


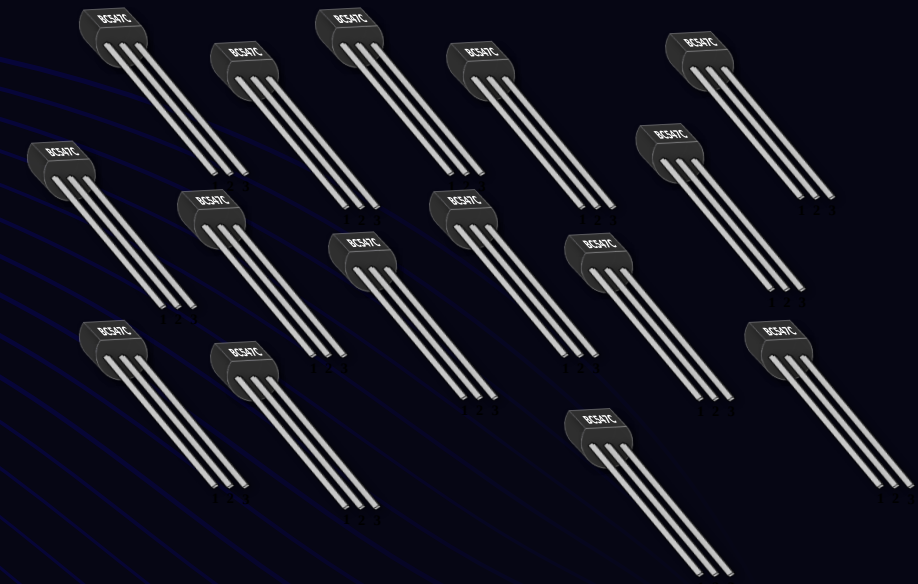
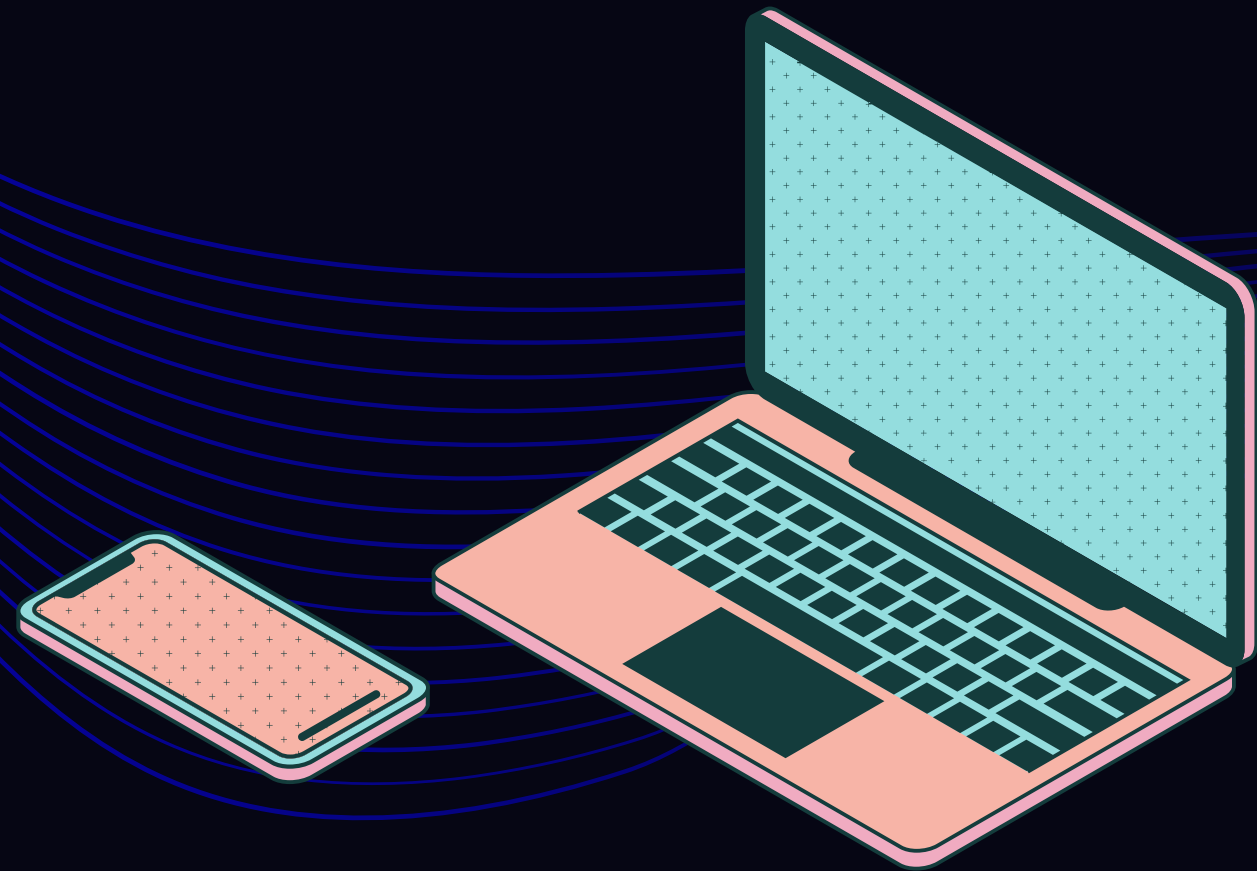
# Introdução às Redes Quânticas



Janeiro, 2023  
GERCOM - UFPA

# Agenda da apresentação

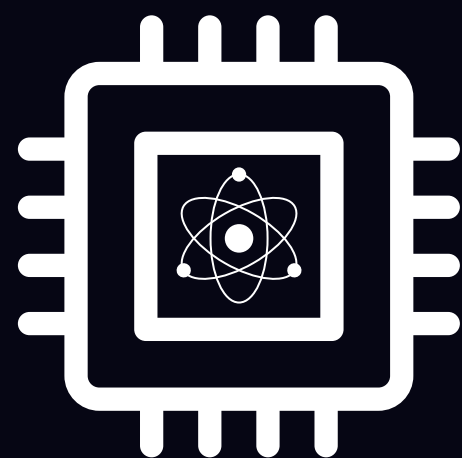
- 
- Introdução
  - Da Computação Clássica à Computação Quântica
  - Spins e Qubits
  - Formas de representação
  - Estados de Bell
  - Produto tensorial
  - Computação Quântica e Informação Quântica
  - Comunicação Quântica e Internet Quântica



Bilhões de transistores

- Tempo de simulação
- Problemas de Otimização
- Segurança
- Criptografia
- Problemas quânticos

# Da computação Clássica à Computação Quântica



Qubit: unidade  
de informação  
quântica

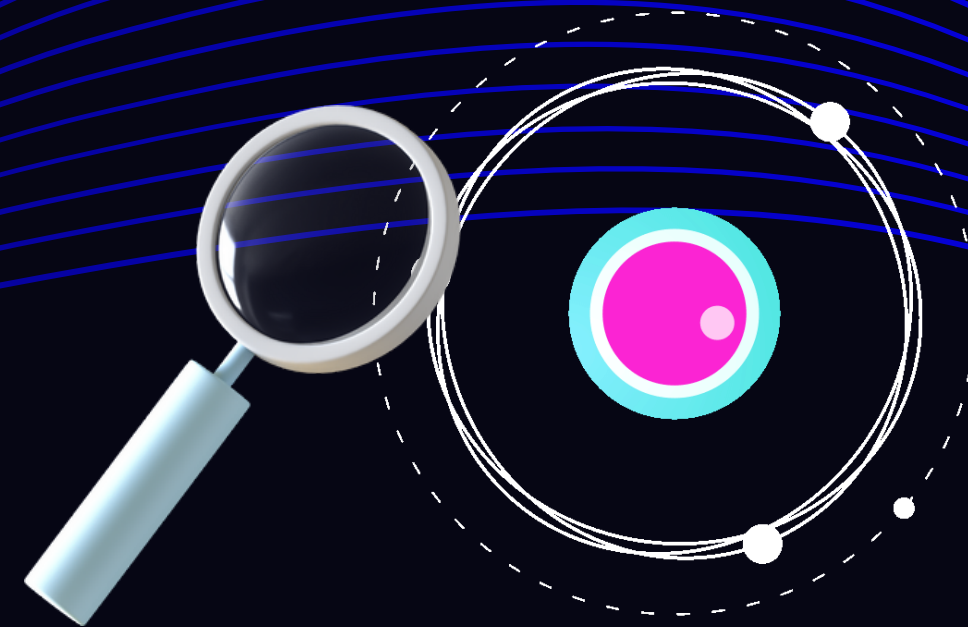


- Superposição
- Colapso na medição
- Emaranhamento
- Mudanças de estado
- Interferência

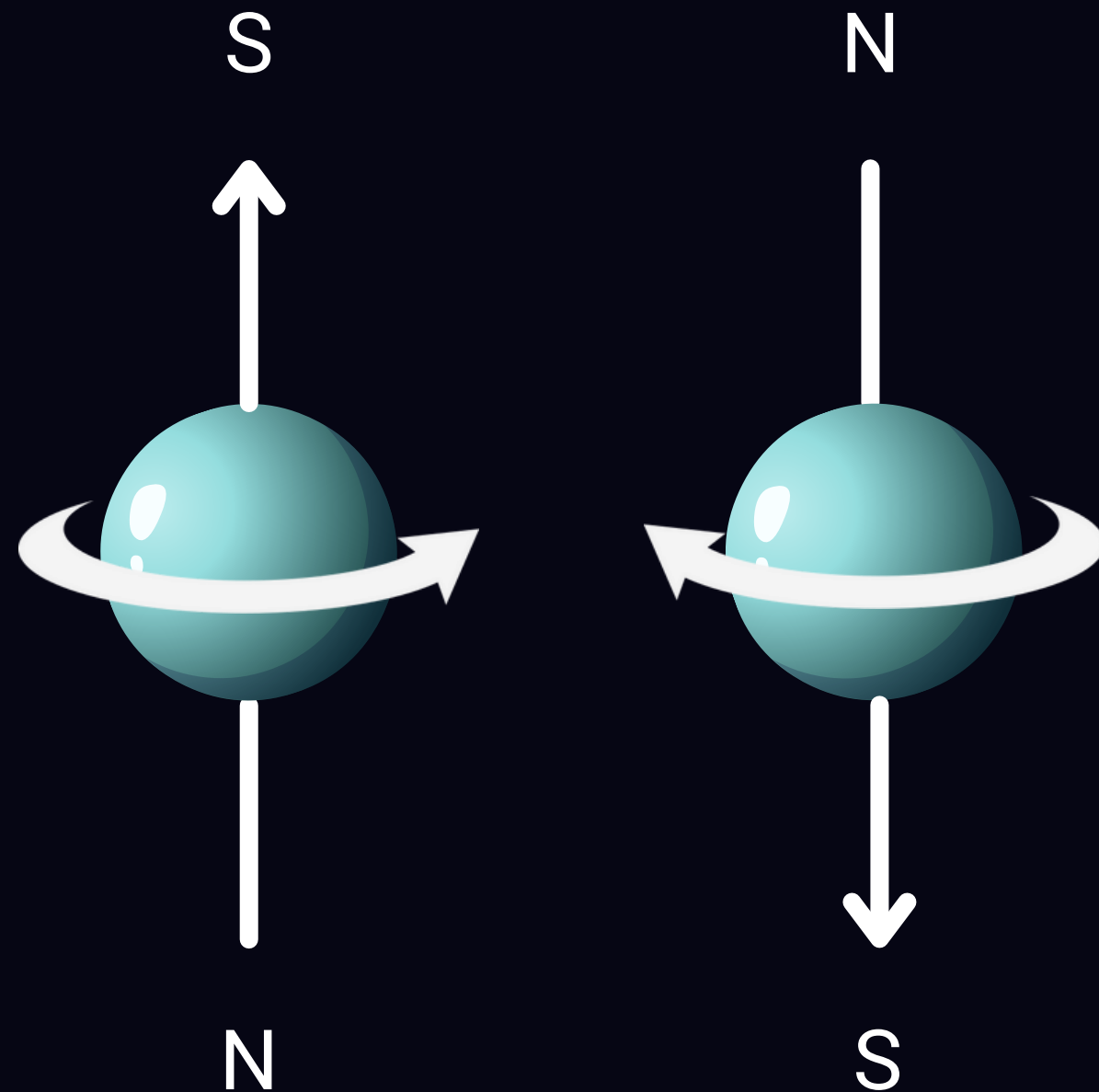
06

# SPINSE0QUBIT

Realizar medidas:

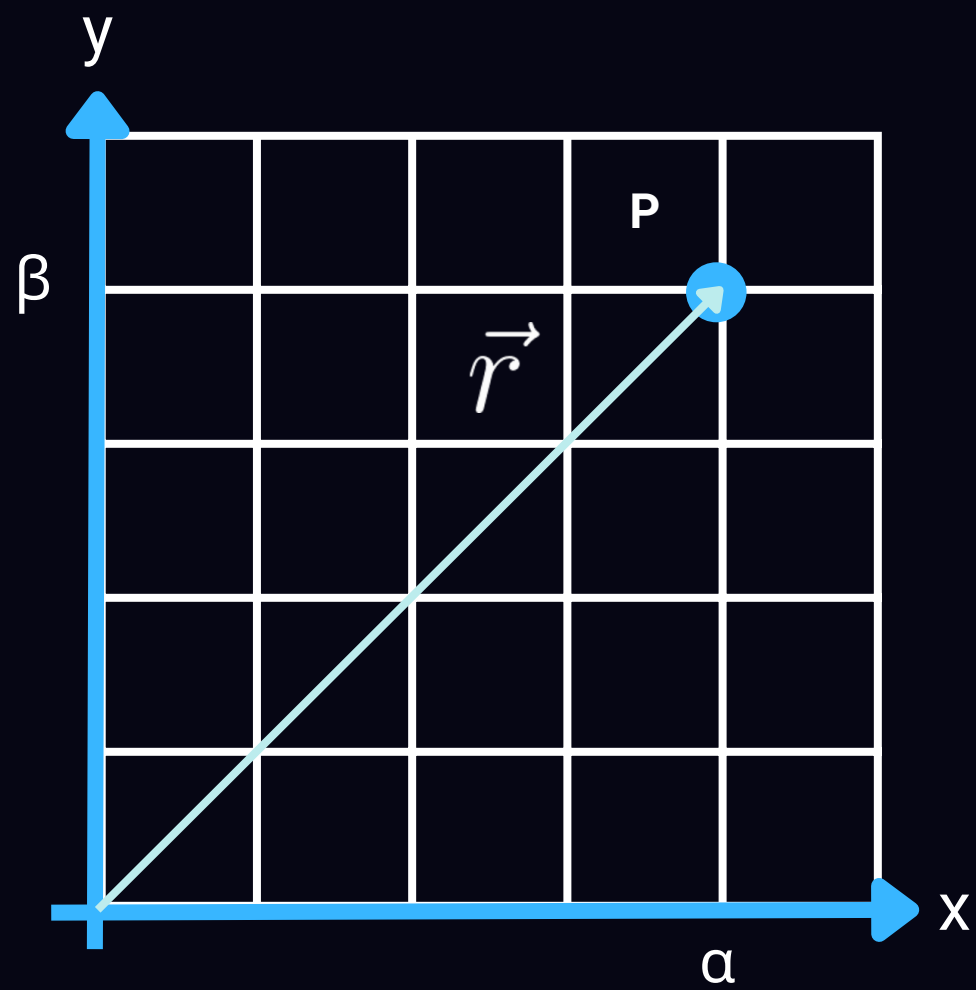


## Spins

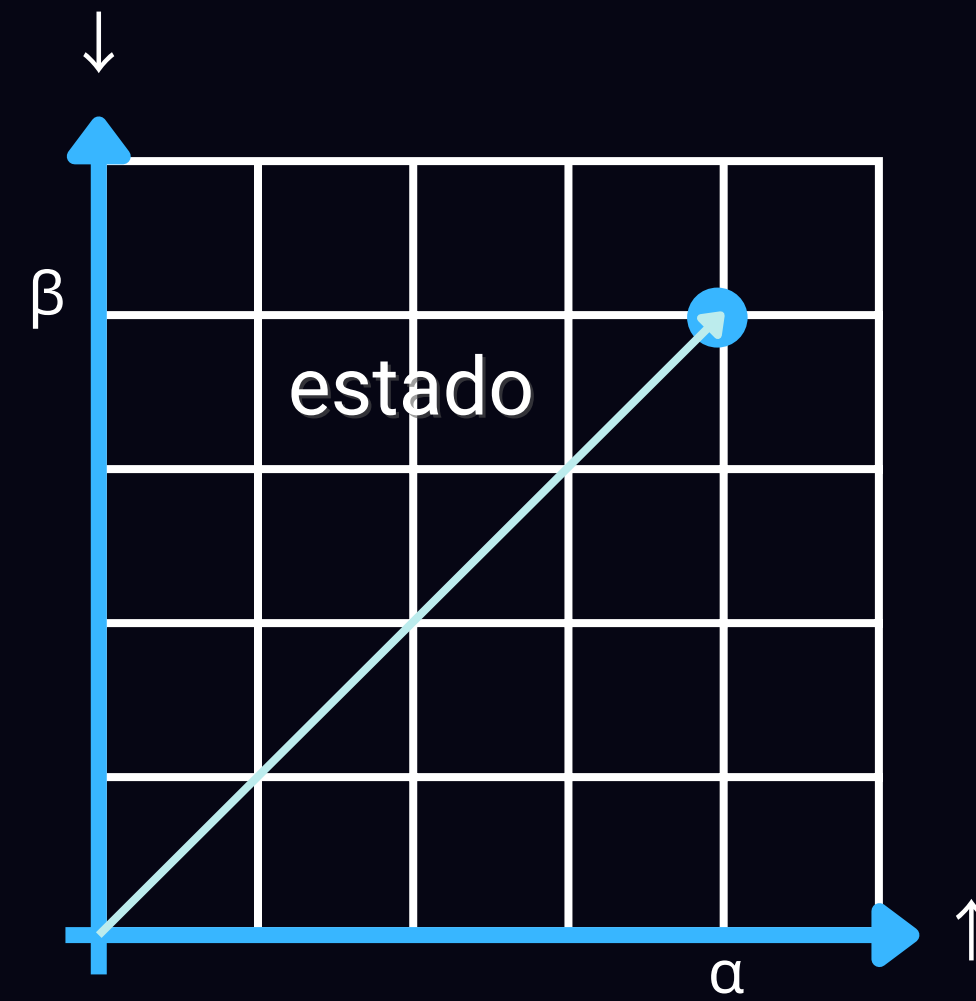


- Sistema de 2 níveis
- $\uparrow$  ou  $\downarrow$
- Associar valores:  $\alpha \uparrow$  e  $\beta \downarrow$
- Amplitude de Probabilidade
- $\alpha$  e  $\beta$  são números complexos





$$\vec{r} = \alpha \hat{x} + \beta \hat{y}$$



$$\text{estado} = \alpha \uparrow + \beta \downarrow$$

# 10

## Formas de Representação

Tomamos um número qualquer, 4 por exemplo, podemos escrever dessa forma:

$$4 = 2x$$

Podemos escrever um número qualquer:

$$8 = 2x + 1y$$

Analogamente com vetores:

$$\vec{r} = \alpha \times \vec{s} + \beta \times \vec{t}$$

Chamamos isso de Combinação Linear

Um Qubit pode ser representado por uma combinação linear de dois vetores:

$$\text{estado} = \alpha \uparrow + \beta \downarrow \quad |\psi\rangle = \alpha |0\rangle + \beta |1\rangle$$

Ou seja, também podemos representar cada estado com uma matriz coluna:

$$|0\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Vale destacar:

$$|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$$

Se

$$|\alpha|^2 = (\sqrt{a^2 + b^2})^2 \text{ e } |\beta|^2 = (\sqrt{c^2 + d^2})^2$$

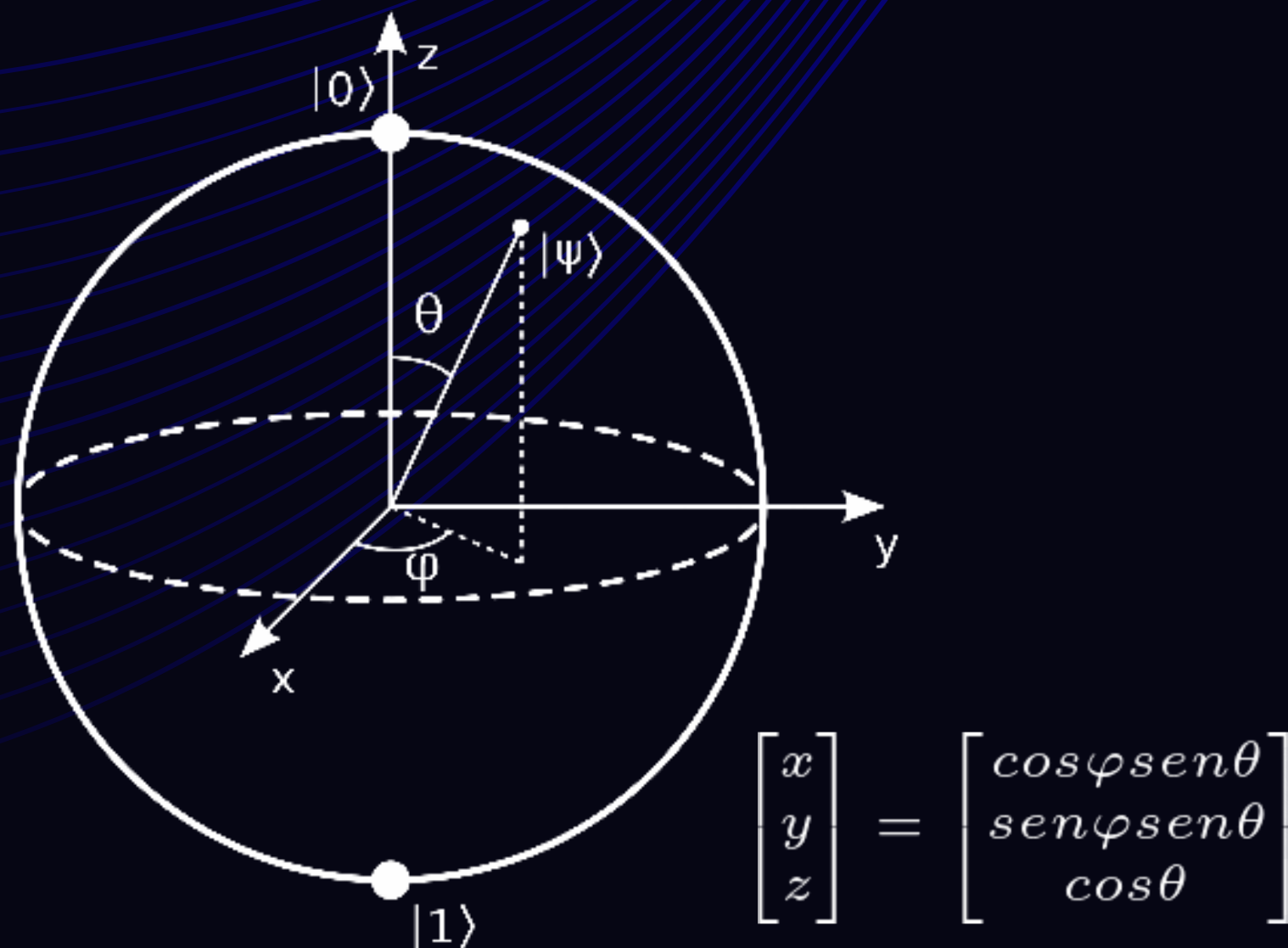
Com

$$\alpha = a + ib \quad \beta = c + id \quad (a, b, c, d \in \mathbb{R})$$

Então:

$$a^2 + b^2 + c^2 + d^2 = 1$$

## Esfera de Bloch



- Saímos das coordenadas cartesianas para as polares;
- Três parâmetros:  $\theta$ ,  $\varphi$  e o tamanho do vetor que é, implicitamente 1.

$$|0\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad |1\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

O produto tensorial é utilizado para combinar dois ou mais qubits, a fim de formar um sistema quântico composto.

$$|10\rangle = |1\rangle \otimes |0\rangle = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$|01\rangle = |0\rangle \otimes |1\rangle = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

outra notação importante:

$$|\psi\rangle^{\otimes n}$$

Maximamente emaranhados:

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle + |11\rangle)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|00\rangle - |11\rangle)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle - |10\rangle)$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}}(|01\rangle + |10\rangle)$$



Laboratório 1

Primeiro  
Qubit:  $|0\rangle$

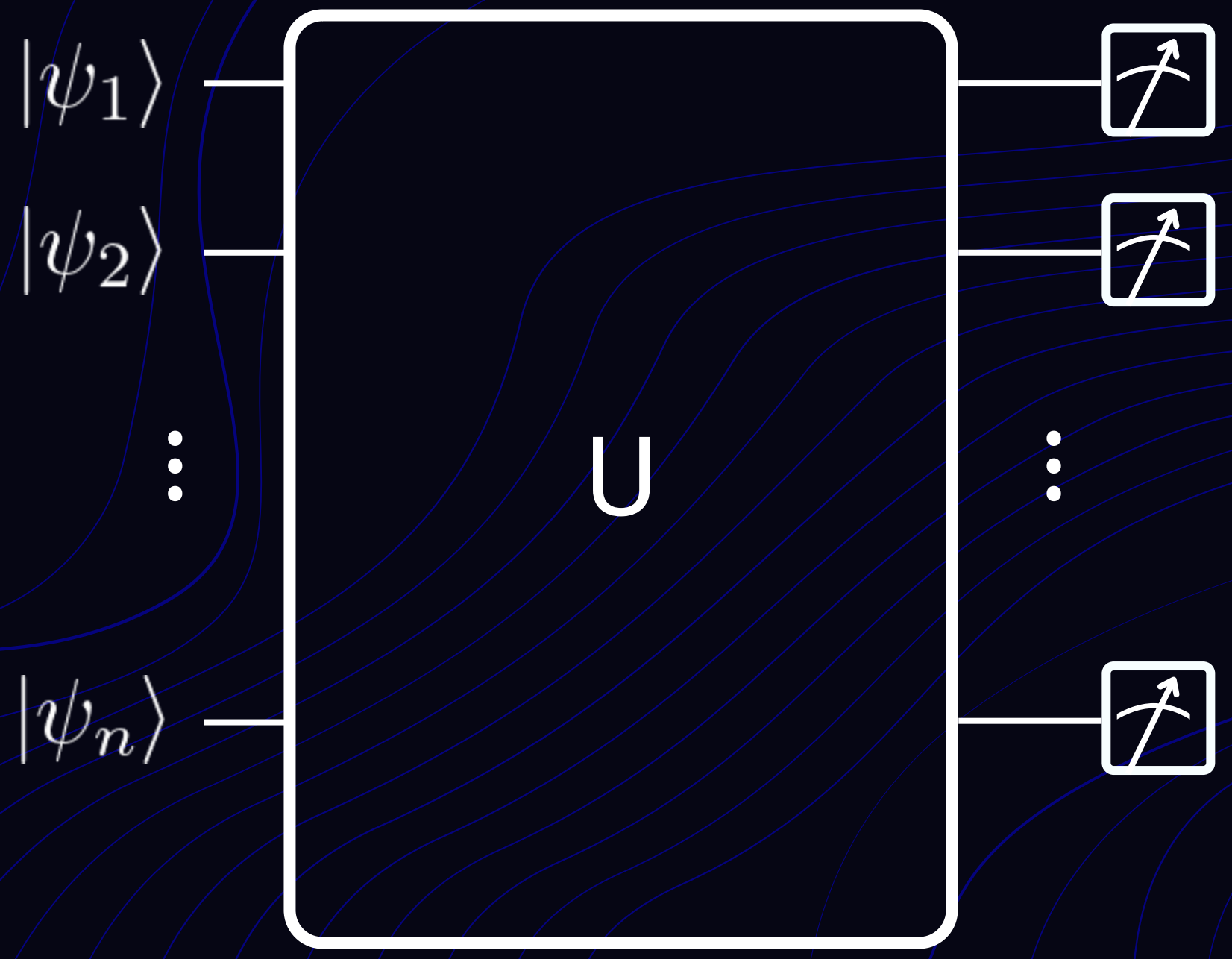
distância

$$\frac{(|00\rangle + |11\rangle)}{\sqrt{2}}$$



Laboratório 2

Segundo  
Qubit:  $|0\rangle$

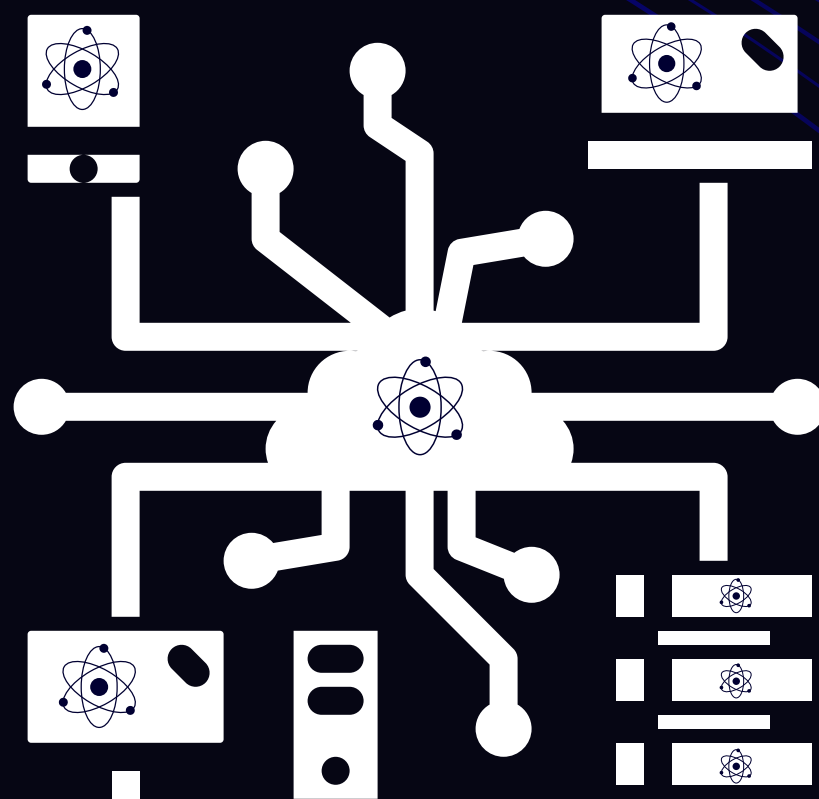


Operador  $U$  é formado a partir de circuitos quântico.

Circuitos e softwares.



Velocidade, segurança,  
escalabilidade, coordenação...



Comunicação segura, transmissão  
de dados sensíveis, comunicação  
entre computadores quânticos, rede  
de computação distribuída

- Qubits fracos;
- Correções de erros;
- Desenvolver métodos para copiar e amplificar sinais quânticos frágeis;
- Camadas de rede;
- Roteamento para lidar com redes com topologias complexas, construídas com tecnologias heterogêneas e gerenciadas por organizações independentes.

The background features a dark blue field filled with numerous thin, light blue lines that form a complex, wavy pattern. These lines curve and flow across the frame, creating a sense of movement and depth. The overall effect is reminiscent of a topographical map or a stylized representation of sound waves or data flow.

Obrigado!