



Universidade de Pernambuco (UPE)  
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)  
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

## Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas

### ***Proposta de Tese de Doutorado***

Área: Engenharia Elétrica (Painel IV-CAPES)  
Linha de Pesquisa: Telemática (redes ópticas)  
Título Provisório: Projeto de Topologia física de redes de alta capacidade utilizando ciência das redes e inteligência computacional  
Orientador: Daniel Augusto Ribeiro Chaves (darc@ecomppoli.br)

Nos últimos anos, tem-se observado a criação de sofisticados serviços de comunicações, como vídeo sob demanda, voz sobre IP, Internet das Coisas, computação em nuvem, telemedicina e telepresença (GIORDANI et al., 2020). Esses serviços demandam a troca de grande quantidade de informações em elevadas taxas de transmissão (GIORDANI et al., 2020). A infraestrutura de telecomunicações utilizada como meio de transmissão deve contemplar esses requisitos. Nos dias de hoje, a tecnologia em larga escala que melhor atende a esses requisitos são os sistemas de comunicações ópticas interligados em rede, ou seja, redes ópticas (RAMASWAMI; SIVARAJAN, 2011; HALL et al., 2021).

A tendência atual de implementação de redes ópticas caminha para uma arquitetura de rede multicanal em malha e com transmissão totalmente óptica para a maior parcela possível de caminhos ópticos no núcleo da rede (RAMASWAMI; SIVARAJAN, 2011; HALL et al., 2021; MATZNER et al., 2021). Entretanto, o projeto dessas redes de alta capacidade não é um processo trivial, pois envolve a determinação de um grande número de variáveis, como a interligação física dos nós da rede (topologia da rede), a quantidade de comprimentos de onda (dimensionamento de capacidade) que devem estar disponíveis por enlace óptico, a inserção e posicionamento de dispositivos de alto custo, como regeneradores e conversores de comprimento de onda, e o tipo de fibra óptica que deve ser utilizado em cada enlace (HIGASHIMORI et al., 2022; MATZNER et al., 2021; TESSINARI et al., 2018).

Há uma dificuldade adicional no tratamento do projeto dessas redes. Ele deve ser abordado visando à otimização simultânea de vários aspectos importantes da rede, como seu custo financeiro, seu desempenho, sua capacidade de resiliência a falhas, penalidades nas transmissões dos sinais, congestionamento e flutuações no tráfego ofertado, consumo de energia, entre outros (CHAVES et al., 2012; CHAVES et al., 2010; AUSIELLO et al., 1999). É importante perceber que esses aspectos são, em geral, conflitantes. Por exemplo, para se obter uma rede de alto desempenho ou alta tolerância a falhas, é necessário empregar mais recursos financeiros (CHAVES et al., 2012; CHAVES et al., 2010).

O problema de projeto de redes de forma ótima é conhecido na literatura por ser um problema de elevada complexidade computacional (pois pertence à classe denominada NP-completo) (AUSIELLO et al., 1999). Em muitos casos, a solução ótima para esse problema é inviável de ser obtida em um tempo razoável (AUSIELLO et al., 1999; CHAVES et al., 2010; CHAVES et al., 2012). Para se encontrar soluções otimizadas para esse problema de forma viável, é possível utilizar algoritmos heurísticos propostos pela inteligência computacional (também chamados de meta-heurísticas) (RUSSELL; NORVIG, 2004). Além disso, as ferramentas disponibilizadas pela teoria da ciência das redes são bastante úteis para avaliar aspectos topológicos de redes em projeto (RUSSELL; NORVIG,



Universidade de Pernambuco (UPE)  
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)  
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)

2004).

O objetivo deste projeto é o desenvolvimento de técnicas de projeto de redes de telecomunicações de alta capacidade utilizando inteligência computacional e ciência das redes que realizam um compromisso otimizado entre o custo financeiro de implantação da rede e o desempenho da mesma, atendendo a diversos critérios de qualidade de serviço (GIORDANI et al., 2020; RAMASWAMI; SIVARAJAN, 2011; CHAVES et al., 2010; CHAVES et al., 2012).

## REFERÊNCIAS

### Referências

- AUSIELLO, G. et al. Complexity and Approximation, Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability properties. Springer-Verlag, 1999.
- CHAVES, D. A. R. et al. A Multiobjective Approach for Design of All-Optical and Translucent WDM Networks Considering Capex and QoT. In: ICTON 2012, July 2012, p. 1–4.
- CHAVES, D. A. R. et al. Multiobjective physical topology design of all-optical networks considering qos and capex. In: Optical Fiber Communication Conference (OFC), March 2010, p. 1–3.
- GIORDANI, M. et al. Toward 6G Networks: Use Cases and Technologies. In IEEE Communications Magazine, vol. 58, no. 3, pp. 55-61, March 2020, doi: 10.1109/MCOM.001.1900411.
- HALL, M. N. et al. A Survey of Reconfigurable Optical Networks. Optical Switching and Networking, Volume 41, 2021, ISSN 1573-4277, <https://doi.org/10.1016/j.osn.2021.100621>.
- MATZNER, R. et al. Making intelligent topology design choices: understanding structural and physical property performance implications in optical networks [Invited]. In Journal of Optical Communications and Networking, vol. 13, no. 8, pp. D53-D67, August 2021, doi: 10.1364/JOCN.423490.
- RAMASWAMI, R.; SIVARAJAN, K. N. Optical Networks: A Practical Perspective, 3rd ed. Morgan Kaufmann, 2011.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 2004.
- TESSINARI, R. S. et al. On the Impact of the Physical Topology on the Optical Network Performance. 2018 IEEE British and Irish Conference on Optics and Photonics (BICOP), 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/BICOP.2018.8658361.



Universidade de Pernambuco (UPE)  
Escola Politécnica de Pernambuco (POLI)  
Instituto de Ciências Biológicas (ICB)