

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG
CURSO DE GESTÃO EM OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JASAR REIS GRAÇA
ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA
DE DEFESA: PROJETO DO SARP ALBATROZ

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

RIO DE JANEIRO, RJ
2023

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

JASAR REIS GRAÇA

**ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA DE
DEFESA: PROJETO DO SARP ALBATROZ**

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da FURG, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, afim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

**TÍTULO: ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA
DE DEFESA: PROJETO DO SARP ALBATROZ**

**AUTOR: JASAR REIS GRAÇA
ORIENTADOR: JORGE TELLO-GAMARRA**

RESUMO

Cada vez mais as nações investem em tecnologia militar para se adequarem à realidade da guerra moderna, se utilizando de meios tecnológicos a cada dia mais complexos, como os SARP de última geração. Existem poucas nações no mundo que detêm o domínio do desenvolvimento e fabricação dos SARP militares, por se tratar de uma tecnologia avançada, demandando das empresas do setor capacidades tecnológicas elevadas. Desta forma este trabalho se baseou num estudo de caso com o objetivo de analisar os processos da aprendizagem tecnológica e da capacidade tecnológica acumulada na trajetória, de quase duas décadas, da empresa Stella Tecnologia, no projeto do SARP Albatroz. Para isso, também foi necessário analisar a acumulação de capacidades tecnológicas em projetos anteriores da empresa, sendo investigado, quanto este ponto, os projetos do Carcará I e II, e do SARP Atobá. O estudo contribuiu para o entendimento da importância dos mecanismos de aprendizagem tecnológica, que respeitam um ciclo de quatro etapas cumulativas: preparação; aquisição de conhecimento; assimilação do conhecimento adquirido; e aplicação em atividades inovadoras. Cada ciclo de aprendizagem tecnológica concluído, resulta no acúmulo de capacidade tecnológica, levando a empresa a elevação do seu nível de capacidade tecnológica inovadora durante o desenvolvimento dos projetos.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade Tecnológica, Aprendizagem Tecnológica, VANT Militar, SARP Militar, SARP Albatroz.

TÍTULO DO TCC: ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS NA INDÚSTRIA DE DEFESA: PROJETO DO SARP ALBATROZ

Jasar Reis Graça¹,

Declaro que sou autor(a)¹ deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

RESUMO – Cada vez mais as nações investem em tecnologia militar para se adequarem à realidade da guerra moderna, se utilizando de meios tecnológicos a cada dia mais complexos, como os SARP de última geração. Existem poucas nações no mundo que detêm o domínio do desenvolvimento e fabricação dos SARP militares, por se tratar de uma tecnologia avançada, demandando das empresas do setor capacidades tecnológicas elevadas. Desta forma este trabalho se baseou num estudo de caso com o objetivo de analisar os processos da aprendizagem tecnológica e da capacidade tecnológica acumulada na trajetória, de quase duas décadas, da empresa Stella Tecnologia, no projeto do SARP Albatroz. Para isso, também foi necessário analisar a acumulação de capacidades tecnológicas em projetos anteriores da empresa, sendo investigado, quanto este ponto, os projetos do Carcará I e II, e do SARP Atobá. O estudo contribuiu para o entendimento da importância dos mecanismos de aprendizagem tecnológica, que respeitam um ciclo de quatro etapas cumulativas: preparação; aquisição de conhecimento; assimilação do conhecimento adquirido; e aplicação em atividades inovadoras. Cada ciclo de aprendizagem tecnológica concluído, resulta no acúmulo de capacidade tecnológica, levando a empresa a elevação do seu nível de capacidade tecnológica inovadora durante o desenvolvimento dos projetos.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade Tecnológica, Aprendizagem Tecnológica, VANT Militar, SARP Militar, SARP Albatroz.

¹ jasarr@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A capacidade tecnológica refere-se à habilidade de uma empresa em utilizar, desenvolver e integrar tecnologias em seus processos produtivos, produtos e serviços, envolvendo a compreensão e aplicação de conhecimentos técnicos e científicos, bem como a capacidade de inovar e adaptar-se às mudanças tecnológicas (FIGUEIREDO, 2003). De acordo com Kim (1999), a capacidade tecnológica possui três elementos: produção, investimento e inovação, sendo que a capacidade de inovação consiste em habilidades para criar e levar novas possibilidades tecnológicas à prática econômica. Já o processo que leva a construção e acumulação dessas capacidades tecnológicas, chamamos de aprendizagem tecnológica (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018).

O processo de aprendizagem tecnológica refere-se a cinemática pelo qual as empresas adquirem, assimilam e aplicam conhecimento tecnológico em suas atividades (FIGUEIREDO, 2003). Esse processo envolve a aquisição de novas habilidades técnicas, conhecimentos científicos, tecnologias e práticas operacionais relevantes para o setor em que a empresa está inserida (FIGUEIREDO, 2003).

Ainda segundo Figueiredo (2003), a aprendizagem tecnológica pode ocorrer de várias formas. Uma delas é a aprendizagem interna, na qual a empresa desenvolve conhecimento próprio através de experiências práticas, experimentação, treinamento de funcionários e pesquisa e desenvolvimento (P&D). Outra forma é a aprendizagem externa, na qual a empresa busca adquirir conhecimento por meio de colaborações, parcerias, aquisição de tecnologia de outras empresas ou contratação de especialistas.

Como bem demonstrado por Dunne e Braddon (2008), a indústria de defesa é um ramo da economia diretamente ligado a inovações tecnológicas, dependendo de tecnologias avançadas e em constante evolução para manter sua competitividade. Assim como diversas outras tecnologias criadas ao longo da história, que foram inicialmente desenvolvidos com fins militares, os Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANTs), também conhecidos como Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) ou, popularmente, drones, são fruto da inovação tecnológica na indústria de defesa.

Na década de 1970, Abraham Karem, engenheiro espacial israelita, imigrou para os Estados Unidos para operar um VANT, o qual necessitava de 30 pessoas para mantê-lo em operação. A partir desse problema, Abraham fundou em sua garagem a Leading System, criando o protótipo do Albatross, modelo que ficou marcado na

história dos drones, ou seja, como conhecemos esta tecnologia hoje. O Albatross chegou a ficar até 56 horas no ar sem que nenhuma recarga fosse necessária em suas baterias, necessitando de apenas 3 pessoas para operá-lo (WHITTLE, 2013).

Com o sucesso do modelo criado, Abraham recebeu financiamento da DARPA Defense Advanced Research Projects Agency (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa), instituição militar do governo dos Estados Unidos, especializada em projetos avançados de defesa. Com o patrocínio para o protótipo, Abraham desenvolveu o novo modelo Amber (WHITTLE, 2013).

Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANTs) são, de fato, tecnologias militares que tem passado por um processo de acumulação de capacidade tecnológica e, antes, de um processo de aprendizagem tecnológica. Essa acumulação de capacidades tecnológicas na indústria de drones militares proporcionou um transbordamento tecnológico, de modo que esta tecnologia passou a ser utilizada também no segmento civil. Neste caso, os drones, no começo dos anos 2000, começaram a ser largamente utilizados para pesquisa, logística, fotografia aérea entre outros usos civis, como por exemplo, na agricultura, sendo empregados principalmente para análise da plantação, realizando a detecção de doenças ou pragas, falhas no plantio ou excesso/falta de irrigação. Por meio de um software é possível fazer a análise das imagens capturadas.

As empresas de economia emergente normalmente tendem para as atividades ligadas a tecnologias que elas adquiriram das empresas originárias de economias industrializadas. Para se tornarem competitivas e se manterem atualizadas nas questões tecnológicas, essas empresas têm de se engajar em processos de aprendizado que possibilitem a construção de suas próprias capacidades, de modo a viabilizar a condução de atividades inovadoras de forma independente (MIRANDA; FIGUEIREDO, 2010).

Um exemplo de empresa de país emergente que está conseguindo se destacar em um segmento altamente tecnológico como o de desenvolvimento e produção de drones militares, é a turca Baykar Technology.

Como relatado por Selçuk Bayraktar, presidente do Conselho de Administração e Diretor Técnico da Baykar Technology, para se tornar líder em um setor de tecnologia, como o da aviação, deve-se buscar o desenvolvimento de novas tecnologias, introduzir inovações no segmento no qual está inserido, e não apenas querer copiar empresas que já são líderes no segmento. Segundo o empresário,

atualmente, a capacidade de desenvolver tecnologias próprias é crucial para as nações, da mesma forma que ler e escrever são para o ser humano (BAYKAR TECHNOLOGIES, 2023).

Nos atuais conflitos modernos, conhecidos como de 4ª geração, o emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), em Operações Militares, é uma realidade para a maioria dos Exércitos. Dois exemplos atuais da importância do emprego deste sistema foram na guerra de Nagorno-Karabakh, em 2020, e na guerra da Ucrânia, iniciada em 2022. Em ambos os conflitos um SARP destacou-se nos campos de batalha, o Baykar Bayraktar TB2 da BAYKAR Technology. Tal sistema foi responsável por inúmeras missões de ataque, vigilância e reconhecimento.

Desta forma, podemos ter uma ideia da importância da acumulação de capacidade tecnológica na indústria de defesa. O processo de aprendizagem tecnológica que leva a acumulação da capacidade necessária ao desenvolvimento de sistemas avançados, acaba sendo um fator de soberania nacional, como tem sido observado no caso da Baykar, empresa turca fundada em 1986, inicialmente produzindo peças automotivas, mas que em cerca de 20 anos conseguiu acumular capacidade tecnológica suficiente para desenvolver drones avançados, chegando ao icônico Bayraktar TB2, com a maior parte dos componentes sendo desenvolvida e fabricada localmente.

Fazendo um paralelo a realidade das Forças Armadas do Brasil, em especial a Marinha, onde se faz necessário a aquisição de um SARP para missões de reconhecimento, vigilância, e ataque, a existência de uma empresa brasileira com capacidade de fornecer um produto nacional que atenda aos requisitos mínimos necessários é de grande importância para a nossa soberania.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é analisar o acúmulo de capacidade tecnológica, através do processo de aprendizagem tecnológica na indústria de defesa, particularmente, na indústria de drones militares, através do estudo de caso do desenvolvimento do SARP Albatroz, da empresa brasileira Stella Tecnologia.

Para o cumprimento deste objetivo, este artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 apresenta uma base conceitual sobre capacidade tecnológica; a seção 3 apresenta uma base conceitual sobre aprendizagem tecnológica; a seção 4 traz o método de pesquisa; a seção 5 expõe a necessidade da Marinha do Brasil em relação a um SARP para ser utilizado pelos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav); a seção 6 disserta sobre o projeto de desenvolvimento do

SARP Albatroz da brasileira Stella Tecnologia; a seção 7 traz a discussão. No final do artigo é apresentado as considerações finais.

2. ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

De acordo com Figueiredo (2003), capacidade tecnológica refere-se à habilidade de uma empresa em utilizar, desenvolver e integrar tecnologias em seus processos produtivos, produtos e serviços. A capacidade tecnológica envolve a compreensão e aplicação de conhecimentos técnicos e científicos, bem como a capacidade de inovar e adaptar-se às mudanças tecnológicas. Essa é uma de muitas definições sobre capacidade tecnológica encontrada em uma vasta literatura científica sobre o assunto.

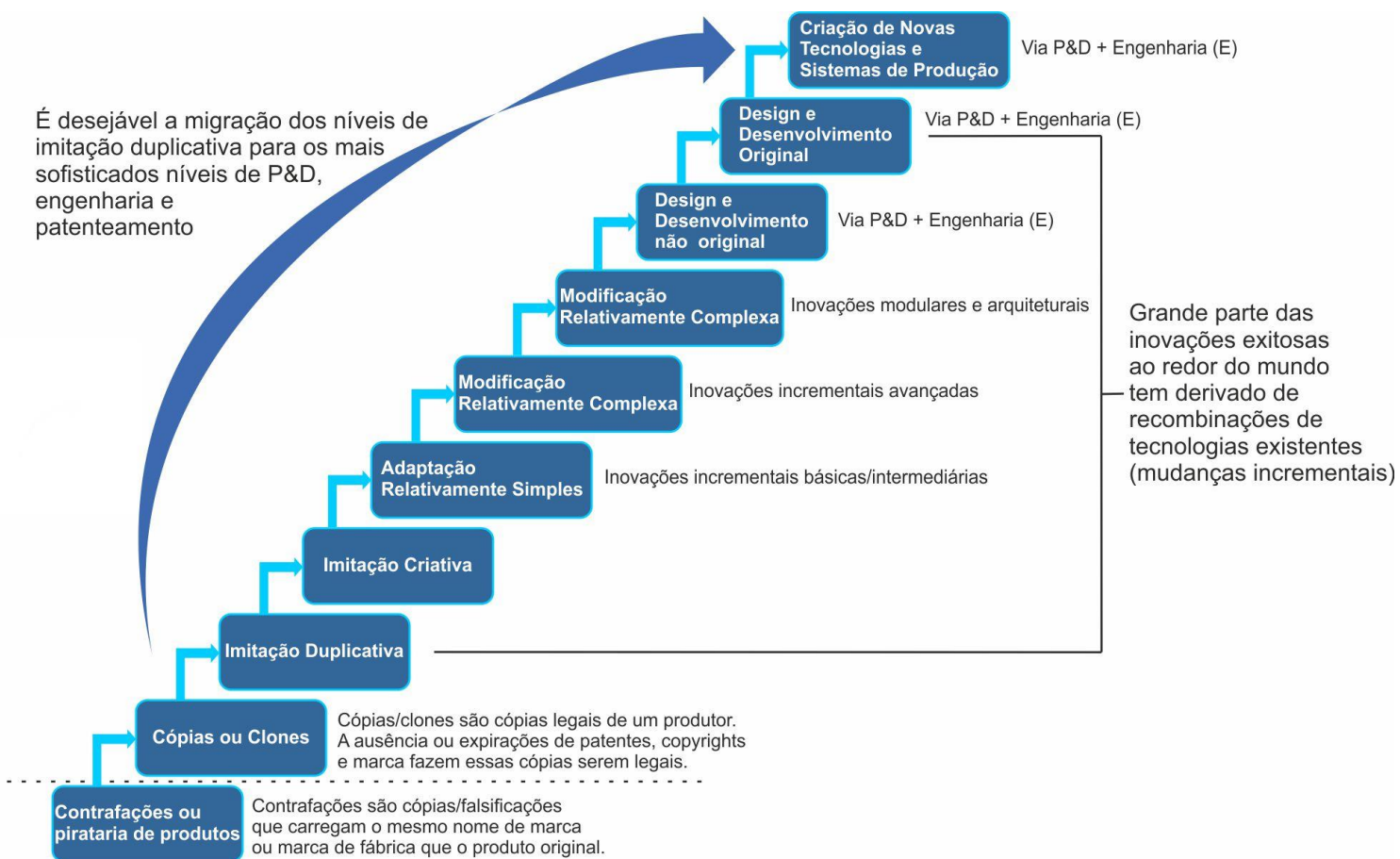
Bell e Pavitt (1993) destacam que a capacidade tecnológica não se limita apenas à adoção de tecnologias existentes, mas também à capacidade de criar novas tecnologias e inovações. A capacidade tecnológica é vista como um processo cumulativo, em que a aquisição e a assimilação de conhecimento tecnológico ao longo do tempo levam a um aumento contínuo da capacidade da entidade em lidar com desafios tecnológicos e melhorar sua posição competitiva.

A capacidade tecnológica possui três elementos: produção, investimento (incluindo duplicação e expansão) e inovação. A capacidade de produção refere-se às diversas habilidades necessárias para operar e manter instalações de produção. A capacidade de investimento refere-se às habilidades necessárias para estabelecer novas instalações de produção e expandir a capacidade. A capacidade de inovação consiste nas habilidades para criar e implementar novas possibilidades tecnológicas na prática econômica (KIM, 1999). Segundo Fitz-Oliveira e Tello-Gamarra (2022), se uma empresa deseja se tornar inovadora, ela deve investir em P&D e interagir com outros elos na cadeia como forma de acumular conhecimento mais rapidamente e, assim, conseguir implementar as atividades de inovação.

A Figura 1 mostra uma escala de tipos de inovação, exemplificando a evolução da capacidade de inovação de uma empresa. Excluindo as cópias ilegais, começamos o grau de inovação a partir dos clones/cópias legais de produtos, ou seja, a empresa só precisa conseguir reproduzir algo existente, passando imitações criativas e adaptações ou modificações simples e complexas, até chegar ao desenvolvimento original de novos produtos, serviços, processos ou sistemas organizacionais e

gerenciais, sendo que o último degrau da inovação seria a criação de novas tecnologias e sistemas de produção via P&D. Neste gráfico, é importante notar também que boa parte das inovações implementadas ao redor do mundo tem derivado a partir de recombinações de tecnologias existentes, ao invés de ser resultado direto de P&D.

Figura 1. Escala de tipos e graus de inovação



Fonte: Figueiredo, Pinheiro, Cabral et al. (2018)

As empresas de economias emergentes são caracterizadas por apresentarem níveis iniciais de capacidade tecnológica relativamente baixos em comparação com empresas de economias mais desenvolvidas. Essas empresas enfrentam desafios específicos relacionados à sua posição no mercado global e às condições locais em que operam. (FIGUEIREDO, 2015). Nessas economias, existem poucos laboratórios de P&D, e ainda que atividades inovadoras sejam realizadas, a inovação não se limita apenas à pesquisa e desenvolvimento (P&D) e atividades patentárias. Muitas vezes, as inovações mais importantes surgem da combinação de tecnologias existentes,

realizada por engenheiros e técnicos especializados em diferentes áreas. Essas atividades inovadoras menos sofisticadas podem servir como ponto de partida para o avanço em direção a atividades de P&D de nível mundial (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018).

No Brasil, por se tratar de um país em desenvolvimento, esse padrão também é observado, com a coexistência de empresas intensivas em atividades de P&D e outras que inovam transformando tecnologias existentes em novos produtos. Setores mais intensivos em P&D tendem a ser mais inovadores, mas há casos de setores convencionalmente considerados de baixa ou média intensidade tecnológica que apresentam alta incidência de inovação. Empresas que inovam mais e de forma eficaz têm melhor desempenho competitivo e alcançam crescimento a longo prazo. Considerando que, as empresas são as principais responsáveis pela implementação do processo de inovação, a taxa de crescimento da produtividade e o crescimento econômico de um país dependem, em última instância, de empresas inovadoras (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018).

Desta forma, segundo Figueiredo et al. (2018), a competitividade de um país é resultado da acumulação de capacidades, especialmente aquelas que não podem ser adquiridas no mercado internacional. A inovação, por sua vez, é vista como o resultado do processo de acumulação de capacidades tecnológicas, que envolvem recursos como capital humano, sistemas técnico-físicos e sistemas organizacionais (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018). Portanto, a competitividade das empresas pode ser analisada considerando a acumulação dessas capacidades tecnológicas.

De acordo com Figueiredo et al. (2018), para examinar as capacidades tecnológicas em nível de empresas, pode-se empregar uma escala baseada em níveis de capacidades para funções ou atividades tecnológicas específicas. Essa perspectiva de capacidades tecnológicas é importante para entender como e até que ponto empresas e setores industriais estão se movendo ao longo de um gradiente de atividades inovadoras em áreas específicas (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018). A Figura 2 mostra quatro níveis de capacidade para inovação (integrando as dimensões técnica e organizacional), que variam desde a capacidade básica para a inovação (capaz de realizar adaptações em tecnologias existentes) até o nível de liderança mundial (o que pode levar a empresa ao patamar de líder global). Este

modelo será utilizado neste artigo para mostrar a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas na empresa estudada.

Figura 2. Escala de níveis de capacidade tecnológica em empresas



Fonte: Figueiredo, Pinheiro, Cabral et al. (2018)

Desta forma, observamos que a capacidade tecnológica é um fenômeno cumulativo no qual a aquisição e assimilação de conhecimento ao longo do tempo aumentam a habilidade de lidar com desafios tecnológicos e melhorar a competitividade. Todo o processo que levará uma empresa a acumular suas capacidades tecnológicas, será chamado de “aprendizagem tecnológica”.

3. APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA

Enquanto as capacidades tecnológicas podem ser entendidas como um estoque de recursos associados a conhecimento tecnológico (também chamado ativo cognitivo ou estratégico), por meio do qual as empresas/organizações, bem como países, podem realizar suas atividades relacionadas com a produção e inovação de bens e serviços, a aprendizagem tecnológica constitui os processos pelos quais as capacidades tecnológicas são construídas e acumuladas (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018). Ainda, de acordo com Figueiredo et al. (2018), esses processos

são compostos por vários fluxos de conhecimentos externos e internos, que permitem que organizações e países acumulem suas capacidades tecnológicas.

De acordo com Kim (1999), o conhecimento tem duas dimensões: explícita e tácita, onde o conhecimento explícito refere-se ao conhecimento que é codificado e transmitido em linguagem formal e sistemática, podendo ser adquirido na forma de livros, especificações técnicas, projetos ou incorporado em máquinas. Em contraste, o conhecimento tácito está tão enraizado na mente e no corpo humano que é difícil codificar e comunicar, e só pode ser expresso por meio de ação, comprometimento e envolvimento em um contexto específico, só podendo ser adquirido por meio da experiência, como observação, imitação e prática (KIM, 1999).

Segundo Figueiredo (2002), existem quatro processos de aprendizagem tecnológica:

(i) Processos externos de aquisição de conhecimento. Esses são os processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimento tácito e/ou codificado de fora da empresa. Isso pode ser feito por meio de diferentes processos (por exemplo, trazendo especialistas de fora, recorrendo a assistência técnica, treinamento no exterior, canalização sistemática de conhecimento codificado externo, convidando especialistas para palestras etc.).

(ii) Processos internos de aquisição de conhecimento. Esses são os processos pelos quais os indivíduos adquirem conhecimento tácito por meio de diferentes atividades dentro da empresa. Por exemplo, fazendo rotinas diárias e/ou participando de melhorias em processos existentes e organização de produção, equipamentos e produtos. O processo também pode ocorrer por meio de atividades de pesquisa dentro de centros P&D formalmente organizados, laboratórios de plantas e/ou experimentação sistemática em unidades operacionais e linhas de produção.

(iii) Processos de socialização do conhecimento. Esses são os processos pelos quais os indivíduos compartilham seu conhecimento tácito (modelos mentais e habilidades técnicas). Em outras palavras, qualquer processo formal ou informal pelo qual o conhecimento tácito é transmitido de um indivíduo ou grupo de indivíduos para outro (por exemplo, observação, reuniões, resolução compartilhada de problemas). O treinamento também pode funcionar como um processo de socialização do conhecimento. Por exemplo, durante programas de treinamento, indivíduos de diferentes origens e experiências podem compartilhar seu conhecimento tácito com os trainees e instrutores.

(iv) Processos de codificação do conhecimento. Esses são os processos pelos quais o conhecimento tácito dos indivíduos (ou parte dele) se torna explícito. Em outras palavras, são os processos nos quais o conhecimento tácito é articulado em conceitos explícitos, em formatos, procedimentos organizados e acessíveis, tornando-se mais fácil de entender. Como consequência, o processo facilita a disseminação do conhecimento em toda a empresa (por exemplo, padronização de procedimentos de produção, documentação e seminários internos).

Importante notar que os processos (iii) e (iv) são fundamentais para a conversão do aprendizado individual em aprendizado organizacional.

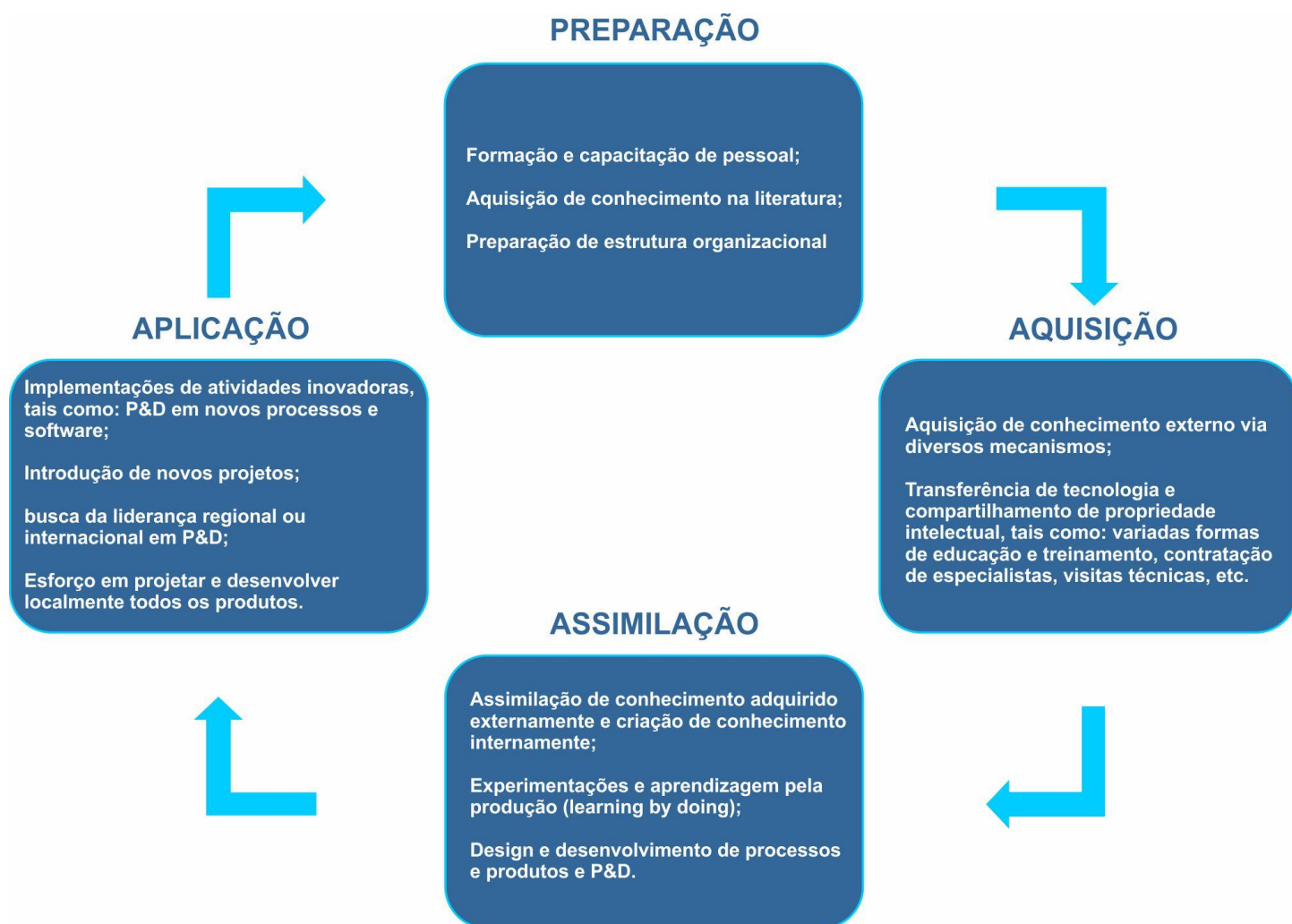
Para Kim (1999), a aprendizagem tecnológica ocorre em dois níveis diferentes: individual e organizacional, sendo que os principais atores no processo de aprendizagem organizacional são os indivíduos dentro da empresa. Porém, segundo o autor, a aprendizagem organizacional não é uma simples soma da aprendizagem individual, mas sim um processo que cria conhecimento, distribuído por toda a organização, comunicável entre os membros, com validade consensual e integrado à estratégia e gestão da organização. Desta forma, a aprendizagem individual é uma condição necessária para a aprendizagem organizacional, mas por si só não é suficiente, sendo que apenas organizações eficazes podem traduzir a aprendizagem individual em aprendizagem organizacional Kim (1999).

Empresas de economias emergentes utilizam a aquisição de conhecimento externo, tácito e codificado, como um importante mecanismo para desenvolver e acumular suas capacidades tecnológicas. No entanto, a eficácia dessa estratégia depende da habilidade das empresas em estabelecer uma base organizacional que facilite a absorção interna dos recursos adquiridos, como tecnologias de produto e processo, conhecimento tácito e explícito/codificado (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018). Segundo Rosal e Figueiredo (2006), empresas que operam nessas economias, caracterizam-se pela necessidade de evoluírem através da acumulação de capacidades de mero uso ou operação de sistemas de produção existentes, até chegarem ao acúmulo de capacidades para inovar em tecnologias e sistemas de produção, sendo que, nesse contexto, operam a grande maioria de empresas brasileiras. Essas empresas utilizam diferentes fontes externas para adquirir conhecimento, como especialistas externos, treinamentos no exterior, assistência técnica, participação em conferências e redes de conhecimento. Esses

são os mecanismos pelos quais essas empresas incorporam conhecimento externo e o aplicam internamente (FIGUEIREDO, PINHEIRO, CABRAL et al., 2018).

A figura 3 apresenta o modelo de ciclo de aprendizagem tecnológica elaborado por Bello et al. (2020), tendo como referência os modelos de Bell e Figueiredo (2012), seguindo os conceitos apresentados por Kim (1998) para a trajetória de aprendizagem tecnológica em projetos realizados em países de economia emergente. Neste modelo, fica evidente que tais projetos são constituídos por quatro etapas: preparação, aquisição, assimilação e aplicação. Neste estudo usaremos este modelo, com o intuito de explicar o ciclo de aprendizagem tecnológica no desenvolvimento de SARPs pela empresa Stella Tecnologia.

Figura 3. Modelo de ciclo de aprendizagem tecnológica subjacente à acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras



Fonte: Bello et al. (2020)

4. SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (SARP)

Nos atuais conflitos modernos, conhecidos como de 4ª geração, o emprego do SARP, em Operações Militares, é uma realidade para a maioria dos exércitos dos países desenvolvidos, aumentando a consciência situacional dos comandantes por meio da inteligência, vigilância e reconhecimento (JERONYMO, 2018). Destacando a guerra de Nagorno-Karabakh, em 2020, e a guerra da Ucrânia, iniciada em 2022, ficou evidente a importância do SARP nas batalhas, sendo esses sistemas responsáveis por inúmeras missões de ataque, vigilância e reconhecimento. Diante disso, observa-se que o emprego do SARP nos conflitos modernos já é uma realidade, não somente para os países de primeiro mundo, mas também para forças armadas de países menos desenvolvidos.

De acordo com Brasil (2014, p.1-3) o SARP é “o conjunto de meios que constituem um elemento de emprego de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) para o cumprimento de determinada missão aérea”. Já o ARP é “um veículo aéreo em que o piloto não está a bordo (não tripulado), sendo controlada a distância a partir de uma estação remota de pilotagem para a execução de determinada atividade ou tarefa. Trata-se de uma classe de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT)” (BRASIL, 2014).

Até 1970, a tecnologia utilizada nas aeronaves não tripuladas era rudimentar e necessitava de melhorias para que pudesse desenvolver-se. Isso mudou quando Abraham Karem (Figura 4), notando essa defasagem por novas tecnologias para serem empregadas aos VANTs, desenvolveu novos meios de operação e fabricação, contribuindo para o desenvolvimento das aeronaves não tripuladas (RODRIGUES, 2020). Na década de 1970, ele imigrou para os Estados Unidos para operar um VANT, o qual necessitava de 30 pessoas para mantê-lo em operação. A partir desse problema, Abraham teve a ideia de fundar em sua garagem a Leading System, onde projetou e construiu o Albatross, um VANT que chegou a ficar até 56 horas no ar sem que nenhuma recarga fosse necessária em suas baterias e necessitava de apenas 3 pessoas para operar ele, contra 30 pessoas do VANT rival Aquilla (WHITTLE, 2013).

Abraham recebeu financiamento de 40 milhões de dólares da DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), que é uma instituição militar do governo dos Estados Unidos, especializada em projetos avançados de defesa. Com o patrocínio para o protótipo, Abraham desenvolveu o programa Amber, contribuindo nitidamente para o desenvolvimento da tecnologia desses aparelhos, tornando-se o

seu uso mais eficaz para o âmbito militar, e conseqüentemente, popularizando o aparelho, permitindo que fosse conhecido do jeito que é atualmente (WHITTLE, 2013).

Após a contribuição de Abraham Karem para a indústria de VANTs, desenvolvendo novas tecnologias, meios de operação e fabricação, deu-se início a produção em massa desses equipamentos para o uso no âmbito militar, e posteriormente para o uso civil (RODRIGUES, 2020).

Figura 4. Abraham Karem e seu VANT Albatross



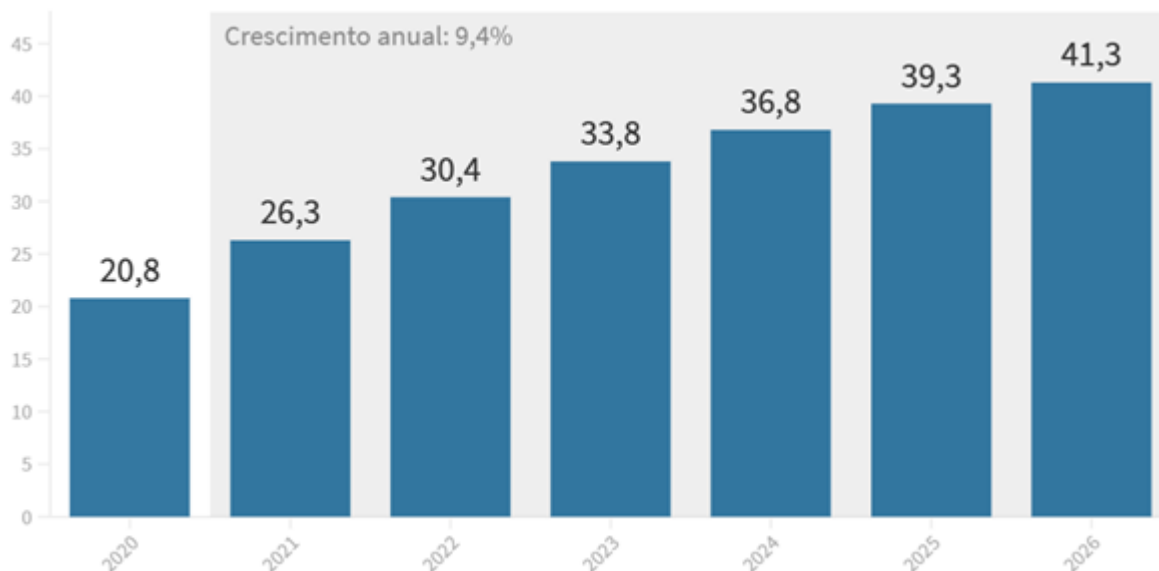
Fonte: Whittle (2013)

Segundo o estudo Drone Market Report 2021-2026, publicado pela Drone Industry Insights (Droneii), empresa alemã especializada em pesquisas para esse setor, o mercado de drones não para de crescer, e vai continuar dessa maneira por um bom tempo. De acordo com esse estudo, o tamanho desse mercado vai saltar de US\$ 26,3 bilhões no ano de 2021, para US\$ 41,3 bilhões em 2026 em todo o mundo, ou seja, um crescimento anual de 9,4% nesse período (RIBEIRO, 2021).

Ainda segundo o estudo da Droneii, o Brasil é hoje o principal mercado de drones da América do Sul, com faturamento anual estimado de US\$ 373 milhões em 2021, e continuará sendo o maior na região, que deve crescer 11,3% anualmente

entre 2021 e 2026, uma taxa superior a grandes mercados, como os Estados Unidos (6,8%) e China (9,7%) (RIBEIRO, 2021).

Figura 5. Mercado global de drones (em bilhões de dólares)



Fonte: MundoGEO (2021)

5. NECESSIDADE E REQUISITOS DE UM SARP PARA APOIO AS OPERAÇÕES DO CORPO DE FUZILEIROS NAVAIS DA MARINHA DO BRASIL (MB)

A pedido da Marinha do Brasil, a empresa Stella Tecnologia desenvolveu o SARP Albatroz, que foi apresentado no contexto da feira de defesa e segurança LAAD 2023. O modelo foi pensado para operar embarcado no Navio-Aeródromo Multipropósito Atlântico (VINHOLES, 2023). Desde sua concepção, o novo drone da Stella foi feito na medida para decolar e pousar no convés de voo do NAM Atlântico da Marinha do Brasil, não necessitando de rampa, nem de catapulta, sendo o navio mais do que capaz de prover a capacidade e a distância para o Albatroz pousar e decolar, uma vez que o Atlântico tem 160 metros, e Albatroz decola em 95 metros de pista (VINHOLES, 2023).

Figura 6. Simulação do Albatroz operando a partir do NAM Atlântico



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Para o apoio aos Grupamentos Operativos de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav), o SARP-E precisaria ter a capacidade de operar a partir do NAM Atlântico, podendo cumprir missões, de reconhecimento, vigilância e aquisição de alvo para a artilharia. De acordo com Brasil (2014), existem vários parâmetros para a classificação dos SARP, tais como os parâmetros de desempenho, a massa (peso) do veículo, a natureza das ligações utilizadas, os efeitos produzidos pela carga paga, as necessidades logísticas ou o escalão responsável pelo emprego do sistema, sendo que cada categoria de SARP possui capacidades diferentes de geração de produtos e efeitos. “Cada uma delas complementa as características da outra, o que permite aos comandantes em cada nível de planejamento e condução das operações obter resultados da maneira mais completa e precisa possível” (BRASIL, 2014).

A Figura 7 apresenta a classificação e categoria dos SARP, de acordo com o Exército Brasileiro (EB).

De acordo com Vital (2018), o SARP necessário para compor a seção SARP de uma Bateria de Busca de Alvos da Artilharia Divisionária, seria o de categoria 2, que sobrevoa a uma baixa altitude (até 10.000 ft), com um raio de ação de aproximadamente 63 Km e uma autonomia de aproximadamente 15 horas, sendo de suma importância também que seja equipado com sensores embarcados que permitam a execução de tarefas relacionadas à obtenção de imagens (diurnas e

noturnas), incluindo dispositivos de imageamento infravermelho e termal, além de também possibilitar a localização georreferenciada dos alvos.

Figura 7. Classificação e categorias dos SARP, segundo o EB

Categoria	Nomenclatura Indústria	Atributos				Nível do Elemento de Emprego
		Altitude de operação	Modo de Operação	Raio de ação (km)	Autonomia (h)	
6	Alta altitude, grande autonomia, furtivo, para ataque	~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	MD/EMCFA ³
5	Alta altitude, grande autonomia	até ~ 60.000 ft (19.800m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	
4	Média altitude, grande autonomia	até ~ 30.000 ft (9.000m)	LOS/BLOS	270 a 1.110	25 - 40	C Op
3	Baixa altitude, grande autonomia	até 18.000 ft (5.500m)	LOS	~270	20 - 25	F Op
2	Baixa altitude, grande autonomia	até 10.000 ft (3.300m)	LOS	~63	~15	GU/BiaBa/Rgt ²
1	Pequeno	até 5.000 ft (1.500m)	LOS	27	~2	U/Rgt ¹
0	Micro	até 3.000 ft (900m)	LOS	9	~1	Até SU

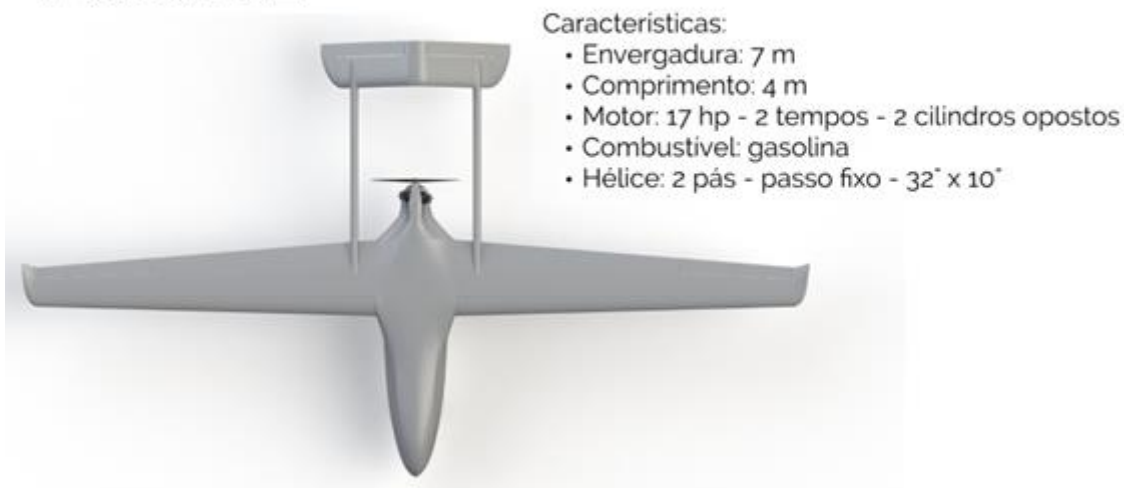
1. Orgânicos de Grande Unidade.
2. Atuando em proveito da F Op ou na vanguarda de GU.
3. No contexto da Estrutura Militar de Defesa.

Fonte: Brasil (2014)

Considerando as características do SARP Albatroz (Figura 8), pode-se concluir que, o referido sistema se enquadra na Categoria 2, sendo então capaz de cumprir todas as missões necessárias ao apoio as operações dos GptOpFuzNav, incluindo a condução de fogos em prol da artilharia de campanha.

Figura 8. Ficha Técnica do SARP Albatroz

Sistema aéreo não-tripulado Albatroz



Performance

- Teto operacional: 5000 m
- Autonomia de voo: 8 - 30 h
- Velocidade de cruzeiro: 120 km/h
- Velocidade máxima: 180 km/h
- Decolagem e pouso: 150 m
- MTOW: 200 kg



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Desta forma, para comprovar que a acumulação de capacidades tecnológicas ocorre por meio de diversos esforços em processos de aprendizagem tecnológica (FIGUEIREDO, 2015), o presente estudo investigou as atividades que possibilitaram o desenvolvimento do projeto Albatroz.

6. MÉTODO

Nesta seção é apresentado os elementos principais do método do estudo, constituídos por: (i) estratégia da pesquisa; (ii) seleção do caso e (iii) coleta e análise de dados.

6.1 ESTRATÉGIA DA PESQUISA

Com base no tema em torno do qual este artigo foi estruturado, foram utilizados critérios para identificar uma estratégia de pesquisa que viabilizasse a análise do projeto selecionado. A metodologia envolveu um exame da indústria de drones militares – nacional e internacional – e, mais especificamente, o estudo de caso da empresa Stella Tecnologia durante a implementação do projeto Albatroz. Também foi levantado informações a respeito de projetos anteriores (Carcará I e II, e o Atobá), para que fosse identificada, ao longo do período, a evolução dos níveis de acumulação de capacidades tecnológicas pela empresa na implementação dos projetos em questão. Primeiro, identificaram-se os níveis de capacidades tecnológicas na Stella Tecnologia, no âmbito dos projetos anteriores. Num segundo momento, identificaram-se os níveis de capacidades tecnológicas na empresa, no âmbito dos projetos estudados. Num terceiro momento, analisou-se o papel dos processos subjacentes de aprendizagem tecnológica utilizados durante os projetos para a acumulação de capacidades tecnológicas.

6.2 SELEÇÃO DO CASO

A MB, percebendo a importância do SARP, como multiplicador do poder de combate, vem buscando gerar a capacidade de empregar em sua plenitude esses sistemas. Desta forma, a MB incluiu em seu Planejamento Estratégico da Marinha (PEM 2040) até o ano de 2040, além da aquisição de novos navios, submarinos e sistemas de armas e sensores, a obtenção de Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SARP-E), para contribuir para a obtenção da consciência situacional marítima em defesa da Amazônia Azul, incluindo o apoio às operações de Fuzileiros Navais (BRASIL, 2020). “Isso foi um dos motivos da mudança na designação do navio capitânia brasileiro, que passou de Porta-Helicópteros Multipropósito Atlântico (PHM “Atlântico”) para Navio-Aeródromo Multipropósito Atlântico (NAM “Atlântico”), em 2020” (VINHOLES, 2023).

Neste contexto, como mencionado anteriormente, a MB pediu a empresa Stella Tecnologia que desenvolvesse um modelo de SARP capaz de operar embarcado no Navio-Aeródromo Multipropósito Atlântico. A empresa Stella Tecnologia durante sua trajetória, passou por relevante evolução de suas capacidades tecnológicas, a partir de seus primeiros projetos desenvolvidos, até chegar ao projeto do SARP Albatroz, único modelo do Brasil com tal capacidade solicitada pela MB, que será o objeto de estudo deste trabalho.

6.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Neste estudo foram utilizados dados primários e secundários. A coleta desses dados ocorreu através de uma visita a sede da empresa Stella Tecnologia, onde foi realizada uma entrevista com o Diretor Técnico da empresa, e foi colhido apresentações em mídia digital. Além dos dados primários e secundários adquiridos na visita a empresa, foram utilizados dados secundários coletados sobre os projetos estudados por meio da literatura disponível, em sites especializados e artigos militares. Com estas entrevistas e dados secundários, esperou-se contemplar todos os aspectos relevantes evidenciados na literatura pertinentes ao estudo da capacidade tecnológica e seus processos de aprendizagem tecnológica. Para o processo de entrevista, utilizou-se um roteiro estruturado baseado em Fitz-Oliveira (2020), que foi modificado pelo autor. O roteiro final continha 22 questões abertas que abordavam aspectos da empresa e seus avanços tecnológicos, seu planejamento estratégico e comercial, interações com instituições de ensino/pesquisa, desenvolvimento e melhoria do portfólio, e questões específicas sobre os projetos da empresa. A análise de dados deu-se por meio da investigação das atividades desenvolvidas durante a implementação dos projetos estudados. Desenvolveu-se uma escala de níveis de capacidades tecnológicas (Figura 18) e efetuou-se a classificação da evolução e da trajetória da acumulação de níveis de capacidades tecnológicas pela Stella Tecnologia ao longo do período estudado. Adicionalmente, foi desenvolvido um modelo de ciclo de aprendizagem tecnológica para medir o papel e a influência do processo de aprendizagem tecnológica na acumulação de capacidades tecnológicas, especificamente no projeto do SARP Albatroz.

7. RESULTADOS

O propósito nesta seção, baseado nas informações coletadas, é apresentar as descobertas do caso e sequenciar os fatos cronologicamente, dividindo-os em três fases: Fase 0: Projeto Carcará I e II (2006-2012); Fase 1: Projeto Atobá (2015-2020); e Fase 2: Projeto Albatroz (2021-2022). A seção seguinte explicará como a Stella Tecnologia, no âmbito dos projetos estudados, construiu e acumulou capacidades tecnológicas para inovar, com base nos resultados apresentados nessa seção.

Baseado na entrevista do Diretor Técnico da empresa Stella Tecnologia, foi esclarecido que a empresa em questão foi fundada em 2015, mas que eles estão no mercado desde 2006, quando a empresa se chamava Santos Lab. Neste período da Santos Lab eles desenvolveram para o CFN (Corpo de Fuzileiros Navais) diversos alvos aéreos e dois modelos de VANT, o Carcará I e II. Neste sentido, pontuou o Diretor Técnico:

Nós já fornecemos para os Fuzileiros Navais (FN), nós fornecemos o Carcará I e II, e o Carcará I foi o veículo base do primeiro PeIVANT que era subordinado ao Batalhão Antiaéreo dos Fuzileiros Navais, isso na época do Santos Lab.

7.1 Fase 0: Projeto Carcará I e II (2006-2012)

A Santos Lab começou em 2006 com o desenvolvimento de alvos aéreos. Em 2008 esses produtos já eram usados pelos FN em manobras em Formosa e na Marambaia.

No período de 2006 a 2011 a empresa desenvolveu um VANT do tipo “Asa Voadora”, o Carcará I. Esse VANT possuía uma envergadura de 1,60 m, comprimento de 0,85 m, pesava 1,8 kg, e tinha propulsão elétrica, com uma bateria de lítio, rendendo autonomia de 40 minutos e um alcance de 2000 m. Já o Carcará II, evolução do Carcará I, passou a ter uma envergadura de 2,00 m, o comprimento de 1,00 m, peso de 4,3 kg, permaneceu com propulsão elétrica, mas agora alimentado por 4 baterias que lhe rendiam 2 horas de autonomia e alcance de 15 km.

O background nosso veio de experiências prévias em aviação não tripulada. Como Santos Lab nós desenvolvemos alvos aéreos (Azimute 50, 100 e 150), e nós fizemos o Carcará I e II, que eram os aviões de reconhecimento aéreo para os Fuzileiros Navais. Foram 8 unidades do Carcará I e 4 unidades do Carcará II, entre 2006 e 2015. Nesses aviões nós desenvolvemos a capacidade de fazer a integração com o piloto automático, transmissão de vídeo e transmissão de dados em distancias mais curtas. A gente também aprendeu a fazer o pouso semi-vertical com asa voadora. Aí o Carcará I e II deixaram de precisar de pista para operar, tanto para decolar como para pousar.

Figura 9. Militares do PelVANT do CFN com um modelo do Carcará I



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Ainda, segundo o profissional entrevistado, na época da Santos Lab ainda não se tinha nenhuma parceria com institutos de pesquisa/ensino. Essas parcerias só vieram a acontecer com os projetos do Atobá e do Albatroz, pois os projetos ficaram muito mais complexos.

7.2 Fase 1: Projeto Atobá (2015-2020)

Em 2015, já como Stella Tecnologia, a empresa começou o desenvolvimento do SARP Atobá, para atender os requisitos do VANT Unasul (União das Nações Sul-Americanas), conforme explicado pelo Diretor Técnico:

[...] nós aprendemos a desenvolver VANTs para determinados conjuntos de requisitos. O primeiro requisito que nós atendemos foi o requisito do VANT Unasul, com o VANT Jatobá. Este requisito pedia um VANT de 500kg de peso total de decolagem, ele tinha que levar uma carga paga de pelo menos 150kg e voar durante 24h. Isso gerou o Atobá. Foi o primeiro VANT desse porte a fazer um voo no Brasil.

Figura 10. VANT Atobá.

Sistema aéreo não-tripulado Atobá



- Teto operacional: 15000 ft
- Autonomia (carga paga): 28h (70kg) ou 20h (150kg)
- Velocidade de cruzeiro: 120km/h
- Decolagem e Pouso: 400 m
- Peso máximo: 500kg
- Envergadura: 11 m

Fonte: Stella Tecnologia (2022)

O projeto do Atobá foi um marco tecnológico importante para a empresa. Eles passaram de VANTs Categoria 0, de no máximo 4 kg (Carará II), para projetar um VANT Categoria 3, de 500 kg. Esse tipo de VANT nunca tinha sido desenvolvido no Brasil anteriormente, como pontua o Diretor Técnico:

O marco tecnológico foi o primeiro VANT com 500kg a realizar um voo no Brasil foi o nosso, outras empresas tentaram, inclusive a Embraer e a Avibrás e não fizeram esse voo. Nós fizemos esse voo, está registrado, e foi um marco tecnológico importante. A outra coisa foi fazer a integração dos sistemas de bordo que permitiram este voo do Atobá.

Além disso, a partir do Atobá, a empresa passou a utilizar diversas ferramentas e softwares para auxiliar no projeto da aeronave, além de desenvolver a capacidade de realizar cálculos aerodinâmicos e validá-los em simulador de voo, conforme citado pelo Diretor Técnico:

A gente aprendeu a usar a literatura para fazer cálculo aerodinâmico, aprendemos a validar esses cálculos com base num simulador de voo chamado X-Plane 11, onde a gente pode colocar todas as constantes obtidas com o pacote Ansys de mecânica dos fluidos, e nós aprendemos a fazer toda a integração dos sistemas. Nós aprendemos a usar o CAN (Controller Area Network), que é normalmente utilizado em carros e aviões normalmente no mundo, a gente usou o I2C dentro da mesma placa também, a gente fez toda a conversão de sinal e a gente faz toda a integração dos sistemas, adaptando o output de um ao input de outro. Usamos muita prototipação com placas Arduino, e a partir da placa Arduino a gente consegue projetar a nossa placa

eletrônica, e fazer toda essa conversão do sistema. O que der para a gente, aprendemos a digerir, converter e integrar.

Figura 11. Simulação do voo do Atobá no software X-Plane 11.



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Outro marco do projeto Atobá foi o início das parcerias com institutos de ensino/pesquisa. Durante este projeto a empresa fez parcerias com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal Fluminense (UFF):

E fizemos pesquisa de material. No Atobá, na parceria com a UFRJ, nós fizemos testes de tração e compressão em todos os nossos laminados, para entender como eles funcionavam. Também teve a UFF na parte de conversão de sinais, para transmissão via CAN, e principalmente para a aferição dos termopares.

O desenvolvimento do Carcará I e II deu a empresa alguma contribuição para o seu know-how em projetos de aviação, mas, segundo o entrevistado, o grande aprendizado foi com o desenvolvimento do Atobá:

Os cálculos foram feitos pela a gente, com o nosso aprendizado do que a gente tinha feito anteriormente de aviação. [...] o nosso grande aprendizado foi com o Atobá [...]

Com o protótipo pronto, o primeiro voo experimental foi realizado em julho de 2020 (Figura 12), mas o projeto acabou ficando parado após isso, por falta de investimento:

O primeiro voo foi feito em 2020 em Rio das Ostras, e paramos um pouco com o desenvolvimento dele porque a gente não teve condição financeira de continuar com a homologação dele, a gente precisava de um incentivo a mais, alguma venda, alguma coisa nesse sentido, e isso a gente não conseguiu até agora.

Neste sentido, um dos meios para tentar dar continuidade ao projeto, seria através do investimento do Governo. Porém a empresa tentou várias vezes algum financiamento pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), mas não logrou êxito até o momento, sendo um dos problemas identificados, a falta de uma equipe de pesquisa com mais qualificação acadêmica. Essa falta de verba afeta diretamente a continuidade dos projetos, como ocorreu no caso do Atobá, comprometendo também a capacidade da empresa de reter tecnologia, conforme observado pelo seu Diretor Técnico:

A gente tem que ter uma mentalidade de reter tecnologia, e retenção de tecnologia é continuidade de projeto. Então você teria que ter planejamento a mais longo prazo para os teus projetos.

Ainda sobre a ótica da necessidade de a empresa reter tecnologia, o Diretor Técnico lamentou a perda de mão de obra qualificada para o mercado, devido às dificuldades em levar os projetos adiante:

Na capacitação de pessoal, nós tivemos a necessidade do meu mestrado, e de contratar estagiários que se a gente tivesse certeza da continuidade do serviço a gente teria transformado esses estagiários em engenheiros da empresa, e estariam com a gente até hoje. Um ex-estagiário nosso hoje está na Embraer, outro está no Japão desenvolvendo VANT lá, e outros estagiários que foram para a área de informática, justamente nessa área de sistemas embarcados. Nós formamos muita mão de obra qualificada e se a gente tivesse conseguido reter teria sido muito melhor para a gente.

Figura 12. O VANT Atobá em seu voo experimental realizado em 2020.



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

7.3 Fase 2: Projeto Albatroz (2021-2022)

Seguindo a sua estratégia comercial e seu planejamento estratégico, a Stella Tecnologia procura estar sempre alinhada com o que está acontecendo no ambiente mundial e na política brasileira, estando aptos a desenvolver produtos que sejam capazes de atender determinados requisitos técnicos que lhes são apresentados, conforme explicado pelo seu Diretor Técnico:

Nosso planejamento estratégico ele tende a se alinhar com a estratégia e com a política de defesa do Brasil. Então a gente está sempre de olho no livro branco da defesa e conforme aquilo vai sendo atualizado a gente tenta oferecer opções para o pessoal adquirir equipamentos nacionais com a nossa tecnologia. [...] Nossa estratégia comercial é uma de desenvolver produtos que são capazes de atender os requisitos que nos são apresentados. Isso vai desde a forma do VANT, até as características básicas, como duração de voo, capacidade de pousar em pista curta ou pista mais longa e capacidade de levar os equipamentos necessários para observação a solo e para reconhecimento. Então a gente tem condições de se adaptar a essas condições, e temos condições de desenvolver produto novo a partir de um conjunto de requisitos que nos são solicitados.

Neste sentido, surgiu a necessidade da MB de possuir um VANT que fosse capaz de operar a partir do NAM Atlântico, com um determinado conjunto de requisitos, tendo sido feito um pedido para que a Stella Tecnologia desenvolvesse um modelo com essas capacidades. Segundo o entrevistado:

Esse VANT foi pedido para a gente em 2021, ele foi desenvolvido em 8 meses, ele está aqui pronto, que é o Albatroz, ele já fez teste de voo, a gente está esperando agora é uma chance de poder continuar com esse projeto junto a Marinha, existe boa vontade de ambas as partes, a gente agora precisa de financiamento para poder levar este projeto a frente. [...] no início o pessoal do NAM Atlântico queria uma aeronave que decolasse e pousasse do convés deles, que tivesse uma capacidade de voo de cinco a seis horas que pudesse fazer reconhecimento tático. Então se aparece alguma coisa estranha no radar deles, eles mandariam o VANT para fazer um reconhecimento detalhado. Então o Albatroz foi desenvolvido basicamente para este requisito.

A respeito das etapas do projeto Albatroz, o Diretor Técnico informou que levou basicamente 8 meses, desde o início do desenvolvimento, até chegar a realizar o voo experimental com o protótipo:

O projeto começou em 2021. Em 2021 nós pegamos um conjunto básico de requisitos, em março de 2021. Em maio de 2021 nós tínhamos um esboço inicial do avião feito [...] aquele primeiro desenho de SolidWorks já tem a forma dele bem definida. Com isso a gente calculou a distribuição de peso, o pessoal do ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) fez o cálculo aerodinâmico dele. Fizemos o cálculo

estrutural também [...] Em julho de 2021 a gente tinha definido os equipamentos de bordo basicamente feitos. Então em agosto de 2021 a gente já tinha o desenho básico definitivo do avião. Em setembro de 2021 a gente já tinha feito as fôrmas iniciais para construir o avião. Em janeiro de 2022 o avião estava pronto, e em março de 2022 ele fez o seu primeiro voo. Então da concepção até a gente fazer o avião final, foi um prazo de mais ou menos 8 meses, depois teve uma fase burocrática junto a ANAC e ao DECEA para autorizar o voo, e finalmente em março de 2022 a gente fez o voo.

Figura 13. Construção do protótipo do Albatroz.



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Ainda, segundo o entrevistado, as maiores diferenças/ inovações do Albatroz em relação aos SARP projetados anteriormente pela empresa foi em relação a sua geometria, fuselagem e trem de pouso:

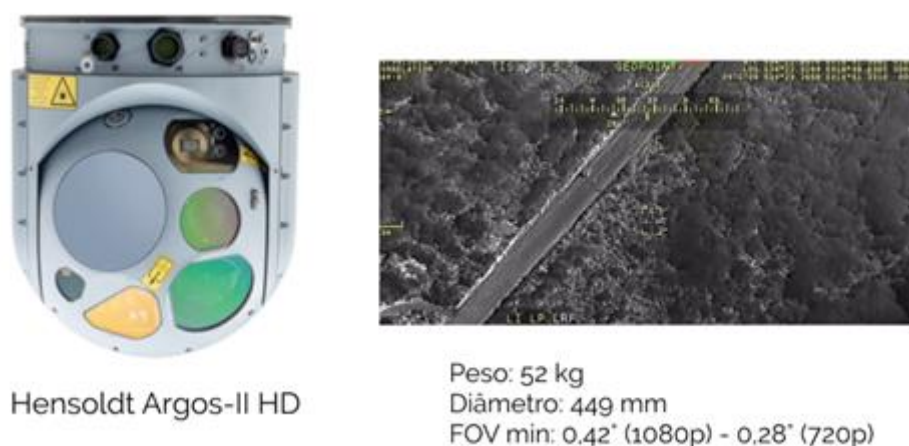
[...] o layout dele é completamente diferente, esse utiliza tail boom ao invés de uma fuselagem contínua, ele utiliza tail boom duplo. A empenagem dele é em V invertida, a outra é em V normal, e ele é um avião que foi projetado para decolagem e pouso mais lentos, ele acaba tendo um envelope de voo mais flexível, você pouso e decola mais devagar, em relação a velocidade de pouso e decolagem ele acaba tendo uma operação mais veloz. A questão dele ter que pousar e decolar do NAM Atlantico limitou essas duas velocidades de pouso e decolagem, em relação ao Atobá. O trem de pouso teve que ser especial porque o NAM Atlantico tem uma coisa muito característica dele chamada búrica. A búrica é um lugar onde ele faz a fixação de helicópteros no convés dele, [...] então a gente fez um trem de pouso duplo, onde nunca as duas rodas vão estar dentro da búrica ao mesmo tempo, então ele consegue vencer essas búricas com um trem de pouso duplo.

Até o projeto do Albatroz e a parceria com a Hensoldt, a empresa não detinha a tecnologia de datalink, estando o VANT limitado a um raio de 8 km. Além disso, foi

necessário a parceria com o ITA para a realização dos cálculos aeronáuticos do modelo, como explicado pelo Diretor Técnico da empresa:

Nós fizemos uma parceria de controle e transmissão de dados (com a Hensoldt), e nós fizemos uma parceria junto com o ITA de cálculo, [...] na elaboração do pacote aeronáutico do protótipo, nos cálculos aeronáuticos e aerodinâmicos. [...] Com a Hensoldt foi o datalink, e depois o sensor ótico. A tecnologia de datalink a gente não tinha antes da Hensoldt, porque a gente estava limitado a 8 km.

Figura 14. Sensor Argos-II da Hensoldt



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Ainda sobre as parcerias com o meio acadêmico, o Diretor Técnico afirmou que elas estão sendo fundamentais para a Stella Tecnologia, uma vez que eles são uma empresa pequena, com poucos profissionais trabalhando diretamente na parte de pesquisa e desenvolvimento:

[...] elas são fundamentais, porque nós somos uma empresa pequena, então a gente tem que conseguir parcerias aí fora para desenvolver as coisas. Felizmente o pessoal da ciência e tecnologia se interessa pelo nosso assunto, a maioria é bastante disposto a ajudar a gente nesse sentido.

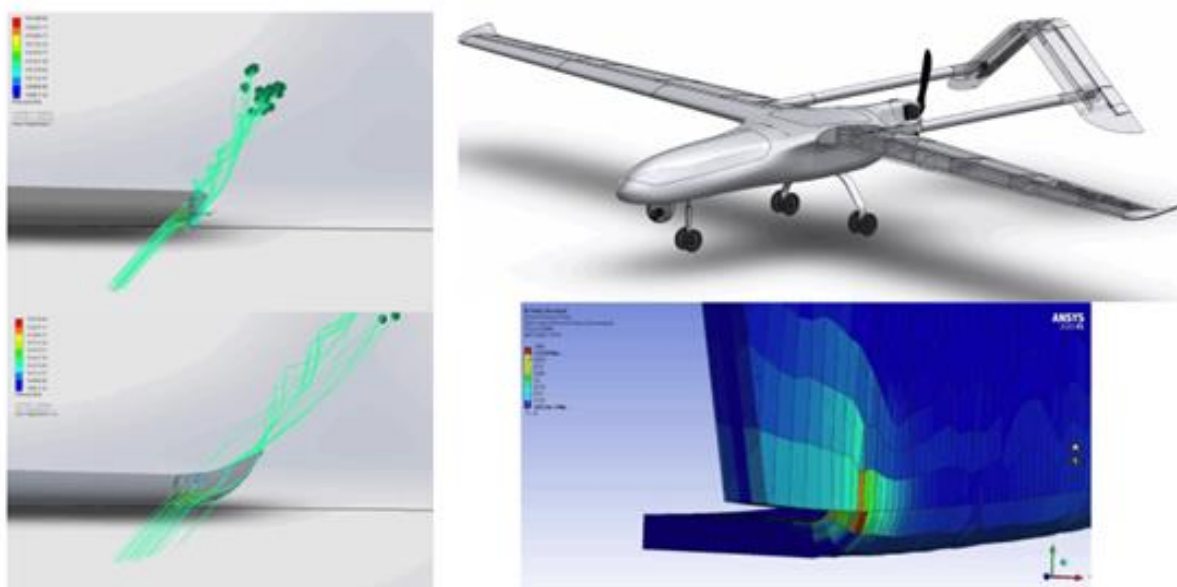
Além das parcerias com o ITA, a UFF e a UFRJ, eles também têm um convênio com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), na área de conversão mecânica de energia, onde estão trabalhando em propulsão híbrida, uma aposta mais verde para o futuro.

Neste projeto, os ganhos tecnológicos para a empresa foram: o êxito em integrar o piloto automático de um fabricante ao sensor da Hensoldt e conseguir transmitir isso para uma estação de controle em terra; e o desenvolvimento dos

cálculos aeronáuticos utilizando uma metodologia e ferramentas do ITA. Segundo o entrevistado:

No Albatroz o ganho que tivemos foi pegar o piloto automático de um fabricante e integrar esse piloto automático ao equipamento da Hensoldt, e conseguir transmitir isso para uma estação de controle em terra. Esse foi o grande avanço tecnológico para a empresa no projeto. Fora a gente ter usado a parceria com o ITA, e a gente desenvolveu metodologia de cálculo, planilha de cálculo, metodologia de estimar e depois metodologia de confirmar o que a gente está fazendo.

Figura 15. Modelagem 3D do Albatroz e simulações utilizando o software Ansys.



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

O voo experimental do Albatroz foi realizado em março de 2022, porém ainda não foi realizado um teste de pouso e decolagem no NAM Atlântico. Após o voo teste realizado, foi identificado a necessidade de melhoria no centro de gravidade do modelo, conforme relatado pelo Diretor Técnico:

A principal melhoria que a gente teve que fazer foi o ajuste fino do centro de gravidade do avião, que estava um pouco pesado de nariz a gente já botou ele um pouco menos pesado de nariz, já trouxemos o centro de gravidade mais para a cauda. E para não mexer em mais de uma coisa de cada vez para a gente ter controle de nosso desenvolvimento a gente pretende voar só com essa modificação da próxima vez.

Figura 16. Voo teste do Albatroz.



Fonte: Stella Tecnologia (2022)

Em relação aos próximos passos do projeto Albatroz, e da empresa de uma forma geral, o Diretor Técnico disse que:

O projeto do Albatroz tem uma proposta bastante firme [...] para ele fazer controle de fronteira entre a República Dominicana e o Haiti. E aí ele deve começar a operar para valer em janeiro de 2024. Para isso nós vamos ter que ter três aviões prontos, e nós já estamos com todo o programa de material, motorização, equipamento interno, tudo pronto já. Esses voos devem começar em janeiro de 2024 no Haiti, e a gente deve voar em dezembro de 2023 aqui no Brasil, já com todo esse equipamento que está sendo proposto agora. Serão três unidades, a primeira deve voar aqui, e aí a gente entrega a primeira em janeiro e depois mais duas, uma a cada dois meses lá, [...] E seis meses depois disso eles querem o Atobá, ou uma evolução do Atobá voando lá. Quem está adquirindo isso é uma empresa norte americana [...] e ela que vai oferecer o serviço de monitoramento para a República Dominicana com o nosso equipamento. Já tem um engenheiro deles trabalhando aqui com a gente desde julho. Essa parceria já está firmada, nós já temos toda a documentação e nós já estamos trabalhando em paralelo junto com eles.

8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção vamos primeiro entender como os mecanismos de aprendizagem tecnológica contribuíram para a empresa acumular capacidades tecnológicas inovadoras, e depois como se deu essa acumulação de capacidades ao longo dos projetos estudados.

8.1 Influência dos mecanismos de aprendizagem tecnológica

Levando em consideração a importância dos mecanismos de aprendizagem tecnológica para a acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras, esta subseção tem como objetivo examinar a influência desses mecanismos na Stella Tecnologia, durante o desenvolvimento do projeto Albatroz.

A Figura 17 mostra o ciclo de aprendizagem tecnológica do projeto Albatroz. Na etapa de preparação, a empresa já havia acumulado capacidades tecnológicas no desenvolvimento dos projetos anteriores, com destaque para o projeto do Atobá, que foi o marco tecnológico mais importante para a empresa. Outro aspecto observado foi a capacitação de pessoal, com destaque para a própria formação do Diretor Técnico que está terminando o seu mestrado em transmissão de dados. Além disso, nessa etapa, foi firmado a parceria com a empresa Hensoldt, para fornecimento do datalink e do sensor para o SARP Albatroz. Fora isso, a empresa já tinha disponível toda a infraestrutura necessária para as atividades do projeto, além de um sistema organizacional capaz de absorver e enraizar o conhecimento.

Na etapa de aquisição, a parceria com a Hensoldt no fornecimento do datalink para a operação do SARP e do sensor Argos-II, possibilitou a aquisição de conhecimento pelos profissionais envolvidos no processo. Além disso, foi firmada a parceria com o ITA, para a elaboração dos cálculos e estimativas aeronáuticas, além da continuação das parcerias com a UFRJ na área de teste dos materiais e com a UFF na área de conversão de sinais.

Na etapa de assimilação, a Stella Tecnologia utilizou o conhecimento acumulado pela sua equipe para conseguir realizar a integração do piloto automático de um fabricante ao equipamento da Hensoldt, e conseguir transmitir os dados para uma estação de controle em terra, absorvendo desta forma o conhecimento necessário para a utilização da tecnologia fornecida pela Hensoldt. Adicionalmente a empresa, através de sua parceria com o ITA, conseguiu desenvolver metodologia e ferramentas próprias para realizar e depois confirmar, os cálculos e estimativas aeronáuticas, caracterizando assim um processo externo de aquisição de conhecimento tácito e explícito, e posterior codificação deste conhecimento. Nesta etapa também, os conhecimentos acumulados pela empresa possibilitaram a prototipagem rápida, levando apenas cerca de cinco meses para a sua fabricação,

partindo do desenho definitivo em agosto de 2021 até a finalização do modelo em janeiro de 2022.

Na etapa de aplicação, a Stella Tecnologia acumulou capacidade de projetar, desenvolver e produzir SARP militar de Categoria 3 (de acordo com a tabela da Figura 7), e que seja capaz também de operar a partir de um Navio-Aeródromo. Além disso, a empresa acumulou conhecimento suficiente no desenvolvimento de SARPs, que a coloca na busca pelo protagonismo regional em P&D de VANTs, e na busca pela integração de componentes nacionais, inclusive trabalhando para desenvolver seu conjunto de propulsor híbrido (parceria com a UFJF), e seu próprio piloto automático.

Figura 17. Ciclo de aprendizagem tecnológica do projeto Albatroz.



Fonte: Elaboração própria.

8.2 Acumulação de níveis de capacidade tecnológica as Stella Tecnologia ao longo dos projetos estudados

Neste estudo foi demonstrado que ao longo da trajetória da Stella Tecnologia, no desenvolvimento dos projetos Carcará I e II (ainda como Santos Lab na Fase 0), Atobá e Albatroz, a empresa conseguiu evoluir expressivamente, saindo basicamente do zero, até conseguir projetar SARPs complexos, alcançando assim níveis de capacidade tecnológica mais elevadas. Essas capacidades inovadoras foram acumuladas por meio de estratégias e decisões que levaram ao processo subjacente de aprendizagem tecnológica da empresa.

A acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras gerou resultados expressivos para a empresa, e na indústria de defesa nacional, sendo a primeira empresa brasileira a desenvolver um VANT militar (Carcará I), e sendo a primeira empresa brasileira a desenvolver com sucesso um VANT Estratégico (o Atobá), sendo reconhecida pelo Ministério da Defesa como sendo uma Empresa Estratégica de Defesa (EED). O sucesso do Carcará I e II, sendo comercializado para a MB, deu impulso na empresa, mas, embora tenha tido sucesso com o desenvolvimento do protótipo do Atobá, o produto não teve continuidade, carecendo da falta investimento/financiamento do governo. Portanto, pode-se afirmar que o investimento público em projetos de P&D, em equipamentos militares, pode contribuir de forma decisiva para o crescimento e fortalecimento da indústria de defesa do Brasil.

Resumindo, o estudo examinou como a Stella Tecnologia conseguiu acumular capacidades tecnológicas inovadoras, por meio de processos subjacentes de aprendizagem tecnológica, no âmbito das atividades desenvolvidas nos projetos Carcará I e II, Atobá e Albatroz.

No intuito de aprofundar, de forma ilustrativa, a trajetória de acumulação de capacidades tecnológicas estudada, a Figura 18 apresenta a evolução de níveis de capacidades tecnológicas e do processo subjacente de aprendizagem tecnológica pela Stella Tecnologia nas atividades específicas desenvolvidas nos projetos, durante o período de 2006 a 2022.

A Figura 18 demonstra que, no início do projeto Carcará I, a então Santos Lab, possuía nível de Capacidade de Produção, no contexto das atividades desenvolvidas nos projetos, criando nessa época alvos aéreos, VANTs de baixa complexidade, sem nenhum sistema de controle de voo ou transmissão de dados, usado apenas para exercício de tiro com mísseis terra-ar dos FN. Após o desenvolvimento do Carcará I e

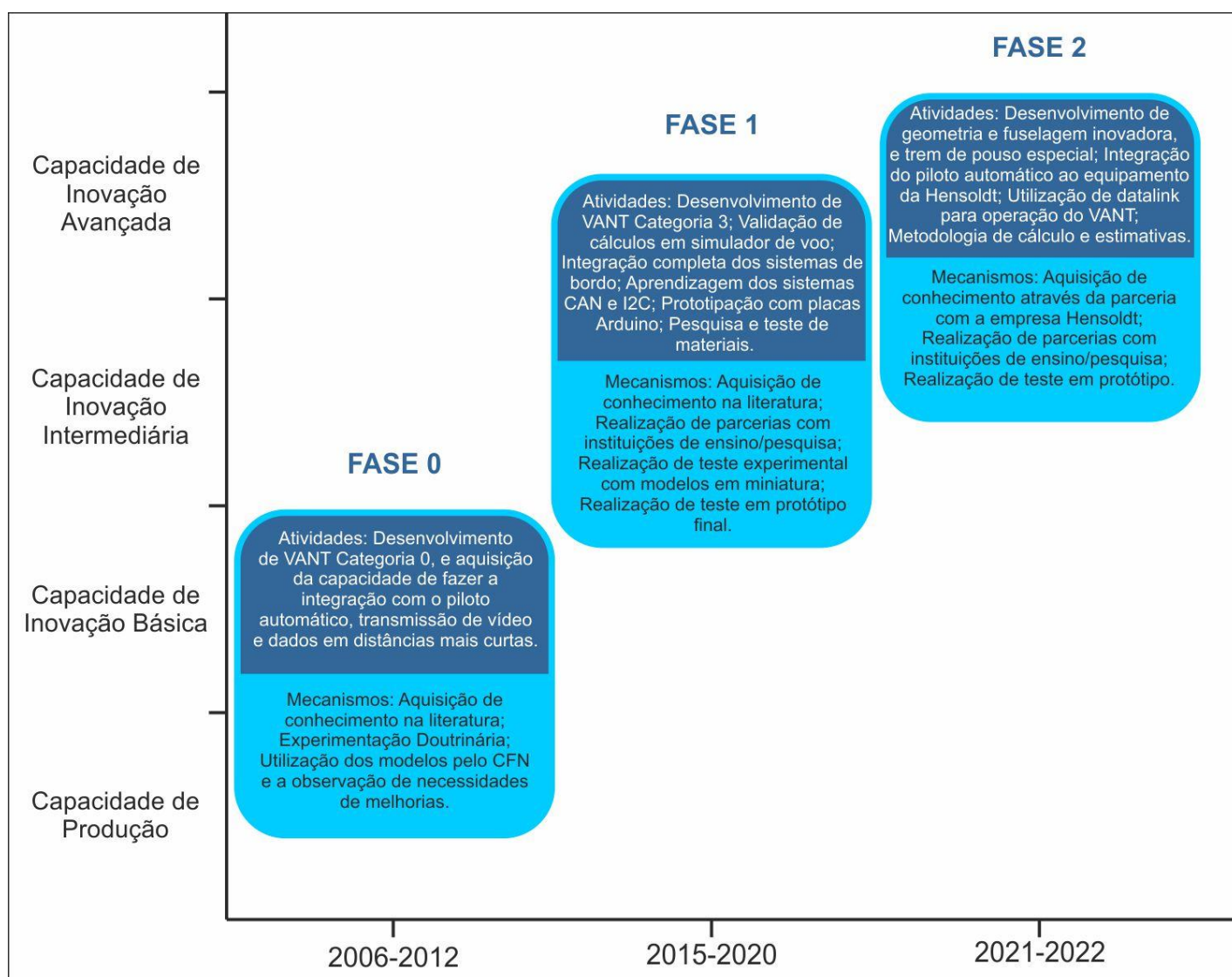
depois com o seu aperfeiçoamento, na figura do Carcará II, a empresa conseguiu elevar-se ao nível de Capacidade Tecnológica de Inovação Básica. Essa elevação derivou dos esforços realizados em processos de aprendizagem tecnológica, sendo importante a experimentação doutrinária que tiveram com a operação do Carcará I e II pelo PelVANT do CFN em suas missões, conseguindo desta forma identificar necessidades de melhorias e ganhando a expertise necessária para os projetos mais complexos que desenvolveriam no futuro, através da capacidade gerada na integração do piloto automático e na transmissão de vídeo e dados a distâncias curtas.

A Figura 18 evidencia que, no período entre 2015 e 2020, no início do projeto Atobá, a Stella Tecnologia acumulou capacidade de inovação básica e intermediária, no âmbito das atividades desenvolvidas, terminando esta fase com nível de Capacidade de Inovação Avançada. Isso porque o projeto do Atobá significou o maior salto tecnológico na história da empresa, caracterizado pelos diversos avanços obtidos através das parcerias realizadas com instituições de ensino e pesquisa, e pelos próprios processos subjacentes de aprendizagem na empresa, possibilitando, por exemplo, o cálculo aerodinâmico do modelo e sua validação no simulador de voo, o aprendizado do sistema CAN, e do I2C, a conversão do sinal e a integração dos sistemas, além da prototipação com placas Arduino. Adicionalmente a parceria com a UFRJ possibilitou a empresa pesquisar materiais, realizando testes de tração e compressão em seus laminados. Todo esse avanço tecnológico resultou no protótipo do Atobá, que realizou seu teste de voo de forma bem-sucedida, dando a empresa a capacidade de projetar e desenvolver VANTs de grande porte e complexidade (Categoria 3).

E finalmente, a Figura 18 apresenta que, no período entre 2021 e 2022, no projeto Albatroz, a Stella Tecnologia já se encontrava no nível de Capacidade de Inovação Avançada, devido a evolução alcançada no projeto Atobá, mas que mesmo assim, conseguiu acumular mais capacidades próximas da fronteira tecnológica internacional, devido aos requisitos e desafios do novo projeto. Esses novos conhecimentos absorvidos, deu-se em grande parte às novas parcerias firmadas, dessa vez com o ITA, gerando o desenvolvimento de metodologia e ferramentas próprias para realizar e depois confirmar os cálculos e estimativas aeronáuticas, possibilitando o layout de geometria inovadora, para o modelo ser capaz de operar a partir do NAM Atlântico, tendo um envelope de voo mais flexível, e com a Hensoldt, na integração do piloto automático com o seu equipamento, possibilitando a

transmissão dos dados para uma estação de controle em terra. Dessa forma a Stella Tecnologia conseguiu evoluir seu nível de capacidades tecnológicas, no âmbito das atividades desenvolvidas, em um período de menos de 20 anos, até o nível de capacidade tecnológica avançada, apresentando inovações para o País. Contudo não conseguiu alcançar o nível de capacidade tecnológica inovadora de liderança mundial, uma vez que este mercado está muito desenvolvido em outros países, como no caso dos Estados Unidos, Israel, e alguns países da Europa e Oriente Médio.

Figura 18. Evolução de níveis de capacidades tecnológicas e do processo de aprendizagem tecnológica pela Stella Tecnologia, entre 2006 e 2022.



Fonte: Elaboração própria.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram examinados a evolução da acumulação de capacidades tecnológicas para inovação nos projetos Carcará I e II, Atobá e Albatroz, e o papel dos subjacentes processos de aprendizagem tecnológica na implementação do projeto Albatroz, desenvolvidos pela empresa Stella Tecnologia. O estudo de caso foi examinado com base em fontes primárias, coletadas através de visita a empresa em questão, realizando entrevista com o seu Diretor Técnico, e secundárias, encontradas na literatura disponível, sites especializados e em material colido na visita a empresa. Foi desenvolvida uma escala de níveis de capacidades tecnológicas para analisar a acumulação de capacidades tecnológicas ao longo de três fases da empresa (abrangendo os três projetos analisados) e um modelo de ciclo de aprendizagem tecnológica para analisar o papel do processo de aprendizagem tecnológica durante o projeto do Albatroz, foco do estudo.

O estudo apontou que, ao longo de quase 20 anos (de 2006 a 2022), a Stella Tecnologia se moveu através do gradiente de níveis de capacidades inovadoras, saindo do nível de produção, até alcançar o nível de capacidade de inovação avançada ao fim do projeto Albatroz.

Em resumo, analisando as atividades desenvolvidas nos projetos Carcará I e II, Atobá e Albatroz, podemos elencar quatro contribuições que este estudo traz para a compreensão atual sobre o processo de acumulação de capacidades tecnológicas na indústria de defesa:

1) As atividades desenvolvidas no processo de aprendizagem tecnológica foram a fonte para a acumulação de capacidades tecnológicas durante o desenvolvimento dos projetos, estando de acordo com o exposto por Figueiredo (2018), que explica que as capacidades tecnológicas são construídas e acumuladas por meio de processos de aprendizagem tecnológica, sendo um processo, constituído por vários fluxos de conhecimentos externos e internos;

2) O processo de aprendizagem tecnológica na implementação do projeto Albatroz, obedeceu ao modelo de ciclo de aprendizagem apresentado por Kim (1998), Demonstrando que os projetos de P&D desenvolvidos em países de economias emergentes são constituídos pelas etapas: preparação, aquisição, assimilação e aplicação.

3) Ficou evidenciado também que, a elevação de níveis de capacidades tecnológicas não se deu unicamente pelo desenvolvimento do projeto Albatroz, que

era o foco de nosso estudo, o projeto Atobá se beneficiou da acumulação de capacidades tecnológicas dos projetos Carcará I e II, e o projeto Albatroz se beneficiou, principalmente das capacidades tecnológicas acumuladas durante o projeto Atobá. A Stella Tecnologia havia utilizado mecanismos de aprendizagem e acumulado capacidades tecnológicas desde os projetos Carcará, quando a equipe ainda fazia parte da Santos Lab. Desta forma, percebe-se que a acumulação de capacidades tecnológicas em níveis anteriores, conforme explicado por Figueiredo (2018), pode ser uma pré-condição para a construção e acumulação de níveis mais avançados de capacidade tecnológica inovadora.

4) Outro ponto que este estudo demonstra bem é a importância do capital humano qualificado para a acumulação de capacidades tecnológicas para a empresa. Conforme abordado por Kim (1999), a aprendizagem tecnológica individual é um pré-requisito para a aprendizagem organizacional, o que implica que a capacitação dos profissionais é fundamental para o sucesso da aprendizagem tecnológica em uma empresa. Desta forma, como pode uma empresa avançar em níveis de capacidade tecnológica se não conseguir reter a mão de obra qualificada que ela mesmo criou? Neste estudo foi visto que a empresa em questão tem tido dificuldades em reter sua mão de obra, perdendo profissionais para outras empresas, devido a descontinuidade de projetos e da falta de investimento, o que pode ter dificultado e atrasado o seu processo de acumulação de capacidades tecnológicas.

Por fim, é possível observar nos resultados que é muito comum acontecer o transbordamento tecnológico na indústria de defesa. No caso estudado, foi dito pelo Diretor Técnico da empresa que eles estavam também desenvolvendo produtos para atender a necessidades civis, como no caso do projeto de VANT para transporte de pequenas cargas na Amazônia (entre 30 e 50 kg), utilizando a plataforma do Atobá, a fim de fazer o escoamento da produção dos povos locais, de forma a substituir a utilização que é feita hoje da aviação do garimpo, tornando esses povos mais independentes do garimpo. Assim verificamos que a tecnologia desenvolvida pela indústria de defesa não fica restrita a armamentos bélicos, podendo trazer inúmeros benefícios para a sociedade como um todo, estando de acordo com Dunne e Braddon (2008), que citam o transbordamento tecnológico como a ideia de que a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) militares podem ter efeitos positivos em outras áreas da economia além do setor militar.

Assim, do ponto de vista de gestão, sugerimos que os executivos e empresários façam todo esforço necessário para reter a mão de obra que suas empresas qualificam, levando em consideração a peça-chave, que é o capital humano qualificado, para a acumulação de capacidades tecnológicas para a empresa.

Quanto aos formuladores de políticas, a contribuição deste estudo é evidenciar a dificuldade enfrentada pelas empresas de defesa, com a falta de investimentos necessários do governo para assegurar a continuidade de projetos estratégicos, influenciando diretamente na trajetória da acumulação de capacidades tecnológicas na indústria de defesa nacional. Como observado no caso da Stella Tecnologia, devido à falta de investimento, projetos foram descontinuados, como o do Atobá, fazendo com que parte das capacidades absorvidas no projeto se perdessem, uma vez que, não dando continuidade aos testes e colocando o modelo em efetiva operação, não se consegue provar tudo o que foi feito em teoria no projeto, deixando a empresa de ter certeza sobre a efetividade e aplicabilidade de todas as tecnologias desenvolvidas. Essa observação está de acordo com Dunne e Braddon (2008), onde é demonstrado que existe uma relação direta entre a inovação tecnológica e o investimento do governo, mencionando que a tecnologia de defesa é promovida pelo governo e institucionalizada em países industrializados, o que implica que o governo investe em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias militares.

Vale ressaltar que este estudo se dedicou a análise das implicações do processo de acumulação de capacidades tecnológicas nos três projetos vistos (Carcará I e II, Atobá e Albatroz), mas o papel dos processos subjacentes de aprendizagem tecnológica pela Stella Tecnologia só foi analisado no projeto Albatroz, além disso, neste estudo só foi possível entrevistar o Diretor Técnico da empresa. Desta forma, sugere-se que estudos futuros examinem os processos subjacentes de aprendizagem tecnológica também nos projetos Carcará I e II, e no projeto Atobá, além de ampliar as entrevistas, procurando entrevistar também o CEO da empresa, e algum outro engenheiro que tenha trabalhado nos projetos.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Teresa Raquel. **15 usos de drones na agricultura e pecuária**. Revista Globo Rural, 2015. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2015/05/15-usos-de-drones-na-agricultura-e-na-pecuaria.html>>. Acesso em: 8 de jun. 2023.

BAYKAR TECHNOLOGIES. **BAYRAKTAR EFSANE KANATLAR BELGESELİ**. YouTube, 28 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=EXSo6nXVB3E>>. Acesso em: 04 de jun. de 2023.

BELL, Martin; FIGUEIREDO, Paulo N.. Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. **Canadian Journal Of Development Studies/Revue Canadienne D'études Du Développement**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 14-40, mar. 2012.

BELL, M. e PAVITT, K. Accumulating Technological Capability in Developing Countries. **The World Bank Economic Review**, Washington, DC, v. 6, n. suppl_1, p. 257–281, 1993.

BELLO, Luiz Henrique Abreu Dal; FIGUEIREDO, Paulo N.; ALMEIDA, Thainá Ballero dos Anjos de. Acumulação de capacidades tecnológicas inovadoras na indústria de defesa em economias emergentes: A experiência dos projetos REMAX e TORC30 no Exército Brasileiro. **Cadernos EBAPE.BR (FGV)**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 431-458, 20 set. 2020.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estado Maior do Exército. Manual de Campanha EB20-MC-10.214, **Vetores Aéreos da Força Terrestre**, 1ª Edição, 2014.

BRASIL. Marinha. **Plano Estratégico da Marinha - PEM 2040**. Brasília, 2020.

DUNNE, J. P.; BRADDON, D. **Economic impact of military R&D**. Bruxelas, 2008. Disponível em: <https://www.flemishpeaceinstitute.eu/sites/vlaamsvredesinstituut.eu/files/files/reports/vvi_web_rapport_militairerend_en.pdf>. Acesso em: 4 de jun. 2023.

FIGUEIREDO, P. N. **Learning processes features and technological capability accumulation: explaining inter-firm differences**. **Brazilian School of Public Administration**, Getulio Vargas Foundation (EBAP-FGV), Praia de Botafogo, 190, 4th Floor, Room 426, 22.253-900 Rio de Janeiro, Brazil. 2002.

FIGUEIREDO, Paulo N.. Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. **Industrial and Corporate Change**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 607-643, 2003.

FIGUEIREDO, Paulo N. et al. **Gestão da Inovação: Conceitos, Métricas e Experiências de Empresas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. 320 p. ISBN 978-8521627135.

FIGUEIREDO, Paulo N. et al. **Imperativo do fortalecimento da competitividade industrial no Brasil: Evidências em nível de empresas**. 1. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. 284 p. ISBN 978-85-225-2099-2.

FITZ-OLIVEIRA, Ana Mônica Fitz de. **A atuação da capacidade tecnológica na trajetória tecnológica da agroindústria de arroz no Brasil**. 2020. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Administração, Instituto de Ciências Econômicas, Contábeis e Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2020.

FITZ-OLIVEIRA, Mônica; TELLO-GAMARRA, Jorge. Technological trajectory based on micro level technological capability: evidence from the brazilian rice industry. **International Journal Of Innovation Studies**, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 196-215, set. 2022.

JERONYMO, Eduardo Jorge. **O EMPREGO DO SARP EM OPERAÇÕES MILITARES – CAPACIDADES**. Orientador: Glauber Corrêa Netis Teles. 2018. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - ESCOLA DE COMANDO E ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO, Rio de Janeiro, 2018.

KIM, L. Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor. **Organization Science**, [S.L.], v.9, n. 4, p. 506-521, 1998.

KIM, L. Building Technological Capability For Industrialization: Analytical Frameworks And Korea's Experience. **Industrial And Corporate Change**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 111-136, 1 mar. 1999.

MIRANDA, Eduardo C.; FIGUEIREDO, Paulo N.. Dinâmica da acumulação de capacidades inovadoras: evidências de empresas de software no Rio de Janeiro e em São Paulo. **Revista de Administração de Empresas**, [S.L.], v. 50, n. 1, p. 75-93, mar. 2010.

RIBEIRO, Gustavo. **Mercado global de drones vai atingir US\$ 41,3 bilhões em 2026**. MundoGEO, 2021. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2021/08/13/mercado-global-de-drones-vai-atingir-us-413-bilhoes-em-2026/>>. Acesso em: 11 de jul. 2023.

RODRIGUES, Filipe Santiago. **VANT; DE SUA CRIAÇÃO AOS DIAS ATUAIS**. 2020. 46 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020.

ROSAL, Anna Carolina Lemos; FIGUEIREDO, Paulo Negreiros. Aprendizagem corporativa e acumulação tecnológica: a trajetória de uma empresa de transmissão de energia elétrica no norte do Brasil. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 31-43, abr. 2006.

STELLA TECNOLOGIA. **Apresentação Almirante Garnier**. 2022.

STELLA TECNOLOGIA. **Albatroz**, c2022. Disponível em: <<http://www.stellatecnologia.com/albatroz/>>. Acesso em: 25 de jun. 2023.

VINHOLES, Thiago. **É do Brasil: Stella Tecnologia apresenta novo drone Albatroz para operações em porta-aviões**. AIRWAY, 2023. Disponível em: <<https://www.airway.com.br/e-do-brasil-stella-tecnologia-apresenta-novo-drone-albatroz-para-operacoes-em-porta-avioes/>>. Acesso em: 25 de jun. 2023.

VITAL, Bruno Vinícius Silva. **O EMPREGO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA BUSCA DE ALVOS DE CONTRABATERIA PELA SEÇÃO SARP DA BATERIA DE BUSCA DE ALVOS (Bia BA) DA ARTILHARIA DIVISIONÁRIA**. 2018. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS, Rio de Janeiro, 2018.

WHITTLE, Richard. **The man who invented the Predator**. AIR & SPACE MAGAZINE, 2013. Disponível em: <<https://www.airspacemag.com/flight-today/the-man-who-invented-the-predator-3970502/>>. Acesso em: 7 de jun. de 2023.