

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

RAFAEL MAGALHÃES MAHFOND, Maj Int

**Influência da Gestão do Conhecimento no processo de inovação tecnológica nas
Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT) da Força Aérea Brasileira**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado
como requisito parcial para aprovação no
Curso de Comando e Estado-Maior da Escola
de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica.
Linha de Pesquisa: Poder Aeroespacial.
Orientador: Cel Esp Fot R1 Marcelo **Viegas** Neves.

Rio de Janeiro
2025

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar de que forma a Gestão do Conhecimento (GC) influencia o processo de inovação tecnológica nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) da Força Aérea Brasileira (FAB). Para tanto, foi adotada uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com procedimentos bibliográficos e documentais. A pesquisa fundamentou-se nos modelos SECI e Tríplice Hélice para construir um referencial teórico robusto e contextualizado, a partir do qual foram analisadas as relações entre os modos de conversão do conhecimento e as etapas funcionais da inovação no contexto das ICT. As ações metodológicas incluíram revisão de obras clássicas, documentos institucionais, legislação vigente e normas técnicas da FAB, além da construção de matrizes analíticas e quadros comparativos. Como resultado, identificou-se a correspondência entre as quatro conversões do modelo SECI e as sete etapas inferidas do processo de inovação nas ICT da FAB. Verificou-se que a GC estrutura e potencializa a criação, disseminação, sistematização e aplicação do conhecimento, promovendo a geração de soluções tecnológicas alinhadas às diretrizes do Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER). A pesquisa concluiu que a GC exerce influência direta e positiva no ciclo inovador das ICT, sendo fator estratégico para transformar conhecimento em valor tecnológico, garantindo maior coerência institucional, continuidade de saberes e soberania organizacional em ambientes VUCA-BANI. Como contribuições, o estudo oferece uma estrutura analítica replicável que pode orientar gestores na formulação de políticas de GC e inovação no âmbito da FAB. Foram apontadas como limitações a ausência de dados empíricos sobre maturidade em GC e a não verificação prática dos impactos das inovações implementadas. Recomenda-se, para futuras pesquisas, a avaliação quantitativa do desempenho inovador das ICT e a análise da cultura organizacional voltada ao conhecimento.

Palavras-chave: gestão do conhecimento; inovação tecnológica; SECI; ICT da FAB.

ABSTRACT

This study aimed to analyze how Knowledge Management (KM) influences the process of technological innovation within the Scientific, Technological, and Innovation Institutions (ICT) of the Brazilian Air Force (FAB). A qualitative, applied research approach was adopted, using bibliographic and documentary procedures. The investigation was grounded in the SECI and Triple Helix models to build a robust and contextualized theoretical framework, which guided the analysis of the relationship between knowledge conversion modes and the functional stages of innovation within the ICT. Methodological actions included a review of classical works, institutional documents, current legislation, and FAB technical regulations, alongside the development of analytical matrices and comparative charts. The results identified a clear correspondence between the four SECI conversions and the seven inferred stages of the innovation process in FAB's ICT. It was verified that KM structures and enhances the creation, dissemination, systematization, and application of knowledge, enabling the development of technological solutions aligned with the Aeronautics Innovation System (SINAER) guidelines. The research concluded that KM exerts a direct and positive influence on the innovation cycle within the ICT, acting as a strategic factor in transforming knowledge into technological value, ensuring institutional coherence, continuity of expertise, and organizational sovereignty in VUCA-BANI environments. As contributions, the study proposes a replicable analytical framework to assist decision-makers in designing KM and innovation policies across FAB. The research limitations include the absence of empirical data on KM maturity and the lack of evaluation of practical impacts of implemented innovations. Future research should consider assessing the innovative performance of ICT and analyzing organizational culture oriented toward knowledge.

Keywords: *knowledge management; technological innovation; SECI; ICT of the Brazilian Air Force*

1 INTRODUÇÃO

Ao se observar as últimas décadas, constata-se o quanto o mundo ficou mais instável. Primeiro descrevemos essa realidade como VUCA (volátil, incerta, complexa e ambígua) expressão do inglês popularizada por militares norte-americanos no fim da Guerra Fria. Depois, ao passarmos pelo período da pandemia da Doença do Coronavírus (COVID-19), o cientista político e futurista Jamais Cascio (2020) nos lembrou de algo ainda mais inquietante: vivemos também em um ambiente frágil, ansioso, não linear e muitas vezes incompreensível, ou simplesmente BANI (Brittle, Anxious, Non-linear, Incomprehensible).

Essa dupla lente VUCA-BANI ajuda a entender por que as velhas alavancas de poder como carvão, aço e grandes linhas de montagem já não garantem mais vantagem estratégica. Hoje, a verdadeira riqueza mora nos ativos intangíveis: dados, informação, conhecimento e, sobretudo, na capacidade humana de aprender e reaprender continuamente conforme afirma Drucker (2011).

Não por acaso, os trabalhos nos campos da Geopolítica e Geoeconômica de Luttwak (1990) sustentam que a sobrevivência de qualquer Estado depende de mobilizar recursos estratégicos, fomentar inovação tecnológica e antecipar ameaças antes que elas se concretizem.

De forma complementar, sabemos, desde Schumpeter (2016), que a inovação funciona como destruição criadora, substituindo produtos, processos e até mentalidades. Tigre (2006) demonstrou que, no início do século XXI, o conhecimento passou a ser, ao mesmo tempo, matéria-prima e resultado do processo produtivo, viabilizando redes globais de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Nações que internalizaram essa lógica como Estados Unidos, Alemanha, Coreia do Sul, Israel entre outros colheram saltos de renda e autonomia decisória.

O Brasil, atento a essa transformação, incorporou a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) à Constituição de 1988 e consolidou-a na Estratégia Nacional de CT&I (ENCTI). A Diretriz propões a Tríplice Hélice, modelo que articula universidade, empresas e governo em prol da inovação, além de incentivos fiscais e fundos de fomento. Ainda assim, o país enfrenta gargalos: baixa intensidade em P&D, escassez de capital humano e falhas de governança conforme apontado por CNI (2018).

Um setor que se destaca quanto à essa realidade é o aeroespacial, pois é intrinsecamente dependente de conhecimento de ponta Santos (2004). Nessa ideia, a Concepção Estratégica Força Aérea 100 (DCA 11-45/2018) projeta uma Força Aérea Brasileira (FAB) capaz de dissuadir ameaças com tecnologias críticas (propulsão hipersônica, sistemas avançados de comando e controle, veículos lançadores e outras) cujo domínio interno reduz vulnerabilidades.

Para articular esforços, o Comando da Aeronáutica (COMAER) criou o Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER) via NSCA 80-1/2024, delegando ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) a coordenação e às Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação da FAB (ICT) a missão de transformar conhecimento em soluções.

Ainda no âmbito das legislações internas do SINAER, especificamente no que se refere à Gestão do Conhecimento (GC) orientada à inovação na FAB, foi instituída a NSCA 80-6/2018 com a finalidade de definir as diretrizes para o desenvolvimento e a implementação da GC nas ICT do sistema. Utiliza-se aqui o verbo no passado porque essa norma foi revogada em 2024, gerando um vácuo normativo. Esta versão revogada, já alertava que a GC voltada à inovação não é opcional, mas condição indispensável para a sobrevivência organizacional.

Essa constatação torna-se ainda mais significativa à luz de Davenport e Prusak (1999), para quem o conhecimento nasce e se aplica na mente das pessoas, já que a informação só se transforma em conhecimento quando interpretada, comparada e contextualizada. Assim, percebe-se que o conhecimento, ao permanecer concentrado nas pessoas, torna-se vulnerável, especialmente em ambientes onde faltam processos sistemáticos de identificação, criação, armazenamento, compartilhamento e reutilização conforme mostra Petri (2019). Essa vulnerabilidade se acentua quando a diretriz normativa que disciplinava tecnicamente a GC no âmbito do SINAER é retirada de cena sem ser substituída, revelando uma fragilidade estrutural que compromete a gestão do conhecimento nas ICT.

É precisamente essa situação que desperta a inquietação central que orienta este estudo: o Conhecimento, um dos ativos estratégicos intangíveis da FAB, carece de orientações que se apliquem ao desenvolvimento e à implementação da GC nas ICT da FAB.

Para entender e clarificar sua relevância no intuito de sensibilizar os tomadores de decisão a instituírem nova norma surgiu o seguinte problema de pesquisa: de que forma a Gestão do Conhecimento influencia o processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB?

Diante desse quadro, emergem lacunas que motivam a presente investigação e, com isto, apresentam-se os objetivos que nortearão o estudo. O Objetivo Geral (OG) ficou assim definido: analisar de que forma a Gestão do Conhecimento influencia o processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB. Com a intenção de orientar as atividades do trabalho e alcançar o objetivo geral foram definidos os seguintes Objetivos Específicos (OE):

- OE1 – Identificar os atributos da Gestão do Conhecimento (GC) e sua base teórica;
- OE2 – Identificar a base teórica que sustenta o conceito de Inovação e seu processo;
- OE3 – Identificar a composição do SINAER.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo trazer à luz os fundamentos teóricos que sustentam as argumentações e confirmam as definições que auxiliarão na análise da correlação entre as duas variáveis deste trabalho.

2.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO

A temática do conhecimento ocupa posição de destaque nos debates filosóficos e epistemológicos desde a Antiguidade de acordo com Takeuchi, Nonaka (2008). Filósofos, principalmente Platão, já distinguiam a *doxa* (opinião) da *episteme* (conhecimento verdadeiro), dualidade que inaugura uma tradição milenar de debates epistemológicos conforme sustenta Tonet (2013).

Contudo, foi apenas ao longo do século XX que essa discussão transbordou para a Gestão e para as Ciências Econômicas, ganhando centralidade nas obras de Drucker (2011) e Schumpeter (1988) e consolidando-se, na virada do milênio, na literatura de Gestão do Conhecimento (GC) conduzida por Davenport e Prusak (1999) e por Takeuchi, Nonaka (2008) entre outros.

Schumpeter (1988) já defendia que a força motriz do desenvolvimento econômico era a capacidade humana de combinar conhecimentos para gerar novas aplicações tecnológicas, antecipando a noção contemporânea de inovação baseada em conhecimento.

Décadas depois, Drucker (2011, p. 38) afirmou que o conhecimento se convertera no “recurso econômico por excelência”, pois passara a determinar a produtividade de todos os demais fatores.

Essas ideias ganharam corpo com a expansão das Tecnologias da Informação, caracterizando a transição do paradigma industrial para a Era do Conhecimento e ancorando debates atuais sobre estratégia de CT&I no SINAER, cujo glossário oficial ressalta o conhecimento como ativo estratégico.

Um modo clássico de visualizar essa evolução é a hierarquia dados-informação-conhecimento (DIK). Ackoff (1989) propôs que “*Um pouco de informação vale muito mais do que muitos dados; e um pouco de conhecimento vale ainda mais do que muita informação*”, enfatizando ganhos de valor a cada conversão. Dados são registros brutos; informação, dados interpretados que respondem a quem, o quê, onde e quando; conhecimento, por sua vez, responde ao como e incorpora experiência e julgamento.

Davenport, Prusak (1999, p. 6) oferecem uma síntese do conceito: “Conhecimento é uma mistura fluida de experiência, valores e informação”. A metáfora do fluxo indica que conhecimento é dinâmico, circula em redes formais e informais e se renova continuamente.

Takeuchi, Nonaka (2008) avançam ao diferenciar conhecimento tácito (pessoal, contextual, difícil de codificar) e explícito (formalizado em documentos, manuais ou bases digitais). A interação entre essas dimensões alimenta o célebre modelo SECI, no qual socialização (S), externalização (E), combinação (C) e internalização (I) constituem uma espiral de criação de conhecimento.

A partir dessa concepção, reforça-se a ideia de que pessoas são o veículo primário do saber organizacional, atribuindo relevância a práticas de compartilhamento, narrativas e comunidades de prática.

Além disso, ao destacar a complementaridade entre conhecimento tácito e explícito, a literatura também enfatiza que o conhecimento possui atributos estruturantes que explicam seu comportamento e seu valor.

Nesse sentido, primeiramente, o conhecimento é dinâmico, pois está em permanente fluxo, sendo criado, transferido, descartado ou ressignificado de acordo com Davenport, Prusak (1999). Em segundo lugar, é contextual: seu significado e utilidade variam conforme o problema, o momento histórico e a cultura em que é aplicado conforme Takeuchi, Nonaka (2008).

Terceiro, trata-se de um recurso intangível que, embora ausente dos balanços patrimoniais tradicionais, constitui parcela essencial do capital intelectual na ideia de Jannuzzi et al. (2016).

Quarto, o conhecimento é dependente de pessoas, residindo na experiência e nas relações sociais, o que exige mecanismos de retenção diante da rotatividade de profissionais conforme trazido por Tigre (2006).

Por fim, trata-se de um recurso gerador de valor: quando devidamente mobilizado, converte-se em inovação, vantagens competitivas e, no caso da Força Aérea Brasileira (FAB), em capacidade aeroespacial soberana.

Dessa maneira, ao longo de sua trajetória, o conhecimento deixou de ser mera abstração filosófica para consolidar-se como ativo estratégico, sustentáculo da inovação tecnológica e da competitividade das nações.

Compreender tais atributos: dinâmicos, contextuais e essencialmente humanos, conforme discutido, é passo indispensável para elucidar como esse ativo se transforma, que é o

movimento descrito pela Teoria da Criação do Conhecimento de Takeuchi, Nonaka (2008).

A partir dessa compreensão inicial, e considerando a importância do conhecimento para as organizações em um cenário de constantes transformações sociais, torna-se relevante investigar como esse ativo é efetivamente criado.

Nesse campo de investigação diversos teóricos da administração propuseram modelos de criação do conhecimento organizacional. Contudo, a teoria que se consolidou como uma das mais citadas em livros e artigos acadêmicos foi formulada por Takeuchi, Nonaka (2008), tendo surgido da necessidade de compreender como organizações japonesas conseguiam inovar de forma contínua.

Esse arcabouço teórico integra diferentes elementos: os tipos de conhecimento: o tácito e o explícito, os modos de conversão (modelo SECI), o conceito de Ba (espaço), as condições capacitadoras e um modelo em cinco fases que descreve o ciclo completo de geração de conhecimento ao longo do tempo na organização, conforme resumido por Dihl (2013).

A base dessa teoria está na diferenciação entre os dois tipos de conhecimento: o tácito e o explícito e na inter-relação entre eles. O primeiro está incorporado às experiências, crenças e habilidades pessoais; o segundo pode ser registrado em normas, relatórios ou bancos de dados.

O ponto essencial, contudo, é que nenhum dos dois, isoladamente, assegura vantagem competitiva. A força reside na interação contínua entre ambos, pois essa interação mobiliza criatividade, aprendizagem e inovação Goldman (2017).

Dando continuidade à análise conceitual sobre Gestão do Conhecimento, é pertinente aprofundar a compreensão do modelo SECI, proposto por Nonaka, Takeuchi (2008) e mais a frente analisar a contribuição de cada uma de suas conversões para a dinâmica da inovação tecnológica nas organizações intensivas em conhecimento, como as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) da FAB.

A lógica espiralada do modelo reflete a conversão contínua entre os conhecimentos tácito e explícito, configurando um processo organizacional vivo, iterativo e cumulativo. A conversão denominada socialização (S) representa o ponto de partida do ciclo, ao possibilitar a transferência de conhecimento tácito entre indivíduos por meio da experiência compartilhada. Trata-se de um saber incorporado, muitas vezes silencioso, que é transmitido por observação, convivência e prática conjunta.

Como dito por Nonaka, Takeuchi (2008, p.60) “a socialização é um processo de compartilhamento de experiências e, com isso, de criação de conhecimento tácito tais como os modelos mentais e as habilidades técnicas compartilhadas.”. Mais adiante Nonaka, Takeuchi (2008, p.61) declaram que “a chave para a aquisição do conhecimento tácito é a experiência”.

Na sequência, ocorre a externalização (E), processo crítico em que o conhecimento tácito é convertido em conhecimento explícito, geralmente por meio de metáforas, analogias, narrativas ou modelos.

Essa fase é essencial para tornar visíveis os raciocínios, julgamentos e experiências pessoais que, de outra forma, permaneceriam restritos ao indivíduo. “É a quintessência do processo de criação do conhecimento, no qual o conhecimento tácito torna-se explícito, tomando a forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos.” afirma Nonaka, Takeuchi (2008, p.62). Os autores mostram essa importância deixando claro que “Entre os quatro modos de conversão de conhecimento, a externalização possui a chave para a criação do conhecimento, porque cria conceitos novos, explícitos, a partir do conhecimento tácito.”

A terceira conversão, combinação (C), envolve a sistematização de diferentes fragmentos de conhecimento explícito, provenientes de fontes diversas como documentos técnicos, bancos de dados, artigos científicos e patentes. Essa integração permite a construção de novas estruturas cognitivas e operacionais.

Segundo Nonaka, Takeuchi (2008, p. 66), “a combinação é facilitada pelo “uso criativo de redes de comunicação computadorizada e das bases de dados”. No contexto da inovação, essa etapa permite alinhar o conhecimento teórico com necessidades práticas, favorecendo a elaboração de soluções tecnológicas coerentes e aplicáveis.

Por fim, a internalização (I) é “um processo de incorporação do conhecimento explícito em conhecimento tácito. Está intimamente ligada ao aprender fazendo” como sustenta Nonaka, Takeuchi (2008, p. 67), ou seja, promove a absorção do conhecimento explícito, transformando-o novamente em conhecimento tácito incorporado nas rotinas e práticas individuais.

Esse processo ocorre por meio de simulações, treinamentos e experimentações concretas. Além disso, como explicam os autores, “os documentos ou manuais facilitam a transferência do conhecimento explícito para outras pessoas, auxiliando-as assim a vivenciarem, indiretamente, as experiências dos outros” com explica Nonaka, Takeuchi (2008, p. 67)

Para melhor visualização das quatro conversões que compõem o modelo SECI e das formas como o conhecimento transita entre as dimensões tácita e explícita, apresenta-se a seguir o esquema 1 adaptado da obra de Takeuchi, Nonaka (2008), o qual ilustra o ciclo espiralado de criação do conhecimento organizacional. O esquema explicita exemplos práticos associados a cada conversão, reforçando sua aplicabilidade no contexto das instituições inovadoras.

Esquema 1 - Ciclo espiralado de criação do conhecimento organizacional



Fonte: Takeuchi, Nonaka (2008)

Por conseguinte, entende-se que o modelo SECI não é linear; ele descreve uma espiral ascendente que atravessa níveis individual, grupal e organizacional. Cada volta da espiral amplia o escopo do conhecimento e sustenta ciclos sucessivos de inovação.

Em contraste com modelos estáticos de aprendizagem, o SECI enfatiza movimento, diálogo e reflexão prática, alinhando-se a ambientes VUCA-BANI no qual mudanças rápidas exigem adaptação constante de acordo com Jannuzzi et al. (2016).

Para que a espiral floresça, Takeuchi, Nonaka (2008) propõe o conceito de Ba, entendido como espaço compartilhado seja físico, virtual ou mental que fornece contexto, confiança e intencionalidade. O Ba originador favorece encontros informais; o Ba interativo impulsiona projetos multidisciplinares; o Ba ciber explora plataformas digitais; e o Ba exercitador consolida aprendizagem prática. Esses ambientes acolhem distintas etapas do SECI e estimulam a emergência de ideias de acordo com Dihl (2013).

Somente depois de entender essa dinâmica de socialização, externalização, combinação e internalização é que se torna possível explorar, de forma sistemática, os modelos, processos e ferramentas de Gestão do Conhecimento (GC) que permitirão à FAB converter saberes em inovações e preservar sua massa crítica.

Ao reconhecer que o conhecimento é ativo corporativo como argumenta Davenport, Prusak (1999), organizações passaram a mensurar seu capital intelectual e a estabelecer estratégias para ampliá-lo. No plano nacional, políticas públicas de CT&I associam conhecimento à soberania como bem observa Amaral (2011).

Assim, conhecimento não é apenas recurso econômico, mas componente de poder em ambientes VUCA-BANI, nos quais volatilidade e incompreensibilidade demandam rápida aprendizagem organizacional.

À medida que se reconhece o conhecimento como um recurso estratégico fundamental para as organizações, torna-se indispensável não apenas compreendê-lo em sua essência, mas também desenvolver formas eficazes de gerenciá-lo ao longo do tempo.

Neste caso, realizar a Gestão do Conhecimento significa desempenhar funções essenciais para transformar o conhecimento individual em ativo organizacional, tornando-se um diferencial competitivo e fonte de inovação.

O conceito de GC apresenta diversas definições na literatura, sem que uma tenha se consolidado como aquela final. Contudo, identificam-se elementos convergentes, o que reforça a importância de investigar suas concepções para aprimorar o entendimento e a aplicação prática. Diante da multiplicidade e da importância de conhecer essas definições passa-se a apresentar as mais relevantes para que se contribua na elucidação de seus principais elementos.

Inferindo o que Davenport, Prusak, (1999) anunciam entende-se que a GC é o conjunto de práticas e processos organizacionais voltados para a criação, organização, compartilhamento, aplicação e proteção do conhecimento, com o objetivo de gerar valor para a organização.

Segundo Probst, Raub e Romhardt (2002), a GC pode ser compreendida como um conjunto de processos interligados, cuja finalidade é garantir a identificação, a criação, o armazenamento, a disseminação, a utilização e a proteção do conhecimento dentro das organizações.

No âmbito do Comando da Aeronáutica por meio do Glossário do SINAER (MCA 80-3/2023) no item 2.7.5 tem-se a definição do conceito de GC como descrito em Brasil (2022, p 16) “o Processo sistemático de estímulo à captação, geração, disseminação e internalização de conhecimentos essenciais ao desenvolvimento das atividades-fim da instituição”.

Na obra de Takeuchi e Nonaka o conceito de GC aparece como:

o processo de criar continuamente novos conhecimentos, disseminando-os amplamente através da organização e incorporando-os rapidamente em novos produtos/serviços, tecnologias e sistemas – perpetua a mudança no interior da organização. (Takeuchi e Nonaka, 2008, p. ix)

Compreendidos os fundamentos da Gestão do Conhecimento evidencia-se sua capacidade de transformar conhecimento em ativos organizacionais. Diante disso, é pertinente investigar o conceito de inovação em sua base teórica, bem como analisar como esses elementos se articulam no âmbito do SINAER, impulsionando a transformação tecnológica da FAB.

2.2 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E O SINAER

Nas últimas décadas, diversos países têm dedicado atenção crescente à gestão de ativos intangíveis, como o conhecimento, gerado por instituições de pesquisa. Esses ativos se traduzem em novas capacidades tecnológicas aplicadas à indústria nacional, impulsionando o seu desenvolvimento. Esse cenário evidencia, de forma clara, a centralidade da inovação como motor do progresso econômico e social.

Inicialmente, a inovação era vista como atividade estanque, restrita a departamentos específicos dentro das organizações. Esta perspectiva evoluiu significativamente, passando a compreender a inovação como uma atividade sistêmica, envolvendo múltiplos atores internos e externos às organizações, interligados por redes colaborativas.

Em consonância com essa compreensão, a noção de inovação passou a ganhar expressão teórica com o economista austríaco Joseph Alois Schumpeter (1883-1950). Em suas obras clássicas *Teoria do Desenvolvimento Econômico* (1911) e *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942), Schumpeter descreveu a inovação como motor do desenvolvimento econômico, destacando o papel da destruição criativa. Para Schumpeter (2016, p. 91) “esse processo de destruição criativa é o fato essencial do capitalismo. O capitalismo consiste nesse processo e é nele que toda empresa capitalista tem de viver”.

Nas décadas seguintes, a concepção de inovação foi gradualmente expandida para além do âmbito econômico, incluindo dimensões sociais, organizacionais e institucionais. Autores como Freeman (1987) e Lundvall (1992) ampliaram a análise, argumentando que a inovação não ocorre de forma isolada, mas sim como resultado de interações entre empresas, universidades, institutos de pesquisa e governo.

Essa perspectiva introduziu a noção de Sistema Nacional de Inovação (SNI), no qual os resultados inovadores emergem de um ambiente institucional interligado, marcado pela troca de conhecimentos, recursos e competências entre múltiplos atores, porém atribui à empresa o protagonismo no processo de inovação.

Contudo, a conceituação de inovação tem sido refinada ao longo do tempo, incorporando nuances decorrentes da complexidade crescente dos processos produtivos, das demandas sociais e das interações institucionais.

Um marco relevante nesse amadurecimento conceitual é apresentado pelo Manual de Oslo, que está na sua 4ª edição, elaborado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que tem orientado políticas públicas e práticas de mensuração em diversos países. Segundo o documento, em tradução livre:

inovação é entendida como um produto ou processo novo ou aprimorado (ou uma combinação de ambos), que difere significativamente das soluções anteriormente desenvolvidas pela unidade e que tenha sido disponibilizado a usuários potenciais (no caso de produtos) ou efetivamente implementado (no caso de processos). (OCDE, 2018, p. 20).

Essa definição reforça dois aspectos essenciais: a novidade relativa, que considera o histórico da própria unidade inovadora, e a aplicação prática, uma vez que a inovação só se consolida se for utilizada ou colocada à disposição do mercado.

Diferentemente de ideias criativas ou invenções isoladas, a inovação, nesse sentido, exige impacto perceptível e efetiva inserção no ambiente organizacional ou social conforme explicitado por OCDE (2018). Essa concepção, por sua vez, dialoga com a abordagem de Schumpeter (2016) ao reconhecer a importância da ruptura com padrões anteriores, mas avança ao enfatizar o uso e a mensuração da inovação no contexto contemporâneo.

Dessa forma, observa-se uma transição do modelo tradicional, centrado em laboratórios e departamentos técnicos, para uma visão sistêmica e relacional da inovação, em que o conhecimento circula por redes, é contextualizado por ambientes institucionais específicos e depende de arranjos colaborativos e políticas públicas orientadas à ciência e tecnologia.

Nesse processo evolutivo, a partir dos anos 2000, Etzkowitz, Leydesdorff (2000) introduziram o modelo da Tríplice Hélice, evidenciando a interação entre universidade, empresa e governo como motor da inovação sustentável, mas agora dando protagonismo à universidade.

Tal modelo foi progressivamente incorporado em políticas nacionais, a partir de diversos documentos legais, que formalizaram o papel das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) como atores essenciais nesse ecossistema.

Consequentemente, a institucionalização da inovação no Brasil repercute um processo evolutivo articulador de direcionamento constitucional, normas de menor hierarquia e políticas públicas referentes à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

Essa trajetória normativa, por fim, configurou o ambiente legal e estratégico necessário para que a inovação se consolidasse como impulsionadora do desenvolvimento do país, em consonância com a lógica da Tríplice Hélice.

Dessa forma, observa-se que a Constituição Federal (CF) de 1988, em seus artigos 218 e 219, reconhece o papel estratégico da Ciência e Tecnologia, atribuindo ao Estado a responsabilidade de promovê-las com vistas ao bem-estar da população e à Soberania Nacional. O artigo 219, por sua vez, consagra o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) como vetor da autonomia nacional, estimulando a integração entre instituições

científicas, setor produtivo e governo conforme explicitado em Brasil (1988).

Esse fundamento constitucional foi operacionalizado com a criação da Lei de Inovação nº 10.973/2004, posteriormente atualizada pela Lei nº 13.243/2016, conhecida como o Marco Legal da CT&I. Esta legislação estabelece mecanismos de incentivo à cooperação entre universidades, institutos de pesquisa e empresas, com o intuito de fomentar a pesquisa aplicada e viabilizar a transformação do conhecimento em soluções e processos inovadores.

De maneira clara, este marco legal no seu art. 2º, item IV define inovação como:

introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho. (Brasil, 2016, art. 2º, inciso IV)

Além de atualizar conceitos, a Lei nº 13.243/2016 ampliou as possibilidades de compartilhamento de infraestrutura, flexibilizou normas de propriedade intelectual, permitiu bolsas para pesquisadores e definiu as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT), sejam elas públicas ou privadas, como atores fundamentais da Política de Inovação. Ou seja, deu protagonismo às ICT ao criar ambiente favorável à inovação.

Por isso é importante clarificar como a norma define ICT, o que é feito no artigo 2º, inciso V:

é órgão ou entidade da administração pública direta ou indireta ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no País, que inclua em sua missão institucional ou em seu objetivo social ou estatutário a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos. (2016, art. 2º, inciso V)

Em complemento ao arcabouço normativo anteriormente citado, a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) apresentou diretrizes para a articulação entre academia, setor produtivo e Estado, endossando o modelo da Tríplice Hélice de Etzkowitz, Leydesdorff (2000) como referência para o ecossistema nacional de inovação.

Nesse sentido, Brasil (2016b) propõe fortalecer a governança do Sistema Nacional de CT&I, aumentar a capacidade de inovação das empresas e aprimorar os mecanismos de cooperação institucional.

No plano setorial, o Comando da Aeronáutica (COMAER) também internalizou esse modelo Teórico em seus documentos estratégicos e operacionais. A DCA 11-45/2018 (Concepção Estratégica Força Aérea 100), por exemplo, reconhece a CT&I como condição essencial à soberania aeroespacial, defendendo o domínio nacional sobre tecnologias críticas por meio de estreito relacionamento com a Base Industrial de Defesa (BID).

De modo complementar, a NSCA 80-1/2024, que institui o Sistema de Inovação da

Aeronáutica (SINAER), adota, ainda que não de forma expressa, mas sim de maneira subentendida, os princípios da Trílice Hélice.

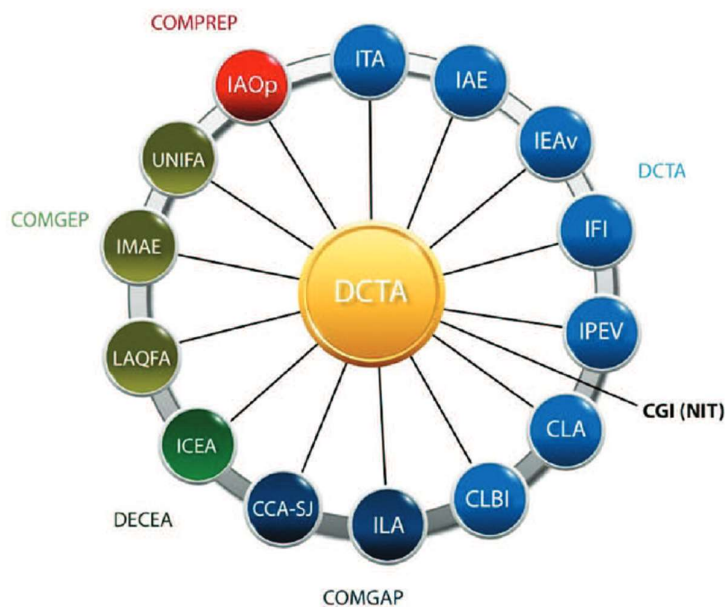
Esses princípios, que se apresentam de forma indutiva ao longo do texto de Brasil (2024), consistem na: a) interação entre esferas institucionais; b) sobreposição de papéis com hibridização de funções; e c) concepção da inovação como processo não linear. Tais fundamentos configuram-se como alicerces conceituais para a organização da inovação no âmbito da Força Aérea Brasileira.

Nesse contexto, observa-se que o arcabouço legal brasileiro converge com as teorias contemporâneas da inovação, tanto a nível político quanto a nível setorial, ao reconhecer a natureza sistêmica do fenômeno e promover instrumentos legais que incentivam a cooperação, a flexibilidade institucional e a valorização do conhecimento como ativo estratégico.

Conseqüentemente, o cenário normativo brasileiro não apenas autoriza, mas estimula modelos de Gestão do Conhecimento e de inovação tecnológica como os adotados no SINAER, permitindo às ICT da FAB atuar com base em diretrizes alinhadas à política nacional de inovação.

Desta forma, neste ponto, é importante identificar de maneira geral a estrutura e dinâmica do SINAER conforme descrito na sua Norma de Sistema (NSCA 80-1/2024). De maneira sintética, o Sistema é composto por um Órgão Central e por Elos descentralizados conforme descrito no Organograma 1.

Organograma 1 – Estrutura Funcional do SINAER



Fonte: Brasil (2024, p. 13)

O Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) exerce a função de coordenação técnica e normativa (Órgão Central), enquanto as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) da FAB configuram os principais elos estruturantes do sistema conforme observado em Brasil (2024).

Nesse arranjo, cada ICT, que deve ser reconhecida formalmente, integra o SINAER por meio de uma célula de inovação vinculada à alta administração. Essas células são responsáveis pela prospecção, gestão de portfólios, difusão de tecnologias e articulação sistêmica, garantindo fluxo de informação e alinhamento estratégico com o Órgão Central, conforme previsto na NSCA 80-1/2024.

Adicionalmente, a estrutura do SINAER é radial e sistêmica, favorecendo coerência, interoperabilidade e padronização. Os mecanismos de gestão incluem indicadores, proteção da propriedade intelectual e instrumentos de cooperação tecnológica, assegurando a geração de resultados alinhados às diretrizes do Marco Legal da Inovação como tratado por Brasil (2016a, 2024).

Dando sequência à fundamentação teórica, torna-se essencial examinar o enfoque da Tríplice Hélice, enunciado por Etzkowitz, Leydesdorff (2000), e adotado como orientação estratégica nos diversos marcos legais, como a própria Lei de Inovação e os documentos setoriais da FAB.

O modelo da Tríplice Hélice conforme delineado por Etzkowitz, Leydesdorff (2000), destaca a interação sinérgica entre universidade, governo e setor produtivo como elemento essencial para impulsionar ambientes inovadores. Essa abordagem foi adotada como referência estratégica pela Força Aérea Brasileira conforme se depreende da NSCA 80-1/2024.

Desta forma, é com base na perspectiva da Tríplice Hélice que se consolidou uma visão sistêmica e colaborativa da inovação. Nesta carona da ideia de sistema, consegue-se inferir de Etzkowitz, Leydesdorff (2000) as etapas do processo de inovação no SINAER cujo modelo de referência é a Tríplice Hélice.

Tendo clareza da base teórica referente ao conceito de inovação e como o SINAER incorpora este arcabouço passa-se agora a integrar todo este conteúdo para entender a influência da GC nos processos de inovação tecnológica nas ICT da FAB que são os elos estruturantes do SINAER.

3 METODOLOGIA

Com base no objetivo geral, esta pesquisa classifica-se como descritiva, pois buscou compreender e explicitar de que forma a Gestão do Conhecimento influencia o processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB. Essa abordagem permite delinear as características do fenômeno estudado, apresentando suas relações e especificidades.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma investigação bibliográfica e documental, uma vez que se fundamentou em livros, artigos, teses, dissertações e publicações eletrônicas para a construção do referencial teórico, bem como em documentos institucionais como: normas, manuais e doutrinas da força aérea brasileira para análise normativa. Essa combinação possibilitou articular conceitos teóricos as práticas observadas no contexto organizacional.

No que diz respeito à abordagem metodológica, a pesquisa de natureza qualitativa, já que interpretou dados textuais e normativos com base em categorias analíticas, buscando descrever e compreender a realidade estudada a partir de perspectivas teóricas.

Em complemento, a natureza desta investigação é aplicada, pois teve como propósito gerar conhecimento capaz de subsidiar a melhoria das práticas de Gestão do Conhecimento e inovação tecnológica nas ICT da FAB, oferecendo subsídios que possam ser utilizados pelos gestores na formulação de regras normativas mais alinhadas aos objetivos institucionais.

Para produzir a pesquisa, inicialmente foi realizada uma leitura exploratória de documentos e obras para identificar as fontes mais relevantes sobre Gestão do Conhecimento, inovação tecnológica, SINAER, SECI e Tríplice Hélice. Essa etapa permitiu delimitar o corpus documental e bibliográfico que fundamenta a análise, com foco em normas institucionais, legislações nacionais, manuais técnicos e literatura acadêmica correlata ao problema de pesquisa proposto.

Após a seleção do material aplicou-se a técnica de leitura seletiva para aprofundamento nos documentos e textos mais aderentes aos objetivos específicos da pesquisa. Foram extraídas as informações mais pertinentes para evidenciar os conceitos de GC, inovação e suas inter-relações no contexto das ICT da FAB. Para isso, os documentos foram percorridos com atenção aos trechos que dialogavam diretamente com as categorias analíticas definidas.

As informações coletadas foram registradas e organizadas por meio de fichamento estruturado, quadros comparativos e matrizes de categorias. Os fichamentos reuniram os dados essenciais das fontes consultadas, as interpretações preliminares e a relação com os objetivos

da pesquisa. Já os quadros de matrizes auxiliaram a visualizar como as evidências extraídas se distribuíam nas categorias de análise previamente definidas, garantindo coerência e sistematização das informações obtidas.

Complementarmente, realizou-se a técnica de leitura analítica do material, examinando criticamente os dados à luz dos objetivos e do referencial teórico. Esse processo envolveu relacionar os fatos observados nos documentos às categorias do modelo SECI e da Tríplice Hélice, verificando como a GC influencia as etapas do processo de inovação nas ICT da FAB. Dessa forma assegurou-se uma análise robusta ordenada e possível de ser replicada.

Como complemento às obras literárias que fundamentaram os modelos SECI e Tríplice Hélice, foram consultadas fontes institucionais e acadêmicas para a coleta de dados documentais e normas e normativos utilizando palavras e expressões como: inovação, inovação tecnológica, conhecimento, gestão do conhecimento e tríplice hélice.

Inicialmente utilizou-se o site da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) <<https://www.periodicos.capes.gov.br/>> e o Repositório de Teses e Dissertações da Escola Superior de Guerra (ESG) < <https://repositorio.esg.br/>> para identificar trabalhos acadêmicos alinhados a temática de gestão do conhecimento e inovação.

Além disso recorreu-se à base de dados SciELO e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) <<https://bdtd.ibict.br/vufind/>>. Nestes sites teve-se acesso a artigos científicos, dissertações e teses que explorassem empiricamente ou conceitualmente as relações entre conhecimento e inovação com destaque para casos ligados à defesa nacional, contribuindo para enriquecer o entendimento prático dos conceitos teóricos já consolidados.

Para obter documentos oficiais, foi consultado o portal do Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER) <<https://sinaer.dcta.mil.br/index.php/2015-11-09-14-07-30/biblioteca-sinaer-menu>> e o banco de dados de legislações do comando da aeronáutica (SISLAER) < <https://www.sislaer.fab.mil.br/>>. Esses canais forneceram normas diretrizes e manuais técnicos essenciais para compreender a aplicação dos princípios de gestão do conhecimento e inovação no âmbito da FAB, possibilitando uma análise normativa contextualizada

Além disso, completaram-se as buscas com o Google acadêmico e com o banco de dissertações do Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) <<https://profnit.org.br/selos-de-autenticidade-e-trabalhos-de-conclusao/>>. Esses repositórios permitiram localizar estudos recentes com abordagens aplicadas e reflexivas sobre inovação e conhecimento, ampliando o escopo das evidências. Assim garantiu-se uma triangulação robusta entre teoria prática institucional e evidências acadêmicas contemporâneas.

Para fundamentar a pesquisa, selecionaram-se obras clássicas e documentos normativos diretamente relacionados à Gestão do Conhecimento e à Inovação Tecnológica. As contribuições de Nonaka e Takeuchi foram escolhidas por elucidarem o modelo SECI, essencial para compreender a criação do conhecimento organizacional, enquanto Etzkowitz e Leydesdorff forneceram a base do modelo Tríplice Hélice, relevante para o ecossistema de inovação.

O primeiro objetivo específico (OE1), identificar os atributos da GC e sua base teórica, foi alcançado por meio da análise das obras de Nonaka e Takeuchi e Davenport e Pruzak, que explicam a natureza dinâmica, contextual e intangível do conhecimento. Essas obras também destacam a interação entre conhecimento tácito e explícito, central para a compreensão do fenômeno organizacional estudado.

Para atender ao segundo objetivo específico (OE2), identificar a base teórica que sustenta o conceito de inovação e seu processo, foram utilizadas as obras de Schumpeter, Freeman, o Manual de Oslo da OCDE e a Lei nº 13.243/2016 (Lei de Inovação). Essas referências foram fundamentais para explicar como a inovação evolui de processos criativos, colaborativos e não lineares, alinhando-se ao conceito de destruição criativa e aos sistemas nacionais de inovação.

No terceiro objetivo específico (OE3), identificar a composição do SINAER, foram empregados os documentos normativos da FAB, como a NSCA 80-1/2024 e o MCA 80-3/2023. Esses documentos oficiais esclareceram a estrutura sistêmica do SINAER, evidenciando a relevância institucional das ICT no processo de transformação do conhecimento em soluções tecnológicas para a soberania aeroespacial.

Assim a escolha das obras e documentos justifica-se por sua pertinência teórica, relevância e aplicabilidade prática ao contexto do estudo. A combinação dessas referências permitiu atender aos objetivos específicos, relacionando teoria e prática institucional de maneira consistente, garantindo profundidade analítica e coerência metodológica ao trabalho desenvolvido.

Desse modo, a cuidadosa seleção e análise das obras e documentos, orientada pelos objetivos específicos, possibilitou não apenas a construção de referencial teórico sólido, mas também a identificação das evidências necessárias para responder ao problema de pesquisa. Assim, cumpriram-se os objetivos específicos e, como consequência, atingiu-se seu objetivo geral: analisar de que forma a gestão do conhecimento influencia o processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB.

Por fim, reconhecem-se como limites desta pesquisa a mensuração do nível de maturidade em Gestão do Conhecimento nas ICT da FAB e de investigar a influência de uma cultura organizacional centrada no conhecimento, devido à ausência de dados internos e a natureza documental do estudo.

Além dessa limitação, os resultados obtidos estão restritos ao contexto normativo da FAB, não permitindo generalizações para outras instituições. Por último, a pesquisa não contemplou a verificação dos impactos práticos das inovações, pois não foram analisados indicadores ou casos que evidenciassem empiricamente os resultados das práticas de GC no ambiente real.

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

Para compreender a influência da Gestão do Conhecimento no processo de inovação tecnológica nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação da Força Aérea Brasileira, este trabalho fundamenta-se em dados conceituais e normativos articulados por meio da Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional (TCCO), especialmente o modelo SECI, e pelo modelo da Tríplice Hélice.

Assim, ao contemplar as quatro conversões do modelo SECI como engrenagens de um processo dinâmico de criação de conhecimento, observa-se que a inovação tecnológica é não apenas um produto, mas um reflexo da maturidade e da intencionalidade com que o conhecimento é cultivado e transformado dentro das organizações.

Após evidenciar o modelo SECI e a definição do conceito de GC em diversas obras e especialmente por Takeuchi, Nonaka (2008) percebe-se que esta definição dialoga diretamente com o modelo proposto pelos autores como se mostra na sequência.

Inicialmente, a definição enfatiza a criação contínua de novos conhecimentos, correspondendo à ‘socialização’ e ‘externalização’ do modelo, que convertem conhecimento tácito em tácito e tácito em explícito respectivamente.

Posteriormente, a ampla disseminação do conhecimento explícito, segundo a definição, é claramente associada à ‘combinação’ no modelo SECI. Nesta fase, conhecimento explícito é organizado e difundido sistematicamente por meio de documentos e sistemas, garantindo a circulação efetiva dentro da organização.

Finalmente, a rápida incorporação do conhecimento em produtos, serviços e sistemas, descrita por Takeuchi e Nonaka, encontra-se na etapa da ‘internalização’, na qual o conhecimento explícito retorna ao tácito por meio de práticas concretas, fortalecendo uma

dinâmica espiralada de inovação constante.

Este trabalho de evidenciação serve para mostrar e concluir como os processos descritos na definição de GC são refletidos diretamente nas etapas do modelo SECI, potencializando continuamente a inovação organizacional.

Desta forma, tendo sido abordados os fundamentos teóricos da Gestão do Conhecimento com destaque para o modelo SECI de Takeuchi, Nonaka (2008), bem como o conceito de inovação tecnológica à luz do Manual de Oslo e da Lei 13243/2016, e ainda a estrutura do SINAER ressaltando as ICT como órgãos operacionais do Sistema, chega-se agora à etapa em que se busca evidenciar a forma como esses elementos se articulam no contexto institucional das ICT do SINAER.

Ainda nessa dinâmica teórica, foi apresentada a Tríplice Hélice, proposta por Etzkowitz e Leydesdorff (2000), que se revela como o modelo sustentador das atividades do SINAER, na medida em que seus princípios inferidos: interação institucional, hibridização de funções e inovação não linear, permeiam as legislações setoriais da FAB voltadas à inovação, conformando os fundamentos conceituais que estruturam sua atuação sistêmica e articulada.

A partir da análise desses fundamentos, foi possível inferir um modelo composto por sete etapas funcionais que caracterizam, de forma estruturada, o processo de inovação tecnológica conduzido pelas ICT da FAB. Essa inferência permitiu a elaboração do Quadro 1, apresentada a seguir, a qual sistematiza cada etapa funcional, facilitando a compreensão do encadeamento lógico do processo inovador e evidenciando a atuação das ICT em diferentes fases do ciclo.

Nesse sentido, é importante esclarecer que o modelo de Etzkowitz, Leydesdorff (2000) não apresenta um roteiro linear tradicional do tipo: ideia → pesquisa → desenvolvimento → comercialização. Em vez disso, propõe uma dinâmica não linear e evolutiva, fundamentada em interações contínuas e reflexivas entre universidade, governo e empresa nas quais a inovação emerge da recombinação de funções, expectativas e estruturas institucionais.

Quadro 1 - Etapas funcionais do processo de inovação tecnológica (continua)

Etapa	Descrição
1. Geração de conhecimento	Produção de novos saberes científicos e tecnológicos, em especial por universidades e centros de pesquisa.
2. Identificação de aplicação	Traduzir conhecimento em utilidade prática. Envolve seleção de resultados com potencial de aplicação econômica ou social.

(continuação)

Etapa	Descrição
3. Interação institucional	Aproximação entre academia, governo e empresas para fomentar cooperação, financiamento e políticas de estímulo à inovação.
4. Desenvolvimento tecnológico	Prototipagem, testes, engenharia de produto/processo. Envolve tradução de ideias em soluções operacionais.
5. Seleção via mercado	Lançamento de produto/processo no mercado. O mercado atua como “selecionador” da inovação, decidindo sua viabilidade econômica.
6. Retenção institucional	Estabilização da inovação por meio de normas, padrões, propriedade intelectual e incorporação organizacional.
7. Retroalimentação reflexiva	Avaliação dos resultados, redefinição de objetivos, aprendizagem institucional e adaptação. Essa etapa pode reiniciar o ciclo com novos conhecimentos e ajustes.

Fonte: Etzkowitz, Leydesdorff (2000, p. 109-123)

O quadro 1 sintetizou as sete etapas funcionais inferidas a partir do modelo da Tríplice Hélice, oferecendo um panorama das fases pelas quais a inovação tecnológica se desenvolve no contexto das ICT da FAB. Com base nessa estrutura, torna-se possível analisar, de forma sistemática, como a Gestão do Conhecimento atua sobre cada uma dessas etapas.

Antes iniciar a conexão as categorias do SECI com as etapas funcionais, é essencial compreender que a utilização do verbo influenciar, utilizado como base para esta pesquisa, intenciona mostrar que a Gestão do Conhecimento tem a capacidade de estruturar, orientar, dinamizar e favorecer o processo de Inovação.

Partindo dessa concepção, a análise que se segue busca evidenciar como a GC, por meio dos modos de conversão do conhecimento propostos no modelo SECI, exerce influência direta sobre cada uma das sete etapas funcionais do processo de inovação. Essa conexão será demonstrada a partir do cruzamento entre os referenciais teóricos adotados e as evidências documentais selecionadas.

A primeira etapa do processo de inovação identificado a partir da lógica da Tríplice Hélice é a geração de conhecimento, associada à conversão da socialização no modelo SECI. Conforme detalhado no item 2.1, essa conversão representa o compartilhamento de experiências e habilidades tácitas, formando a base do saber coletivo. Nas ICT da FAB, isso ocorre em ambientes colaborativos onde pesquisadores, engenheiros e técnicos compartilham vivências, promovendo a emergência de novos modelos mentais e fundamentos conceituais que sustentam futuros desenvolvimentos tecnológicos.

Na etapa seguinte, denominada identificação da aplicação, o conhecimento tácito adquirido precisa ser traduzido em conceitos explícitos com valor prático, o que corresponde à conversão da externalização. Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), essa fase é central para a criação do conhecimento organizacional, pois transforma experiências individuais em propostas documentadas, hipóteses ou modelos. No contexto das ICT da FAB, essa prática viabiliza o registro sistemático de soluções inovadoras com potencial de aplicação em produtos, processos ou serviços aeronáuticos.

A interação institucional entre universidade, governo e indústria caracteriza a terceira etapa, em que ocorre uma integração de conhecimentos explícitos vindos de múltiplas fontes, configurando a conversão denominada combinação. Essa fase é fundamental para articular o conhecimento formalizado em diferentes domínios, resultando em estruturas tecnológicas coerentes. Nas ICT da FAB, esse processo se manifesta na elaboração de projetos integrados com dados científicos, relatórios técnicos e benchmarks industriais, permitindo a construção colaborativa de inovações tecnológicas complexas.

A quarta etapa, desenvolvimento tecnológico, também está relacionada à combinação, pois envolve a utilização de conhecimento explícito previamente estruturado para prototipagem, simulações e testes. Nas ICT da FAB, os especialistas combinam o conhecimento já estruturado e documentado com outros conhecimentos também explícitos para gerar algo novo como um novo projeto, protótipo ou tecnologia.

Na quinta etapa, ocorre a seleção via mercado, na qual a inovação é confrontada com sua viabilidade econômica e operacional. Aqui, a conversão predominante é a internalização, pois o conhecimento formalizado até então precisa ser assimilado, testado e incorporado por usuários finais, técnicos e operadores. Nos projetos da FAB, isso se traduz na validação de novos sistemas e processos por meio de sua utilização prática, permitindo o surgimento de novos saberes tácitos.

A retenção institucional, sexta etapa funcional, também é sustentada pela internalização. Essa fase compreende a consolidação das inovações por meio da normatização, padronização e incorporação do conhecimento nas rotinas organizacionais. Nas ICT, essa conversão garante que o conhecimento produzido e testado seja apropriado institucionalmente, sendo transformado em doutrina, manuais técnicos, protocolos operacionais e bancos de dados que mantêm o saber vivo na organização.

A etapa de retroalimentação reflexiva encerra o ciclo, combinando socialização e externalização. Trata-se de uma análise crítica do processo, na qual resultados são avaliados e

lições aprendidas são compartilhadas entre os atores da Trílice Hélice. Essa fase permite que o conhecimento tácito emergente retorne ao ciclo por meio de novas socializações e externalizações. Para as ICT da FAB, isso representa o amadurecimento institucional da inovação, promovendo a reinicialização de um novo ciclo com base em aprendizado contínuo.

Ao observar essas etapas em conjunto, conclui-se que o modelo SECI não apenas apoia, mas viabiliza a inovação nas ICT, oferecendo uma dinâmica estrutural para a conversão do conhecimento em valor estratégico. As quatro conversões não ocorrem isoladamente, mas em um ciclo espiralado, dinâmico e iterativo que estimula a emergência, formalização, disseminação e reaplicação do conhecimento.

Importante ressaltar que essa relação entre os modos SECI e as etapas do processo de inovação, conforme evidenciado na pesquisa e resumido no quadro 2, demonstra que a Gestão do Conhecimento influencia positivamente a capacidade inovadora institucional, ao transformar conhecimentos individuais e coletivos em soluções tecnológicas aplicáveis.

Quadro 2 – Resumo da relação do modelo SECI com as etapas funcionais da inovação

Etapa	Relação com o modelo SECI	Manifestação prática na ICT
1. Geração de conhecimento	Socialização	Ambientes colaborativos onde pesquisadores compartilham experiências tácitas, promovendo novos modelos mentais e fundamentos conceituais.
2. Identificação de aplicação	Externalização	Registro sistemático de soluções inovadoras (propostas, hipóteses, modelos) com potencial de aplicação em produtos ou serviços aeronáuticos.
3. Interação institucional	Combinação	Elaboração de projetos integrados com dados científicos, relatórios técnicos e benchmarks industriais.
4. Desenvolvimento tecnológico	Combinação	Combinação do conhecimento já estruturado e documentado com outros conhecimentos também explícitos para gerar algo novo como um novo projeto, protótipo ou tecnologia.
5. Seleção via mercado	Internalização	Validação prática por técnicos e operadores, incorporando a inovação ao uso real e gerando novos saberes tácitos.
6. Retenção institucional	Internalização	Consolidação por meio de normas, manuais, protocolos e bases de dados que institucionalizam o conhecimento gerado.
7. Retroalimentação reflexiva	Socialização e Externalização	Compartilhamento de lições aprendidas entre os atores da Trílice Hélice, reiniciando o ciclo com base no aprendizado institucional.

Fonte: o autor

A análise apresentada nesta seção possibilitou alcançar o objetivo geral da pesquisa, ao evidenciar como os modos de conversão do conhecimento do modelo SECI articulam-se com

as etapas funcionais do processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB. Cada etapa revelou manifestações concretas da Gestão do Conhecimento em ação: desde a socialização de conhecimento tácito até a internalização institucional do conhecimento. Essa correspondência entre teoria e prática, sustentada por interpretações ancoradas no referencial adotado, demonstra que a GC exerce influência direta ao estruturar, dinamizar e orientar o ciclo inovador, reafirmando seu papel estratégico na geração de valor tecnológico.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar de que forma a Gestão do Conhecimento (GC) influencia o processo de inovação tecnológica nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) da Força Aérea Brasileira (FAB). A abordagem da pesquisa foi qualitativa, de natureza aplicada e método descritivo, com base em documentos institucionais e literatura especializada. O referencial teórico esteve ancorado nos modelos SECI, de Takeuchi e Nonaka, e Tríplice Hélice, de Etzkowitz e Leydesdorff.

Inicialmente, o estudo contextualizou a crescente valorização do conhecimento como ativo estratégico frente ao ambiente global VUCA-BANI. Destacou-se a centralidade da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) nas diretrizes nacionais e setoriais, com ênfase no setor aeroespacial. A introdução expôs os fundamentos políticos, econômicos e normativos que justificam a importância de compreender os mecanismos de GC e inovação nas ICT da FAB.

No capítulo teórico, foram analisados os fundamentos epistemológicos e gerenciais da GC, com destaque para a dinâmica entre conhecimento tácito e explícito. O modelo SECI foi aprofundado como estrutura conceitual central, evidenciando os modos de conversão do conhecimento: socialização, externalização, combinação e internalização. Também foi explorado o conceito de inovação tecnológica, com base no Manual de Oslo, na Lei 13.243/2016 e nas diretrizes da Estratégia Nacional de CT&I.

Complementarmente, o trabalho apresentou o Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER), sua estrutura normativa, dinâmica funcional e o papel estratégico das ICT como elos operacionais. O modelo da Tríplice Hélice foi utilizado para mapear sete etapas funcionais do processo de inovação nas ICT: geração de conhecimento, identificação de aplicação, interação institucional, desenvolvimento tecnológico, seleção via mercado, retenção institucional e retroalimentação reflexiva.

A metodologia empregada estruturou-se na análise documental e bibliográfica, apoiada

por fichamentos, quadros e matrizes. As evidências coletadas foram analisadas à luz dos modelos teóricos, garantindo coerência entre objetivos específicos, procedimentos e resultados. Os dados foram interpretados com base nas categorias analíticas definidas, permitindo relacionar os modos SECI às etapas do processo de inovação tecnológica.

Com base nas análises desenvolvidas, conclui-se que o objetivo geral da pesquisa foi plenamente atingido. A investigação demonstrou, de forma clara e fundamentada, que a GC influencia diretamente o processo de inovação tecnológica nas ICT da FAB. Essa influência ocorre por meio da articulação entre os modos de conversão do conhecimento do modelo SECI e as sete etapas funcionais inferidas a partir do modelo da Tríplice Hélice.

A principal contribuição da pesquisa reside em evidenciar como a GC estrutura, orienta e dinamiza o ciclo da inovação tecnológica nas ICT da FAB, conferindo intencionalidade, continuidade e capacidade adaptativa às ações inovadoras. Essa constatação fortalece o entendimento de que a GC não é apenas um processo auxiliar, mas um elemento estruturante das capacidades tecnológicas da FAB, especialmente no âmbito do SINAER.

Além disso, o estudo oferece subsídios relevantes para a formulação de políticas institucionais, reforçando a importância da GC como pilar da soberania aeroespacial. A pesquisa também contribui ao inferir uma sistematização das etapas da inovação no contexto da Tríplice Hélice, aplicada ao ambiente normativo e organizacional da FAB, ampliando a aplicabilidade prática dos modelos teóricos abordados.

A análise demonstrou, por exemplo, que a socialização do conhecimento tácito entre os atores institucionais estimula a emergência de ideias, enquanto a externalização permite sua formalização em propostas técnicas. A combinação favorece a integração de saberes diversos, viabilizando projetos multidisciplinares, e a internalização assegura a consolidação e disseminação do conhecimento por meio de normas, manuais e rotinas institucionais.

Todavia, reconhecem-se limitações importantes. A primeira diz respeito à impossibilidade de mensurar o grau de maturidade da GC nas ICT da FAB, devido à ausência de indicadores específicos e à natureza exclusivamente documental da pesquisa. Em segundo lugar, a investigação não abordou empiricamente os impactos das inovações geradas, limitando-se à análise normativa e conceitual. Por fim, os resultados não podem ser generalizados para outras instituições fora do contexto FAB, dada a especificidade organizacional e doutrinária.

Diante dos achados, sugere-se o aprofundamento de estudos empíricos que mensurem a maturidade da GC nas ICT da FAB, por meio de entrevistas, questionários e observação participante. Outra linha promissora seria investigar a cultura organizacional relacionada ao compartilhamento de conhecimento, explorando barreiras e facilitadores do processo. Além

disso, pesquisas futuras poderiam analisar casos concretos de inovação tecnológica originados em ICT da FAB, permitindo avaliar a efetividade da GC na geração de valor operacional e estratégico.

Em suma, esta pesquisa reafirma que o conhecimento, quando adequadamente gerido, converte-se em inovação tecnológica, fortalecendo as capacidades institucionais da Força Aérea Brasileira. A articulação entre GC e Inovação revela-se essencial para sustentar a soberania aeroespacial diante de um cenário de ameaças complexas, rápidas transformações e crescentes exigências operacionais. Dessa forma, consolidar uma política robusta de GC nas ICT da FAB não é apenas uma recomendação acadêmica, mas uma necessidade estratégica para o futuro da Força.

REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R. **From Data to Wisdom**. Journal of Applied Systems Analysis, 1989.
- AMARAL, R. **Ciência, tecnologia e soberania nacional: dificuldades para a construção de um projeto nacional**. Brasília: Senado Federal, 2011.
- BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, e outras disposições. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2016a.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016/2022**. 2016b. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/Arquivos/PlanosDeAcao/PACTI_Sumario_executivo_Web.pdf. Acesso em: 30 abr. 2025.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria DCTA nº 435/NGI, de 17 de dezembro de 2018. (NSCA 80-6). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 221, 19 dez. 2018a.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Aprova a reedição da DCA 11-45 "Concepção Estratégica - Força Aérea 100". (DCA 11-45). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 180, 15 out. 2018b.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria DCTA nº 186/CGI, de 19 de outubro de 2023. Aprova a reedição do Manual que dispõe sobre o Glossário do Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER) (MCA 30-3). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 196, 26 out. 2023.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial. Portaria DCTA nº 221/CGI, de 26 de fevereiro de 2024. Aprova a reedição da Norma de Sistema que dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER). (NSCA 80-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 043, 04 mar. 2024.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Destaque de inovação: desafios da inovação no Brasil**. Brasília: CNI, 2018.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual**. São Paulo: Campus, 1999.
- DIHL, Werley. **A teoria da criação do conhecimento organizacional relacionada à elaboração de relatórios de sustentabilidade empresarial**. 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013.
- DRUCKER, Peter F. **Post-capitalist society**. New York: Routledge, 2011.
- ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. **The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations**. Research

Policy, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

FREEMAN, Christopher. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.

GOLDMAN, Fernando L. **Revisitando Nonaka e Takeuchi: a inovação vista como criação de conhecimento organizacional**. Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação, Teresópolis: UNIFESO, n. 2, p. 3–15, abr. 2017.

JANNUZZI, Celeste S.C.; FALSARELLA, Orandi M.; SUGAHARA, Cibele R. **Gestão do conhecimento: um estudo de modelos e sua relação com a inovação nas organizações**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 21, n. 1, p. 97-118, 2016.

LEMONS, Luiz Fernando Vieira. **Inovação e criação de conhecimento na Codemar: reflexões e propostas**. 2022. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Estratégia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.

LUNDEVALL, Bengt-Åke (Ed.). **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Anthem Press, 1992.

LUTTWAK, Edward N. **From geopolitics to geo-economics: logic of conflict, grammar of commerce**. The National Interest, Washington, DC, n. 20, p. 17-23, Summer 1990.

OCDE; EUROSTAT. **Manual de Oslo 2018: diretrizes para coleta, relatório e uso de dados sobre inovação**. 4ª. ed. Paris: OECD Publishing; Luxemburgo: Eurostat, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>. Acesso em: 25 jun. 2025.

PETRI, Cristiele A. **Maturidade em Gestão do Conhecimento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC): o caso da Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional**. Dissertação (Mestrado em Administração Universitária) – Programa de Pós-Graduação em Administração Universitária, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

POPPER, Karl. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Editora UNB, 2008.

PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. **Gestão do Conhecimento: os elementos construtivos do sucesso**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, Isabel C. **Um modelo estruturado de gestão do conhecimento em indústrias de base tecnológica: estudo de caso de uma empresa do setor aeronáutico**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SCHUMPETER, Joseph A. **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril, 1988.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Editora Unesp, 1ª. ed., 2016.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do Conhecimento**. São Paulo: Bookman, 2008.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TONET, Ivo. **Método científico: uma abordagem ontológica**. São Paulo: Instituto Lukács, 2013.