



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

Bacharelado em Ciência da Computação

Bernardo Augusto Amorim Vieira e Tulio Gomes Braga

**Explorando a Computação Quântica: Uma Revisão Abrangente  
e Orientação para Novos Pesquisadores**

Belo Horizonte

2024

Bernardo Augusto Amorim Vieira e Tulio Gomes Braga

## **Explorando a Computação Quântica: Uma Revisão Abrangente e Orientação para Novos Pesquisadores**

Projeto de Pesquisa apresentado na disciplina Trabalho Interdisciplinar III - Pesquisa Aplicada do curso de Ciência da Computação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Belo Horizonte

2024

## RESUMO

Palavras-chave: computação quântica, introdução à computação quântica, computadores quânticos, educação em computação quântica, revisão bibliográfica, pesquisa em computação quântica

Este projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar o nível de conhecimento sobre computação quântica entre estudantes da área de computação. Para isso, será realizada a formulação de um conjunto de perguntas cuidadosamente elaboradas, que serão posteriormente aplicadas a um grupo selecionado de estudantes. A metodologia adotada envolverá a coleta sistemática das respostas, seguida por uma análise detalhada dos dados obtidos. Através dessa análise, será possível identificar padrões e lacunas no conhecimento dos participantes. Espera-se que os resultados revelem áreas específicas da computação quântica que os estudantes demonstrem maior dificuldade em compreender. Com base nesses achados, pretendemos concluir quais tópicos necessitam de maior foco e aprofundamento no currículo educacional. Este estudo, portanto, servirá como base para um futuro projeto que visa a inicialização em computação quântica para estudantes de computação, contribuindo para a formação sólida e abrangente nessa área emergente.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
1.1	Objetivos .....	26
1.1.1	<i>Objetivos específicos</i> .....	26
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>28</b>
2.1	Fundamentação Teórica .....	28
2.2	Trabalhos Relacionados .....	28
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>CRONOGRAMA .....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A computação quântica tem sido um tópico de grande interesse e promessa nas últimas décadas, revolucionando o cenário computacional mundial. Um exemplo notável dessa revolução é o algoritmo de Shor, mencionado por Preskill (2023), que demonstra a capacidade dos computadores quânticos de fatorar grandes números de forma significativamente mais eficiente do que os computadores clássicos. Essa capacidade tem implicações profundas na segurança da informação, uma vez que os protocolos criptográficos de chave pública, atualmente utilizados para proteger nossa privacidade na comunicação pela Internet, podem se tornar vulneráveis a ataques por computadores quânticos no futuro.

Diante dessa transformação potencial, é essencial preparar novos pesquisadores para entender e explorar as complexidades da computação quântica. A introdução de conceitos quânticos a esses novos talentos não só impulsiona o avanço da ciência e tecnologia, mas também abre portas para novas carreiras e descobertas em um campo em rápida evolução. Orientar esses pesquisadores em possíveis caminhos de pesquisa dentro da computação quântica é fundamental para assegurar uma formação sólida e fomentar inovações futuras.

Além disso, é fundamental examinar a condição atual da computação quântica para compreender como essa tecnologia está sendo aplicada e quais são suas capacidades e limitações no momento. Com a habilidade de processar vastas quantidades de dados de forma exponencialmente mais rápida do que os computadores tradicionais, os computadores quânticos estão começando a mostrar seu potencial em áreas como pesquisa científica, desenvolvimento de novos medicamentos e otimização de cadeias de suprimentos. Este panorama atual oferece um campo vasto e promissor para que novos pesquisadores explorem e contribuam com soluções inovadoras. Embora ainda haja muitos desafios a serem superados, a computação quântica apresenta um horizonte de possibilidades que, com o tempo, pode transformar diversas áreas de conhecimento e impactar significativamente a sociedade. Em nossos comentários, também consideraremos brevemente as perspectivas futuras dessa tecnologia, destacando as oportunidades e desafios que se desenharam no horizonte.

No entanto, junto com esses benefícios, surgem questões importantes sobre ética,

privacidade e segurança. Por exemplo, como protegeremos os dados pessoais em um mundo onde a criptografia atual não é mais segura? Como garantir que todos tenham acesso equitativo aos benefícios da computação quântica, e como mitigar o potencial impacto na força de trabalho e na economia global? Novos pesquisadores precisam estar cientes dessas questões e preparados para abordar os desafios éticos e sociais que acompanham os avanços tecnológicos.

Explorar essas questões e antecipar os possíveis cenários futuros é essencial para garantir que a sociedade esteja preparada para colher os benefícios da revolução da computação quântica enquanto mitiga os riscos e desafios associados. Este projeto de pesquisa visa contribuir para essa discussão crucial, fornecendo uma compreensão mais profunda dos aspectos técnicos, sociais e éticos da computação quântica. Ao fazer isso, esperamos guiar novos pesquisadores no caminho de descobertas inovadoras e de uma contribuição significativa para a sociedade moderna.

O trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 1.1 trata dos objetivos deste trabalho, o capítulo 2 trata da revisão bibliográfica do trabalho, sendo separada pela seção 2.1 relatando as principais teorias abordadas no trabalho e pela seção 2.2, apresentando os artigos referenciados no trabalho. O capítulo 3 apresenta a metodologia da pesquisa e o cronograma de tempo de cada etapa da metodologia (Tabela 1).

## 1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é redigir um artigo científico, no formato de um survey, que revise os principais temas da computação quântica, com base em dados obtidos por meio de uma pesquisa com pessoas, através de um quiz específico. Esta abordagem permitirá identificar áreas de conhecimento e conceitos fundamentais que necessitam de maior atenção, tanto em termos de compreensão quanto de desenvolvimento educacional. Com os resultados, pretendemos oferecer uma visão abrangente e estruturada da computação quântica, destacando os tópicos mais relevantes e emergentes. Nosso objetivo é facilitar a solidificação do conhecimento de novos pesquisadores na área e guiá-los em possíveis áreas de interesse emergente, contribuindo assim para o avanço da educação e da pesquisa em computação quântica.

### 1.1.1 *Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste projeto são:

1. Levantamento detalhado sobre o nível de conhecimento em computação quântica entre estudantes de computação.

2. Conscientização/Inspiração/Encaminhamento.
3. Introdução à computação quântica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, realizamos uma análise abrangente da literatura existente sobre o tema em questão. A revisão bibliográfica é dividida em duas subseções principais: fundamentação teórica e trabalhos relacionados.

### 2.1 Fundamentação Teórica

Neste artigo serão abordados conceitos teóricos da computação quântica como Qubits e entrelaçamento.

Os qubits são a unidade básica da informação na computação quântica, capazes de existir simultaneamente em estados de 0 e 1, devido ao fenômeno da superposição quântica (UPAMA et al., 2022), por serem representados tanto digitalmente, como analogicamente, Qubits possuem um tremendo poder de computação (UPAMA et al., 2022).

O entrelaçamento quântico é um fenômeno no qual os estados de dois ou mais qubits tornam-se interdependentes, de forma que a medição de um qubit instantaneamente influencia o estado do outro, independentemente da distância entre eles (UPAMA et al., 2022).

Computação quântica é um ramo de pesquisa muito amplo, sendo mais utilizado em problemas de criptografia (JASOLIYA; SHAH, 2022) e outros ramos como otimização e simulações.

### 2.2 Trabalhos Relacionados

Neste trabalho foram pesquisados artigos científicos sobre o estado atual do estudo da computação quântica, como em (PRESKILL, 2023) e (UPAMA et al., 2022) para construir uma base sólida nos conhecimentos do assunto e fortalecer o entendimento do tema para o leitor.

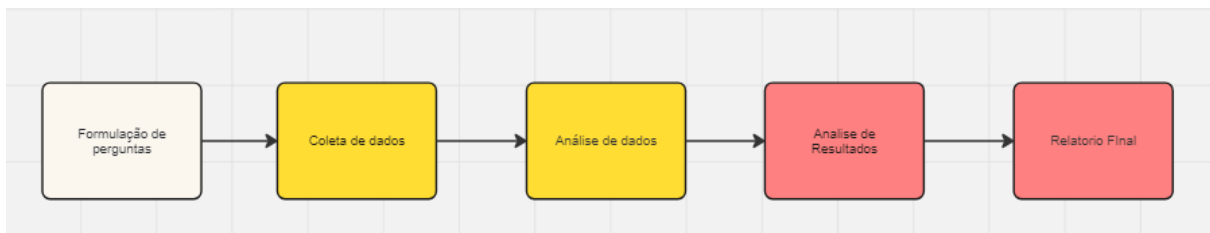
Foram pesquisados também artigos para conhecer mais sobre computação quântica avançada como em (FREY et al., 2021) e (JASOLIYA; SHAH, 2022) para guiar o leitor para possíveis áreas de interesse para pesquisa. Além de artigos sobre o ensino da



computação quântica como em (ANGARA et al., 2021), para poder guiar nosso quiz, apresentado em 3.

Após a análise e estudo dos artigos citados anteriormente, tornou-se evidente a necessidade de um trabalho que fornecesse maior enfoque para graduandos e pesquisadores iniciantes. Considerando que a computação quântica é um campo ainda emergente, é crucial a existência de recursos que ofereçam uma porta de entrada acessível para um tema tão fascinante e inovador. A criação de material didático e introdutório não apenas facilita a compreensão de conceitos complexos, mas também incentiva o engajamento e a formação de novos talentos nesta área promissora.

### 3 METODOLOGIA



**Figura 1 – Fluxograma dos passos da metodologia.**

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para a pesquisa sobre os fundamentos e áreas emergentes da computação quântica, com o intuito de proporcionar uma base sólida para novos pesquisadores na área. A pesquisa é classificada como exploratória, uma vez que busca realizar uma revisão do estado da arte da computação quântica, introduzindo os principais conceitos e direcionando o leitor para áreas emergentes de estudo.

Primeiramente, será feito um estudo completo para formulação de perguntas, para conhecer melhor o que os pesquisadores iniciantes mais tem dificuldade em entender. De acordo com (ANGARA et al., 2021), os conceitos base da computação quântica são de suma importância para o entendimento, tais como exemplos e abordagens práticas.

Como segunda atividade do nosso estudo, será aplicado um questionário composto por cinco perguntas com o objetivo de identificar e filtrar indivíduos que possuam interesse na área de computação quântica. O questionário será cuidadosamente elaborado para avaliar o nível de conhecimento prévio dos participantes sobre conceitos fundamentais de computação quântica, bem como para entender suas motivações e expectativas em relação ao estudo.

As perguntas incluirão temas como:

- Conhecimento básico sobre conceitos fundamentais da física quântica e sua aplicação na computação.
- Interesse acadêmico em aprofundar estudos na área de computação quântica.
- Entendimento sobre as possíveis aplicações práticas da computação quântica em

diferentes setores.

- Expectativas em relação ao impacto da computação quântica na sociedade e na indústria. Informações sobre o background educacional dos participantes, incluindo cursos já realizados e áreas de especialização.

Após a aplicação do questionário, os dados serão coletados e analisados para identificar o nível de interesse dos participantes no tema, além dos conceitos que deverão ter mais enfoque no trabalho, graças à primeira atividade, gerando assim um texto mais eficiente no sentido de gerar aprendizado

Os resultados da pesquisa serão apresentados de maneira estruturada, começando com uma introdução aos conceitos fundamentais da computação quântica, seguida pela discussão dos principais achados da revisão da literatura. Serão identificadas áreas em foco para novos pesquisadores, destacando as oportunidades e desafios que essas áreas apresentam.

## 4 CRONOGRAMA

Esta seção apresenta o cronograma de duração de cada etapa da metodologia. (Tabela 1).

**Tabela 1 – Cronograma**

	<b>Meses 1-3</b>	<b>Meses 4-6</b>	<b>Meses 7-9</b>	<b>Meses 10-11</b>
Formulação de Perguntas	X			
Coleta de dados		X	X	
Análise de Dados			X	X
Apresentação de Resultados				X

## REFERÊNCIAS

- ANGARA, P. P. et al. Teaching quantum computing to high-school-aged youth: A hands-on approach. *IEEE TRANSACTIONS ON QUANTUM ENGINEERING*, IEEE, v. 3, p. 1–15, 2021.
- FREY, V. et al. A quantum computing programming language for transparent experiment descriptions. In: IEEE. 2021 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON QUANTUM COMPUTING AND ENGINEERING (QCE). [S.l.], 2021. p. 244–254.
- JASOLIYA, H.; SHAH, K. An exploration to the quantum cryptography technology. In: IEEE. 2022 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING FOR SUSTAINABLE GLOBAL DEVELOPMENT (INDIACom). [S.l.], 2022. p. 506–510.
- PRESKILL, J. Quantum computing 40 years later. In: FEYNMAN LECTURES ON COMPUTATION. [S.l.]: CRC Press, 2023. p. 193–244.
- UPAMA, P. B. et al. Evolution of quantum computing: A systematic survey on the use of quantum computing tools. In: IEEE. 2022 IEEE 46TH ANNUAL COMPUTERS, SOFTWARE, AND APPLICATIONS CONFERENCE (COMPSAC). [S.l.], 2022. p. 520–529.