

REDES ÓPTICAS: ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO¹

SANTOS, Andrey Gustavo Segantin dos²

ARAUJO, Elton Lima³

SANTOS, João Gustavo dos⁴

SANTANA, Daniela Santos⁵

SANTANA, Leandro⁶

RESUMO

Este artigo apresenta uma pesquisa de caráter bibliográfico e exploratório sobre redes ópticas, abordando seu funcionamento, aplicações, vantagens e desafios. As redes ópticas utilizam fibras ópticas como meio de transmissão, oferecendo alta velocidade, grande largura de banda e resistência a interferências eletromagnéticas. O estudo analisa dois modelos principais de redes: ponto-a-ponto, que conecta diretamente dois dispositivos, e multiponto, que permite a conexão de vários dispositivos por meio de divisores ópticos. Para reforçar a compreensão teórica, foi realizada uma simulação prática no software Cisco Packet Tracer, em que foram criadas redes ponto-a-ponto e multiponto. A simulação demonstrou o comportamento da fibra óptica em diferentes cenários, evidenciando sua eficiência e tempos de resposta muito baixos, na ordem de milissegundos. Os resultados obtidos reforçam a importância das redes ópticas na infraestrutura de telecomunicações, especialmente em ambientes com alto tráfego de dados. A pesquisa também destacou a necessidade de um planejamento adequado para garantir a segurança, o desempenho e a escalabilidade da rede, considerando aspectos técnicos como a escolha entre arquitetura passiva ou ativa, número de usuários e área de cobertura.

Palavras-chave: Redes Ópticas; Rede Ponto-a-ponto; Rede Multiponto.

INTRODUÇÃO

As redes de computadores surgiram como uma solução para descentralizar o processamento de informações, possibilitando a comunicação e o compartilhamento de

¹ Trabalho realizado no âmbito da disciplina de Redes de Computadores (SPOREDC), no terceiro semestre do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto Federal de São Paulo – campus São Paulo (IFSP).

² Aluno do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação; IFSP; São Paulo; SP; andrey.gustavo@aluno.ifsp.edu.br

³ Aluno do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação; IFSP; São Paulo; SP; elton.araujo@aluno.ifsp.edu.br

⁴ Aluno do curso de Bacharelado em Sistemas de Informação; IFSP; São Paulo; SP; joao.gustavo1@aluno.ifsp.edu.br

⁵ Prof^a. Dr^a. em Engenharia Elétrica; IFSP; São Paulo; SP; daniela.santana@ifsp.edu.br

⁶ Prof. Me em Educação Profissional; IFSP; São Paulo; SP; leandro.santana@ifsp.edu.br

recursos entre diversos dispositivos interligados. Uma rede é formada por computadores autônomos conectados por uma tecnologia comum, capazes de trocar dados entre si, essa interligação pode ocorrer por diferentes meios físicos, como cabos de cobre, micro-ondas, satélites, sinais infravermelhos e fibras ópticas, sendo cada tecnologia indicada para contextos específicos (TANENBAUM, 2011).

Segundo Rudge (2023), dentre essas alternativas, as redes ópticas se destacam por utilizar fibras ópticas como meio de transmissão, oferecendo altas taxas de velocidade, grande largura de banda e imunidade a interferências eletromagnética. Esses atributos tornam a tecnologia especialmente adequada para ambientes com elevado tráfego de dados, como operadoras de telecomunicação, instituições acadêmicas e grandes corporações. Diante desse cenário, este trabalho busca apresentar um panorama geral sobre as redes ópticas, abordando seu funcionamento, principais aplicações, vantagens, desvantagens e limitações.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o conceito de redes ópticas, seu funcionamento básico e principais aplicações. Busca-se também identificar vantagens, desvantagens e os ambientes mais comuns de utilização, distinguindo os modelos ponto-a-ponto e ponto-multiponto. Além disso, pretende-se analisar limitações, desafios e aspectos relacionados à usabilidade, velocidade e custo, complementando a abordagem com uma simulação visual de rede óptica com fins didáticos.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho consistiu em uma pesquisa de caráter bibliográfico e exploratório, fundamentada em fontes acadêmicas credíveis, como livros, artigos científicos e materiais didáticos, encontrados em bases como: Google Academy e Research Gate. O estudo teve como base um levantamento teórico, em dois artigos (MAVROMMATIS, 2024; RUDGE, 2023), dois livros (KEISER, 2014; TANENBAUM; WETHERALL, 2011) e dois trabalhos acadêmicos (HOSHINO, 2013; SILVA, 2018) sobre redes ópticas, abordando seu funcionamento, aplicações, vantagens e desempenho em diferentes contextos. Para complementar a compreensão dos conceitos apresentados, foi realizada uma simulação prática em ambiente virtual no software Cisco Packet Tracer, com o objetivo de ilustrar a estrutura e o funcionamento de uma rede óptica.

DESENVOLVIMENTO

Rede óptica ponto-a-ponto (P2P) refere-se a uma arquitetura na qual dois nós apresentam conexão direta e dedicada através de uma fibra óptica independente, sem a necessidade de infraestrutura compartilhada ou intermediação de outros dispositivos, como multiplexadores ou switches. Suas principais vantagens são relacionadas a baixa latência, devido à conexão direta entre os pontos, alta velocidade de transmissão, independência de provedores terceiros e simplicidade de instalação para distâncias curtas (MAVROMMATIS, 2024). Desse modo, redes ópticas P2P são ideais para aplicações com objetivo de interligar

locais fisicamente próximos que demandem alto desempenho, como em conexões entre edifícios corporativos, campus universitários ou unidades hospitalares. Assim, possibilitam uma rede local (LAN) estendida que apresenta desempenho semelhante ao de uma rede interna, fornecendo largura de banda simétrica e dedicada entre os pontos. No artigo de Mavrommatis (2024) foi demonstrada uma aplicação P2P entre dois prédios corporativos, situados na mesma rua, objetivando expandir a LAN existente. A instalação utilizou a fibra óptica monomodo, obtendo como resultado o compartilhamento de servidores, impressoras, internet e câmeras IP com desempenho equivalente ao observado na rede interna do prédio principal, comprovando assim a viabilidade técnica e econômica do modelo P2P para aplicações em ambientes empresariais.

As redes ópticas multiponto representam um avanço significativo nas telecomunicações, especialmente por permitirem que um único transmissor envie dados simultaneamente para diversos receptores (KEISER, 2014), atividade possibilita pelo uso de dispositivos como os divisores ópticos passivos (splitters) ou comutadores ativos, que distribuem o sinal de uma única fibra para várias saídas. Esse tipo de estrutura forma o que conhecemos como Redes Ópticas Passivas, ou PONs (Passive Optical Networks). Segundo Hoshino (2013), as PONs vêm ganhando espaço em relação às redes tradicionais de cabos, por oferecerem maior alcance e capacidade de transmissão, utilizando apenas componentes passivos (itens que não utilizam energia elétrica).

Uma das aplicações mais conhecidas das PONs está na tecnologia FTTH (Fiber to the Home), onde a fibra óptica chega diretamente à residência do usuário. Esse modelo tem como principal vantagem o uso compartilhado da infraestrutura e dos equipamentos, o que reduz os custos de operação e facilita a expansão da rede (KEISER, 2014; SILVA, 2018). Além disso, por não depender de componentes ativos entre o provedor e o cliente, o processo de instalação e manutenção torna-se mais simples e econômico. Apesar das vantagens, é importante destacar que, por ser uma rede compartilhada, é necessário garantir uma gestão eficiente da largura de banda e aplicar mecanismos de segurança que protejam os dados transmitidos (KEISER, 2014). Por fim, a escolha entre uma rede passiva ou ativa depende de fatores como o número de usuários, a área de cobertura e a velocidade de conexão desejada (SILVA, 2018).

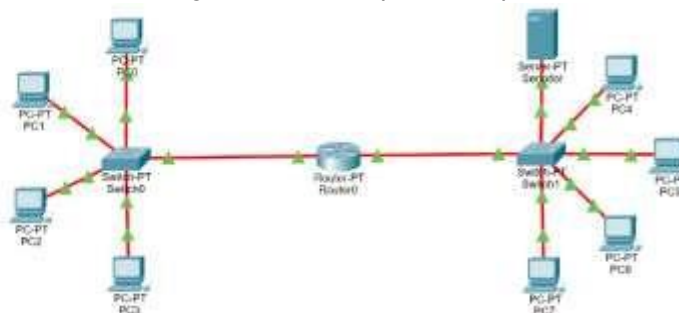
Para a simulação foram desenvolvidas duas redes, uma ponto-a-ponto e a outra multiponto, a fim de simular o comportamento da fibra óptica nesses cenários. Em primeira análise, a simulação da rede P2P exposta abaixo na figura 1, apresenta dois computadores ligados pelo cabo de fibra óptica conectado nas portas GigabitEthernet, que permite a transmissão de quadros na velocidade de 1 Gigabit (1 bilhão de bits) por segundo.

Figura 1 – Rede óptica ponto-a-ponto



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 2 – Rede óptica multiponto



Fonte: Elaborada pelo autor

Ademais, a figura 2 representa a estrutura multiponto, onde foram desenvolvidas duas redes, que se comunicam através de um roteador, utilizando conectores Gigabit Ethernet, assim como a rede ponto-a-ponto, para ligação entre todos os dispositivos. Cada rede contém um switch conectando quatro computadores, uma delas possui um servidor que fornece serviços web para os dispositivos das duas redes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A simulação no Cisco Packet Tracer validou os conceitos de redes ópticas ponto-a-ponto (P2P) e multiponto. A rede P2P, figura 1, demonstrou simplicidade e alta velocidade, sendo ideal para extensões de LAN em ambientes corporativos. A simulação multiponto, figura 2, incluiu um servidor web e duas redes conectadas por um roteador, demonstrou a eficiência da distribuição do sinal óptico para múltiplos dispositivos, base para Redes Ópticas Passivas (PONs) e FTTH. Um teste de acesso a um site nessa rede multiponto gerou os seguintes tempos de comunicação:

Tabela 1 – Resultados da simulação de rede multiponto

Protocolo	Início (seg)	Fim (seg)	Total (seg)
DNS	0.000	0.008	0.008
HTTP	0.016	0.025	0.009
TCP	0.008	0.037	0.019
Simulação	0.000	0.037	0.037

Fonte: elaborada pelo autor

A análise da Tabela 1 revela um tempo total de simulação de apenas 37 milissegundos, demonstrando a rapidez da fibra óptica. O TCP foi o protocolo mais lento (0.019 segundos), seguido por HTTP (0.009 segundos) e DNS (0.008 segundos). Essa performance em milissegundos válida a capacidade das redes ópticas para suportar aplicações de alta demanda por baixa latência e banda, sublinhando sua importância na infraestrutura de telecomunicações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou redes ópticas por meio de revisão de literatura e simulação, demonstrando a eficiência da fibra com respostas em milissegundos e a versatilidade das arquiteturas. A análise consolidou que a escolha da arquitetura depende da demanda: a topologia ponto-a-ponto (P2P) é ideal para cenários de máxima segurança e banda dedicada, como data centers, enquanto a ponto-multiponto, objeto da simulação, é valiosa para redes de acesso massivo (FTTH) pela otimização de recursos e custo, ainda que exija uma gestão de banda e segurança de dados mais robusta.

Portanto, conclui-se que, mesmo as redes ópticas oferecendo benefícios inegáveis em relação à velocidade e robustez, não há uma solução única. Assim, o conhecimento de suas particularidades é imprescindível para desenhar projetos eficientes e escaláveis, capazes de suportar o crescente volume de tráfego de dados, abrindo caminho para avanços contínuos na conectividade global.

REFERÊNCIAS

- HOSHINO, F. K. G. **Estudo e simulação da modulação OFDM aplicada em redes ópticas de nova geração**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/904696>. Acesso em: 06 jun. 2025
- KEISER, G. **Comunicações por fibras ópticas**. 4.ed. Porto Alegre, RS: AMGH Editora, 2014.
- MAVROMMATIS, K. A new and innovator method of designing a fiber optic network for the extension of the local area network of a building. In: **28th Pan-Hellenic Conference on Progress in Computing and Informatics (PCI 2024)**, 13-15 dez. 2024, Egaleo, Grécia. New York, NY, USA: ACM, 2024. p. 5. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3716554.3716568>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- RUDGE, P. Breve história de comunicações óticas, de Mbps a Tbps: ênfase no cenário brasileiro. **Revista da SBFoton**, v. 3, p. 15-25, nov. 2023. Disponível em: revista.sbfoton.org.br/wp-content/uploads/2024/03/Art-2-Vol-3.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.
- SILVA, M. A. **Redes ópticas passivas e as redes LAN**. 2018. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Redes de Computadores e Teleinformática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20045/1/CT_CEREC_I_2018_08.pdf. Acesso em: 24 maio 2025.
- TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. J. **Redes de computadores**. 5. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2011. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 25 mar. 2025.