o mundo. No entanto, a complexidade crescente das redes de comunicação exige uma abordagem cuidadosa na sua modelagem, análise e otimização.

Nesse contexto, a simulação de redes emergiu como uma ferramenta essencial para entender, aprimorar e gerenciar redes de computadores. Este artigo se propõe a explorar e comparar algumas das principais ferramentas de simulação de redes disponíveis, cada uma com suas características distintas e áreas de aplicação específicas. A escolha adequada dessas ferramentas desempenha um papel crucial no desenvolvimento,

teste e aprimoramento de redes de comunicação, seja em ambientes de aprendizado, pesquisa acadêmica ou implementações comerciais.

No âmbito deste estudo, destacam-se algumas das ferramentas de simulação que serão utilizadas, sendo elas: Cisco Packet Tracer [1], amplamente reconhecido por sua eficácia na simulação de redes com foco nos equipamentos da Cisco; GNS3 (*Graphical Network Simulator 3*) [2], que se destaca por permitir a criação de topologias complexas com roteadores e switches virtuais de diversas marcas; NS-3 (*Network Simulator 3*) [3], uma escolha valiosa para pesquisadores devido à sua capacidade de realizar simulações detalhadas e técnicas; e *Opnet* [4], agora parte do *Riverbed Modeler*, que é utilizado tanto em ambientes acadêmicos quanto comerciais, sendo notório por sua abordagem focada em desempenho e otimização.

Cada uma dessas ferramentas desempenha um papel crucial na análise comparativa das ferramentas de simulação de redes, permitindo uma compreensão abrangente das opções disponíveis no cenário atual de redes de computadores. A seleção dessas ferramentas foi cuidadosamente feita para abranger uma variedade de necessidades de modelagem, análise e otimização de redes de comunicação complexas, e nossa pesquisa buscará destacar suas características distintas e áreas de aplicação mais adequadas.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A. Redes de Computadores

Internet segundo Kurose e Ross [5] é o maior sistema de engenharia já criado pela humanidade, com centenas de milhões de dispositivos, links de comunicações e switches, com bilhões de usuários conectados trocando informações entre dispositivos e sistemas. "A Internet é uma rede de computadores que interconecta centenas de milhões de dispositivos de computação ao redor do mundo" [5].

Rede de computadores também conhecidos como sistemas finais, são conectados entre si por enlaces de comunicação e

computadores de pacotes. Quando um sistema final possui dados para enviar a outro sistema final, o sistema emissor segmenta esses dados e adiciona bytes de cabeçalho a cada segmento. Os pacotes de informações resultantes, conhecidos como pacotes no jargão de rede de computadores, são enviados através da rede ao sistema final de destino, onde são remontados para os dados originais [5].

Os sistemas finais, são computadores de pacotes e outras peças da Internet que executam protocolos que controlam o envio e o recebimento de informações. O TCP (*Transmission Control Protocol* - Protocolo de Controle de Transmissão) e o IP (*Internet Protocol* — Protocolo da Internet) são dois dos mais importantes da Internet [5].

1) *Modelo OSI*: O modelo OSI (*Open Systems Interconnection* - Interconexão de Sistemas Abertos) é um padrão de referência criado pela ISO (*international standards organization* - Organização Internacional de Normalização) em 1984, com o objetivo de facilitar a comunicação entre sistemas diferentes sem a necessidade de mudanças na lógica do *hardware* e *software*. O modelo OSI é uma estrutura em camadas para a concepção de sistemas de rede que permitam a comunicação entre todos os tipos de sistemas computacionais. Constituído por sete camadas separadas na Figura 1, porém relacionadas, cada uma definindo uma parte do processo de transferência de informação ao longo de uma rede [6].

Camada 7	Aplicação
Camada 6	Apresentação
Camada 5	Sessão
Camada 4	Transporte
Camada 3	Rede
Camada 2	Enlace de dados
Camada 1	Física

Fig. 1. Adaptado Forouzan e Mosharraf (2013, p. 20) [6]

As camadas são abstrações criadas no modelo OSI para diferenciar as funções ou partes de uma comunicação. Não se trata de uma separação física, mas sim de uma separação lógica das funcionalidades e protocolos necessários para a comunicação. A comunicação entre dois sistemas sempre começa no sentido da camada mais alta do sistema transmissor, percorre todas as suas camadas pelo meio físico ou *wireless*, e alcança o sistema receptor pela camada física, percorrendo em seguida todas as outras camadas definidas como: [7]

- A camada de aplicação interage diretamente com aplicações, fornecendo funções de comunicação, sendo o mais próximo dos usuários finais. As funções da camada de aplicação normalmente incluem a verificação da

disponibilidade de parceiros de comunicação e recursos para apoiar qualquer transferência de dados [7].

- A camada apresentação é responsável por tornar possível a comunicação entre computadores e estruturas de dados diferentes para que uma mesma aplicação possa ser interpretada por computadores com *hardwares* diversos. É, por exemplo, a conversão do PDU (*Protocol Data Unit* - unidade de dados de protocolo) da camada aplicada em caracteres ASCII (*American Standard Code for Information Interchange* - Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação) [7].
- A camada de sessão estabelece, gerencia e termina as sessões entre as aplicações de um computador com outros diferentes computadores e servidores [7].
- Na camada transporte ocorre a fragmentação dos dados vindos das camadas superiores, ou seja, a sua divisão em unidades menores, se necessário, para serem transmitidos pela rede. Nessa camada são realizados o controle de fluxo, a ordenação dos pacotes e a correção de erros e é onde o PDU recebe o nome de segmento [7].
- A camada rede tem como função possibilitar a transferência de informações entre redes distintas. Faz a escolha do caminho para alcançar a rede de destino por meio de uma tabela de roteamento, que deverá indicar por qual caminho os pacotes, nome do PDU da camada, deverão seguir. Na camada rede são utilizados endereços lógicos, sendo o mais comum atualmente o endereço IP. Com base nesse endereçamento, a camada rede poderá escolher o caminho que deverá seguir para chegar ao destino [7].
- A camada de enlace é responsável pelo estabelecimento e término de conexão sobre a camada física, montagem e delimitação de quadros e controle de erro. camada enlace é dividida em duas subcamadas: LLC (*Logical Link Control* - controle de link lógico) que realiza o controle lógico da conexão, como controle de erros e de fluxo e MAC (*Media Access Control* - controle de acesso ao meio) que faz o controle de acesso ao meio, essa subcamada realiza a comunicação direta da placa adaptadora de rede à camada física. A camada enlace recebe os dados vindos da camada rede com seu endereçamento lógico, endereço IP, por exemplo, e o associa a endereços físicos, endereço MAC [7].
- A camada física trata da transmissão dos dados brutos, em bits, por um determinado meio de transmissão. Essa camada define as características físicas dos meios de transmissão [7].

2) *Modelo TCP/IP*: Para Moraes [8] o modelo TCP/IP é um acrônimo para o termo *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*, dois dos mais importantes protocolos que conformam

a pilha de protocolos usados na Internet, criado pelo DoD (*Department of Defense* - Departamento de Defesa dos Estados Unidos) em 1969, em um projeto intitulado *Arpanet*, qual tinha como objetivo a criação de uma rede militar de dados. Diferentemente do modelo OSI, as camadas do TCP/IP comportam-se de maneira mais ágil e simplificada, conforme demonstrado na Figura 2.

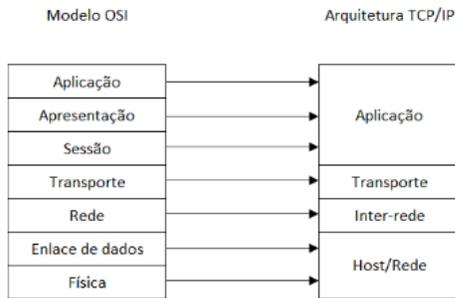


Fig. 2. Adaptado Bungart (2017, p. 93). [7]

A arquitetura TCP/IP agrupa as três camadas superior do sistema (aplicação, apresentação e sessão) em uma única camada chamada de aplicação. A camada transporte do TCP/IP tem as mesmas funções da camada transporte do modelo OSI, da mesma maneira que a camada rede (ou inter-rede). Para as últimas duas camadas do modelo OSI, enlace e física, há a fusão em uma só camada na arquitetura TCP/IP, tornando-se a camada *Host/Rede* [7].

B. Simulação de redes de computação

Simulação emerge como uma ferramenta crucial para a análise e compreensão de sistemas complexos, especialmente no contexto das redes de comunicação. Essa técnica proporciona um ambiente controlado e virtual onde é possível modelar e explorar diferentes cenários sem a necessidade de intervir na infraestrutura real. Isso se traduz em uma valiosa capacidade de experimentação que permite avaliar variáveis e implicações, oferecendo uma visão prévia dos possíveis resultados antes que quaisquer mudanças sejam implementadas. Dessa forma, a simulação desempenha um papel essencial na tomada de decisões informadas, reduzindo riscos e maximizando os benefícios decorrentes das alterações planejadas [9].

No âmbito das redes de comunicação, a simulação assume um papel de destaque ao permitir que sejam realizados testes e análises rigorosas sem afetar a operação real da rede. A complexidade inerente a esses sistemas exige uma abordagem que possa levar em consideração uma ampla gama de variáveis e condições, e é exatamente nesse ponto que a simulação se mostra altamente vantajosa. Profissionais e pesquisadores podem criar modelos que representem fielmente a infraestrutura

de rede, o comportamento dos dispositivos e os fluxos de tráfego, possibilitando a análise de desempenho, a detecção de gargalos e a identificação de possíveis problemas antes que eles ocorram efetivamente [9].

Além disso, a simulação oferece um ambiente propício para a realização de experimentos que podem ser difíceis ou arriscados de serem conduzidos na realidade. Alterações de configuração, teste de novos protocolos, avaliação de diferentes estratégias de alocação de recursos e até mesmo simulação de ataques cibernéticos podem ser realizados de maneira segura e controlada. Essa capacidade de simular cenários variados, incluindo situações extremas, contribui para a elaboração de estratégias de mitigação de riscos e otimização do desempenho em ambientes reais [9].

C. Ferramentas

A análise comparativa das ferramentas de simulação selecionadas requer uma compreensão detalhada de suas características e funcionalidades individuais.

1) *GNS3: (Graphical Network Simulator 3)* é uma ferramenta de simulação de redes de código aberto amplamente utilizada na área de redes de computadores. Seu foco principal está na simulação de topologias de redes complexas e na emulação de dispositivos reais, permitindo a criação de ambientes virtuais que reproduzem com fidelidade o funcionamento de redes reais. O GNS3 é especialmente apreciado por sua abordagem visual e intuitiva, o que o torna uma escolha popular tanto para fins educacionais quanto para pesquisa e desenvolvimento [2].

Uma das principais características do GNS3 é a sua interface gráfica que facilita a criação e configuração de topologias de rede. Ele permite arrastar e soltar dispositivos, conectar cabos virtuais e configurar parâmetros específicos de dispositivos, tudo por meio de uma interface visual amigável. Essa abordagem simplifica a criação de cenários complexos de rede, tornando a simulação e emulação acessíveis até mesmo para iniciantes [2].

O GNS3 também oferece suporte para a emulação de dispositivos reais, como roteadores e *switches*. Isso significa que os usuários podem executar imagens de sistemas operacionais reais desses dispositivos dentro do ambiente de simulação, permitindo testar configurações, verificar interoperabilidade de protocolos e realizar experimentos sem impactar a rede de produção. Essa capacidade de emulação é particularmente valiosa para profissionais que desejam testar configurações e cenários em um ambiente controlado antes de implantá-los em redes reais [2].

2) *NS-3: O NS-3, ou (Network Simulator 3)*, é uma poderosa e abrangente ferramenta de simulação de redes de código aberto que se destaca por sua versatilidade e capacidade de modelagem de protocolos de redes e simulações realistas. Criado com



foco em flexibilidade e precisão, o NS-3 foi desenvolvido para atender às necessidades de profissionais, pesquisadores e acadêmicos que desejam estudar e analisar o comportamento de redes de comunicação em cenários diversos e complexos [3].

Uma das características distintivas do NS-3 é a sua capacidade de modelar protocolos de redes de forma detalhada e precisa. Isso significa que os usuários podem implementar e avaliar uma ampla variedade de protocolos de comunicação, desde os mais simples até os mais avançados, com um nível de detalhe que permite uma compreensão profunda de seu funcionamento e interações. Essa característica é especialmente útil para pesquisadores que desejam investigar o desempenho, a eficácia e as limitações de diferentes protocolos em cenários diversos [3].

Além disso, o NS-3 oferece uma ampla gama de recursos para a criação de redes complexas. Os usuários podem definir topologias de rede, incluindo dispositivos, enlaces e roteadores, e configurar parâmetros como taxa de transmissão, atraso e perda de pacotes. Isso possibilita a simulação de ambientes realistas que refletem as condições encontradas em redes reais. A ferramenta também permite a geração de tráfego de rede customizado, o que é essencial para avaliar o desempenho de protocolos e a capacidade de lidar com diferentes tipos de tráfego [3].

3) *OPNET*: O *OPNET (Optimized Network Engineering Tool)*, é uma ferramenta comercial renomada e amplamente reconhecida no campo da simulação de redes. Sua principal característica distintiva é a abordagem focada na otimização de desempenho e engenharia de redes, tornando-a uma escolha preferencial para profissionais e organizações que buscam atingir níveis elevados de eficiência e qualidade na operação de suas redes de comunicação [4].

Uma das vantagens marcantes do *OPNET* é a ênfase na otimização de desempenho. Ele oferece um conjunto de recursos avançados de modelagem que permitem aos usuários criar representações detalhadas das redes, levando em consideração parâmetros críticos como largura de banda, latência, capacidade de roteamento e outros fatores que afetam diretamente o desempenho da rede. Essa capacidade de modelagem detalhada permite a avaliação precisa do impacto de diferentes configurações e estratégias no desempenho global da rede [4].

Além disso, o *OPNET* é conhecido por suas funcionalidades de engenharia de redes. Ele oferece um conjunto de ferramentas que permitem otimizar o layout da rede, escolher os melhores protocolos e configurar os parâmetros ideais para garantir o melhor desempenho possível. Isso é especialmente útil para organizações que buscam maximizar a eficiência de suas redes e minimizar custos operacionais, tornando o *OPNET* uma escolha

sólida para projetos que envolvem a criação, o dimensionamento e a otimização de redes de comunicação [4].

4) *Cisco Packet Trace*: O *Cisco Packet Tracer* é uma ferramenta de simulação amplamente utilizada no campo de redes de computadores, desenvolvida pela *Cisco Systems*. Ela se destaca por ser uma escolha popular para estudantes, instrutores e profissionais da área de redes devido à sua acessibilidade e capacidade de simular redes baseadas em tecnologia Cisco [1].

Uma das principais características é sua interface gráfica intuitiva, que facilita a criação e configuração de topologias de rede. Ele permite que os usuários arrastem e soltem dispositivos Cisco, como roteadores, *switches* e *firewalls*, em uma área de trabalho virtual, onde podem ser interconectados usando cabos virtuais. Essa abordagem simplifica a criação de cenários de rede complexos e torna a simulação acessível até mesmo para iniciantes [1].

III. CONCLUSÃO

Neste artigo, abordamos as Ferramentas e protocolos de Simulação de redes. Esta pesquisa representa uma parte fundamental de um projeto de TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) em andamento, que visa comparar ferramentas de Simulação de redes.

Este artigo forneceu uma base sólida para o nosso TCC, permitindo-nos explorar em profundidade e coletar dados relevantes. No entanto, ainda há etapas importantes a serem concluídas no projeto, incluindo configuração coleta e análise de dados.

Estou confiante de que as descobertas deste artigo contribuirão significativamente para o nosso TCC e que continuaremos a trabalhar diligentemente para alcançar nossos objetivos finais. Agradecemos novamente a todos que apoiaram este trabalho e espero compartilhar nossas conclusões finais em breve.

REFERÊNCIAS

- [1] Cisco, *Cisco Packet Tracer*. Cisco Systems, 2021. [Online]. Available: <https://www.netacad.com/courses/packet-tracer>
- [2] GNS3. (2021) Gns3 - graphical network simulator 3. [Online]. Available: <https://www.gns3.com/>
- [3] NS-3. (2021) Ns-3 - network simulator 3. [Online]. Available: <https://www.nsnam.org/>
- [4] O. Technologies, *OPNET - Optimized Network Engineering Tool*. OPNET Technologies, 2021. [Online]. Available: <https://www.opnet.com/>
- [5] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer NetWorking: A Top-Down Approach*, 8th ed. London: Pearson Education Limited, 2021.
- [6] B. A. Forouzan and F. Mosharraf, *Redes de Computadores: Uma Abordagem Top-Down*, 1st ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [7] J. W. Bungart, *Redes de Computadores: Fundamentos e Protocolos*, 1st ed. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2017.
- [8] A. F. d. Moraes, *Redes de Computadores: Fundamentos*, 8th ed. São Paulo: Editora Érica, 2020.
- [9] D. C. d. Souza and et al., *Gerenciamento de Redes de Computadores*, 1st ed. Porto Alegre: Sagah, 2021.