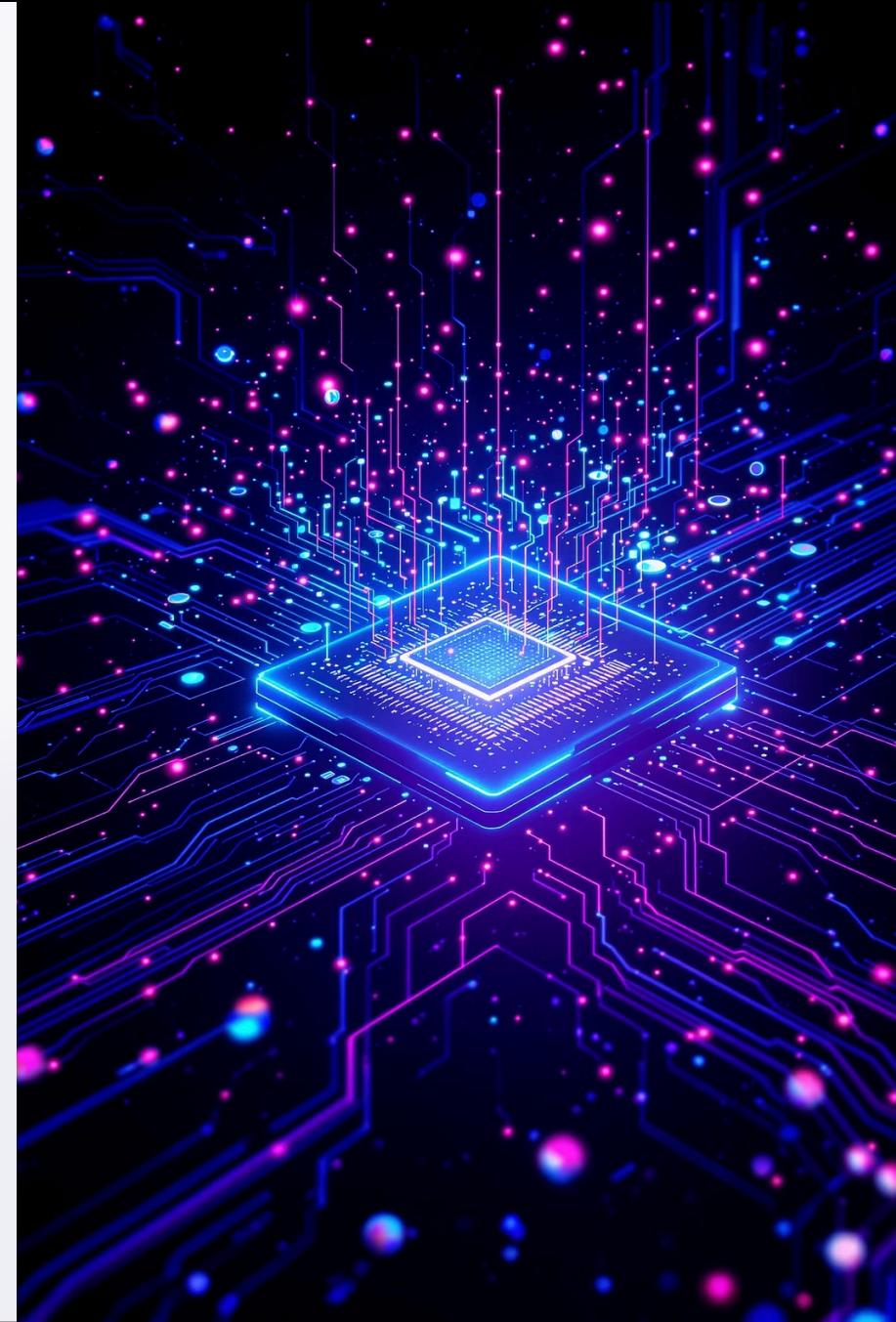


# **Programação em chips quânticos e estados topológicos da matéria.**

Uma jornada do clássico ao quântico



**Por Disraeli Filho e Luís Felipe Nonato**



# O que vamos abordar hoje



## Parte 1: Disraeli

Conceitos Básicos e Computação Clássica vs. Quântica

Princípios Fundamentais

Linguagens de Programação Quântica



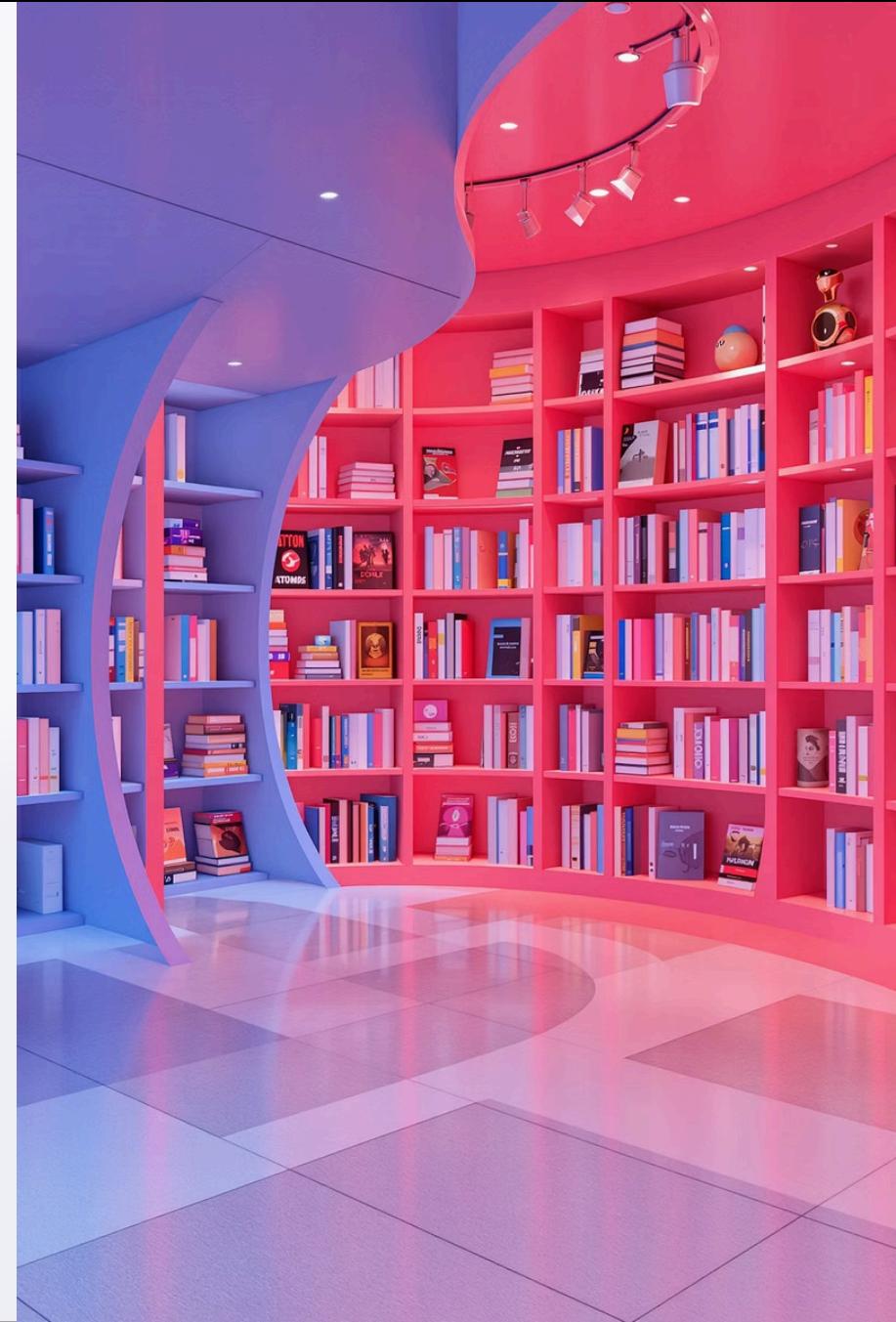
## Parte 2: Luis Felipe

Modelos Quânticos e Algoritmos

Aplicações Práticas

Cenário Brasileiro

Desafios e Perspectivas Futuras



# Disraeli

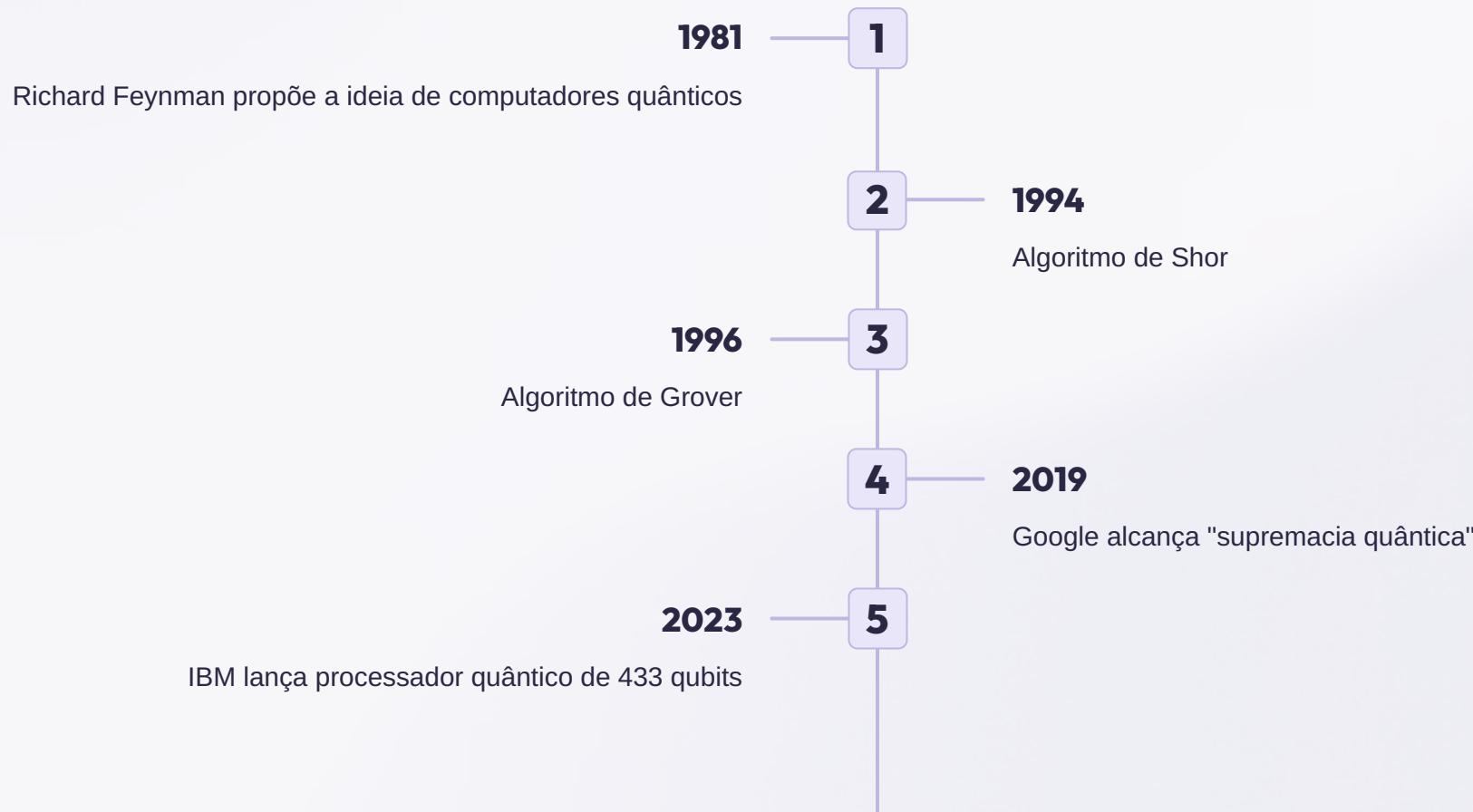


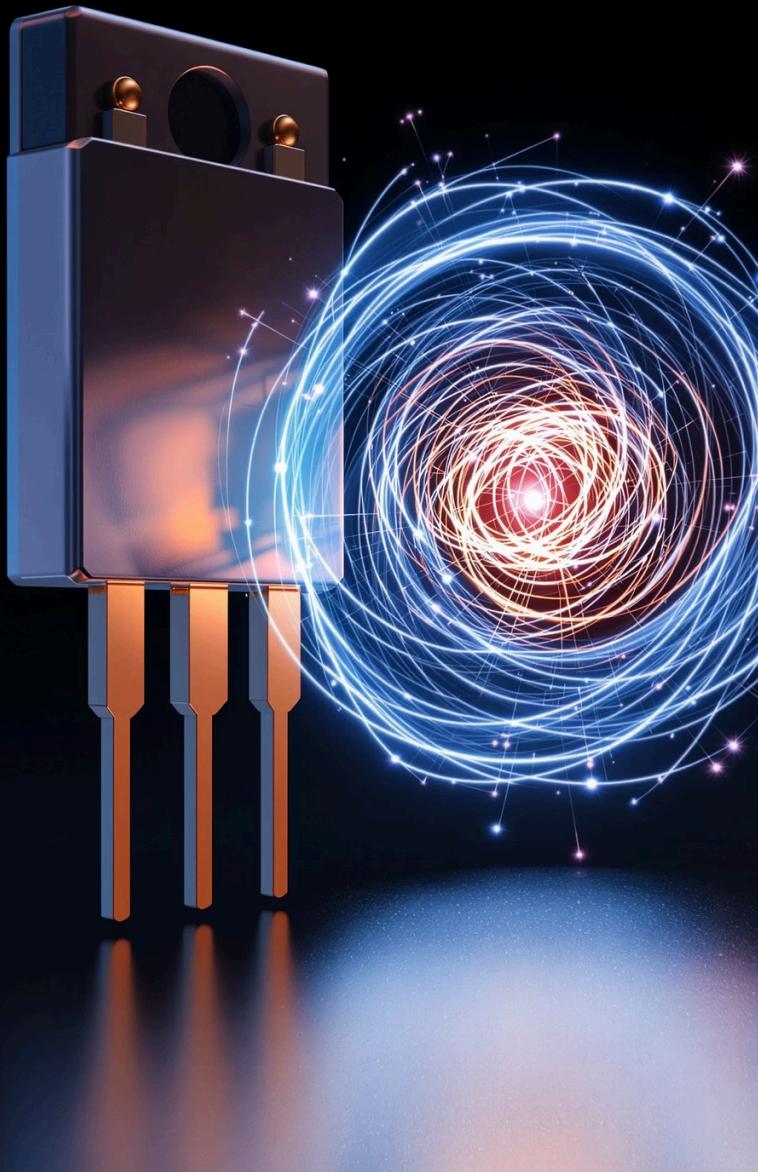
## **Conceitos Básicos e Computação Clássica vs. Quântica**

- Técnico em Manutenção e Suporte à Informática.
- Estudante de Engenharia de Computação - IFPB.

# O que é Computação Quântica?

"A computação quântica é um paradigma que utiliza fenômenos da mecânica quântica para realizar operações em dados."





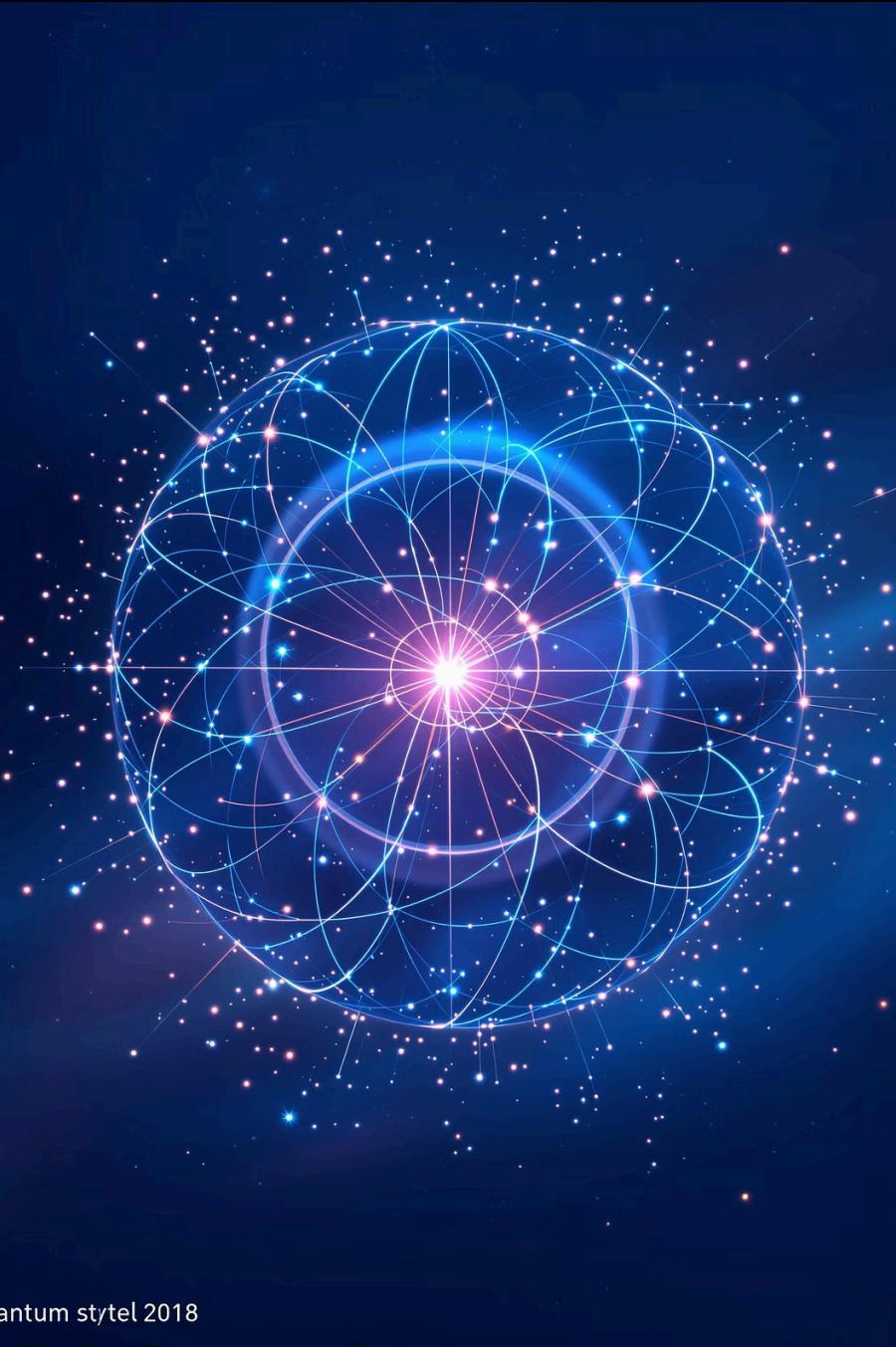
# Do Clássico ao Quântico: Bits vs. Qubits

## Bit Clássico

- Representa 0 ou 1
- Estado determinístico
- Base da computação tradicional

## Qubit

- Pode existir em superposição de estados
- Representa 0, 1 ou ambos simultaneamente
- Permite processamento paralelo de informações



# Superposição Quântica



## Definição

Estado em que um qubit existe simultaneamente como 0 e 1, com diferentes probabilidades.



## Analogia

O famoso experimento do gato de Schrödinger.



## Implicação Computacional

Um sistema de  $n$  qubits pode representar  $2^n$  estados simultaneamente.



# Emaranhamento Quântico



## Definição

Fenômeno onde qubits se tornam correlacionados de tal forma que o estado de um não pode ser descrito independentemente do outro.



## Importância

Einstein chamou de "ação fantasmagórica à distância".

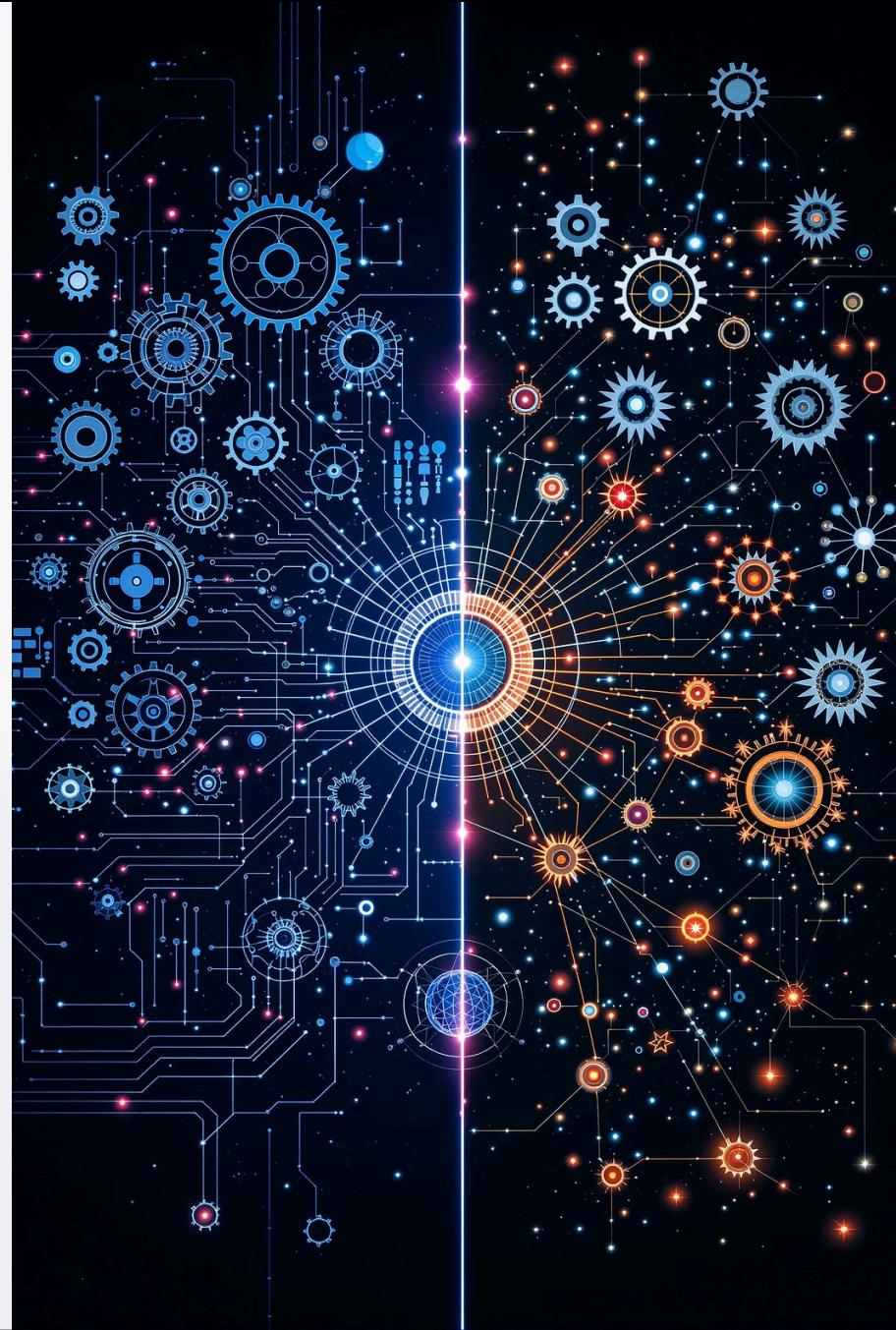


## Aplicação

Fundamental para teleporte quântico e computação quântica distribuída.

# Comparando os Modelos de Processamento

Aspecto	Computação Clássica	Computação Quântica
Unidade básica	Bit (0 ou 1)	Qubit (superposição)
Processamento	Sequencial	Paralelo quântico
Escalabilidade	Linear	Exponencial
Erro	Facilmente corrigível	Desafio significativo
Maturidade	Tecnologia estabelecida	Em desenvolvimento



# Onde a Computação Quântica Brilha

## Fatoração de números grandes

Algoritmo de Shor

## Aprendizado de máquina quântico

Algoritmos de IA avançados

## Busca em bancos de dados

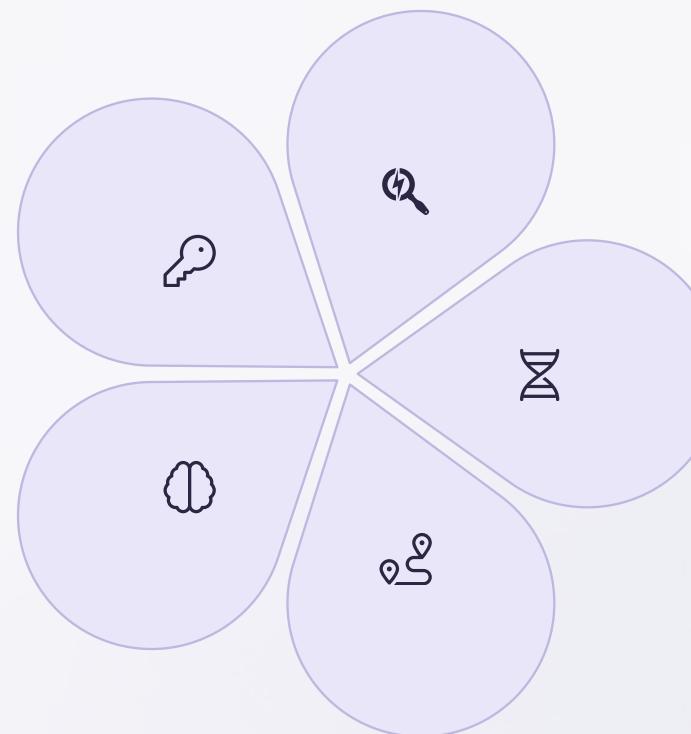
Algoritmo de Grover

## Simulação de sistemas quânticos

Moléculas, materiais

## Otimização combinatória

Rotas, logística



# Qiskit (IBM)



# Framework Open-Source

Desenvolvido pela IBM para computação quântica.



## Baseado em Python

## Acesso a computadores quânticos reais via nuvem.

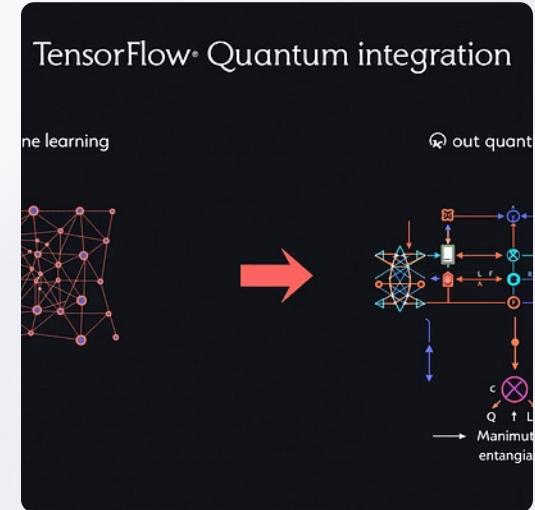
Comunidade Ativa

Ampla documentação e suporte da comunidade.

# Cirq (Google)



```
llex 0:8827inger a(vcids);  
on colectiatin" accing {nincs-> e/cteration;  
+ - llstinctins,interigrant" = (/she v,, "irax);  
+ intrathink{.dom, antist-spaelet(),)- wan,il,;  
+ quantuvs spaces (rinn-(vertiction," (irxC);  
"ownes:tulh;  
e(Probchs/ebticasdes:lsefuius on watre);  
)= scne/chandec/an All);  
re/nier_reeteet{(.adetion(w/cureicter); (in-inperictions curectes);  
ly > fir-leanderins (uttwe);  
us"<litcion(n!'; btecuwtreretions (iten, trinnoque quiaicting;.ft her delectica  
le_inacre/onipates entenrednic,  
ove-bd,rosv;  
ws/rdellintemed' criticlessiction > of trifluter insters NOT RAFICS + -loract  
n foc-entinerun, cereriction alter/ecanall);  
curcuits{In =>  
-finosasPalectin, ditiumater vjustsivs curracts;  
vional-conteraninc.monl);  
z:=/A recured;  
ng, circumcision: afters oul.che:  
:ins/slc URCAPF/ICRT/SEdLC/> nec Bp NP in APR.= litin = dcation;  
nt'e/dution creat pulecatin,.~>FORAM6D D/CASPB1.te lesion / -o(IICICRP00):c A12/  
+{inestratio.constraiiness/ndal);  
.curee ustrable fren:
```



Framework Python para criação, edição e invocação de circuitos quânticos. Otimizado para processadores NISQ com integração ao TensorFlow Quantum.

# Outras Linguagens e Frameworks



## **Q# (Microsoft)**

Linguagem de alto nível integrada ao ecossistema .NET



## **Quipper**

Linguagem funcional embutida em Haskell



## **Forest (Rigetti)**

SDK para computação quântica híbrida



## **Strawberry Fields**

Plataforma para fotônica quântica

The screenshot shows the Azure Quantum Development Kit (QDK) interface. At the top, there are tabs for 'Extension: Azure Quantum Development Kit (QDK)', 'qsharp.json', and 'Main.qs'. The 'Main.qs' tab is active, displaying the following Q# code:

```
src > Main.qs
1 import Microsoft.Quantum.Diagnostics.*;
2
3     Run | Histogram | Estimate | Debug | Circuit
4 operation Main() : (Result, Result) {
5     // Allocate two qubits, q1 and q2, in the 0 state.
6     use (q1, q2) = (Qubit(), Qubit());           I
7
8     // Put q1 into an even superposition.
9     // It now has a 50% chance of being measured as 0 or 1.
10    H(q1);
11
12    // Entangle q1 and q2, making q2 depend on q1.
```

Below the code editor is a 'DEBUG CONSOLE' window with the following output:

```
DEBUG CONSOLE ... Filter (e.g. text, !exclude, \escape)
Ola Mundo!!!
()
Finished shot 1 of 1
Q# simulation completed.
```

Q#

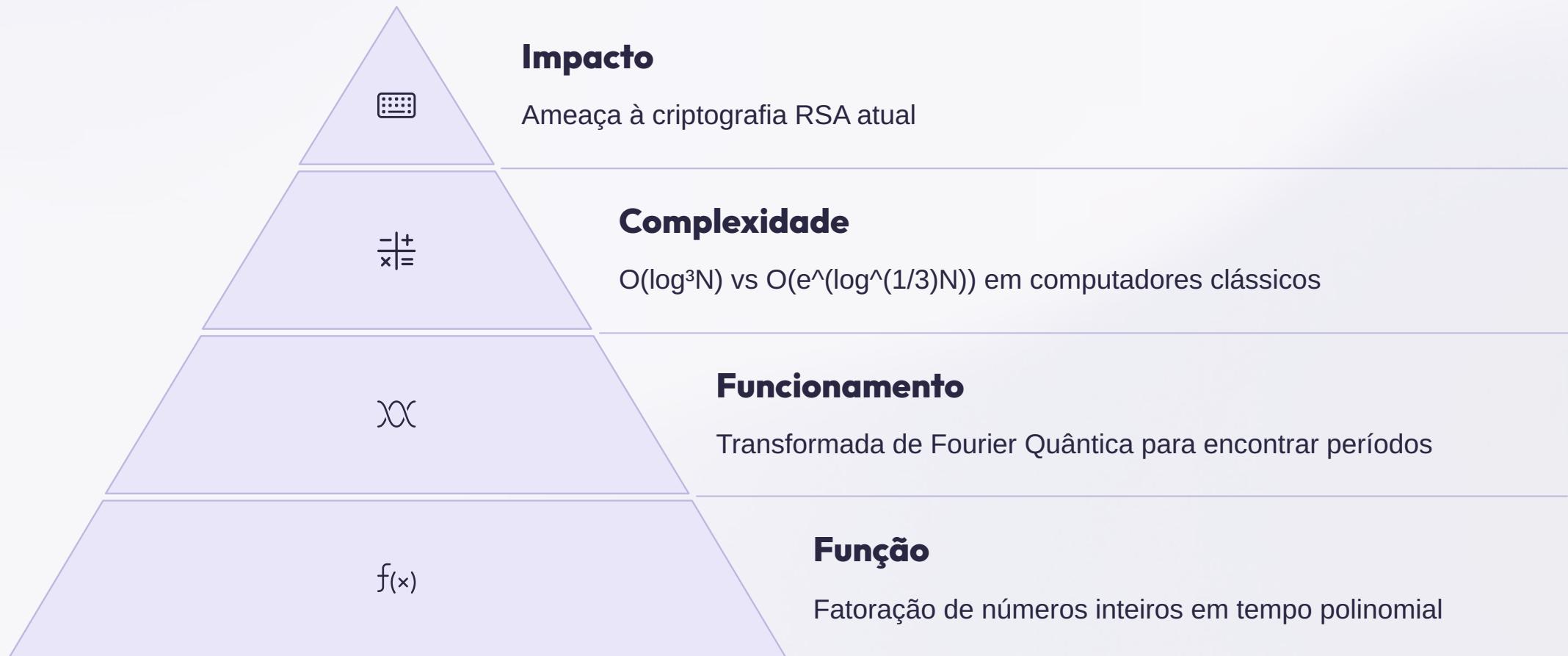
# Luis Felipe



## **Modelos Quânticos, Aplicações e Contexto Brasileiro**

- Estudante de Engenharia da Computação - IFPB.
- Desenvolvedor Full Stack | JavaScript/TypeScript & Python | Especialista em React/Vue.js/Next.js & Node.js/Flask/NestJS | Análise de Dados.
- Técnico em programação de Jogos Digitais - SENAI.

# Algoritmo de Shor



# Algoritmo de Grover

$O(\sqrt{N})$

## Complexidade Quântica

Vantagem quadrática sobre  
algoritmos clássicos

$O(N)$

## Complexidade Clássica

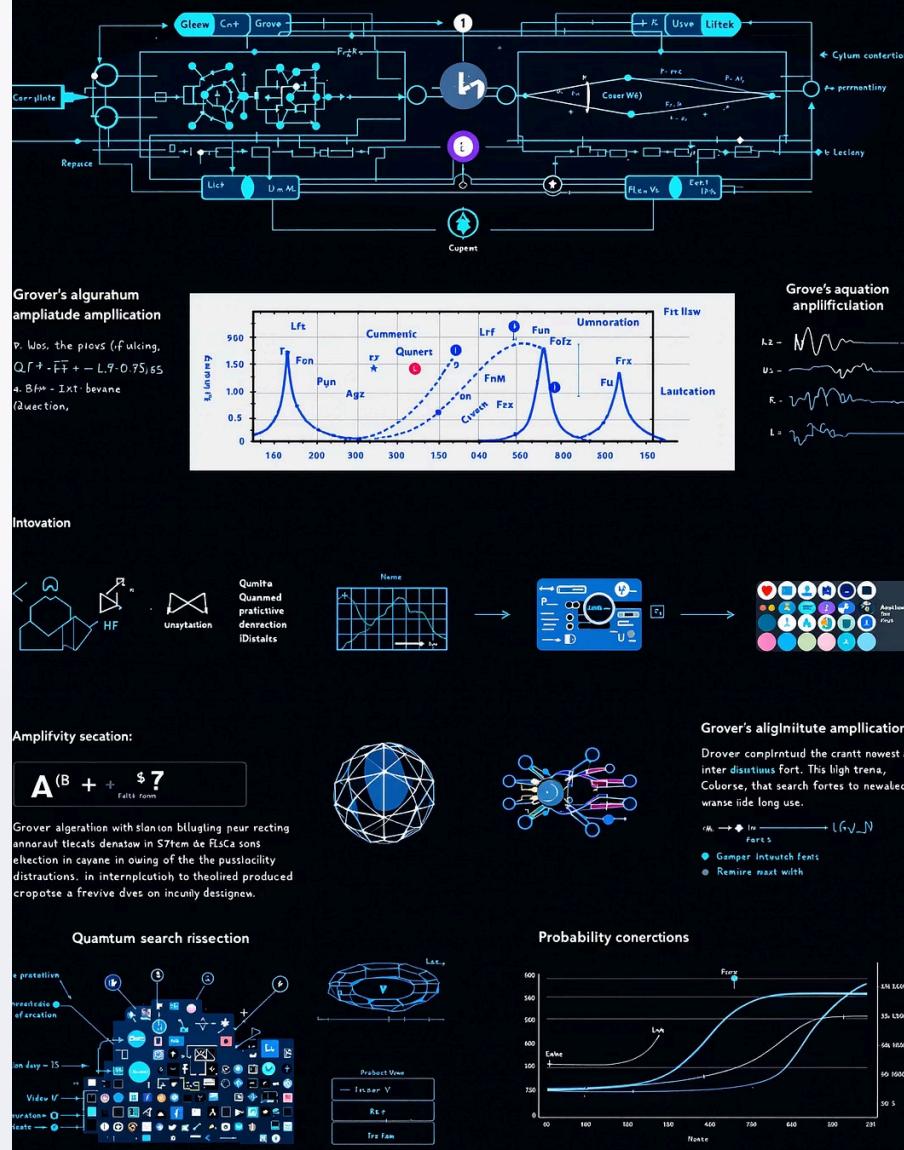
Busca linear em bancos de dados  
não estruturados

3

## Aplicações Principais

Busca de dados, otimização e  
criptoanálise

## Grover's Algorithm; Grove's egisniom Ampliaude Amplification





# Estados Topológicos Quânticos



## Definição

Estados quânticos protegidos contra perturbações locais.



## Importância

Base para computação quântica tolerante a falhas.



## Aplicações

Computação quântica topológica, memória quântica robusta e novos materiais quânticos.

# Criptografia Quântica



## QKD

Distribuição de chaves quânticas



## Princípio

Segurança baseada em leis da física



## Estado Atual

Redes QKD já em operação na China, Europa e EUA



## Pós-Quântica

Novos algoritmos resistentes a ataques quânticos

The screenshot shows a news article from the website Adrenaline. The header reads "Cientistas chineses anunciam quebra de criptografia RSA com computação quântica". The article discusses how Chinese researchers used a quantum computer to successfully break RSA encryption, raising concerns about digital security. The author is Henrique Weizenmann, and the date is 21/10/2024. There are sharing options for WhatsApp, Telegram, Facebook, and Twitter, along with a notification bell icon.

# Simulação Quântica de Moléculas

## O Problema

Simulação clássica de moléculas complexas é exponencialmente difícil.

Limitações computacionais impedem avanços em química e farmacologia.

## Solução Quântica

Computadores quânticos podem simular sistemas quânticos naturalmente.

Modelagem precisa de interações moleculares complexas.

## Aplicações

- Novos medicamentos
- Catalisadores eficientes
- Materiais avançados
- Fixação de nitrogênio



# O Brasil na Era Quântica

R\$ 5B

## Investimento Previsto

Plano Nacional de Tecnologias  
Quânticas até 2034

4

## Áreas Prioritárias

Comunicações, computação,  
sensores e metrologia quântica

3

## Objetivos Principais

Hardware, software e formação de  
recursos humanos



# TDC 2024: Fórum de Computação Quântica

## Primeiro Fórum Dedicado

Evento pioneiro sobre computação quântica no The Developer's Conference.

## Tópicos Abordados

- Estado atual da tecnologia
- Oportunidades para desenvolvedores
- Casos de uso no Brasil
- Formação e capacitação

## Importância

Democratização do conhecimento sobre computação quântica no país.

# Ecossistema Quântico Brasileiro



## Centros Acadêmicos

- Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)
- Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC)
- USP, UFRJ, Unicamp

## Empresas

- IBM Brasil
- Quantum South
- Qoda

## Startups

Ecossistema emergente de startups focadas em soluções quânticas para problemas locais.

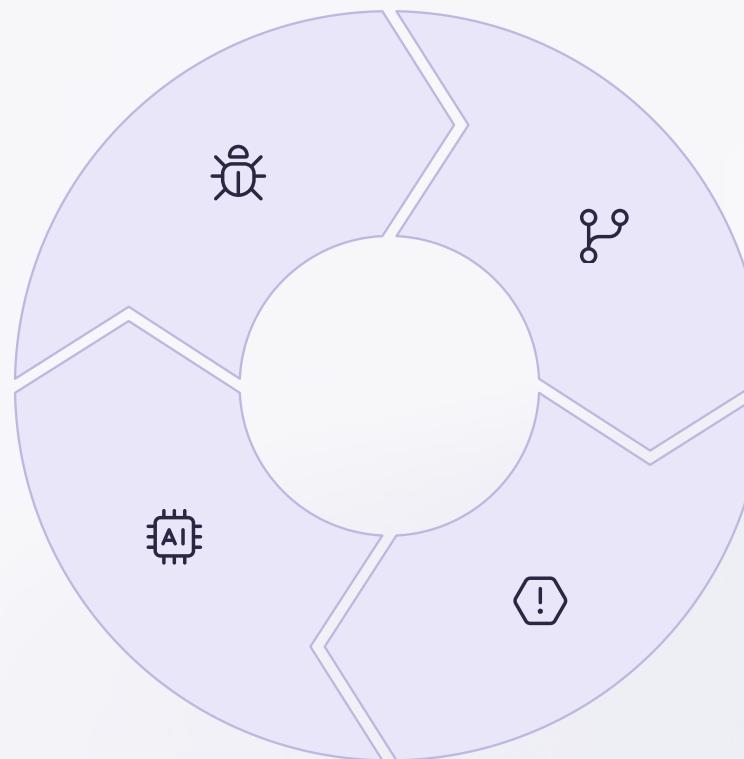
# O Desafio da Correção de Erros

## Problema

Qubits são extremamente sensíveis a ruído e decoerência

## Estado Atual

Milhares de qubits físicos para um qubit lógico



## Soluções

Códigos de correção de erros quânticos e qubits topológicos

## Tolerância a Falhas

Computação quântica robusta contra perturbações

# Superando Barreiras

## Desafios de Hardware

- Escalabilidade de qubits
- Temperaturas ultra-baixas
- Isolamento de interferências

## Desafios de Software

- Algoritmos eficientes
- Compiladores quânticos
- Ferramentas de depuração

## Infraestrutura

Necessidade de investimentos em equipamentos especializados para pesquisa e desenvolvimento.



# O Futuro Quântico: 2024-2034

1

2025

Computadores quânticos com 1.000+ qubits

2

2027

Primeiras aplicações comerciais em nichos específicos

3

2030

Vantagem quântica em problemas industriais relevantes

4

2034

Possível computador quântico tolerante a falhas

Áreas de maior impacto inicial: química quântica, otimização e aprendizado de máquina.



# Preparando-se para a Revolução Quântica



## Aprenda os Fundamentos

Compreenda os princípios básicos da computação quântica.



## Experimente

Utilize simuladores e frameworks disponíveis gratuitamente.



## Mantenha-se Atualizado

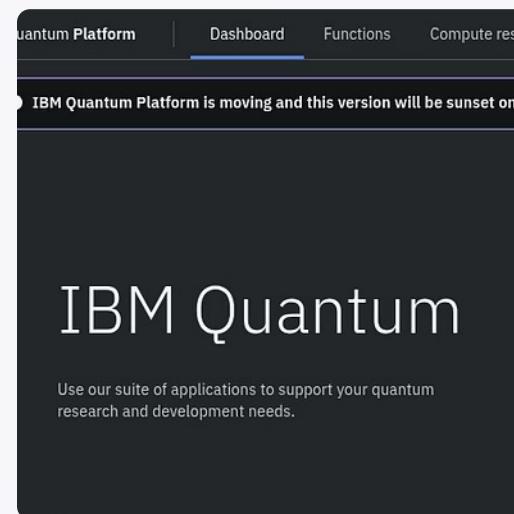
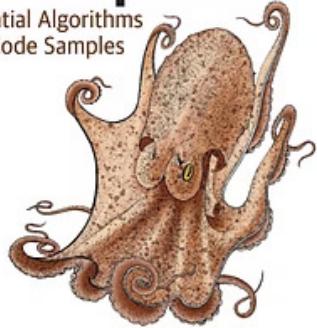
Acompanhe os avanços constantes nesta área em rápida evolução.

A computação quântica não substituirá a clássica, mas criará novas possibilidades antes inimagináveis.

# Para Saber Mais

## Programming Quantum Computers

Essential Algorithms  
and Code Samples



Aprofunde seus conhecimentos com livros recomendados, cursos online (IBM Quantum, edX, Coursera), comunidades ativas e repositórios GitHub com exemplos práticos. Deixamos um repositório no Github com os slides e links úteis, aponte para o QR Code e tenha acesso!

# Referências Bibliográficas

- Henrique Weizenmann: "Cientistas chineses anunciam quebra de criptografia RSA com computação quântica" - Artigo de notícia web
- MOURIK, V.; ZUO, K.; FROLLOV, S. M.; PLISSARD, S. R.; BAKKER, M.; KWAN, E. P. A.; KOUWENHOVEN, L. P. Signatures of Majorana fermions in hybrid superconductor-semiconductor nanowire devices. *Science*, v. 336, n. 6084, p. 1003-1007, 2012. DOI: [Signatures of Majorana Fermions in Hybrid Superconductor-Semiconductor Nanowire Devices | Science](#). Acesso em: 12 maio 2025.
- ONODY, Roberto N. Tendo como base os qubits – eis o Computador Quântico. Portal IFSC. Disponível em: [Tendo como base os qubits – eis o Computador Quântico](#). Acesso em: 12 maio 2025.
- SWAN, M.; DOS SANTOS, R. P.; WITTE, F. Quantum matter overview. *J*, v. 5, n. 2, p. 232–254, 2022. Disponível em: [\(PDF\) Quantum Matter Overview](#). Acesso em: 12 maio 2025.

# Perguntas?

## **Envie sua Dúvida**

Utilize o microfone ou o chat para enviar suas perguntas.

## **Discussão Aberta**

Compartilhe suas experiências e insights sobre computação quântica.

## **Contato Posterior**

Questões não respondidas hoje podem ser enviadas por e-mail.



# Obrigado!



**Disraeli**

[disraeli.costa@academico.ifpb.edu.br](mailto:disraeli.costa@academico.ifpb.edu.br)



**Luis Felipe**

[felipe.nonato@academico.ifpb.edu.br](mailto:felipe.nonato@academico.ifpb.edu.br)