

# COORDENADORIA DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

**LUIS FELIPE DOS SANTOS GIANONI**

**PATRICK NUNES DE SOUZA**

**MARCOS FAVORETTI JR.**

**ALGORITMO DE BUSCA EM GRAFOS UTILIZANDO COMPUTAÇÃO QUÂNTICA**

**SOROCABA, SP,**

**2025**

##### 

##### 

##### **LUIS FELIPE DOS SANTOS GIANONI**

**PATRICK NUNES DE SOUZA**

**MARCOS FAVORETTI JR.**

**ALGORITMO DE BUSCA EM GRAFOS UTLIZNADO COMPUTAÇÃO QUÂNTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Facens como exigência parcial para obtenção do diploma de graduação em Engenharia de Computação.

Orientador (a): Marcos Fabio Jardini.

**SOROCABA, SP**

**2025**

##### **LUIS FELIPE DOS SANTOS GIANONI**

**PATRICK NUNES DE SOUZA**

**MARCOS FAVORETTI JR.**

**ALGORITMO DE BUSCA EM GRAFOS UTILIZANDO COMPUTAÇÃO QUÂNTICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Facens como exigência parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de Engenharia de Computação.

Orientador (a): Marcos Fabio Jardini.

BANCA EXAMINADORA

# 1 INTRODUÇÃO

Os grafos estão presentes em diversas áreas do conhecimento, desde a ciência da computação até a biologia e as redes sociais. O grafo é um modelo matemático estruturado que faz uma abstração da realidade, buscando meios de fazer alusão a conexões e relacionamentos entre elementos. A definição de um grafo pode-se dizer por uma coleção de pontos conectadas ou não por linhas, sendo direcionais ou bidirecionais. Os pontos são chamados de vértices (ou nós) e as linhas de arestas (ou linha de conexões). (2022 Revista brasileira de ensino de física.).

Diversos sistemas ou fenômenos da vida real podem ser representados por meio de grafos como por exemplo redes de computadores, redes neurais, mapas de cidades e redes elétricas. Os grafos são fundamentais para resolução de problemas complexos. (2022 Revista brasileira de ensino de física.).

Hoje em dia os computadores clássicos que funcionam com sistemas binários de zero e um (ou bits), na atualidade se introduziu a computação quântica que em vez de um sistema binário ele utiliza-se da álgebra linear e de fenômenos quânticos como a superposição e o emaranhamento quântico, em vez de bits comuns têm-se Qubits que além dos estados zero e um podem entrar em um terceiro estado de superposição, que pode representar simultaneamente ambos os estados, possibilitando a execução paralela de múltiplos cálculos. Essa característica torna os algoritmos quânticos significativamente mais eficientes para certos problemas, como a fatoração de números primos (utilizada na criptografia), a simulação de sistemas físicos complexos e a otimização de grandes volumes de dados. (2020 Bernhardt, 2021 Storino).

O problema abordado neste projeto é o problema do caixeiro viajante que é um dos problemas clássicos da teoria da computação e otimização combinatória. Ele consiste em encontrar o caminho mais curto que um vendedor deve percorrer para visitar um conjunto de cidades, passando por cada uma delas exatamente uma vez e retornando ao ponto de partida. Esse problema é considerado NP-difícil, o que significa que não há um algoritmo conhecido capaz de resolvê-lo em tempo polinomial para qualquer quantidade de cidades. (2023 Schmidt).

Uma abordagem promissora para enfrentar a complexidade do Problema do Caixeiro Viajante é a utilização da computação quântica. Diferente dos computadores clássicos, que processam informações de forma sequencial ou paralela limitada, os computadores quânticos exploram os princípios da superposição e do entrelaçamento para realizar cálculos de maneira exponencialmente mais eficiente em certos casos. Algoritmos como o de Grover têm sido estudados para fornecer soluções aproximadas mais rápidas para problemas de otimização combinatória. Neste trabalho, exploraremos como a computação quântica pode ser aplicada na busca de soluções para o Problema do Caixeiro Viajante, analisando suas vantagens, desafios e a viabilidade dessa abordagem em comparação com métodos clássicos. (2020 Bernhardt, 2024Oliveira).

# REFERÊNCIAS

BERNHARDT, Chris. **Quantum computing for everyone.** 1. ed. Cambridge: MIT Press, 2020.

CATARINO, Marino. **Teoria dos grafos.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2023.

Computação Quântica, Luiz Phellype Alves. **Realidade em Perigo: A Ameaça Silenciosa dos Computadores Quânticos.** 2025. Disponível em: <https://youtu.be/vLbbTpfzzFc?si=BguLsIZxG_AsPmke> . Acesso em: 22 mar. 2025.

**GIULIO MASSARANI DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA, ARTÍSTICA E CULTURAL**, 22., 2021, Rio de Janeiro, RJ. Anais [...]. Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jgmictac/317084-computacao-quantica-e-aprendizado-de-maquina--uma-abordagem-quantica-em-grafos>. Acesso em: 29 mar. 2025. ISBN 978-65-5941-128-3.

Grafos, Professor Marcos Paulo Ferreira de Araújo. **Introdução à Teoria dos Grafos - Aula 1 - O que é um grafo?.** 2016. Disponível em: <https://youtu.be/Frmwdter-vQ?si=8ITuXesjD_osVGsV> . Acesso em: 22 mar. 2025.

NASCIMENTO, João Paulo B.; MURTA, Cristina D. Um algoritmo paralelo em Hadoop para cálculo de centralidade em grafos grandes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS, 30., 2025. **Anais** [...]. Belo Horizonte, MG: CEFET-MG, 2025. Disponível em: https://ce-resd.sbc.org.br/sbrc/2012/ST8\_3.pdf. Acesso em: 04 abr. 2025.

**OLIVEIRA, Marciel Medeiros de.** Aplicações do teorema de Shemesh e dos Conceitos de subespaço invariante e canal quântico não-ergódico na teoria da informação quântica erro-zero. 2024. 101 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2024. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/40445> . Acesso em: 29 mar. 2025.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. Uma Introdução à Ciência de Redes e Teoria de Grafos. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/GLGWtVsYZ7zysCBc3Xktf6b/?lang=pt>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SANTOS, Thiago A. dos; PEREIRA, Marcelo A.; MOREIRA, Marco A. Computação quântica: uma abordagem para a graduação usando o Qiskit. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 44, e20220126, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/qRcz9vCVfYMv4J4rDjKqLtP/?lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2025.

SCHMIDT, Dionatan Ricardo. Problemas de coloração em grafos evitando famílias de padrões de grafos completos. 2023. Tese (Doutorado em Matemática Aplicada) – Programa de Pós-Graduação em Matemática Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/259369>. Acesso em: 29 mar. 2025

STORINO, Lucas Bezerra; MARQUEZINO, Franklin. Computação quântica e aprendizado de máquina: uma abordagem quântica em grafos. In: JORNADA GIULIO MASSARANI DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA, ARTÍSTICA E CULTURAL, 22., 2021, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2021. p. 1-10. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/jgmictac/317084-computacao-quantica-e-aprendizado-de-maquina--uma-abordagem-quantica-em-grafos>. Acesso em: 29 mar. 2025.