

## Computadores quânticos: uma ameaça ou uma oportunidade para a tecnologia e a sociedade?

Gilson Amorim Carvalho

Antonia Ferreira dos Santos Cruz

José Vicente Cardoso Santos

**RESUMO:** Com o advento da tecnologia quântica, os computadores quânticos têm sido desenvolvidos como uma nova forma de processamento de informações. Essas máquinas têm a capacidade de resolver problemas que os computadores clássicos levam anos para solucionar, o que tem gerado a expectativa de que os computadores quânticos possam substituir os computadores clássicos no futuro. Este artigo tem como objetivo discutir a viabilidade de tal substituição, considerando as limitações atuais dos computadores quânticos, a complexidade da programação quântica e os desafios tecnológicos que ainda precisam ser superados. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos básicos da computação quântica, suas aplicações atuais e as perspectivas futuras. Os resultados apontam que, embora os computadores quânticos possam trazer muitas vantagens em relação aos computadores clássicos, ainda há muitas barreiras a serem superadas antes que a substituição possa ocorrer de fato.

**Palavras-chave:** Computação quântica. Computadores quânticos. Computadores clássicos. Substituição. Viabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação vem evoluindo rapidamente nos últimos anos, trazendo consigo novas possibilidades de processamento de dados e resolução de problemas. Nesse contexto, a computação quântica tem sido apontada como uma das tecnologias mais promissoras, capaz de revolucionar a forma como os computadores processam informações.

A computação quântica utiliza o conceito de qubits, que são os análogos quânticos dos bits clássicos. Enquanto os bits clássicos representam apenas dois estados possíveis, 0 e 1, os qubits podem estar em vários estados quânticos simultaneamente, permitindo que um único qubit realize várias operações ao mesmo tempo. Isso significa que os computadores quânticos podem lidar com problemas muito mais complexos do que os computadores clássicos.

Diante dessas características, muitos têm questionado se os computadores quânticos serão capazes de substituir os computadores clássicos no futuro. Para responder a essa questão, é necessário avaliar as vantagens e desvantagens de cada tipo de tecnologia e entender as limitações atuais dos computadores quânticos.

## 2. VANTAGENS DOS COMPUTADORES QUÂNTICOS

Uma das principais vantagens dos computadores quânticos é a capacidade de resolver problemas complexos em um tempo muito mais curto do que os computadores clássicos. Isso é possível graças ao conceito de superposição, que permite que os qubits realizem várias operações ao mesmo tempo. Além disso, os computadores quânticos também têm a capacidade de realizar operações de emaranhamento, que permitem que os qubits sejam manipulados simultaneamente, tornando a computação ainda mais rápida.

Outra vantagem dos computadores quânticos é a capacidade de resolver problemas que os computadores clássicos simplesmente não conseguem resolver. Isso é possível graças ao algoritmo de Shor, que permite que os computadores quânticos fatorizem números grandes em um tempo muito mais curto do que os computadores clássicos. Esse algoritmo tem implicações significativas na segurança da criptografia de dados, que atualmente depende da dificuldade de fatorizar números grandes.

Além disso, os computadores quânticos têm potencial para revolucionar várias áreas, como a medicina, a física, a química e a inteligência artificial. Na medicina, por exemplo, eles podem ser usados para simular o funcionamento de moléculas complexas, ajudando no desenvolvimento de novos medicamentos. Na física, podem ser usados para simular sistemas quânticos complexos, como os fenômenos em nanociência e materiais

quânticos. Na química, podem ser usados para otimizar a síntese de novos materiais. E na inteligência artificial, podem ser usados para treinar modelos de aprendizado de máquina em um tempo muito mais curto.

### 3. LIMITAÇÕES DOS COMPUTADORES QUÂNTICOS

Apesar das vantagens dos computadores quânticos, eles ainda têm algumas limitações importantes. Uma das principais limitações é a dificuldade de programação quântica. Os algoritmos quânticos são muito diferentes dos algoritmos clássicos, e a programação quântica requer conhecimentos avançados de física quântica, matemática e lógica. Além disso, a programação quântica requer uma compreensão profunda dos dispositivos de hardware quântico, o que torna a programação ainda mais complexa. Outra limitação importante dos computadores quânticos é a instabilidade dos qubits. Os qubits são muito sensíveis a ruídos e interferências do ambiente, o que pode fazer com que os resultados dos cálculos sejam imprecisos. Para minimizar esse problema, os computadores quânticos precisam ser operados em temperaturas muito baixas e isolados do ambiente externo, o que torna a construção dessas máquinas muito mais complexa e cara.

Além disso, os computadores quânticos ainda têm um número limitado de qubits. Embora tenham sido construídos computadores quânticos com mais de 50 qubits, ainda é necessário construir máquinas com centenas ou milhares de qubits para que as aplicações práticas da computação quântica se tornem viáveis.

### 4. DESAFIOS TECNOLÓGICOS PARA A SUBSTITUIÇÃO DOS COMPUTADORES CLÁSSICOS

Mesmo que os computadores quânticos possam trazer muitas vantagens em relação aos computadores clássicos, ainda há muitos desafios tecnológicos a serem superados antes que a substituição possa ocorrer de fato. Um dos principais desafios é a construção de computadores quânticos escaláveis e robustos, capazes de operar com milhares ou milhões de qubits. Isso requer avanços significativos na engenharia de hardware quântico e na compreensão dos fenômenos quânticos.

Além disso, é necessário desenvolver novas técnicas de programação quântica que permitam a programação de máquinas com milhares ou milhões de qubits. Isso requer uma mudança na forma como pensamos sobre programação e algoritmos, já que os algoritmos quânticos são muito diferentes dos algoritmos clássicos. Além disso, é necessário que haja um avanço significativo na área de software para acompanhar o desenvolvimento do hardware quântico.

Outro desafio tecnológico é a construção de sistemas de controle e calibração de alta precisão para os qubits. Como mencionado anteriormente, os qubits são muito sensíveis a ruídos e interferências, o que torna esses sistemas extremamente complexos. Além disso, é necessário desenvolver novas técnicas de correção de erros para minimizar os erros causados pelas imperfeições do hardware quântico.

Por fim, é necessário desenvolver novas técnicas de comunicação para lidar com os problemas de segurança relacionados à computação quântica. Como os computadores quânticos podem quebrar facilmente os sistemas criptográficos clássicos, é necessário desenvolver novos sistemas de criptografia quântica que sejam imunes aos ataques dos computadores quânticos.

## 5. IMPACTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA SUBSTITUIÇÃO DOS COMPUTADORES CLÁSSICOS

Se os computadores quânticos eventualmente substituírem os computadores clássicos, isso terá impactos significativos na economia e na sociedade em geral. Por um lado, a computação quântica pode permitir que empresas e organizações realizem cálculos e análises de dados muito mais rapidamente e com muito mais precisão do que é possível hoje em dia. Isso pode levar a uma melhoria significativa na eficiência e produtividade em vários setores.

Por outro lado, a substituição dos computadores clássicos pelos quânticos pode levar a um desemprego significativo em setores que dependem fortemente da computação clássica, como a indústria de software e hardware. Além disso, a substituição dos sistemas criptográficos clássicos por sistemas quânticos pode ter um

impacto significativo na segurança cibernética, já que muitos sistemas atuais dependem da dificuldade de fatorizar números grandes.

Além disso, a computação quântica pode levar a avanços significativos em áreas como medicina, física e química, o que pode levar a novas descobertas e inovações. No entanto, isso pode ter um impacto significativo na ética e na privacidade, já que a computação quântica pode permitir que as empresas coletem e analisem grandes quantidades de dados de maneiras que podem ser invasivas e antiéticas.

## 6. CONCLUSÃO

Em conclusão, a substituição dos computadores clássicos pelos quânticos é uma possibilidade real no futuro, mas ainda existem muitos desafios tecnológicos a serem superados antes que isso possa acontecer. A programação quântica, a estabilidade dos qubits e a construção de sistemas quânticos escaláveis e robustos são alguns dos principais desafios que precisam ser enfrentados.

No entanto, se a computação quântica se tornar uma realidade, ela terá um impacto significativo na economia e na sociedade em geral. Por um lado, a computação quântica pode permitir avanços significativos em várias áreas, como medicina, física, química e biologia. Por exemplo, a capacidade dos computadores quânticos de realizar simulações precisas pode levar a descobertas de novos medicamentos e tratamentos mais eficazes para várias doenças.

Além disso, a computação quântica pode permitir que as empresas realizem análises de dados muito mais complexas e precisas do que é possível hoje em dia, o que pode levar a avanços significativos em áreas como inteligência artificial, aprendizado de máquina e robótica. Isso pode ter um impacto positivo na eficiência e produtividade em vários setores, levando a um aumento na competitividade das empresas. No entanto, a substituição dos computadores clássicos pelos quânticos também pode ter consequências negativas na economia e na sociedade em geral. Como mencionado anteriormente, a substituição dos sistemas criptográficos clássicos por sistemas quânticos pode ter um

impacto significativo na segurança cibernética, o que pode levar a um aumento no número de violações de dados e invasões de privacidade.

Além disso, a substituição dos computadores clássicos pelos quânticos pode levar a um desemprego significativo em setores que dependem fortemente da computação clássica, como a indústria de software e hardware. Isso pode levar a uma redução na oferta de empregos em áreas relacionadas à tecnologia, o que pode ter um impacto negativo na economia em geral.

Por fim, a computação quântica também levanta questões éticas e de privacidade, já que a capacidade dos computadores quânticos de coletar e analisar grandes quantidades de dados pode ser usada de maneiras que sejam invasivas e antiéticas. Isso pode levar a um debate ético sobre como os dados pessoais devem ser coletados, armazenados e usados pelas empresas e governos.

Em resumo, a substituição dos computadores clássicos pelos quânticos é uma possibilidade real no futuro, mas ainda existem muitos desafios a serem superados antes que isso possa acontecer. Se a computação quântica se tornar uma realidade, ela terá um impacto significativo na economia e na sociedade em geral, tanto positivo quanto negativo. Portanto, é importante que as empresas, governos e pesquisadores trabalhem juntos para enfrentar os desafios e explorar as oportunidades oferecidas pela computação quântica.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2018.

BRAGA, Rafael. Computação quântica. In: INFOESCOLA. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/computacao-quantica/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

COUTINHO, Francisco A.; LIMA, Jefersson A. Computação Quântica: Uma introdução. Campina Grande: UFCG, 2018. Disponível em: <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~pet/jornada/arquivos/2018/CQ2018.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.

GOOGLE. Sycamore: A programmable superconducting processor for near-term quantum computing. Nature, v. 574, n. 7779, p. 505-510, Oct. 2019.

HARO-CARRION, Xavier; RIAL-GRANADOS, Jose M. Quantum computing: A bibliometric analysis of research output during the period 1994–2017. Scientometrics, v. 117, n. 1, p. 381-402, Apr. 2018.

IBM. IBM Q: The most powerful cloud-based quantum computing available. Disponível em: <https://www.ibm.com/quantum-computing/>. Acesso em: 31 mar. 2023.

LOURENÇO, Luís M. F.; FONSECA, José G. D.; LOPES, Rui J. N. Quantum computing: An introduction. In: 2019 IEEE 2nd Portugal Smart Cities Symposium (PSCS). IEEE, 2019. p. 1-6.

SHOR, Peter W. Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer. SIAM Journal on Computing, v. 26, n. 5, p. 1484- 1509, 1997.