

GESTÃO DE PESSOAS NO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO NA ÁREA DA COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

PEOPLE MANAGEMENT IN THE STRATEGIC PLANNING OF THE BRAZILIAN ARMY IN THE AREA OF QUANTUM COMPUTING

FERNANDA DAS GRAÇAS CORRÊA

RESUMO

Este ensaio busca ressaltar a relevância da gestão de pessoal do Exército Brasileiro (EB) com foco na contratação de civis, para amenizar os problemas decorrentes da rotatividade na carreira de militares em atividades e na gerência de projetos e programas de Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I) de interesse da Defesa. O EB pretende, no futuro, desenvolver e dominar a computação quântica. No entanto, semelhante a outros países, a instituição militar somente se beneficiará de produtos e serviços, na área quântica, apoiando políticas, estratégias, infraestrutura em CT&I, recursos humanos e empresas de base tecnológica envolvidas em programas nacionais de tecnologias quânticas. Nesse contexto, destaca-se o projeto *Quantum Espanha*. A fim de amenizar os problemas em CT&I, decorrentes da rotatividade, e alavancar seus próprios projetos e programas na área quântica, neste estudo, são apresentadas três propostas para o EB: modelo DARPA de contratação de gerentes de programas, modelo AMAZUL para contratação de pessoal civil qualificado e a integração do SisDIA em ecossistemas internacionais de tecnologias quânticas.

PALAVRAS-CHAVE

Computação Quântica; Gestão de pessoas; Gestão Estratégica.

ABSTRACT

This essay seeks to highlight the relevance of personnel management at the Brazilian Army (EB) focusing on the hiring of civilians, in order to mitigate the problems arising from the turnover of military personnel in activities and in the management of Science, Technology & Innovation (STI) projects and programs of interest to Defense. EB intends, in the future, to develop and master quantum computing. However, similar to other countries, the military institution will only benefit from products and services in the quantum area by supporting policies, strategies, STI infrastructure, human resources and technology-based companies involved in national programs of quantum technologies. In this context, the *Quantum Spain* project stands out. In order to mitigate the problems in STI, arising from the turnover, and leverage its own projects and programs in the quantum area, this study presents three proposals for the EB: DARPA model for hiring program managers, AMAZUL model for hiring qualified civilian personnel and the integration of SisDIA in international ecosystems of quantum technologies.

KEY WORDS

Quantum Computing; People Management; Strategic Management.

A AUTORA

Coordenadora de
Prospecção Tecnológica
e Gestão do
Conhecimento no
Departamento de
Ciência, Tecnologia e
Inovação (DECTI) da
Secretaria de Produtos
de Defesa (SEPROD)/
Ministério da Defesa.
Pós-doutoranda em
Modelagem de Sistemas
Complexos
(EACH/USP). Pós-
Doutora em Ciências
Militares (ECEME).
Doutora em Ciência
Política na Área de
Concentração Estudos
Estratégicos (UFF).
Pesquisadora na linha
Tecnologia, Inovação &
Emprego Militar (2022-
2023) do Centro de
Estudos Estratégicos
do Exército (CEEEx).



SUMÁRIO EXECUTIVO

Este é o segundo ensaio científico da nova linha de pesquisa Tecnologia, Inovação & Emprego Militar do Núcleo de Estudos Prospectivos (NEP) do Centro de Estudos Estratégicos do Exército (CEEEx). Neste segundo ensaio, o objetivo é apontar desafios e oportunidades da gestão de pessoas no planejamento estratégico do Exército Brasileiro (EB) com foco na área da computação quântica.

O domínio de tecnologias disruptivas pelo EB, como a computação quântica, requer mão-de-obra qualificada permanente na organização, infraestrutura científica, tecnológica e industrial ampliada, grande quantidade de recursos financeiros descentralizados para projetos de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) e maior articulação política com a sociedade brasileira. Infraestrutura científica, tecnológica e industrial e descentralização de recursos financeiros em projetos de PD&I do EB foram altamente debatidos na série de publicações realizadas na linha de pesquisa Prospectiva Tecnológica & Emprego Militar no biênio 2020-2021 e no primeiro ensaio científico desta atual linha de pesquisa, no biênio 2022-2023 do NEP/CEEEx. Neste estudo, o foco consistirá em explorar desafios e oportunidades no domínio da tecnologia quântica por meio do fator humano.

Conforme determinando no Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2020-2023, o fortalecimento da dimensão humana é um dos objetivos estratégicos da Força Terrestre e está prevista a realização de diversas ações estratégicas para alcançar este objetivo. No entanto, nenhuma dessas ações está voltada para a contratação de civis. Daí a necessidade de se identificar os principais desafios e oportunidades relacionadas à gestão de pessoal com foco na contratação de civis, para atuar em projetos e programas estratégicos de CT&I do Exército. Na área de CT&I, um dos principais gargalos suscitados na gestão de pessoal é a rotatividade do efetivo militar de carreira. Assim, apresenta-se, neste estudo, a mão-de-obra qualificada civil como alternativa à rotatividade de militares de carreira que atuam em projetos e programas estratégicos de CT&I do EB.

Conforme o PEEx 2020-2023, o EB pretende desenvolver e dominar a computação quântica no futuro. No entanto, dificilmente, mesmo reestruturando a gestão de pessoal com foco na contratação de civis, poderia desenvolver um ecossistema quântico exclusivamente focado na Defesa. O EB reúne competências e capacidades para apoiar o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) a criar um ecossistema quântico. Porém, devido ao ineditismo do emprego dessa tecnologia disruptiva, no panorama mundial, entender como setores de Defesa de outros países têm se beneficiado de ecossistemas quânticos é essencial para o EB. Assim, cabe destacar o caso do *Quantum Espanha*. Indubitavelmente, semelhante ao caso espanhol, o Comando do EB pode contribuir com o MCTI e o Ministério da Defesa (MD), na elaboração de políticas públicas e estratégias nacionais que atendam demandas de segmentos civis e militares na área quântica. Além disso, Organizações Militares (OM) do EB podem contribuir na construção de um futuro computador quântico no Brasil, desenvolvendo projetos de PD&I e empregando essas tecnologias em ambiente operacional. Contudo, os militares do EB que atuam na área de CT&I estão sujeitos à rotatividade da carreira e projetos de PD&I podem sofrer alterações, atrasos ou descontinuidade na Força. Como alternativa, são apresentadas três propostas: (1) o modelo da Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (DARPA, sigla em inglês); (2) a criação de uma empresa pública baseada no modelo Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL); e (3) a integração do Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA) a ecossistemas internacionais de computação quântica. Certamente, uma melhor gestão de pessoal com foco na contratação de civis pode amenizar problemas decorrentes da rotatividade de militares em atividades e na gerência e projetos e programas de CT&I do EB.

1. A gestão de pessoas no planejamento estratégico do Exército Brasileiro (EB)

No âmbito do processo de Transformação Militar, na Era do Conhecimento, as demandas fundamentais orientam as ações e determinam o planejamento estratégico do EB. Além da missão e da visão de futuro, essas ações e o planejamento estratégico impactam diretamente nas capacidades militares operacionais que a Força precisa dispor diante das incertezas e ameaças que aguardam os Estados no futuro. Mesmo em países desenvolvidos, as Forças Armadas consideram múltiplos cenários prospectivos para preparar e aumentar suas capacidades militares operacionais para o futuro incerto, seja para aumentar a vantagem estratégica em relação ao inimigo, seja para garantir a pronta-resposta, sobretudo, a tecnológica.

A Era do Conhecimento tem obrigado cada vez mais as organizações a abandonar modelos de gestão mecanicistas, burocratas, fordistas ou tayloristas e voltado as suas atenções para modelos e práxis pós-modernas associadas à gestão estratégica. Esses novos modelos estão associados à estratégia, à competência, ao conhecimento, ao desempenho e ao resultado, os quais são responsáveis pela manutenção ou pela alavancagem da vantagem competitiva e da pronta-resposta. A demanda fundamental por recursos humanos mais capacitados e mais qualificados nas organizações surge da “necessidade de uma área de gestão de pessoas que agregue valor real e econômico às corporações, ou seja, o desejado desempenho ou resultado, tanto do ponto de vista coletivo (corporativo), como do individual (*stakeholders*)” (FERREIRA & NUNES, 2021, p.467). É o grau de maturidade técnica, científica e cultural da organização que sustentará a adoção desses novos modelos de gestão estratégica. Organizações que incorporam tecnologias, em seus processos internos e externos, passam a requerer pessoal cada vez mais qualificado, sendo relevante a gestão de pessoas nesse processo.

A gestão dos subsistemas de gestão de pessoas, especialmente o recrutamento, a seleção, o desenvolvimento, o treinamento, as carreiras, a remuneração, os cargos e a avaliação de desempenho, alvos deste estudo, devem atender à necessidade do momento político, econômico e social da corporação para o qual é novamente requerida do gestor, a capacidade de inovar, de se manter atualizado e de se qualificar para os novos desafios atrelados à gestão. (MILKOVICH & BOUDREAU, 2010 apud FERREIRA & NUNES, 2021, p.467)

No âmbito da gestão de pessoas, é imprescindível que subsistemas, como recrutamento e seleção, plano de cargos e salários, treinamento e desenvolvimento, benefícios, qualidade de vida e saúde no trabalho, estejam integrados e em consonância com os objetivos da organização. Além da durabilidade das pessoas nas atividades conduzidas na organização, a gestão de pessoas também associa o planejamento estratégico à flexibilidade da organização diante de situações e condições adversas. (FARIAS & SENNA, 2008, p.3)

Há uma relação de dependência entre a organização e as pessoas, sem as quais a organização não sobrevive. O conceito de competências essenciais está associado à base da vantagem competitiva.

Entende-se por competências essenciais, o conhecimento coletivo da organização, podendo-se destacar as formas de coordenação das habilidades de produção e a integração de correntes e tecnologias. Por não se tratar de ativos físicos, não possuem a característica de dissiparem-se com o passar do tempo. Essas competências, à medida que são compartilhadas, são reforçadas na organização. (FARIAS & SENNA, 2008, p.4)

Percebe-se assim, na gestão de pessoas, que a excelência intelectual de uma organização é a soma de seus talentos individuais. Pode-se copiar ou comprar as mesmas instalações, equipamentos e tecnologias de uma organização de sucesso, mas é muito difícil copiar como se cria a capacidade e a motivação dos funcionários. (MILKOVICH & BOUDREAU, 2000, p.137)

apud FARIAS & SENNA, 2008, p.4). Por essa razão, as organizações que buscam dominar tecnologias emergentes priorizam, cada vez mais, em sua gestão estratégica, pessoal altamente qualificado que permaneça por muitos anos na condução de atividades de programas e projetos estratégicos de CT&I.

A estratégia do EB para fortalecer a dimensão humana, no PEEEx 2020-2023, é aprimorar a gestão de pessoal. Dentre as ações estratégicas previstas no Plano, encontram-se: o aperfeiçoamento das sistemáticas de recrutamento e de seleção; o aperfeiçoamento da sistemática de gestão do desempenho; a implementação da gestão do conhecimento e contínua implantação do novo plano de carreira. A fim de aperfeiçoar as sistemáticas de recrutamento e de seleção, o EB prevê implantar a avaliação psicológica nos Concursos de Admissão para o Curso de Formação de Oficiais (CFO) e Curso de Formação de Sargentos (CFS) do EB. Para aperfeiçoar a sistemática de gestão do desempenho, a Força pretende modernizar a gestão do Sistema de Pessoal do Exército (2020-2023). Para implementar a gestão do conhecimento, o EB está atualizando o Sistema Corporativo de Tecnologia da Informação de Gestão do Pessoal do Exército (Projeto SISCOGEP). Por último, a fim de dar continuidade à implantação do novo plano de carreira, o EB pretende implantar o Projeto de Adequação da Carreira do Servidor Civil (BRASIL, 2019, p.45).

O pessoal militar de carreira do EB, na área de CT&I, está disperso em mais de 650 Organizações Militares (OM). Ademais, o EB dispõe do maior efetivo militar dentre as três Forças Armadas brasileiras, sendo a Força que tem maior presença no território nacional. De acordo com o Manual de Fundamentos EB20-MF 10.101, “o militar pode ser movimentado em qualquer época do ano, para qualquer região do país, residindo, em alguns casos, em locais inóspitos e de restrita infraestrutura de apoio à família” (BRASIL, 2014, p.44). A rotatividade do pessoal militar é entendida como processo natural da carreira, independente da sua especialização. Na área de CT&I, diversos problemas podem surgir advindos da rotatividade, como: atrasos; descontinuação e paralisações em projetos de

Pesquisa; Desenvolvimento & Inovação (PD&I); interrupção de acordos e parcerias tecnológicas; incidência de lacunas tecnológicas em projetos; descrédito das organizações; entre outros. A fim de propor alternativas a esses problemas relacionados ao pessoal militar, concentrar-nos-emos, neste texto, na carreira civil de CT&I no EB.

“O Quadro de Lotação de Pessoal Civil do Comando do Exército foi idealizado em 1975 e previa um efetivo de 31.564 servidores”.¹ Em 2019, a carreira civil do EB dispunha de, aproximadamente, 4.536 servidores ativos, distribuídos nas áreas de: Administração, Saúde, Magistério e Ciência & Tecnologia.² O Plano de Carreiras de Ciência e Tecnologia para servidores civis do EB é constituído de três áreas: (1) Pesquisa em Ciência & Tecnologia (C&T); (2) Desenvolvimento Tecnológico; e (3) Gestão, Planejamento e Infraestrutura em C&T. Essas carreiras são constituídas com cargos, níveis, classes e padrões. A autorização para a realização de concursos públicos, remuneração, criação de cargos e funções, no EB, depende do Ministério da Economia, o qual é responsável por definir a política de pessoal civil da União. No âmbito da política de racionalização da máquina administrativa e de redução de gastos com pessoal da União, tem sido cada vez mais difícil a absorção de pessoal civil qualificado, para contornar os problemas decorrentes da rotatividade do efetivo militar de carreira que atua em programas e projetos estratégicos, que visam ao domínio de tecnologias emergentes e disruptivas pela Força Terrestre.

2. A tecnologia quântica e os desafios na gestão de pessoas no planejamento militar do EB

As tecnologias emergentes são aquelas com potencial para revolucionar o mercado e

¹Informações extraídas da página oficial do EB. Para ler a matéria completa, acessar: https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do-exercito/-/asset_publisher/znUQcGfO6N3x/content/id/10744846

² Para mais informações, acessar: <https://www.eb.mil.br/acesso-a-informacao/servidores>

a sociedade, mas que, no entanto, ainda não se consolidaram. “Inovações que rompem o conceito de desenvolvimento tecnológico são conhecidas como inovações disruptivas e baseiam-se nas novas formas de percepção e aceitação dos mercados-alvos” (VIANA, 2019 apud CORRÊA, 2020, p.42). Toda tecnologia disruptiva é emergente, mas nem toda tecnologia emergente é disruptiva. Paul Armstrong exemplifica isso, citando a emergência dos carros elétricos: “embora sejam transformativos, os carros elétricos não têm sido efetivamente disruptivos, por causa de como as empresas petrolíferas e outras organizações têm retardado o seu desenvolvimento” (ARMSTRONG, 2019 apud CORRÊA, 2020, p.41).

Tecnologias emergentes são inovações com base científica que detêm o potencial de criar um novo setor ou de transformar um já existente. Incluem tecnologias descontínuas derivadas de inovações radicais (por exemplo, a bioterapia, a fotografia digital, os supercomputadores de alta temperatura, os microrrobôs ou os computadores portáteis), além de tecnologias mais evolutivas, formadas pela convergência de correntes de pesquisa antes separadas (por exemplo, as imagens de ressonância magnética, os faxes, o banco eletrônico, a TV de alta definição e a Internet). Cada uma dessas tecnologias oferece uma rica fonte de oportunidades de mercado, proporcionando o incentivo para que sejam feitos investimentos arriscados. (DAY & SCHOEMAKER, 2010 apud DAY, SCHOEMAKER & GUNTHER, 2010, p.18)

Todas essas tecnologias emergentes têm aplicabilidade na área de Defesa e o EB busca cada vez mais desenvolvê-las e dominá-las em suas infraestruturas científicas e tecnológicas.

Por meio da Portaria Nº 032-DCT, de 11 de setembro de 2012, aprovou-se a diretriz de iniciação do projeto que transformou o Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército (SCTEx) em Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx), com a premissa de que o novo Sistema atinja alto nível de geração de inovações tecnológicas, que proporcionarão *vantagem operacional, tática ou estratégica à Força Terrestre e que,*

em consequência, agregue valor ao Poder de Combate do Exército (BRASIL, 2012, p. 2). Concebido em uma visão prospectiva e com prazo de conclusão até 31 de dezembro de 2022, a visão de futuro do novo Sistema atua em todos os aspectos, incluindo organização, recursos humanos, processos etc. O objetivo é que o SCTIEx apresente “as características de uma organização efetivamente inovadora, integrada com os ambientes interno e externo ao Exército, voltada para o futuro, com ênfase em resultados, e plenamente alinhada com as necessidades da Força Terrestre” (BRASIL, 2012, p. 2). Nesse novo Sistema, o EB entende que a obtenção de produtos inovadores, no contexto atual, depende de uma boa rede de relacionamento e de parcerias. Assim, o SCTIEx busca melhor otimizar as relações com as demais Forças, centros de pesquisa, governo, indústria, agências de fomento e com a academia. Outra estrutura de CT&I criada pela Portaria Nº 1.701, de 21 de dezembro de 2016, para implementar a Tríplice Hélice e apoiar na obtenção de Capacidades Militares Terrestres no domínio material é o Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA).

Na **figura 1**, a seguir, é possível visualizar como o SisDIA potencializa o SCTIEx, por ter abrangência nacional e ter como principal objetivo *promover a inovação, assumindo como pilares a Hélice Tríplice e a Inovação Aberta*.³ O SisDIA possui escritórios de ligação em: Brasília (Escritório Central), Campinas, Florianópolis, São Paulo/São José dos Campos, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Porto Alegre e Fortaleza. Possui, ainda, oficiais de ligação nos 8 (oito) Comandos Militares de Área: Comando Militar da Amazônia, Comando Militar do Leste, Comando Militar do Nordeste, Comando Militar do Norte, Comando Militar do Oeste, Comando Militar do Planalto, Comando Militar do Sul, Comando Militar do Sudeste; na 6ª Região Militar, em Salvador (BA); na 3ª Divisão de Exército, em Santa Maria (RS); na 5ª Divisão de Exército, em Curitiba (PR); e nas seguintes

³ Para conhecer mais sobre o SisDIA, acesse: <https://sisdia.dct.eb.mil.br/sisdia>

Figura 1: Tríplice hélice no EB

Fonte: OKAMURA, 2022, p.10⁵

Organizações Militares (OM): Estado-Maior do Exército (EME), Comando de Operações Terrestres (COTER), Comando Logístico (COLOG), Departamento de Engenharia e Construção (DEC), Departamento Geral do Pessoal (DGP), Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX) e Secretaria de Economia e Finanças (SEF).

O SisDIA fomenta ações, oferece recursos humanos e capacitação, realiza prospecção tecnológica e se posiciona como potencial comprador de sistemas e produtos desenvolvidos pelos diversos atores nacionais da Hélice Tríplice, atuando de forma local, regional e nacional. Em nível nacional, por exemplo, o SisDIA vem se articulando politicamente ao MD, na área de tecnologias quânticas para Defesa, por meio de solicitação para a indicação de pesquisadores relacionados ao tema, levantamento de pesquisadores por intermédio de rede de contatos, criação de grupo para discussões sobre o futuro nacional em tecnologias quânticas e de tratativas iniciais para a proposta de projeto de tecnologias

quânticas para a Defesa⁴.

Diante da quantidade cada vez maior de Forças Armadas, no mundo, buscando o domínio da tecnologia quântica, como Estados Unidos (EUA), Reino Unido, China, Espanha, França, entre outros, o domínio da tecnologia quântica, no Brasil, é fundamental para dar vantagem operacional, tática ou estratégica à Força Terrestre e agregar valor ao Poder de Combate do Exército Brasileiro. O sucesso dessa organização nos teatros de operações militares não será possível, nestes novos tempos de incertezas, sem a reestruturação do modelo de gestão de pessoal que resolva os problemas decorrentes da rotatividade de pessoal militar de carreira e sem o aumento de pessoal civil altamente qualificado na área de CT&I na Força.

⁴ Apresentação realizada pelo General de Divisão R1 Angelo Kawakami Okamura, Chefe Escritório Central do SisDIA de Inovação, a esta autora no Quartel General do Exército, no dia 07 de julho de 2022.

⁵ Idem à nota 4.

A computação quântica é uma das linhas de pesquisa aplicáveis a futuros projetos de desenvolvimento de médio prazo (2024-2031) do EB, de acordo com o Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2020-2023. O Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) é o Órgão de Direção Setorial do Comando do Exército responsável pelo domínio dessa tecnologia e, conforme o PEEx 2020-2023, pretende aplicar a computação quântica na Computação de Alto Desempenho (*HPC*, sigla em inglês) (BRASIL, 2019, p.56)

A ciência quântica⁶ estuda o desenvolvimento de algoritmos e *softwares*, baseados em informações processadas por sistemas quânticos, como átomos, partículas subatômicas e fótons. A computação quântica faz uso de propriedades da mecânica quântica, como sobreposição e interferência, e se enquadra no contexto da teoria da complexidade com significativos transbordamentos para diversas áreas, como Criptografia, Cibernética, Inteligência Artificial (IA), HPC, Sistemas Distribuídos, Biomedicina e Novos Medicamentos, Sensoriamento Remoto, Modelagem Financeira, Meteorologia, Otimização de processos da cadeia produtiva e logística, entre outros.⁷

⁶ A teoria da computação quântica teve início na década de 1980, quando Richard Feynman sugeriu um novo modelo computacional para explorar efeitos da mecânica quântica para observar um sistema quântico de partículas. Somente no início da década de 1990, essa teoria ganhou maior repercussão na comunidade científica, quando o algoritmo quântico *Shor* demonstrou capacidade de superar o modelo computacional clássico de Turing. Esse novo algoritmo impulsionou tanto a busca por novos algoritmos criptográficos alternativos e algoritmos quânticos quanto a pesquisa aplicada, sobretudo, o desenvolvimento de computadores quânticos. Computadores clássicos operam com memória em bits. Cada bit armazena “1” ou “0” de informação. Já computadores quânticos operam com um conjunto de *qubits* e cada *qubit* armazena “1” ou “0” ou uma sobreposição de “1” ou “0” de informação. Computadores quânticos manipulam esses *qubits*.

⁷ No final da década 1990, os primeiros computadores quânticos, baseados em montagem térmica, foram construídos no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*MIT*, sigla em inglês). Em 2017, a empresa canadense *D-Wave* desenvolveu um computador híbrido denominado Orion com um processador quântico de 16 *qubits*, que também processa *bits* convencionais e, em 2017, essa mesma empresa lançou o 2000Q, modelo de computador quântico comercial com 2.000 *qubits*. Em 2019, a comunidade científica foi surpreendida com o *Sycamore*, *chip* quântico da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (*NASA*, sigla em inglês) com 54 *qubits*, capaz de solucionar

Existem diversos países que promulgaram políticas e estratégias nacionais de tecnologias quânticas, tais como Alemanha, Austrália, Canadá, China, Coreia do Sul, EUA, Índia, Israel, Japão, França, Países Baixos, Reino Unido, Rússia, Singapura, Taiwan e União Europeia.⁸ No Brasil, não existem políticas públicas nem estratégias nacionais voltadas para desenvolver a área quântica, mas existem diversos segmentos da sociedade brasileira promovendo eventos que propõem a elaboração de políticas públicas e estratégias nacionais, a fim de desenvolver e buscar o domínio da tecnologia quântica no território nacional. Em maio de 2021, o Instituto do Legislativo Paulista (ILP) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) promoveram a edição do Ciclo ILP-FAPESP de Ciência e Inovação denominado Tecnologias Quânticas Emergentes, a fim de debater as tecnologias quânticas emergentes e os esforços de pesquisa realizados no Brasil, e, particularmente, no Estado de São Paulo, para posicionar o país na corrida quântica mundial liderada por Estados Unidos, China e União Europeia (ARANTES, 2021, p.1).

Em 12 e 13 de maio de 2021, o Ministério da Defesa promoveu o Seminário de Tecnologias de Interesse da Defesa: Computação e Comunicação Quântica. A partir desse evento, o MD deu início ao processo de mapeamento de Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Ministério da Defesa (ICTMD)⁹, nichos tecnológicos, empresas de base tecnológica e

problemas complexos em minutos e prever possíveis mudanças na configuração de uma molécula de diazeno (H_2N_2), utilizando apenas 12 dos 54 *qubits* presentes no processador. Um computador clássico, utilizando um superprocessador, só é capaz de realizar esse feito em cerca de 10 mil anos. Dentre as empresas que estão na fronteira do desenvolvimento deste tipo de supercomputador, destacam-se a IBM, o Google e a Microsoft.

⁸ Compilação de estratégias e políticas nacionais realizada por representações diplomáticas brasileiras em 16 países que realizam pesquisa sobre o desenvolvimento de tecnologias quânticas nas áreas de suas jurisdições. É possível acessar este compilado em: <https://abc.org.br/wp-content/uploads/2021/08/Benchmarking-de-Políticas-de-Tecnologias-Quânticas.pdf>

⁹ Termo criado pela Portaria GM-MD N° 3.439, de 18 de agosto de 2021, que define que todas as Organizações Militares (OM) qualificadas ou reconhecidas pelas suas

laboratórios de pesquisa, utilizando ferramentas de *softwares* livres, para otimizar a centralização de projetos e a captura de fomentos à inovação em áreas tecnológicas consideradas prioritárias para a Defesa. Entre essas áreas, encontra-se a tecnologia quântica. Em fevereiro de 2022, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e a Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX), Organização Social Civil de Interesse Público (OSCIPI), lançaram juntas a *Rede MCTI SOFTEX de Tecnologias Quânticas Computacionais*, para fomentar o ecossistema brasileiro de computação quântica, integrando as ações do governo aos centros de pesquisas, universidades e empresas de base tecnológica e estimular a formação de pessoas, a realização de pesquisas aderentes a problemas complexos nacionais e a absorção da tecnologia quântica pelas empresas brasileiras.

Em maio de 2021, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia (SENAI CIMATEC)¹⁰, localizado na cidade de Salvador (BA), lançou, junto com a empresa francesa *Atos*, o *Latin America Quantum Computer Center (LAQCC)*, o primeiro centro dedicado à computação quântica aplicada ao setor empresarial brasileiro. O *LAQCC* conta com o *Quantum Learning Machine (QLM)*, simulador batizado de *CIMATEC Kuatomu*, desenvolvido pela *Atos*, que permite a criação de algoritmos quânticos de grande capacidade. O *CIMATEC Kuatomu* utiliza um *hardware* clássico de supercomputação que pode simular sistemas e algoritmos quânticos de até 35 *qubits*. Em abril de 2022, anunciou-se, publicamente, que o SENAI CIMATEC foi selecionado para coordenar a *Rede MCTI SOFTEX de Tecnologias Quânticas Computacionais*. A Rede tem a missão principal de formar, qualificar e empregar mão-de-obra qualificada

na área quântica. De acordo com o presidente da SOFTEX, Ruben Delgado:

É um mundo de oportunidades que se abre e a gente pode fazer uma chamada específica para esta área, de tecnologias quânticas, como foi feito com a inteligência artificial. A Rede é fundamental para sensibilizar o Governo mostrando as oportunidades que existem no mercado. (SENAI CIMATEC, 2022, p.1)

As ICTMD subordinadas ao EB que reúnem competências e capacidades para apoiar um programa brasileiro de computação quântica e podem desenvolver projetos de PD&I são o Centro de Desenvolvimento de Sistemas (CDS) e o Instituto Militar de Engenharia (IME). As ICTMD subordinadas ao EB que se beneficiariam diretamente com os transbordamentos da computação quântica em suas atividades seriam: Centro de Comunicações de Guerra Eletrônica do Exército (CCOMGEx), Centro de Defesa Cibernética (CDCIBER), Centro Integrado de Telemática do Exército (CITEEx), Centro de Instrução de Guerra Eletrônica (CIGE), Escola de Comunicações, 1º Batalhão de Guerra Eletrônica (1º BGE) e Companhia de Comando e Controle (Cia C2). Neste estudo, foram identificadas apenas duas empresas brasileiras de base tecnológica que podem oferecer serviços na área quântica, tanto para a Força Terrestre quanto para um possível programa nacional de tecnologias quânticas: a *Dobslit Serviços e Tecnologias Quânticas LTDA (DOBSLIT)* e o *Instituto Brazil Quantum*.¹¹ Porém, há outras empresas brasileiras de base tecnológica, que atuam nas áreas de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), HPC, Criptografia, IA, Internet das Coisas (IoT), gerações 5G e 6G de redes móveis, entre outras. No futuro, elas podem apoiar um programa nacional de computação quântica e desenvolver projetos de PD&I com ICTMD, ICT civis e empresas de diversos segmentos em território nacional.

Forças Armadas e pelo próprio MD como ICT passam a ser consideradas ICT do MD (ICTMD).

¹⁰O SENAI CIMATEC realiza estudos de impacto, *roadmaps* tecnológicos, investigações de algoritmos e projetos de pesquisa de PD&I na área quântica em parceria com centros de pesquisa localizados em todo o mundo.

Gestão de pessoas no planejamento estratégico do Exército Brasileiro na área de Computação Quântica...

¹¹Na tabela de nichos tecnológicos no Brasil de interesse das ICTMD, do primeiro ensaio científico desta linha de pesquisa 2022-2023, intitulado “Nichos em Inovação Disruptiva de Interesse da Defesa no Brasil: Oportunidades e Desafios”, ainda não haviam sido listadas as empresas de base tecnológica.

2.1 O projeto *Quantum Espanha*

Atualmente, diversos países estão buscando dominar a tecnologia quântica por meio da computação quântica. Entre eles, está a Espanha.

Em 2021, a União Europeia criou a Empresa Comum Europeia de Computação de Alto Desempenho (HPC) para desenvolver, implantar, estender e manter um serviço de supercomputação seguro e hiperconectado e um ecossistema de infraestrutura de dados na Europa. O objetivo principal do HPC é produzir de forma autônoma tecnologias e arquiteturas de computação quântica, integrando-as aos sistemas de computação HPC e disponibilizando-as aos usuários, para atender à crescente demanda da indústria e da academia europeia. Embora participe da iniciativa, a Espanha pretende, por meio de seu projeto *Quantum Espanha*, absorver as experiências e lições adquiridas no HPC e desenvolver seu próprio ecossistema de computação quântica, para limitar a dependência e manter o máximo grau possível de soberania tecnológica e econômica.

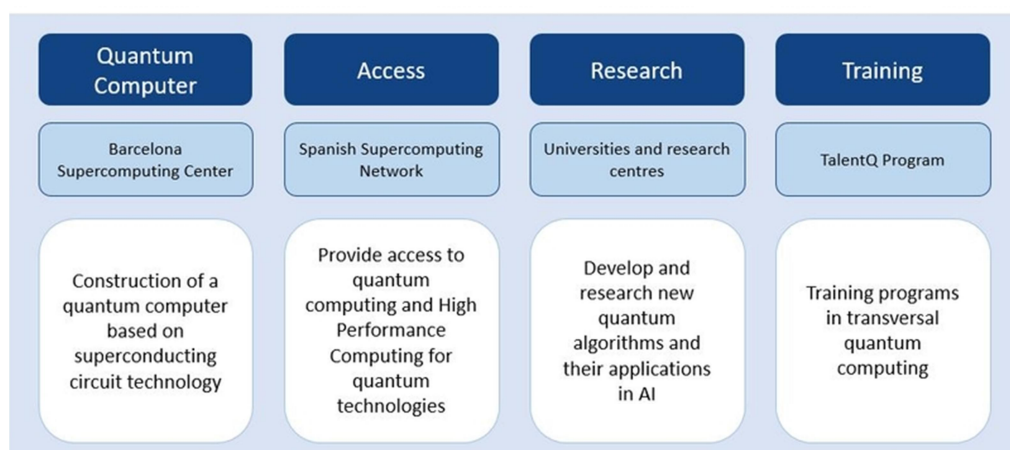
No âmbito do Plano de Recuperação, Transformação e Resiliência, da Estratégia Nacional de Inteligência Artificial (ENIA) e da Agenda Espanha Digital 2025, o *Quantum Espanha* é promovido pelo Ministério da Economia e Transformação Digital, por meio da Secretaria de Estado de Digitalização e Inteligência Artificial. Em outubro de 2021, o

Conselho de Ministros do governo espanhol aprovou a concessão de subvenção de 22 milhões de euros para promover o *Quantum Espanha*, com foco na criação de um ecossistema de computação quântica para acelerar a IA. Dentre os objetivos do projeto, encontram-se: desenvolver o computador quântico; desenvolver algoritmos quânticos úteis, aplicáveis a problemas reais de usuários, tanto empresas quanto entidades públicas; criar um sistema de acesso remoto na nuvem, para permitir que a indústria e o setor público experimentem novos algoritmos quânticos; e, implementar um programa de formação para aumentar as capacidades dos potenciais utilizadores da computação quântica e para que todos os nós da Rede Espanhola de Supercomputação (RES) sejam capazes de servir aos futuros utilizadores dessas tecnologias (BSC-CNS, 2021, p.2). Na **figura 2**, são apresentados mais detalhes das atividades do projeto desse ecossistema quântico.

Esse projeto teve início no *Barcelona Supercomputing Center* - Centro Nacional de Supercomputação (BSC-CNS) em primeiro de janeiro de 2022. O computador quântico será instalado na sede da BSC-CNS e será, progressivamente, equipado com *chips* de diferentes gerações e *qubits* baseados na tecnologia de circuitos supercondutores. O *hardware* do computador quântico está sendo construído em colaboração com empresas especializadas desse setor emergente. Nesse

Figura 2: *Quantum Spain*

National Quantum Ecosystem for Artificial Intelligence



Fonte: BSC-CNS

âmbito, o maior desafio do *BSC-CNS* tem sido a gestão de pessoal para atuar nos projetos de PD&I.

Do investimento total, 14,5 milhões de euros serão executados diretamente por entidades de RES para a realização do projeto, enquanto outros 7,5 milhões serão transferidos para entidades não pertencentes a essa infraestrutura por meio de subcontratação ou acordos. O orçamento econômico está dividido em três áreas de alto nível: a destinada ao *hardware*, destinada à criação do novo laboratório quântico e chips quânticos, terá a parte mais importante, com cerca de 10 milhões de euros; seguido por *software* quântico, com destaque para *Quantum Machine Learning*, ao qual serão dedicados 7 milhões; e a plataforma de acesso à nuvem para *hardware* quântico, que terá um orçamento de 5 milhões de euros. (QUANTUM SPAIN, 2021, p.2)

Participam do *Quantum Espanha* os 25 centros de pesquisa localizados em catorze comunidades autônomas espanholas, cuja maioria integra a RES, uma rede que atua como canalizadora de todas as entidades participantes do projeto. O *BSC-CNS* é o gestor dessa rede, sob a coordenação da Doutora Alba Cervera Lierta, responsável pela gestão da participação de todas as entidades do ecossistema.¹² Os centros de pesquisa e universidades¹³ componentes da

¹² A RES é uma Infraestrutura Científica e Técnica Singular (ICTS), criada em 2007 pelo Ministério de Ciência e Inovação espanhol, que interliga os 14 centros de pesquisa e universidades por meio de redes de alta velocidade. De acordo com informações da página oficial do *BSC-CNS* na Internet, tem como missão oferecer recursos e serviços de supercomputação e gestão de dados, para desenvolver projetos de PD&I, mediante convocações públicas altamente competitivas.

¹³ Centros de pesquisa e universidades que compõem a RES: *MareNostrum & MinoTauro*, do *BSC-CNS*; *LaPalma*, do Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC); *Altamira*, da Universidade de Cantabria; *Picasso*, da Universidade de Málaga (UMA); *Tirant*, da Universidade de Valência (UV); *Caesaraugusta*, do Instituto de Biocomputação e Física de Sistemas Complexos (BIFI), da Universidade de Zaragoza; *FinisTerra2*, da Fundação Pública Galega Centro Tecnológico de Supercomputação de Galícia (CESGA); *Pirineus II* e *Canigó*, do Consórcio de Serviços Universitários da Catalunha (CSUC); *Caléndula*, do Centro de Supercomputação de Castilla

RES estão destacados na **figura 3**, facilitando o acesso e o suporte aos usuários de computadores quânticos.¹⁴

Figura 3: RES



Fonte: RES

Além do *BSC-CNS* oferecer constantemente editais de convocação para contratação de pessoal para atuar nos projetos de PD&I, os centros de pesquisa e universidades espanholas também têm essa autonomia, além de estabelecer outras redes e disponibilizar *startups* de suas próprias incubadoras de base tecnológica para atuar na construção do computador quântico no âmbito do *Quantum Espanha*.¹⁵

O Ministério da Defesa (MD) e as Forças Armadas espanholas atuam como indutores e usuários dos conhecimentos desenvolvidos por todas as redes de pesquisa e empresas que atuam

y León (SCAYLE); Lusitania, do CénitS-COMPUTAEX; Cibeles, da Universidad Autónoma de Madrid (UAM); Urederra, da Nasertic (Navarra de Serviços e Tecnologias S.A.); Porto de Informação Científica (PIC) e Xula e Turgalum, do Centro de Pesquisas Energéticas, Meios ambientais e Tecnológicas (CIEMAT).

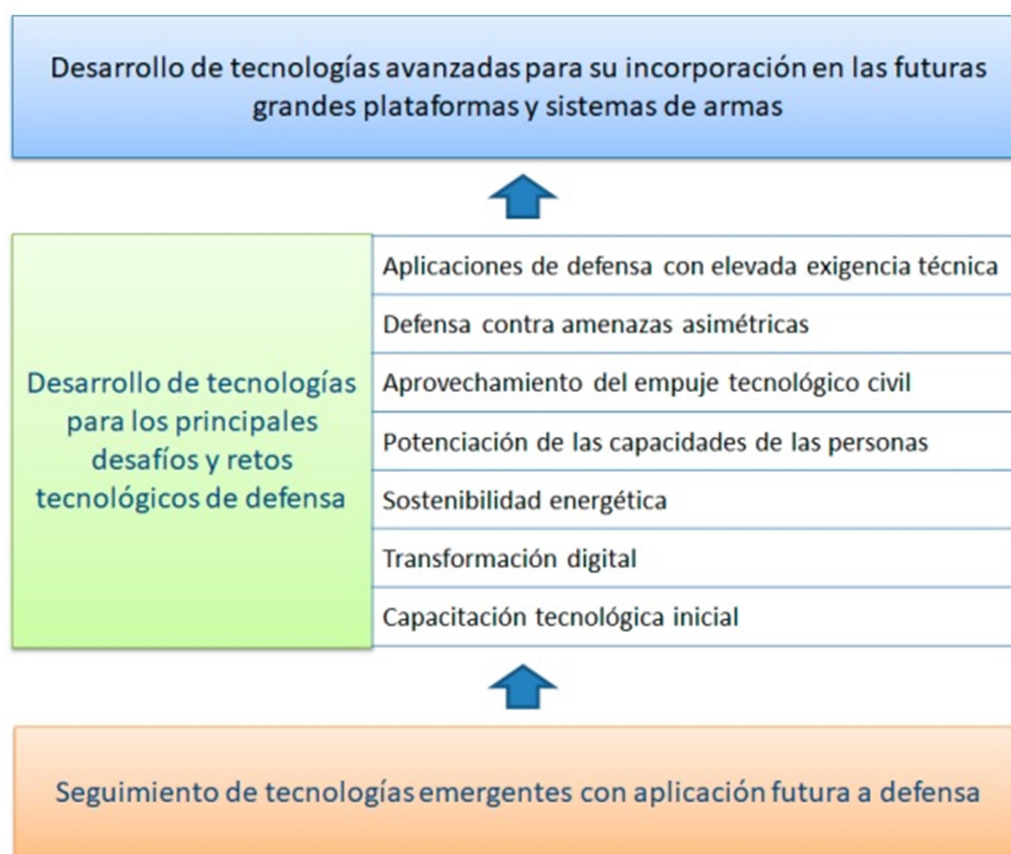
¹⁴ A RES é integrada pela Rede Acadêmica e de Pesquisa Espanhola (RedIRIS, sigla em espanhol), a qual conta com mais de 500 instituições afiliadas.

¹⁵ Exemplo dos avanços na academia para alavancar o projeto *Quantum Espanha* é a empresa *Qilimanjaro Quantum Tech SL*, *spin off* constituído a partir da fusão de conhecimentos desenvolvidos na parceria entre o Instituto de Física de Altas Energias (IFAE), Universidade de Barcelona e *BSC-CNS*. Esse *spin off* desenvolve processadores quânticos e serviços algorítmicos específicos de aplicativos escaláveis, em um prazo acelerado, para resolução de problemas computacionais complexos.

dentro e fora do *Quantum Espanha*.¹⁶ As políticas públicas e estratégias de CT&I em Defesa incentivam o MD espanhol a aproveitar o tecido tecnológico desenvolvido em ambiente civil e a atuar como multiplicador dos investimentos públicos em CT&I, evitando duplicidades e otimizando os recursos de gestão, uma vez que possibilitem que esses

investimentos se centrem em projetos de interesse das Forças Armadas (ESPANHA, 2020, p.23). Na **figura 4**, é possível entender como o aproveitamento do impulso tecnológico civil se encontra organizado entre os objetivos tecnológicos da Estratégia de Tecnologia e Inovação para a Defesa (ETID 2020).

Figura 4: Desenvolvimento de tecnologias avançadas para incorporação nas grandes plataformas e sistemas de armas



Fonte: ESPANHA, 2020, p.36

¹⁶ Em 2022, o Ministério da Defesa espanhol apoiou, oficialmente, a promoção de dois eventos acadêmicos na área quântica: o ciclo de conferências *Quantum Information in Spain ICE – 7*, organizado pela Rede de Informação e Tecnologias Quânticas em Espanha (RITCE), Universidade de Granada e o Instituto Carlos I de Física Teórica e Computacional (ic1) entre 23 e 27 de maio e o *Quantum Matter International Conference* (QUANTUMMatter 2022), organizado pela *The Phantoms Foundation*, *Institut Catala de Nanociencia I Nanotecnologia* (ICN2), *Fundación Donostia Centro Internacional de Física* (DIPC) e pelo Conselho Superior de Pesquisas Científicas (CSIC, sigla em espanhol) entre os dias 21 a 23 de junho.

A **Figura 5** demonstra os objetivos tecnológicos centrados no aproveitamento do impulso tecnológico civil: IA, Robótica, Materiais e Espaço.

O Sistema de Observação e Prospectiva Tecnológica (SOPT)¹⁷, criado em 2003 pela Direção Geral de Armamento e Material (DGAM) do Ministério da Defesa, tem as

¹⁷ Para conhecer mais o SOPT, acesse <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Presentacion/Paginas/SOPT.aspx>

Figura 5: Objetivos tecnológicos centrados no aproveitamento do impulso civil

Ámbito específico de actuación	Objetivos tecnológicos
Aplicaciones de defensa con elevada exigencia tecnológica	Tecnologías de guiado y control de municiones
	Tecnologías electrónicas de altas prestaciones
	Soluciones de guerra electrónica adaptadas al ambiente electromagnético actual y futuro
	Comunicaciones militares en entornos complejos
	Soluciones para ciberoperaciones
Defensa contra amenazas asimétricas	Sistemas avanzados de detección de IED terrestres
	Sistemas anti-RPAS
	Control de la amenaza NRBC
Aprovechamiento del empuje tecnológico civil	IA - Análisis automático e inteligente de grandes volúmenes de datos de sensores
	IA - Tecnologías para el mantenimiento predictivo de plataformas de defensa
	IA - Análisis inteligente de múltiples fuentes de información para apoyo a la decisión
	Robótica - Plataformas terrestres no tripuladas para misiones de defensa
	Robótica - Vehículos submarinos y de superficie no tripulados para misiones de defensa
	Robótica - Aplicaciones innovadoras de los RPAS en defensa
	Materiales - Protección pasiva de plataformas y combatiente
	Materiales - Reducción de firma en plataformas y combatiente
	Espacio - Uso de pequeños satélites y pseudosatélites en aplicaciones de defensa
Potenciación de las capacidades de las personas	Tecnologías para el combatiente a pie
	Exoesqueletos para misiones de defensa
	Adiestramiento avanzado mediante simulación
Sostenibilidad energética	Generación de energía y eficiencia energética en bases e infraestructuras aisladas
	Nuevas formas de propulsión para plataformas tripuladas y sistemas no tripulados
Transformación digital	Tecnologías 4.0 para la transformación digital del Departamento
Capacitación tecnológica inicial	Tecnologías para el desarrollo de armas láser de alta potencia
	Tecnologías para armas de energía dirigida de RF
	Sistemas de energía para aplicaciones de defensa que requieran altos pulsos de potencia eléctrica
	Tecnologías de detección para el desarrollo de sistemas de protección activa

Fonte: ESPANHA, 2020, p.39

seguintes missões: assessorar o planejamento estratégico das atividades de P&D de curto, médio e longo prazo, assessorar o processo de obtenção de sistemas com alto conteúdo tecnológico e atuar como depositário do conhecimento tecnológico corporativo. A Subdireção Geral de Planejamento, Tecnologia e Inovação (SDG PLATIN) da DGAM gerencia o SOPT. Esse Sistema é constituído por um conjunto de Observatórios Tecnológicos (OT), os quais abrangem, cada um, uma área tecnológica específica de interesse da Defesa. Por meio do acompanhamento de tendências mapeadas pelos observatórios, o MD espanhol elabora convocações específicas em editais para aproveitar tecnologias de caráter civil e incorporar soluções tecnológicas inovadoras

de interesse da Defesa, no âmbito do Programa denominado *Cooperación en Investigación Científica y Desarrollo en Tecnologías Estratégicas (COINCIDENTE)*¹⁸. Diante do ineditismo do *Quantum Espanha*, o MD espanhol pode, em futuras convocações por editais, selecionar projetos no âmbito do *COINCIDENTE* na área quântica, para alavancar projetos de PD&I de interesse da Defesa com aplicações nas áreas de IA, Robótica, Materiais e Espaço. Cabe destacar o projeto liderado pela empresa espanhola *Sateliot*¹⁹ que está em andamento

¹⁸ Para conhecer mais a COINCIDENTE, acesse <https://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/es-es/Presentacion/ImasD/Paginas/Coincidente.aspx>

¹⁹ Fundação i2Cat, Open Cosmos, Thales Alenia Space, Alén Space, Aicox, Ministerio de Defensa, Centro de Pesquisa de Ciências Fotônicas (ICFO), entre outras, também participam

com recursos aportados em mais de 176 milhões de euros do Ministério da Indústria espanhol, no âmbito do Programa de Promoção da Competitividade Industrial e Sustentabilidade, para posicionar a Espanha como referência mundial em constelações 5G, IoT e comunicações globais seguras. Essa rede de 96 nanossatélites promete conectar elementos IoT no padrão 5G, compatível com mais de 70 operadoras móveis, e garantir comunicação segura, ao introduzir dispositivo de criptografia, por meio de *Quantum Key Distribution* (QKD) (EL ESPAÑOL, 2021, pp. 1-2). Esse projeto atende ao objetivo tecnológico da ETID 2020, na área espacial de uso de pequenos satélites e pseudosatélites,²⁰ em aplicações de Defesa e uma versão de encriptação quântica da constelação de nanossatélites de baixa órbita 5G, IoT e QKD está sendo desenvolvida em parceria com o MD espanhol.

3. Oportunidades na gestão de pessoas para o EB desenvolver a área da computação quântica

A hipótese principal deste estudo é que a melhor gestão de pessoal, com a inclusão de civis no âmbito do planejamento estratégico, pode oferecer soluções alternativas aos problemas decorrentes da rotatividade de militares que atuam em projetos e programas estratégicos de CT&I do EB. Não existem políticas públicas nem estratégias nacionais em tecnologias quânticas no Brasil. No entanto, além de amplo debate na academia e em setores governamentais, há uma massa crítica de recursos humanos brasileiros na área de computação quântica registrada, por exemplo, no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ).

Em simples consulta parametrizada, destacando os termos “computação quântica”, conforme **tabela 1**, na página seguinte, o

buscador do Diretório de Grupos do CNPQ encontrou 45 grupos de pesquisa vinculados a centros de pesquisa e universidades distribuídos em todo País.

Esses dados revelam que há uma grande concentração de grupos de pesquisadores na área de computação quântica localizada nas regiões Nordeste e Sudeste. Cada grupo de pesquisa pode possuir uma ou diversas linhas de pesquisa e os recursos humanos podem ser subdivididos em pesquisadores, estudantes²¹, técnicos e colaboradores estrangeiros. Optou-se, neste estudo, por uma ferramenta mais simplificada e mais conhecida pela comunidade científica brasileira, para melhor dimensionar o fator humano concentrado especificamente nos termos “computação quântica” em centros de pesquisa e universidades brasileiras. Outros termos também podem ser destacados no buscador do Diretório, como “física quântica”, “algoritmos quânticos”, “*qubits*” entre outros. Ao ampliar ou refinar a busca, empregando esses termos, na pesquisa no Diretório de Grupos do CNPQ, é possível encontrar muitos outros grupos de pesquisa. Existem diversas ferramentas para identificar e mapear redes, pesquisadores e publicações no Brasil, como *VOSviewer*, *Web Science*, *EndNote Web*, *Patent Inspiration*, *ResearcherID*, *Scopus I*, *Google Scholar*, *rOpen Sci*, entre outras.

Apresentam-se, neste estudo, três propostas como alternativa à rotatividade de militares na área de CT&I no EB: (1) modelo Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (*DARPA*, sigla em inglês);²² (2) criação de empresa modelo Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL); e (3) integração do SisDIA a ecossistemas internacionais de computação quântica com foco em Defesa.

do projeto. Para conhecer mais, acesse: <https://sateliot.space/en/overview/>.

²⁰ Também conhecidos como pseudólitos. São substitutos terrestres, usados quando os sinais de satélites ‘reais’ não estão disponíveis. Podem fornecer informações precisas de posicionamento em locais onde as soluções convencionais falham.

²¹ Em nível *stricto sensu*, no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPQ, os estudantes podem ser enquadrados como pesquisadores de mestrado ou doutorado.

²² Além da DARPA, a NASA e o Instituto Nacional de Saúde (NIH, sigla em inglês) do Departamento de Energia e o Departamento de Saúde também utilizam este modelo de contratação.

Tabela 1: Grupos de pesquisa de Computação Quântica

Região	Centros de pesquisa e universidades	Quantidade
Centro Oeste	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	1
Norte	Universidade Federal do Pará (UFPA)	1
Nordeste	Universidade Federal do Cariri (UFCA), Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte (UFRN), Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF-Sertão PE), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), CESAR ²³ e Universidade Federal de Alagoas (UFAL)	16
Sudeste	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Universidade FUMEC, Centro Federal de Educação Tecnológica Do Rio de Janeiro CEFET/RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	17
Sul	Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)	10
Total de Grupos no Diretório do CNPQ		45

Fonte: elaborada pela autora a partir de informações coletadas no Diretório de Grupos do CNPQ

3.1 Modelo **DARPA**

Fundada em 1958, em meio à Guerra Fria, a DARPA busca por mudança transformacional em vez de avanços incrementais, a partir do desenvolvimento de inovações para evitar surpresas tecnológicas de adversários em potencial.²⁴ A DARPA

compreende cerca de 220 servidores públicos, em seis escritórios técnicos, e cerca de 100 gerentes de programas, que, juntos, supervisionam cerca de 250 programas de P&D. Por meio da Gestão do Conhecimento, a DARPA identifica, recruta e apoia pesquisadores e gerentes de programas de excelência, ou seja, indivíduos extraordinários que estão no topo de suas áreas na academia, na indústria ou em agências governamentais por períodos limitados, geralmente, entre três e cinco anos.²⁵ As propostas de projeto

²³ Para conhecer mais sobre o centro de inovação, acessar: <https://www.cesar.org.br/quem-somos>

²⁴ Opera modelo clássico de desenvolvimento tecnológico que começa com a pesquisa básica, a partir de um princípio ou fenômeno, e transforma conceitos revolucionários e até mesmo impossibilidades aparentes em capacidades práticas, resultando no desenvolvimento de capacidades militares revolucionárias.

²⁵ É o tempo necessário que a DARPA julga necessário para a pesquisa alcançar o sucesso e possível inserção mercadológica.

identificadas para negociação com a DARPA podem ser do tipo contrato de aquisição, acordo de cooperação ou Outras Transações (OT). Empresas, universidades e pesquisadores interessados em acordos contratuais inovadores e comerciais se enquadram na modalidade OT. Por essa modalidade não ser considerada um instrumento de aquisição, não está sujeita a regulamentos de aquisição, como os da *Federal Acquisition Regulation (FAR)* e o da *Defense Federal Acquisition Regulation Supplement (DFARS)*, que envolvem taxações. Contratos do tipo OT envolvem, por exemplo: (a) competição entre os fornecedores; (b) requisitos baseados em custos; e (c) alocação dos direitos de propriedade intelectual, entre outros. (RAUEN, 2017, p. 421). Existem dois tipos de OT: Acordos de Investimento em Tecnologia (TIA) e Protótipos. *Os TIA são normalmente usados quando o objetivo principal do acordo é realizar um esforço de pesquisa, mesmo que seja necessário criar itens para testar a credibilidade da pesquisa.*

TIA são instrumentos de assistência usados para estimular ou apoiar pesquisas destinadas a reduzir as barreiras à participação de empresas comerciais em pesquisas de defesa, para dar ao DoD [Departamento de Defesa] acesso à tecnologia e base industrial mais ampla possível; (b) promover novas relações entre os executores dos setores de defesa e comercial dessa base tecnológica e industrial; e (c) estimular os executores a desenvolver, usar e disseminar melhores práticas de desempenho e contratação. Por uma questão de política do DoD, um TIA só pode ser concedido quando uma ou mais empresas com fins lucrativos estiverem envolvidas no: (1) desempenho do projeto de pesquisa; ou (2) a aplicação comercial dos resultados da pesquisa (ou seja, parceiro de transição comercial). Além disso, a lei exige que, na medida do possível, as partes não governamentais que realizam um projeto de pesquisa no âmbito de um TIA forneçam pelo menos metade dos custos do projeto. (Tradução nossa) ²⁶

²⁶ Para conhecer mais sobre esta modalidade acesse <https://www.darpa.mil/work-with-us/contract-management#OtherTransactions>.

OT para protótipos são concedidas aos proponentes que apresentem protótipos que melhorem a eficácia da missão do combatente e as plataformas, sistemas, componentes ou materiais de apoio que podem ser adquiridos ou desenvolvidos pelo DoD ou empregados pelas Forças Armadas dos EUA. OT para protótipos exigem que haja no desenvolvimento do projeto ao menos um contratado de defesa não tradicional²⁷ envolvido, ou todos os participantes significativos na transação devem ser de pequenas empresas ou contratados de defesa não tradicionais. Uma das principais vantagens desse tipo de OT é que a DARPA oferece à pessoa física ou jurídica contratada a possibilidade de negociação aberta em muitos termos e condições de contrato. No entanto, embora a DARPA não seja obrigada a incluir as cláusulas tradicionais nesses acordos (FAR e DFARS), é livre para negociar disposições que sejam mutuamente aceitáveis tanto para o Governo quanto para a organização que celebra a OT.²⁸

3.2 Modelo AMAZUL

A estatal Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL) foi constituída em 2013 com o objetivo de absorver, promover, desenvolver, transferir e manter atividades sensíveis às atividades do Programa Nuclear da Marinha (PNM), do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB). Uma das principais vantagens competitivas da criação da AMAZUL é a flexibilidade, à medida que essa estatal pode executar projetos na área nuclear e de desenvolvimento de submarinos, pode estabelecer escritórios, dependências e filiais em outras unidades da federação e no exterior, participar minoritariamente de

²⁷ Contratado de defesa não tradicional é a entidade que não está executando ou não executou qualquer contrato com o DoD em período recente.

²⁸ A DARPA divulga as oportunidades de financiamento à pesquisa por meio de contrato publicando convocações públicas em Anúncios de Agência Ampla (BAAs) em cada um dos seus seis escritórios tecnológicos. Em virtude dos riscos associados à rotatividade de militares de carreira, o EB pode operar o modelo de contratação de da DARPA para que os projetos de CT&I da Força Terrestre não sofram descontinuação ou paralisação.

empresas privadas e empreendimentos para a consecução de seu objeto social, ser contratada pela administração pública com a dispensa de licitação e contratar pessoal na modalidade de concurso público e de tempo determinado.²⁹

A AMAZUL herdou 1.048 empregados da área nuclear da EMGEPRON. Um dos objetivos da estatal é conter a evasão de recursos humanos do setor nuclear civil e militar. Duas estratégias foram criadas pela AMAZUL para sanar o problema desta evasão: criou o Plano de Cargos, Remuneração e Salários (PCRC), nivelando o salário do empregado ao do mercado de trabalho, e criou um plano de carreira. (CORRÊA, 2018, p.116)

O pessoal civil de CT&I contratado pela AMAZUL é alocado em Unidades Operacionais (UO) para atuar em projetos, em instalações onde são conduzidas atividades do PNM, do PROSUB e do PNB. A fim de reduzir os efeitos da rotatividade da carreira militar, semelhante à Marinha do Brasil, o EB pode fomentar junto ao Governo a criação de uma estatal para contratar pessoal civil qualificado em condições de competição no mercado de trabalho, para alavancar projetos de PD&I de programas disruptivos conduzidos na Força Terrestre.

3.3 Integração do SisDIA

O SisDIA pode atuar, no nível estratégico, promovendo a inovação no âmbito da Hélice Tríplice e da inovação aberta também de forma internacional. O SisDIA pode contribuir com a identificação, apoio e potencialização de Arranjos Produtivos Locais (APL), identificar parceiros para recebimento de tecnologias (transferidas ou adquiridas), realizar reuniões, seminários e visitas técnicas, identificar oportunidades, demandar estudos prospectivos estratégicos e tecnológicos e atuar politicamente junto a ecossistemas internacionais de tecnologias disruptivas. Neste estudo, foi explorado o caso do projeto *Quantum Espanha*. Diversos outros países têm empreendido iniciativas

para desenvolver nacionalmente ecossistemas quânticos. Em nenhum desses países, setores de Defesa conseguiram ser executores de programa nacional de tecnologias quânticas. Mas, na maioria deles, setores de Defesa são indutores do desenvolvimento e usuários das tecnologias quânticas. Entender como esses setores de Defesa têm aproveitado o impulso tecnológico civil em ecossistemas de tecnologias quânticas pode contribuir, significativamente, na atuação política do SisDIA, junto ao MCTI, para a criação de um programa nacional de tecnologias quânticas e alavancar os projetos de OM de CT&I do EB na área de computação quântica.

Conforme a **tabela 2**, o EB pode empregar o SisDIA para se integrar e explorar modelos de ecossistemas internacionais de tecnologias quânticas: (1) absorvendo experiências e lições aprendidas em ecossistemas internacionais de computação quântica; (2) potencializando nichos tecnológicos, empresas, incubadoras, parques e polos tecnológicos nacionais; (3) fomentando a criação de *hubs* de inovação nas universidades e em parques tecnológicos; (4) integrando pesquisadores civis e militares do EB em redes internacionais de computação quântica; (5) submetendo projetos de PD&I de ICTMD a financiamento de entidades internacionais de fomento à inovação quântica, como possíveis convocações internacionais do EuroHPC e do Horizonte Europa da Comissão Europeia; (6) fomentando a criação de consórcios, *clusters* de empresas de base tecnológica e SPE, mantendo uma *golden share* vinculada ao EB; e (7) empregando os escritórios e oficiais de ligação do SisDIA para promover maior articulação junto à *Rede MCTI SOFTEX de Tecnologias Quânticas Computacionais* na seleção, recrutamento, manutenção e, sobretudo, na contenção da evasão de recursos humanos de áreas estratégicas para o País.³⁰

²⁹ Para conhecer mais sobre a AMAZUL, acesse: <https://www.amazul.mar.mil.br>

³⁰ O Centro de Inteligência do Exército (CIE) teria papel fundamental neste processo de contenção da evasão de cérebros na área quântica no País junto do SisDIA.

Tabela 2: Atuação do SisDIA em diversos níveis

Nível local	Nível regional	Nível nacional	Nível internacional
Nível operativo, que executa os projetos do Exército e/ou contribui com os Arranjos Produtivos Locais (APL).	Nível estratégico operacional, que estimula as potencialidades regionais das hélices industrial e acadêmica.	Nível estratégico, no qual se concentram os esforços relativos aos setores da hélice governamental.	Nível estratégico, absorvendo experiências e lições aprendidas em ecossistemas quânticos internacionais.
Participação: EB, indústrias, universidades, polos de C&T, incubadoras de empresas, APL	Participação: EB, Federações das Indústrias, SENAI, universidades, órgãos de fomento.	Participação: EB, Ministérios, Confederação Nacional das Indústrias, órgãos de fomento.	Potencializando nichos tecnológicos nacionais, empresas de base tecnológica, parques e polos tecnológicos.
Atuação operativa	Atuação estratégico-operacional	Atuação política	Fomentando a criação de <i>hubs</i> de inovação em universidades.
Execução de projetos	Reuniões, seminários, visitas.	Reuniões, seminários, visitas	Integrando pesquisadores em redes e financiamentos internacionais.
Melhor caracterização da Hélice Tríplice	Realização de prospecções estratégica e tecnológica	Identificação de oportunidades	Fomentando a criação de consórcios, <i>clusters</i> de empresas de base tecnológica e Sociedades de Propósitos Específicos (SPE).
	Identificação e apoio aos possíveis APL		Empregando os escritórios e oficiais de ligação para promover maior articulação junto à Rede MCTI SOFTEX de Tecnologias Quânticas Computacionais.
	Identificação de parceiros para recebimento de tecnologia		

Fonte: adaptado do SisDIA³¹

4. Conclusão

No âmbito da gestão estratégica na Defesa, dificilmente, haverá sucesso no desenvolvimento de projetos de PD&I e no domínio de tecnologias emergentes e disruptivas, tanto pelo EB quanto pelo País, sem a reestruturação do modelo de gestão de pessoas com foco na contratação de pessoal civil.

O PEEEx 2020-2023 citou diversas atividades que a Força Terrestre pretende implantar para cumprir o objetivo de fortalecer a sua dimensão humana. Além das atividades previstas nesse Plano, a fim de alcançar o domínio tecnológico, o EB precisa absorver pessoal civil qualificado se quiser desenvolver com esforços continuados projetos de PD&I e dominar a tecnologia da computação quântica. Indubitavelmente, assim como na Era do Conhecimento se reconhece que a excelência intelectual da organização depende da soma de talentos individuais, deve ser reconhecido pela Força Terrestre também que não há vitória na guerra, quando seu efetivo militar qualificado não permanece na sua OM, sobretudo, na área de CT&I. Conforme destacado, no caso espanhol, a tecnologia quântica só pode ser dominada se a gestão estratégica envolver a gestão de pessoas. A soma dos talentos individuais do pessoal qualificado vai contribuir significativamente com o sucesso do EB em cenários de guerra e não guerra na área de computação quântica.

Dificilmente, mesmo reestruturando a gestão de pessoal com foco na contratação de civis no planejamento estratégico, o EB poderia desenvolver um ecossistema quântico exclusivamente focado na Defesa; no entanto, o EB reúne competências e capacidades para apoiar o MCTI a conduzir um programa nacional de tecnologias quânticas, com foco no desenvolvimento de um computador quântico de caráter multiusuário. Há ICTMD subordinadas ao EB que serão usuárias dos serviços prestados por um futuro computador quântico, como CCOMGEx, CDCIBER,

CITEx, CIGE, Escola de Comunicações, 1º BGE e Cia C2. Da mesma forma, há ICTMD subordinadas ao EB, como o CDS e o IME, que podem contribuir na construção de um futuro computador quântico, desenvolvendo projetos de PD&I no segmento quântico. O EB pode contribuir com o MCTI e o MD na elaboração de políticas públicas e estratégias nacionais que atendam demandas de segmentos civis e militares na área quântica. Existem OM de C&T no EB que não são reconhecidas como ICTMD. Embora haja um pleito interno dos quadros militares, para que o efetivo de C&T não sofra com a rotatividade, todos os militares dessas OM estão sujeitos tempestivamente à transferência, como um processo natural da carreira. Nesse sentido, projetos de PD&I podem sofrer alterações, atrasos ou ser descontinuados.

Neste estudo, foram apresentadas três propostas para reestruturar o modelo de seleção, recrutamento, manutenção e contenção de pessoal civil qualificado, para atuar em atividades e projetos de programas de CT&I conduzidos na Força Terrestre. Certamente, uma melhor gestão estratégica com ênfase em recursos humanos civis qualificados pode reduzir os problemas decorrentes da rotatividade de militares de carreira, na execução de atividades e em projetos e programas estratégicos de CT&I conduzidos na Força Terrestre. Independente da adoção das duas primeiras propostas apresentadas neste ensaio, a terceira proposta seria imperativa para o desenvolvimento da computação quântica no Exército Brasileiro.

Referências

[BRASIL] Manual de Fundamentos EB20-MF10.101 O Exército Brasileiro, 1ª Edição, 2014. Disponível em: <https://www.eb.mil.br/documents/10138/6563889/Manual+-+O+Ex%C3%A9rcito+Brasileiro/09a8b0d2-81d0-4a69-a6ea-0af9a53eaf45> Acesso em: 15 maio 22.

[BRASIL] Plano Estratégico do Exército 2020-2023. Exército Brasileiro, 2019. Disponível em: http://www.ceadex.eb.mil.br/images/legislacao/XI/plano_estrategico_do_exercito_2020-2023.pdf Acesso em: 15 maio 22.

[BRASIL] Portaria Nº 032-DCT, de 11 de setembro de 2012. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes

³¹ A atuação do SisDIA nos níveis local, regional e nacional foi reproduzida da página do SisDIA na Internet. O nível internacional foi elaborado pela autora.

/01_diretrizes/09_departamento_de_ciencia_e_tecnologia/port_n_032_dct_11set2012.html Acesso em: 15 maio 22.

[ESPANHA] *Estrategia de Tecnología e Innovación para la Defensa ETID. Dirección General de Armamento y Material*. Ministério da Defesa. 2020. Disponível em: https://publicaciones.defensa.gob.es/media/downloadable/files/links/e/t/etid_estrategia_de_tecnologia_e_innovacion_para_la_defensa_2020.pdf Acesso em: 15 maio 22.

ARANTES, José Tadeu. Especialistas debatem as tecnologias quânticas emergentes e os estudos em andamento no Brasil. Agência FAPESP, 07 de maio de 2021. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/especialistas-debatem-as-tecnologias-quanticas-emergentes-e-os-estudos-em-andamento-no-brasil/35810/> Acesso em: 15 maio 22.

Arranca Quantum Spain, el ecosistema nacional de computación cuántica. Quantum Spain, primeiro de janeiro de 2022. Disponível em: <https://quantumspain-project.es/arranca-quantum-spain-el-ecosistema-nacional-de-computacion-cuantica/> Acesso em: 15 maio 22.

Call for 61xpression. of interest for hosting and operating the European quantum computers. Quantum Flagship, 06 de abril de 2022. Disponível em: <https://qt.eu/about-quantum-flagship/newsroom/call-host-operate-european-quantum-computers/> Acesso em: 15 maio 22.

CORRÊA, Fernanda das Graças. A evolução do desenvolvimento tecnológico na Marinha do Brasil no pós-Guerra Fria: o caso da Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. Revista Intellector. Ano XIII, Volume XV, Nº 29, Janeiro/ Junho de 2018. Disponível em: <http://www.revistaintellector.cenagri.org.br/index.php/intellector/article/view/178/127> Acesso em: 15 maio 22.

CORRÊA, Fernanda das Graças. Prospecção Tecnológica em Defesa e o Futuro da Guerra. Revista Análise Estratégica. Vol 18 (4) Set/ Nov 2020. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/CEEEExAE/article/view/7013/6052> Acesso em: 15 maio 22.

DAY, George S. SCHOEMAKER, Paul J. H. GUNTHER, Robert E. (ORG) Gestão de tecnologias emergentes: a visão da Wharton School. Porto Alegre: Artmed Editora, 2010.

El Gobierno impulsa la creación del primer ecosistema de computación cuántica del sur de Europa. Quantum Spain, 26 de outubro de 2021. Disponível em: <https://quantumspain-project.es/el-gobierno-impulsa-la-creacion-del-primer-ecosistema-de-computacion-cuantica-del-sur-de-europa/>

FARIAS, Josivania Silva Farias. SENNA, Eliane Bruna Oliveira dos Santos. Alinhamento da Gestão de Pessoas à Estratégia Organizacional. V Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (EGEPE). 2008. Disponível em: https://anegepe.org.br/wp-content/uploads/2021/09/17_trabalho.pdf Acesso em: 15 maio 22.

FERREIRA, Júlio César dos Santos Faial. NUNES, Thiago Soares. Gestão de Pessoas no serviço de saúde militar nas Forças Armadas Angolanas. Revista Carreira & Pessoas. Vol. 11, Nº 3, set./dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/ReCaPe/article/view/48227> Acesso em: 15 maio 22.

La constelación de satélites españoles con cifrado cuántico para blindar a Defensa. El Español, 15 maio 2021. Disponível em: https://www.elespanol.com/omicrofono/tecnologia/20210515/constelacion-satelites-espanoles-cifrado-cuantico-blindar-defensa/581193099_0.html Acesso em: 15 maio 22.

Nace Qilimanjaro Quantum Tech, la spin-off de la UB, el BSC y el IFAE pionera en computación cuántica en Europa. IFAE, 29 de julho de 2020. Disponível em: <https://www.ifae.es/es/news/2020/07/29/nace-qilimanjaro-quantum-tech-la-spin-off-de-la-ub-el-bsc-y-el-iafe-pionera-en-computacion-cuantica-en-europa/> Acesso em: 15 maio 22.

RAUEN, André Tortato. (Org) Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/20170705_politicas_de_inovacao.pdf Acesso em: 15 maio 22.

Rede Nacional de Tecnologias Quânticas Computacionais abre os trabalhos na Bahia. SENAI CIMATEC, 13 de abril de 2022. Disponível em: <https://www.senaicimatec.com.br/noticias/rede-nacional-de-tecnologias-quanticas-computacionais-abre-os-trabalhos-na-bahia/>

Sateliot prepara con Defensa su constelación de nanosatélites. Redes Telecom, 04 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.redestelecom.es/comunicaciones/noticias/1125442000303/sateliot-prepara-defensa-constelacion-de-nanosatelites.1.html> Acesso em: 15 maio 22.

Sateliot+Spanish Ministry Of Defense Involved In IoT Smallsat Constellation Project. SATNEWS, 16 de maio de 2021. Disponível em: <https://news.satnews.com/2021/05/16/sateliot-spanish-ministry-of-defense-involved-in-iot-smallsat-constellation-project/> Acesso em: 15 maio 22.