



## SUBSÍDIOS À INICIATIVA BRASILEIRA DE TECNOLOGIAS QUÂNTICAS: A FORMAÇÃO DE CAPITAL HUMANO

### *SUBSIDIES FOR THE BRAZILIAN QUANTUM TECHNOLOGIES INITIATIVE: HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT*

DOI: 10.5281/zenodo.19392853



*Diogo Bezerra Borges*<sup>1</sup>  
*Sérgio Augusto Pereira Bastos*<sup>2</sup>  
*Alvaro Reis*<sup>3</sup>

#### RESUMO

O potencial das tecnologias quânticas vem ganhando relevância em diferentes nações. Para tanto, desenvolvem estratégias e políticas para aprimorar essa tecnologia. No caso do Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação elaborou a Iniciativa Brasileira de Tecnologias Quânticas na qual é apresentado um plano de ação baseado em cinco eixos estruturantes, entre os quais se destaca a formação de capital humano. Nele estão previstas ações de capacitação, atração e retenção de talentos nos próximos anos. Entretanto, o respectivo documento limita-se a apresentar orientações gerais, sem dispor de estudos técnicos que subsidiem o processo decisório dos atores governamentais envolvidos. Diante da lacuna mencionada, buscou-se realizar o levantamento de dados e informações sobre pesquisadores titulados em instituições brasileiras que se especializaram em tecnologias quânticas. Por meio de uma pesquisa exploratória e descritiva junto às bases de dados disponibilizadas pela Plataforma Sucupira, foi possível mapear o perfil jurídico das instituições científicas e tecnológicas na formação de pesquisadores, a distribuição regional e evolução quantitativa dos cursos de pós-graduação envolvidos, a compatibilidade entre a formação acadêmica e as atividades profissionais desempenhadas, assim como suas expectativas.

---

1 Doutorando em Administração e Contabilidade pela Fucape Business School – FUCAPE - ES

2 Doutor em Administração de Empresas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio – Docente pela Fucape Business School – FUCAPE - ES

3 Doutorando em Administração e Contabilidade pela Fucape Business School – FUCAPE - ES





**Palavras-chave:** Política Científica e Tecnológica. Tecnologias Quânticas. Formação de Pesquisadores.

## ABSTRACT

The potential of quantum technologies has been gaining relevance in different nations. To this end, they have developed strategies and policies to advance these technologies. In Brazil, the Ministry of Science, Technology, and Innovation prepared the Brazilian Quantum Technologies Initiative, which presents an action plan based on five structuring pillars, among which the development of human capital stands out. This plan includes actions to train, attract, and retain talent in the coming years. However, the document presents only general guidelines and does not provide technical studies to support the decision-making process of the governmental actors involved. In view of this gap, an effort was made to collect data and information on researchers trained at Brazilian institutions who specialized in quantum technologies. Through an exploratory and descriptive study based on databases made available by the Sucupira Platform, it was possible to map the legal profile of scientific and technological institutions involved in researcher training, the regional distribution and quantitative evolution of the graduate programs concerned, the compatibility between academic training and professional activities performed, as well as the researchers' expectations.

**Keywords:** Science and Technology Policy. Quantum Technologies. Researchers Development.

## 1. INTRODUÇÃO

O potencial das tecnologias quânticas nos campos civil e militar vem ganhando relevância entre as diferentes nações. Por meio dela, é possível desenvolver sistemas de comunicação mais seguros e com capacidade avançada de decodificação, além do aprimoramento de sistemas de navegação, decifragem e interceptação de mensagens sensíveis. Seus avanços têm potencial para, a título de exemplo, impedir a localização de submarinos, viabilizar operações militares sem a necessidade de GPS, além de outros (Rim, 2023).

Alguns países, cientes dessa relevante área temática, buscaram elaborar suas próprias estratégias. Nelas, verifica-se a preocupação com a formação de profissionais que comporão a base de conhecimento científico e tecnológico do país. A título de exemplo, a estratégia americana destaca a premente necessidade de mão de obra em ciência e tecnologia em informação quântica no país. Menciona ainda que, por se tratar de uma área do conhecimento





de elevada complexidade científica e tecnológica, a formação de profissionais demandará tempo (National Science and Technology Council [NSTC], 2021).

No caso da estratégia canadense, menciona-se que seu êxito dependerá do desenvolvimento, da atração e da retenção de talentos. Cita-se ainda que a atual escassez de talentos enfrentada pelo setor e pelas instituições de pesquisa se intensificará à medida que mais tecnologias, produtos e serviços quânticos se tornarem disponíveis para uso mais amplo. Por fim, torna-se relevante destacar que o crescimento do ecossistema nacional exigirá esforços na criação e manutenção de uma força de trabalho multidisciplinar, incluindo profissionais das áreas comerciais e de marketing com capacidade de promover a adoção de tecnologias quânticas em diferentes setores econômicos (Government Canada, 2022).

No caso brasileiro, cabe destacar que o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, em articulação com outras instituições, estruturou a Iniciativa Brasileira de Tecnologias Quânticas como uma resposta estratégica à necessidade de posicionar o país na fronteira da ciência e da tecnologia. A iniciativa contempla um conjunto abrangente de ações organizadas em diferentes eixos de atuação. No que se refere à formação de capital humano, menciona-se a importância de estabelecer condições atrativas tanto para pesquisadores brasileiros no exterior quanto para talentos internacionais e profissionais em processo de formação no país (CGEE, 2025).

À semelhança das estratégias adotadas pelos Estados Unidos e pelo Canadá, a iniciativa brasileira em tecnologias quânticas destaca a capacitação, a atração e a retenção de capital humano como desafios centrais. Contudo, entende-se que o êxito de quaisquer ações governamentais requer uma análise pormenorizada no que se refere à formação e à atração de especialistas, bem como à sua inserção e atuação no mercado de trabalho. Não obstante, o documento em questão limita-se a apresentar diretrizes gerais, sem incorporar dados e informações atualizadas sobre o contexto nacional. Como consequência, há o risco de formulação de programas e projetos governamentais desprovidos do embasamento técnico necessário para o monitoramento e a avaliação de seus resultados ao longo do tempo.





Diante da necessidade de suprir a carência de informações mencionadas anteriormente, buscou-se elaborar um panorama dos mestres e doutores que se formaram em instituições nacionais e se especializaram em tecnologias quânticas. Para tanto, optou-se por realizar uma pesquisa exploratória e descritiva, tendo como fonte as bases de dados da Plataforma Sucupira. Por fim, obteve-se informações inerentes ao perfil jurídico das instituições científicas e tecnológicas na formação de pesquisadores, a distribuição regional e evolução quantitativa dos cursos de pós-graduação envolvidos, a compatibilidade entre a formação acadêmica e as atividades profissionais desempenhadas, assim como suas expectativas futuras.

## **2. DESAFIOS E PROPOSTAS DE AÇÕES ESTRATÉGICAS NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO E DA PESQUISA**

Para compreender melhor os desafios no campo das tecnologias quânticas, é necessário conhecer sua evolução histórica. A Primeira Revolução Quântica ocorreu na última virada do século, a partir de tentativas teóricas que buscavam explicar fenômenos científicos que deram origem ao conceito de dualidade onda-partícula. Nesse período, ganharam força as pesquisas na mecânica quântica. Priorizava-se a compreensão do conhecimento científico, tais como o comportamento dos materiais condutores, a estrutura atômica e outros aspectos (Dowling & Milburn, 2003).

Diferentemente, na Segunda Revolução Quântica, buscou-se utilizar ativamente esse conhecimento científico para alterar o estado quântico do mundo físico. A título de exemplo, adquiriu-se a capacidade de projetar propriedades eletrônicas e ópticas, o que viabilizou o desenvolvimento de computadores, sistemas de comunicação, sensores e dispositivos metrológicos compactos (Dowling & Milburn, 2003). Atualmente, as potencialidades dessas aplicações nos campos civil e militar impulsionam uma intensa competição entre nações (Rim, 2023). Governos da China e da Rússia vêm realizando investimentos significativos nesse campo do conhecimento científico e tecnológico (Herman & Friedson 2018).





A capacidade de as nações assimilarem tais tecnologias não ocorrerá sem a participação efetiva de pesquisadores, o que necessariamente envolverá investimentos no sistema educacional. Nesse sentido, percebe-se que a constituição de uma força de trabalho no campo das tecnologias quânticas tem se colocado como um dos grandes desafios a serem enfrentados pelos diferentes países. A título de exemplo, para cada três vagas de trabalho ofertadas nos Estados Unidos, o país dispõe de apenas um candidato qualificado. Estimativas de analistas preveem que mais da metade das vagas permanecerá sem preenchimento até 2025 (Dudley & Brazil, 2023).

A falta de profissionais torna-se uma ameaça que pode ter impacto negativo nas perspectivas de longo prazo dos setores envolvidos nessa área do conhecimento científico e tecnológico (Hasanovic et al., 2022). Destaca-se que a necessidade de pessoal vai além de especialistas, por envolver também a formação de profissionais que atuarão no suporte a laboratórios e até mesmo de técnicos qualificados envolvidos no processo de comercialização de novos produtos e invenções (Greinert et al., 2024). Isso tem forçado governos e entidades privadas a reconhecer a sua importância, bem como a investir em programas de pós-graduação e em instituições de pesquisa (Hasanovic et al., 2022).

Para Danon et al. (2023), as ações voltadas à educação devem envolver a participação de atores da academia e da indústria, especialmente na elaboração de cursos de capacitação alinhados aos interesses do setor empresarial. Também defendem a adoção de ações direcionadas à formação de especialistas em segurança, com conhecimento adequado para atuar em ambientes de infraestruturas de comunicação quântica, além da elaboração de cursos de pós-graduação nesse campo do conhecimento (Danon et al., 2023).

No que diz respeito à relevância do processo educacional, Fox et al. (2020) mencionam que instituições do ensino superior desempenham papel relevante na preparação dos alunos que irão constituir a força de trabalho no campo das tecnologias quânticas. Eles reiteram que o processo de transformação da pesquisa em produtos comercializáveis envolve a participação de engenheiros que realizem os ajustes necessários para torná-los mais confiáveis e de menor custo (Fox et al., 2020).





A preocupação com a formação também é compartilhada por Gerke et al. (2022). Para eles, o surgimento de novas aplicações, assim como a necessidade de especialistas que irão compor a nova força de trabalho, exigirá novos desafios para a educação, e os tradicionais cursos de mecânica quântica, provenientes da física, não dispõem de condições plenas para suprir as necessidades do mercado (Gerke et al., 2022).

A necessidade de maior integração do ensino e de alinhamento com o mercado também é defendida por alguns autores acadêmicos. A título de exemplo, Goorney et al. (2025) mencionaram que os cursos de mestrado têm se tornado cada vez mais interdisciplinares. Por meio deles, busca-se maior integração entre faculdades e programas de graduação, além de oferecer experiências práticas por meio de programas de estágio nas empresas (Goorney et al., 2025).

Para Amin et al. (2019), a computação quântica requer conhecimento multidisciplinar em hardware e software, incluindo física quântica, ciência da computação, matemática, engenharia elétrica e muito mais, conforme o campo de aplicação. Os autores estimam que as futuras aplicações serão direcionadas às áreas de biologia computacional, modelagem molecular, análise de Big Data, desenvolvimento de medicamentos, meteorologia (previsão precisa do tempo), mudanças ambientais, sistemas de controle de tráfego, inteligência artificial, fabricação automatizada, economia mundial, segurança cibernética e outras (Amin et al., 2019).

Ainda no que concerne ao ensino, Dudley e Brazil (2023) reforçam que os Estados Unidos precisam desenvolver uma força de trabalho capaz de atender às demandas da indústria, da academia, do governo e dos laboratórios nacionais. Para tanto, torna-se necessária a elaboração de ações educacionais direcionadas ao ensino secundário e à pós-graduação, a promoção da interdisciplinaridade em áreas que vão além da física, bem como o fortalecimento da infraestrutura e a criação de fundos de investimento destinados às atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Vishwakarma et al. (2024) defendem a proposta de um novo currículo de mestrado que ofereça os conhecimentos necessários em hardware e software no âmbito das tecnologias





quânticas. Isso permitiria elevar a empregabilidade dos profissionais, reduzindo, assim, a escassez de habilidades enfrentada pelas organizações e instituições acadêmicas. A proposta desse novo currículo teria o potencial de revolucionar o ecossistema da educação quântica, reduzindo a pressão pela contratação de doutores enfrentada pelas empresas nascentes de base tecnológica, além de promover o desenvolvimento de uma mentalidade científica baseada na pesquisa quântica.

Para Kaur e Venegas-Gomez (2022), o processo de transformação das ideias provenientes dos projetos de pesquisa até o desenvolvimento de aplicações no mundo real não será realizado apenas por doutores com formação em física quântica. Mais do que isso, as empresas devem considerar a contratação de profissionais com diferentes formações, como engenheiros, programadores, designers de produtos e outros profissionais. Também destacam que as necessidades da indústria não serão plenamente atendidas por meio de ações voltadas à formação acadêmica. A experiência profissional pode se tornar um fator valioso para o desenvolvimento de habilidades e para atender às necessidades do setor empresarial, reforçando a importância da maior integração entre a academia e o mercado (Kaur et al., 2022).

Knight e Walmsley (2019) relatam iniciativas que estimulam maior interação entre a academia, a indústria e instituições governamentais interessadas na temática tecnológica, no âmbito do Programa Nacional de Tecnologias Quânticas, coordenado pelo governo do Reino Unido. Dentre as ações, buscou-se, numa primeira fase do programa, o apoio às atividades de pesquisa, a realização de treinamentos e o desenvolvimento de habilidades, a implementação de um projeto-piloto baseado em desafios, além do financiamento público ou privado como parte da premiação (Knight & Walmsley, 2019).

### **3. ELABORAÇÃO DE PLANOS ESTRATÉGICOS E ALOCAÇÃO EFICIENTE DOS RECURSOS**

Para Kaur e Venegas-Gomez (2022), torna-se necessário compreender o montante de recursos disponíveis, para, posteriormente, delinear as possíveis estratégias e os caminhos a





serem seguidos para constituir a força de trabalho no campo das tecnologias quânticas. Baitulmal e Adem (2023) afirmam que os governos podem reduzir as barreiras decorrentes da escassez de mão de obra especializada por meio da elaboração de programas educacionais e de projetos de pesquisa, bem como de parcerias com universidades. Para os autores, torna-se relevante a elaboração de um estudo preliminar no qual seja possível alocar os investimentos de forma eficiente, com base no levantamento das necessidades dos sistemas educacionais.

A elaboração de planos estratégicos e a necessidade da alocação eficiente dos recursos financeiros destinados à construção de programas educacionais no campo das tecnologias quânticas também foram propostas por alguns autores. Para Aiello et al. (2021), o interesse na criação de programas educacionais dedicados à ciência e engenharia da informação quântica aumentou muito nos últimos anos, entretanto, deve-se atentar para o fato de que são complexos e envolvem vultosos recursos. Isso faz com que as universidades enfrentem dificuldades, incluindo a ausência de acadêmicos qualificados, de acesso à infraestrutura de pesquisa, de parcerias com o setor empresarial, de apoio da administração universitária e de programas que promovam a formação de alunos. Diante desses desafios, os autores chamam a atenção dos formuladores de políticas públicas para a importância de elaborar um plano estratégico que assegure a eficiência dos investimentos a serem realizados (Aiello et al., 2021). A Figura 1 elenca as propostas existentes na literatura.

Figura 1 – Procedimentos para levantamento das informações

Propostas de Ações	Autores
Ações direcionadas aos programas de graduação e pós-graduação	Aiello et al. (2021) Danon et al. (2023). Vishwakarma et al. (2024) Gerke et al. (2022) Dudley e Brazil (2023) Baitulmal e Adem (2023) Fox et al. (2020) Hasanovic, (2022)
Maior integração entre a academia, as indústrias e os laboratórios.	Gorney et al. (2024) Danon et al. (2023) Dudley e Brazil (2023) Kaur et al. (2022) Knight e Walmsley (2019)





Experiência prática	Gorney et al. (2025) Kaur et al. (2022)
Investimentos em atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e alocação eficiente dos recursos	Aiello et al. (2021) Knight e Walmsley (2019) Baitulmal e Adem (2023) Kaur e Venegas (2022)
Promoção da Interdisciplinaridade	Amin et al. (2021) Dudley e Brazil (2023) Gorney et al. (2024)
Promoção das potencialidades das tecnologias quânticas	Amin et al. (2021). Dowling e Milburn, (2003)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

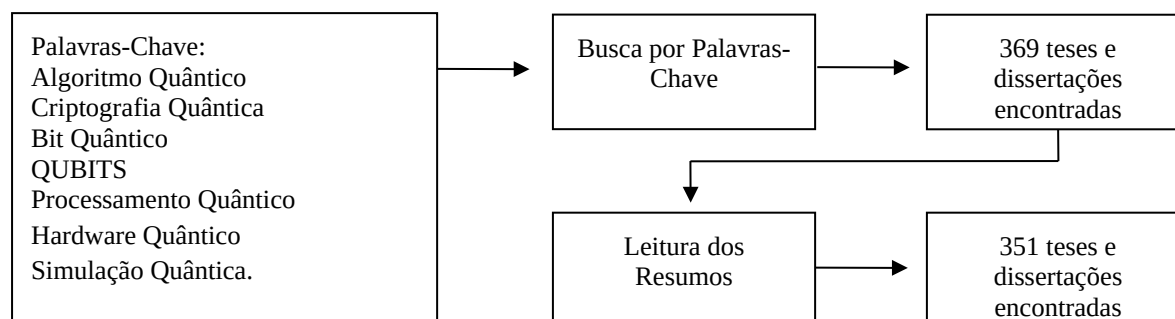
O presente trabalho constituiu-se como uma pesquisa exploratória, por meio da qual se buscou obter informações capazes de mapear a formação de pesquisadores especializados no campo das tecnologias quânticas. Nesse sentido, consideraram-se pesquisadores os mestres e doutores que direcionaram suas teses e dissertações para o campo das tecnologias quânticas, haja vista que as universidades não dispõem de cursos de pós-graduação voltados especificamente à formação de pesquisadores nessa área. Para tanto, buscou-se como fonte de pesquisa as diversas planilhas disponíveis na Plataforma Sucupira, que contavam, entre outras informações, com resumos de teses e dissertações. A partir delas foi possível identificar os pesquisadores que efetivamente direcionaram seus projetos para o campo das “tecnologias quânticas”.

Antes de iniciar o processo de busca nas planilhas disponibilizadas pela Plataforma Sucupira, procurou-se, por meio do suporte de plataformas de inteligência artificial, estruturar um conjunto de palavras-chave a serem utilizadas na coleta de dados. Dessa etapa, obtiveram-se as seguintes sugestões: (1) Algoritmo Quântico; (2) Criptografia Quântica; (3) Bit Quântico; (4) QUBITS; (5) Processamento Quântico; (6) Computação Quântica; (7) Cálculo Quântico; (8) Hardware Quântico; (9) Simulação Quântica.





Figura 2 – Levantamento de Teses e Dissertações



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tendo como base as palavras-chave mencionadas acima, concluiu-se o processo de busca, conforme mostrado na Figura 2, no qual foram identificados 369 mestres e doutores que defenderam teses e dissertações entre 2013 e 2024. Em seguida, realizou-se uma análise dos resumos com o propósito de selecionar apenas aqueles que apresentassem contribuições ao desenvolvimento científico e tecnológico no campo das tecnologias quânticas. Concluída a etapa, restaram, respectivamente, 351 trabalhos: 217 dissertações de mestrado acadêmico, 127 teses de doutorado e 07 dissertações do mestrado profissional.

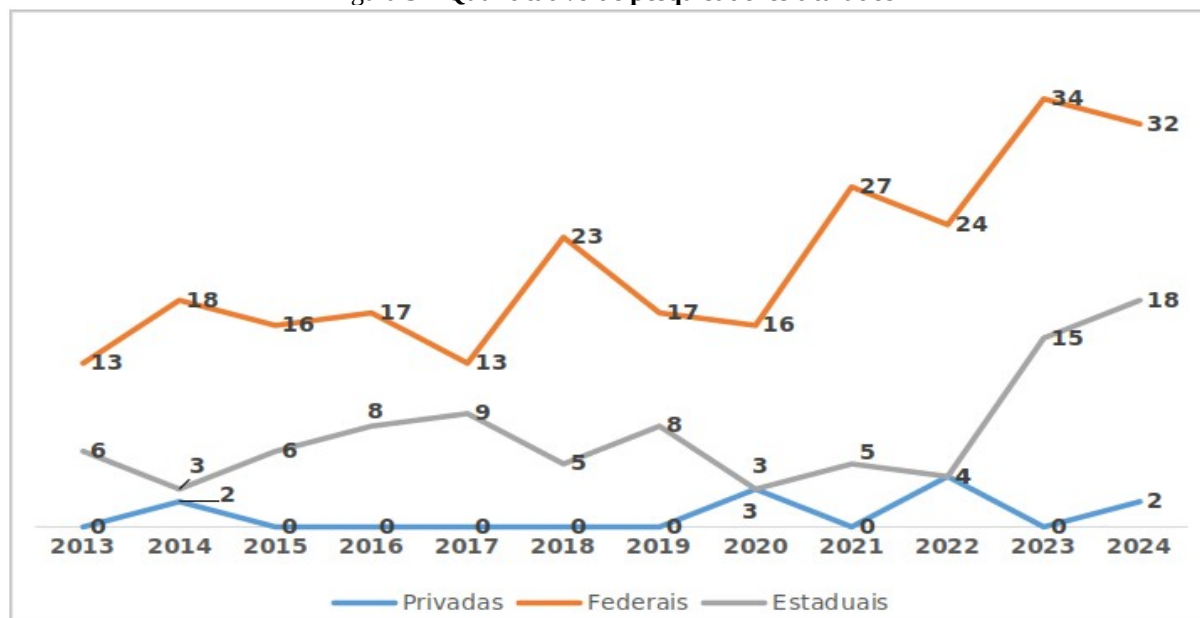
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De início, buscou-se identificar a participação das instituições científicas e tecnológicas, públicas e privadas, na formação de pesquisadores em tecnologias quânticas. Os resultados (vide Tabela 1) mostram que a maioria dos mestres e doutores que direcionaram suas pesquisas para o campo das tecnologias quânticas é proveniente de instituições federais. Entre 2013 e 2024, identificaram-se 250 pesquisadores titulados por parte delas, o que corresponde a 71,23% do total. No que tange à modalidade acadêmica, 72,8% dos mestres e 70,1% dos doutores obtiveram suas titulações em instituições federais. No que tange à



modalidade profissional, tais instituições foram responsáveis pela formação de 42,9% dos mestres. A Figura 3 apresenta essas informações ao longo do tempo.

Figura 3 – Quantitativo de pesquisadores titulados



Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Tabela 1 – Quantitativo de pesquisadores titulados

Ano	Privadas	Federais	Estaduais
2013	0	13	6
2014	2	18	3
2015	0	16	6
2016	0	17	8
2017	0	13	9
2018	0	23	5
2019	0	17	8
2020	3	16	3
2021	0	27	5
2022	4	24	4
2023	0	34	15
2024	2	32	17
Total	12	250	89
Percentual	3,41%	71,23%	25,36%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).





Como mostrado na Tabela 2, as instituições científicas e tecnológicas estaduais também contribuíram para a formação de mestres e doutores (89 pesquisadores) no campo das tecnologias quânticas, embora em quantidades inferiores às das instituições federais. Em termos percentuais (vide Tabela 3), elas foram responsáveis pela formação de 27,6% dos doutores, 23,5% dos mestres acadêmicos e 42,9% dos mestres profissionais.

As instituições privadas apresentaram a menor participação, responsáveis por 12 pesquisadores formados: 8 titulados no mestrado acadêmico, 3 no doutorado e 1 no mestrado profissional. Em termos percentuais, alcançou-se 3,7% do total de mestres, 2,4% dos doutores formados e 14,3% do mestrado profissional, o que representa uma participação bem abaixo da das instituições públicas.

Tabela 2 – **Quantitativo de pesquisadores por grau de titulação e perfil de instituição**

Grau de Titulação	Instituições Científicas e Tecnológicas			Total
	Privadas	Federais	Estaduais	Quantidade
Mestrado Acadêmico	8	158	51	217
Doutorado	3	89	35	127
Mestrado Profissional	1	03	3	7

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Tabela 3 – **Percentual de pesquisadores por grau de titulação e perfil de instituição**

Grau de Titulação	Instituições Científicas e Tecnológicas			Total
	Privadas	Federais	Estaduais	%
Mestrado Acadêmico	3,7%	72,8%	23,5%	100%
Doutorado	2,4%	70,1%	27,6%	100%
Mestrado Profissional	14,3%	42,9%	42,9%	100%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

No âmbito da presente pesquisa, buscou-se também identificar a distribuição dos pesquisadores titulados por região ao longo dos anos (vide Tabelas 4 e 5). Entretanto, procurou-se fazê-lo a partir de intervalos de tempo trienais, delimitados entre: (1) 2013-2015; (2) 2016-2018; (3) 2019-2021; e (4) 2022-2024.

Durante o período analisado, a região Sudeste liderou no número de pesquisadores, com 87 doutores e 126 mestres. Em seguida, identificou-se a região Nordeste, com 24 doutores e 46 mestres, seguida pela região Sul, com 14 doutores e 41 mestres. Por fim, na região Centro-





Oeste, constataram-se 02 doutores e 09 mestres, enquanto na região Norte, constataram-se apenas 2 mestres.

Uma análise da variação quantitativa de pesquisadores titulados revelou comportamentos distintos entre as regiões. Tendo como referência os respectivos triênios analisados, inicialmente, os dados apontaram uma queda no número de doutores na região Sudeste (-25% e -11%), revertida para um crescimento de +77% no último triênio. Diferentemente, a região Nordeste apresentou, inicialmente, crescimento no número de doutores (100% e 33%), revertendo para uma queda de 12%. No que tange à região sul, verificou-se o crescimento significativo apenas no último triênio (350%).

Já em relação ao número de mestres formados, identificou-se um crescimento contínuo na região Sudeste (9,5%, 35% e 64%), enquanto a região Nordeste apresentou períodos de estabilidade seguidos de elevado crescimento (0%, -10% e 88%). Por fim, chama-se a atenção para o aumento no número de mestres na região centro-oeste (500%), especificamente no último triênio.

Tabela 4 – Doutores titulados por região

Período	CO	S	NE	SE	Total Período	Variação S %	Variação NE %	Variação SE %
2013-2015	01	-	03	24	28	---	----	----
2016-2018	-	03	06	18	27	---	+100%	-25%
2019-2021	-	02	08	16	26	---	+33%	-11%
2021-2024	01	09	07	29	46	+350%	-12%	+77%
Total	02	14	24	87	127			

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Tabela 5 – Mestres titulados por região

Período	CO	S	NE	SE	N	Total Período	Variação CO %	Variação NE %	Variação SE %
2013-2015	01	04	10	21	-	36	---	----	----
2016-2018	01	14	10	23	-	48	---	0%	+9,5%
2019-2021	01	12	09	31	-	53	---	-10%	+35%
2021-2024	06	11	17	51	2	02	+500%	+88%	+64%
Total	09	41	46	126	2	224			

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).





Buscou-se também realizar o levantamento das áreas de conhecimento envolvidas na formação de mestres e doutores que direcionaram suas pesquisas para o campo das tecnologias quânticas (vide Tabelas 6 e 7). A análise dos dados revelou que, de um total de 224 mestres formados na modalidade acadêmica e profissional, a maior parte é proveniente dos cursos de Física (56,7% do total), seguida por Ciência da Computação (24,1% do total), Engenharia Elétrica (8,5% do total) e outros.

Tabela 6 – Áreas de conhecimento de pesquisadores que obtiveram o título de mestre

Área de Conhecimento	Quantidade	Percentual
Ciência da Computação	54	24,1%
Matemática	05	2,2%
Física	127	56,7%
Interdisciplinar	06	2,7%
Engenharia Elétrica	19	8,5%
Química	03	1,3%
Materiais	01	0,4%
Agronomia	03	1,3%
Engenharia de Materiais e Metalúrgica	03	1,3%
Engenharia de Produção	02	0,9%
Biotechnology	01	0,4%
Total	224	100%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Similarmente ao que foi verificado no mestrado, o curso de Física também se destaca por maior representatividade entre os doutores titulados que direcionaram suas pesquisas para a área de tecnologias quânticas (61,4% do total). Em seguida, encontram-se os cursos de Ciência da Computação (10,2% do total) e Engenharia Elétrica (8,7% do total) e outros.

Tabela 7 – Áreas de conhecimento dos pesquisadores que obtiveram o título de doutor

Área de Conhecimento	Quantidade	Percentual
Ciência da Computação	13	10,2%
Matemática	5	3,9%
Física	78	61,4%
Ciência da Informação	1	0,8%
Interdisciplinar	6	4,7%
Engenharia Elétrica	11	8,7%





Engenharia Nuclear	1	0,8%
Química	3	2,4%
Materiais	4	3,1%
Agronomia	2	1,6%
Bioquímica	1	0,8%
Engenharia Aeroespacial	1	0,8%
Engenharia de Produção	1	0,8%
<b>Total</b>	<b>127</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Na Tabela 8, há uma análise de compatibilidade entre a área de formação e atuação profissional. Entre os que concluíram o doutorado, verificou-se que 50% atuam profissionalmente na mesma área de formação acadêmica. Tal resultado foi semelhante ao de quem concluiu o mestrado acadêmico (51%).

Tabela 8 – **Trabalha na mesma área de formação**

Grau de Titulação	Sim	%	Não	%
Doutorado	64	50%	63	50%
Mestrado Acadêmico	111	51%	106	49%
Mestrado Profissional	3	43%	4	57%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

Em contrapartida, apenas 43% dos pesquisadores concluintes de mestrados profissionais apresentaram compatibilidade entre a formação e a atuação profissional. Entretanto, cabe ressaltar que o número de pesquisadores titulados por essa modalidade de curso é significativamente reduzido neste estudo, o que inviabiliza a apresentação de uma análise fundamentada.

Outro dado analisado diz respeito à expectativa de atuação profissional dos mestres e doutores, com base nas seguintes áreas de atuação (vide Tabela 9): (1) Ensino e Pesquisa; (2) Pesquisa; (3) Empresas; (4) Outros. Entretanto, identificou-se uma variedade de campos sem a disponibilidade de informação, conseqüentemente, optou-se por excluí-los. Após tal procedimento, realizou-se a análise de 217 pesquisadores, sendo 86 doutores e 131 mestres





formados na modalidade acadêmica. Diante da reduzida amostra de mestrados na modalidade profissional, optou-se por desconsiderá-los da análise.

No que tange aos resultados, verificou-se que 86% dos pesquisadores que obtiveram a titulação de doutorado e 86,3% daqueles que obtiveram a titulação de mestrado na modalidade acadêmica informaram a expectativa de atuarem no ramo do “Ensino e/ou Pesquisa”. E os menores percentuais foram daqueles com expectativa de atuar no setor empresarial, que representaram 4,7% dos doutorados e 9,2% dos mestrados.

Tabela 9 - Expectativa de atuação profissional

Expectativa de Atuação	Doutorado	%	Mestrado Acadêmico	%
Ensino e Pesquisa	54	62,8%	88	67,2%
Outros	08	9,3%	6	4,6%
Pesquisa	20	23,3%	25	19,1%
Empresas	04	4,7%	12	9,2%

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações - Plataforma Sucupira (2024).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam a relevante participação do governo na formação de pesquisadores em tecnologias quânticas no país. Em comparação, aproximadamente 97% dos titulados em cursos de doutorado e mestrado foram provenientes de instituições públicas. No contexto atual, compreende-se que a participação estatal seja imprescindível para que o país disponha de uma base de competência científica e tecnológica no campo das tecnologias quânticas. Uma eventual política econômica que coaduna com a redução de investimentos na pós-graduação comprometeria a formação de pesquisadores nessa área do conhecimento, visto que as instituições científicas e tecnológicas do setor privado ainda exercem participação pouco expressiva.

No que se refere à participação regional, verificou-se que a região Sudeste concentrou a maior parte dos mestres e doutores titulados no país, seguida pelas regiões Nordeste e Sul. A região centro-oeste apresentou baixa participação em relação às demais, enquanto a região





Norte não obteve pesquisadores titulados. Torna-se relevante destacar que a região nordeste apresentou crescimento no que concerne ao quantitativo de doutores titulados, enquanto a região sudeste, o registro de queda. Por outro lado, o número de mestres formados cresceu na região Sudeste, enquanto a região Nordeste apresentou estabilidade. Esses resultados reforçam a importância de as instituições governamentais realizarem estudos que permitam identificar os fatores críticos que contribuíram para o crescimento, a redução e a ausência na formação de pesquisadores no campo das tecnologias quânticas, tendo como base as particularidades regionais. Tais estudos seriam essenciais para alocar, de forma eficiente, os recursos públicos em programas e ações de maior impacto.

Em relação às áreas de conhecimento, verificou-se que a maior parte dos pesquisadores formados é proveniente dos cursos de Física, seguida por Ciência da Computação e Engenharia Elétrica. Além dessas áreas, constatou-se, em menor proporção, a participação dos cursos de Matemática, Química, Farmácia, Agronomia e outros. Tais resultados demonstram a interdisciplinaridade presente no campo das tecnologias quânticas, conforme os pressupostos da literatura acadêmica apresentada, o que reforça a importância dos atores governamentais, caso optem pela implementação de ações de capacitação e de fomento à inovação que envolvam os diferentes cursos de pós-graduação, sejam eles predominantemente dedicados à pesquisa básica ou aplicada. Neste sentido, ganha relevância a formação de redes de pesquisa entre pesquisadores de diferentes departamentos, institutos de pesquisa e universidades.

No que diz respeito à expectativa de atuação entre as áreas de pesquisa e atividades profissionais, não se verificaram diferenças significativas entre os cursos na modalidade acadêmica. Os resultados demonstraram que, aproximadamente, a metade dos doutores atuam profissionalmente na mesma formação acadêmica, enquanto o respectivo índice é de 51% entre os mestres na modalidade acadêmica. No caso do mestrado profissional, o respectivo índice foi informado por 43% dos pesquisadores. Entretanto, deve-se ressaltar que esse último resultado se baseou em uma pequena amostra, o que reforça a possibilidade de não representar o universo real.





Por fim, recomenda-se que as instituições governamentais realizem estudos complementares que identifiquem as atividades profissionais desempenhadas pelos mestres e doutores, bem como suas potencialidades para gerar resultados ao setor produtivo. Destaca-se que a literatura acadêmica prevê o surgimento de aplicações decorrentes do desenvolvimento das tecnologias quânticas em diferentes setores econômicos e áreas do conhecimento. Compreende-se que seus resultados não se limitem ao ambiente acadêmico, o que reforça a importância de elaborar uma política que aponte os setores estratégicos promissores que poderão se beneficiar do investimento tecnológico.

Em relação à expectativa de atuação, a grande maioria dos pesquisadores que concluíram os cursos na modalidade acadêmica informou maior predisposição para atuar nas instituições de ensino e/ou pesquisa, enquanto uma pequena minoria vislumbra atuação profissional nas empresas. Compreende-se que as perspectivas dos pesquisadores no campo das tecnologias quânticas não se limitem às atividades de ensino e/ou de pesquisa. Nesse sentido, a própria literatura acadêmica reitera a articulação entre a academia e o mercado, bem como a experiência prática em projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação junto ao setor empresarial. Diante disso, recomenda-se que as instituições governamentais realizem estudos que identifiquem os fatores críticos que levam à baixa predisposição para atuarem no setor empresarial, bem como estudos complementares que analisem a trajetória profissional dos mestres e doutores ao longo dos anos, especialmente após a conclusão da pós-graduação.

## REFERÊNCIAS

AIELLO, C. D.; AWSCHALOM, D. D.; BERNIEN, H.; BROWER, T.; BROWN, K. R.; BRUN, T. A. *et al.* Achieving a quantum smart workforce. *Quantum Science and Technology*, v. 6, n. 3, p. 030501, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/2058-9565/abf311>. Acesso em: 24 mar. 2026.

AMIN, M. N.; UHLIG, R. P.; DEY, P. P.; SINHA, B. The needs and challenges of workforce development in quantum computing. In: *PACIFIC SOUTHWEST SECTION MEETING*, 2019.



# REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



Anais... American Physical Society, 2019. Disponível em:

<https://meetings.aps.org/Meeting/PS19/Session/C01.4>. Acesso em: 24 mar. 2026.

BAITULMAL, A.; ADEM, N. Why should and how can quantum technologies be leveraged at national levels? *IET Quantum Communication*, v. 4, n. 2, p. 96-101, 2023.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). *Iniciativa Brasileira de Tecnologias Quânticas*. Brasília, DF: CGEE, 2025.

DANON, J.; ALI, S.; FUCHS, F. G.; SELSTØ, S.; WÄTZEL, J. *Quantum technology in Norway: proposal for a national funding strategy*. Oslo: University of Oslo, 2023. Disponível em: <https://www.mn.uio.no/fysikk/english/research/projects/quantum-norway/publications/quantum-strategy.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.

DOWLING, J. P.; MILBURN, G. J. Quantum technology: the second quantum revolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 361, n. 1809, p. 1655-1674, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rsta.2003.1227>. Acesso em: 24 mar. 2026.

DUDLEY, S.; BRAZIL, M. Inviting millions into the era of quantum technologies. *Issues in Science and Technology*, v. 40, n. 1, p. 80-84, 2023. Disponível em: <https://issues.org/quantum-technology-workforce-diversity-dudley-brazil/>. Acesso em: 24 mar. 2026.

FOX, M. F.; ZWICKL, B. M.; LEWANDOWSKI, H. J. Preparing for the quantum revolution: what is the role of higher education? *Physical Review Physics Education Research*, v. 16, n. 2, p. 020131, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020131>. Acesso em: 24 mar. 2026.

GERKE, F.; MÜLLER, R.; BITZENBAUER, P.; UBBEN, M.; WEBER, K. A. Requirements for future quantum workforce: a Delphi study. In: *JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES*, v. 2297, n. 1, p. 012017, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2297/1/012017>. Acesso em: 24 mar. 2026.

GOORNEY, S.; MUNOZ, B.; SHERSON, J. Quantum technology masters: a shortcut to the quantum industry? *EPJ Quantum Technology*, v. 12, n. 2, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1140/epjqt/s40507-024-00299-x>. Acesso em: 24 mar. 2026.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.4 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)



# REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



GOVERNMENT OF CANADA. *Canada's national quantum strategy*. 2022. Disponível em: <https://ised-isde.canada.ca/site/quantum-strategy/en>. Acesso em: 24 mar. 2026.

GREINERT, F.; UBBEN, M. S.; DOGAN, I. N.; HILFERT-RÜPPELL, D.; MÜLLER, R. Advancing quantum technology workforce: industry insights into qualification and training needs. *arXiv preprint*, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2407.21598>. Acesso em: 24 mar. 2026.

HASANOVIC, M.; PANAYIOTOU, C.; SILBERMAN, D.; STIMERS, P.; MERZBACHER, C. Quantum technician skills and competencies for the emerging Quantum 2.0 industry. *Optical Engineering*, v. 61, n. 8, p. 081803, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/1.OE.61.8.081803>. Acesso em: 24 mar. 2026.

HERMAN, A.; FRIEDSON, I. *Quantum computing: how to address the national security risk*. Washington, DC: Hudson Institute, 2018.

KAUR, M.; VENEGAS-GOMEZ, A. Defining the quantum workforce landscape: a review of global quantum education initiatives. *Optical Engineering*, v. 61, n. 8, p. 081806, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1117/1.OE.61.8.081806>. Acesso em: 24 mar. 2026.

KNIGHT, P.; WALMSLEY, I. UK national quantum technology programme. *Quantum Science and Technology*, v. 4, n. 4, p. 040502, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/2058-9565/ab206c>. Acesso em: 24 mar. 2026.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. *The role of international talent in quantum information science*. 2021. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/12/NSTC-Quantum-Talent-Report-2021.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2026.

RIM, H. J. The US-China strategic competition and emerging technologies in the Indo-Pacific region. *Asian Perspective*, v. 47, n. 1, p. 1-25, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1353/apr.2023.0000>. Acesso em: 24 mar. 2026.

VISHWAKARMA, S.; SHALINI, D.; GANGULY, S.; MORAPAKULA, S. N. A universal quantum technology education program. In: *FUTURE OF INFORMATION AND COMMUNICATION CONFERENCE*, 2024. Anais... Cham: Springer Nature Switzerland,

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.4 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)



# REVISTA OWL (*OWL Journal*)

www.revistaowl.com.br – ISSN: 2965-2634



2024. p. 461-470. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-62029-4\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-031-62029-4_32). Acesso em: 24 mar. 2026.

*Recebido em: 25/03/2026*

*Aprovado em: 29/03/2026*

*Publicado em: 02/04/2026*

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v.4 n.4 (2026) - ISSN 2965-2634

***A Revista OWL Journal está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)***

