

Engenharia Física

## **Modelagem da internet quântica como uma rede complexa**

Nycolas Borges da Silva - 9º modulo de Engenharia Física, UFLA, bolsista CNPq

Otávio Silveira - Graduado em Engenharia Física, UFLA

Angélica Sousa da Mata - Coorientadora DFI, UFLA

Sérgio Martins de Souza - Orientador DFI, UFLA - Orientador(a)

### **Resumo**

Internet Quântica representa uma evolução na transferência de informações, utilizando canais quânticos para funcionalidades como criptografia e computação em nuvem. Sua estrutura, composta por nós (dispositivos) e enlaces (fibras ópticas), pode ser modelada como uma rede complexa. Contudo, muitos modelos existentes assumem distribuições homogêneas de conexões, o que não reflete a realidade das infraestruturas atuais, marcadas pela heterogeneidade. Este trabalho propõe modelos heterogêneos para modelar as redes de Internet Quântica, analisando suas propriedades estatísticas e comparando-os com dados topológicos de redes reais de internet. A metodologia partiu da adaptação do modelo de Brito et al. , que utiliza grafos de Waxman. Foram desenvolvidos dois novos modelos sintéticos para a rede de fibra óptica, incorporando a heterogeneidade: um baseado em crescimento com conexão preferencial (Brito-Soares) e outro em uma distribuição de grau livre de escala (Brito-Rozenfeld). Adicionalmente, dados topológicos da infraestrutura real da internet de diferentes continentes foram extraídos do dataset do Center for Applied Internet Data Analysis (CAIDA). As propriedades estatísticas das redes sintéticas — como distribuição de grau, menor caminho médio e coeficiente de cluster — foram então comparadas com as das redes reais. Os resultados indicam que os modelos propostos geram redes heterogêneas com características hierárquicas, diferente do comportamento homogêneo do modelo base. Embora apresentem um menor caminho médio maior, os modelos heterogêneos se mostram mais eficientes, necessitando de um número menor de conexões para alcançar conectividade similar. A análise comparativa demonstrou que as redes sintéticas heterogêneas capturam de forma mais acurada diversas características topológicas das redes de fibra óptica reais, validando a abordagem. Observou-se também que a assortatividade pode atuar como um indicador da transição de fase para um estado altamente conectado nessas redes. Conclui-se que a incorporação de heterogeneidade na modelagem da Internet Quântica resulta em uma representação mais realista de sua possível infraestrutura. A validação com dados reais fornece subsídios importantes para o desenvolvimento de arquiteturas de comunicação quântica mais eficientes e robustas.

Palavras-Chave: teoria de grafos,, crescimento e conexão preferencial, transição de fase.

Instituição de Fomento: CNPq

Link do pitch: <https://youtu.be/IHB5Kwiicj8>