

# O SISTEMA DE CATALOGAÇÃO DE DEFESA (SISCADE) COMO POTENCIAL INSTRUMENTO PARA A PRÁTICA DO “SPARE PARTS POOLING”: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA<sup>1</sup>

## *THE DEFENSE CATALOGING SYSTEM (SISCADE) AS A POTENTIAL TOOL FOR THE PRACTICE OF "SPARE PARTS POOLING": A SYSTEMATIC REVIEW*

Gabriel Almeida de Azevedo<sup>2</sup>  
Paulo José Sanches<sup>3</sup>

### RESUMO

O Sistema de Catalogação de Defesa, utilizado pelas Forças Armadas Brasileiras, é derivado do Sistema de Catalogação da Organização do Tratado do Atlântico Norte. Esse recurso fornece uma base de itens catalogados que facilita a cadeia logística de suprimentos das Forças Armadas, facilitando as compras centralizadas, a própria gestão dos materiais e seu compartilhamento em situações de interoperabilidade. No âmbito do Comando da Aeronáutica, seu gerenciamento é realizado pelo Centro de Catalogação da Aeronáutica, por meio do Sistema de Catalogação da Aeronáutica. Sua principal característica é possibilitar a identificação de itens comuns entre diferentes equipamentos. O objetivo deste trabalho consistiu em verificar a possibilidade e as consequências da prática do conceito de *Spare Parts Pooling*, ou seja, a gestão conjunta de itens intercambiáveis, entre as aeronaves KC-390, C-99 e A-29 operadas pela Força Aérea Brasileira, com a utilização das informações disponibilizadas pelo Sistema de Catalogação da Aeronáutica. Para isso, a metodologia adotada consistiu em uma análise quantitativa e qualitativa, quando se realizou o cruzamento de informações entre as tabelas de componentes dessas aeronaves disponibilizadas pelo Centro de Catalogação da Aeronáutica e, posteriormente, uma revisão sistemática a respeito da prática do *Spare Parts Pooling*. Os resultados quantitativos apontaram uma congruência significativa entre as peças das aeronaves analisadas, o que indicaria a viabilidade de seu emprego na FAB. Já na análise qualitativa, realizada pela revisão sistemática, foram identificadas diversas vantagens da gestão unificada como: ganhos de escala nas aquisições, menores níveis de segurança nos estoques, maior prontidão do equipamento ou nível de serviço, melhor gestão de obsolescência e a possibilidade da prática da canibalização. Apesar disso, foram também identificados desafios que a prática envolve, tais como: complexidade na alocação de custos, necessidade de certificações para determinados itens e um grande esforço administrativo.

**Palavras-chave:** Catalogação; *NATO/National Stock Number*; *Spare Parts Pooling*; Cadeia de Suprimentos; Itens Aeronáuticos.

---

<sup>1</sup> Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Intendentes (CFOInt) da Academia da Força Aérea (AFA).

<sup>2</sup> Cadete Intendente do 4º Esquadrão (Turma Árion, 2024).

<sup>3</sup> Coronel QOInt R/1. Bacharel em Administração Pública pela Academia da Força Aérea (AFA). Mestre em Gerenciamento de Logística pelo US Air Force Institute of Technology (AFIT). E-mail: sanchespjs@fab.mil.br.

## ABSTRACT

The Defense Cataloging System, used by the Brazilian Armed Forces, is derived from the North Atlantic Treaty Organization Cataloging System. This resource provides a database of cataloged items that facilitates the logistics supply chain of the Armed Forces, easing centralized purchases, material management, and sharing in interoperability situations. Within the scope of the Aeronautics Command, its management is carried out by the Aeronautics Cataloging Center through the Aeronautics Cataloging System. Its main feature is enabling the identification of common items among different equipment. The objective of this work was to verify the feasibility and consequences of implementing the concept of Spare Parts Pooling, that is, the joint management of interchangeable items, among the KC-390, C-99, and A-29 aircraft operated by the Brazilian Air Force, using information provided by the Aeronautics Cataloging System. For this, the adopted methodology consisted of a quantitative and qualitative analysis, where information was cross-referenced between the component tables of these aircraft provided by the Aeronautics Cataloging Center and subsequently a systematic review regarding the practice of Spare Parts Pooling. The quantitative results indicated a significant congruence between the parts of the analyzed aircraft, suggesting the feasibility of their use in the Brazilian Air Force. In the qualitative analysis, carried out through a systematic review, various advantages of unified management were identified, such as: economies of scale in acquisitions, lower stock safety levels, higher equipment readiness or service level, better obsolescence management, and the possibility of practicing cannibalization. Nevertheless, challenges associated with the practice were also identified, such as: complexity in cost allocation, the need for certifications for certain items, and significant administrative effort.

**Keywords:** Cataloging; NATO/National Stock Number; Spare Parts Pooling; Supply Chain; Aeronautical Items.

## INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, o governo dos Estados Unidos foi pioneiro no desenvolvimento de um sistema de catalogação centralizado no setor militar, chamado *Federal Codification System* (Viana, 2006), que tornou mais eficiente as aquisições de materiais para as Forças Armadas, permitindo o uso de uma linguagem única e promovendo a concentração de informações sobre os itens catalogados.

A Organização do Tratado do Atlântico Norte<sup>4</sup> (OTAN) adotou esse sistema com a intenção de padronizar os suprimentos de seus países-membros e, posteriormente, de países não membros.

---

<sup>4</sup> A Organização do Tratado do Atlântico Norte ou *North Atlantic Treaty Organization* (NATO) é uma organização fundada em 1949, atualmente com 32 países membros, que tem como missão “garantir a liberdade e a segurança dos seus membros através de meios políticos e militares”. NATO Checklist, 2022.

Na década de 50, o Brasil interessou-se pelo *Federal Codification System* e, nos anos seguintes, o conhecimento desse sistema foi difundido entre os militares brasileiros. No ano de 1968, o Estado-Maior das Forças Armadas criou o Sistema Militar de Catalogação (SISMICAT), atualmente denominado Sistema de Catalogação de Defesa (SISCADE). Em 1987, a Força Aérea Brasileira (FAB) iniciou o processo de codificação envolvendo materiais aeronáuticos (Brasil, 2003).

No âmbito do Comando da Aeronáutica (COMAER), o Centro de Catalogação da Aeronáutica (CECAT) é o órgão responsável pelo Sistema de Catalogação da Aeronáutica (SISCAE), que tem como finalidade aumentar a eficiência da logística no COMAER, facilitar o manuseio de dados de materiais, minimizar os custos logísticos dos usuários e aumentar a eficiência nas operações promovidas pelo COMAER e das quais ele participa (Brasil, 2020a).

Paralelamente, a FAB tem diversos projetos<sup>5</sup> em andamento e em fase de implementação, como a atual operação da aeronave C-99, a substituição da aeronave C-130 pela aeronave KC-390, além de ter comunicado o início dos estudos para atualização das aeronaves A-29, objetivando sua modernização de meia-vida<sup>6</sup>. Esses projetos mostram-se como potenciais beneficiários do SISCAE.

O Livro Branco de Defesa Nacional define a aeronave A-29 como avião de treinamento avançado e ataque leve. A aeronave KC-390, como avião de transporte e abastecimento e a aeronave C-99 como avião de transporte (Brasil, 2020b). Esses equipamentos foram concebidos pela Embraer<sup>7</sup>, que os denominou, respectivamente, como EMB-314, EMB-390 e EMB-145. A aeronave EMB-145 também deu origem às versões de aeronaves de emprego específico como o E-99, R-99 e VC-99. Para fins deste trabalho, todas as aeronaves da FAB baseadas no projeto EMB-145 são denominadas C-99.

Como hipótese de pesquisa para este trabalho, considera-se a possibilidade de uso compartilhado de certos itens das cadeias de suprimentos das aeronaves A-29, KC-390 e C-99, uma vez que todas têm origem no mesmo fabricante. A relevância deste estudo é respaldada pelo fato de que a FAB possui uma frota ativa de 60 aeronaves A-29, 19 aeronaves KC-390 encomendadas e 14 aeronaves C-99. Esses equipamentos ainda possuem uma vida útil significativa, o que implica uma

---

<sup>5</sup> Segundo a DCA 400-6, projeto é o empreendimento único, com início e fim determinados, que utiliza recursos e é conduzido por um gerente, visando atingir objetivo predefinido, caracterizando-se por limitação no tempo, unicidade e progressividade (Brasil, 2007).

<sup>6</sup> Tradução livre de: *midlife upgrade*.

<sup>7</sup> Embraer S.A., com sede em São José dos Campos, é um fabricante nacional de aviões comerciais, executivos, agrícolas e militares.

cadeia de suprimentos que deve perdurar por vários anos e, conseqüentemente, apresentam oportunidades significativas para redução de custos logísticos.

De acordo com o nível de comunalidade identificado, vislumbra-se a possibilidade, ou não, de se realizar um gerenciamento conjunto desses itens. Tal possibilidade remeteria ao conceito de *Spare Parts Pooling*, que trata do compartilhamento de itens comuns e possui como conceitos relacionados as práticas de *Collaborative Logistics*, *Inventory Pooling*, e *Lateral Transshipment*.

Na FAB, o suporte logístico da aeronave A-29 é realizado pelo Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMA-LS). Já as aeronaves KC-390 e C-99 são apoiadas pelo Parque de Material Aeronáutico do Galeão (PAMA-GL). Cabe ressaltar que essas aeronaves também são apoiadas por meio de prestadores de serviços externos denominados *Contractor Logistics Support* (CLS), fazendo com que tenham parte de seu suporte logístico terceirizado. Cada uma dessas aeronaves possui orçamentos específicos de custeio e apresentam níveis de terceirização diferentes em seu suporte. Isso sinaliza que na FAB, suas cadeias de suprimentos são independentes (Brasil, 2023a, 2023b).

Considerando esse contexto, o presente artigo tem como objetivo geral identificar as possíveis vantagens e desvantagens e de um gerenciamento conjunto dos itens comuns entre as aeronaves selecionadas, com base no conceito de *Spare Parts Pooling*.

A pesquisa justifica-se pela importância de se conhecer como a compatibilidade de itens de suprimento pode influenciar no ganho de escala em aquisições centralizadas, manutenções imediatas e redução dos estoques de segurança no caso de ser adotada uma administração comum para determinadas peças de reposição. Em síntese, considera-se relevante apresentar uma possível forma de reduzir custos logísticos por meio da utilização desse instrumento de catalogação.

Conceitualmente, dada a quantidade de materiais que compõem a cadeia logística dos produtos de defesa e, conseqüentemente, a cadeia de suprimentos das aeronaves da FAB, levando-se em consideração uma possibilidade de gerenciamento integrado dessas peças de reposição, o presente artigo pretende discorrer em torno da seguinte pergunta de pesquisa: “Quais os potenciais benefícios e riscos associados à utilização das informações advindas do SISCADÉ no gerenciamento conjunto dos itens de suprimento das aeronaves da Força Aérea Brasileira?”.

Para responder tal pergunta, buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos: identificar, na base de dados disponibilizada pelo Centro de Catalogação da Aeronáutica (CECAT), a possibilidade de utilização, pela FAB, do gerenciamento conjunto de itens de suprimento de suas aeronaves; efetuar uma revisão sistemática da literatura que aborda o tema do *Spare Parts Pooling*,

apontando os benefícios e riscos dessa prática; e realizar uma análise da aplicabilidade do *Spare Parts Pooling* no âmbito da cadeia de suprimentos das aeronaves da FAB analisadas.

## 1 REFERENCIAL TEÓRICO

Os assuntos relacionados à temática da pesquisa proposta demandam um aprofundamento de conceitos, de forma que seja possível compreender o Sistema de Catalogação de Defesa como um potencial instrumento para a aplicação dos conceitos de *Collaborative Logistics*, *Spare Parts Pooling* e *Lateral Transshipment*.

### 1.1 SISTEMA DE CATALOGAÇÃO DE DEFESA

A Diretriz do Comando da Aeronáutica, DCA 2-1/2022 – Doutrina de Logística da Aeronáutica, caracteriza as funções logísticas como um agrupamento de atividades e tarefas específicas, com o propósito de atender às necessidades da Aeronáutica. Nesse sentido, a Função Logística Suprimento é definida como o conjunto de atividades realizadas no sentido de prover, às diferentes organizações e elementos, todos os itens materiais necessários ao equipamento, aos recursos humanos, à operação, ao treinamento e ao emprego da Aeronáutica. A catalogação é incluída como uma das atividades dessa função, demonstrando a importância de sua utilização (Brasil, 2022).

Segundo o Manual do Sistema Militar de Catalogação (MD42-M-01), do Ministério da Defesa, catalogar significa incluir dados em um catálogo. Neste insere-se uma compilação de nomes e códigos associados a informações específicas com diversas finalidades, como facilitação de pedidos, agilização de distribuição de peças na linha de produção e utilização como referência comercial (Brasil, 2003).

O Livro Branco de Defesa Nacional entende a Catalogação como o emprego de uma linguagem única, propiciando, de modo econômico, um banco de dados centralizado que absorve e disponibiliza toda a informação de catalogação do País (Brasil, 2020b).

A Doutrina de Logística Militar (MD42-M-02), do Ministério da Defesa, afirma que o Sistema Militar de Catalogação, atual SISCADÉ, é:

Um sistema que tem por finalidade uniformizar a identificação, classificação e codificação de itens de suprimento das Forças Armadas brasileiras. Foi concebido para possibilitar máxima eficiência no apoio logístico e facilitar a gerência de dados dos materiais em uso nas organizações participantes (Brasil, 2016, p. 26).

Ainda, segundo a ICA 401-1/2021- Aplicação de Cláusula Contratual de Catalogação no COMAER, que versa sobre o emprego prático da catalogação na FAB, o Sistema OTAN de Catalogação (SOC), do qual o SISCADÉ é derivado, foi criado como uma maneira padronizada de identificar, classificar e codificar itens de suprimentos dos países signatários OTAN (Brasil, 2021).

Vale ressaltar que países que não fazem parte da OTAN, de acordo com o *NATO Manual on Codification*, mas que são aprovados unanimemente pelos participantes, podem se tornar parte do Sistema como nação patrocinada<sup>8</sup>, assinando um acordo com o *Allied Committee 135*<sup>9</sup> (NATO, 2022).

O desenvolvimento das capacidades de catalogação é gradual, logo existem dois níveis de patrocínio<sup>10</sup> das nações não OTAN, divididas em *Tier 1* e *Tier 2*. O primeiro é o nível básico de patrocínio para as nações que ainda não dispõem de um sistema de catalogação ou que, embora já o possuam, este ainda não esteja em conformidade com as normas do *NATO Manual on Codification*, caracterizado por uma troca de dados unidirecional. Já o *Tier 2* destina-se às nações nas quais o sistema de catalogação segue os procedimentos do Sistema OTAN para troca internacional de informações, caracterizado pelo compartilhamento de dados bidirecional (NATO, 2022). O Brasil entrou no SOC como *Tier 1* em 1998 e, após diversos testes aplicados pela OTAN, ascendeu em 2002 à categoria *Tier 2*, com a intenção de utilizar de modo pleno o Sistema, o que facilitou a participação da indústria brasileira em mercados exteriores (Matos, 2017).

Após a adesão ao sistema e a ascensão à categoria de *Tier 1*, a nação deve possuir um *National Codification Bureau* (NCB) que é, segundo o manual do SISCADÉ (Brasil, 2020a), o órgão principal em cada país, responsável pela catalogação dos itens e a atribuição do *NATO/National Stock Number* (NSN). No Brasil, o responsável por essa atividade é o Centro de Apoio a Sistemas Logísticos de Defesa (CASLODE).

O NSN, segundo Eddy e Arnett (1998), é um código de identidade de cada item de suprimento. O NCB de cada país centraliza a atribuição nacional dos NSN. Os países que participam do SOC devem seguir algumas etapas para atribuir os NSN aos inventários de defesa.

---

<sup>8</sup> Tradução livre de: *Sponsored countries*

<sup>9</sup> Comitê Aliado sobre Catalogação.

<sup>10</sup> Tradução livre de: *Sponsorship*

Segundo Hayes (1992), para formular um NSN, deve-se realizar um procedimento de 4 etapas: a definição da nomenclatura, a identificação do item, a classificação de suprimento do item e, por último, a atribuição do próprio NSN. Este é um código de treze dígitos (XXXX-XX-XXX-XXXX) em que, dos 4 primeiros, os dois iniciais identificam os grupos principais e os dois últimos seus subgrupos ou classes. Os dois seguintes indicam o código do país que realizou a catalogação, e os sete finais fazem parte do *Item Identification Number* (NIIN) ou, em português, Número Identificador de Item. Segundo o manual do SISCADÉ, esta última é a parte invariável do NSN, visto que uma vez atribuído, jamais será alterado, sendo único a cada item, para determinado país.

De acordo com Andrade (2023), a identificação de um item contempla seu *Part Number* (PN) e seu *NATO Commercial and Government Entity* (NCAGE), número atrelado ao fabricante. A junção PN+NCAGE recebe, na catalogação, a denominação de Referência.

Além disso, os itens com dados técnicos semelhantes são vinculados a um mesmo NSN, como o nome aprovado, a classe de suprimento e a descrição. Isso torna mais fácil que as organizações localizem os mesmos produtos de diferentes fabricantes por meio do NSN (Andrade, 2023).

Algumas vantagens de se utilizar o NSN, conforme elucidado pelo *Defense Logistics Agency*, incluem permitir ao setor de compras identificar, localizar e encomendar, de maneira a reduzir o tempo, os materiais de suprimento, além de maximizar o uso de peças sobressalentes disponíveis, identificando itens de suprimento que são intercambiáveis ou possam ser substituídos (Defense Logistics Agency, 2009). Dessa forma, reconhece-se o NSN como sendo um dos principais agregadores de eficiência nas cadeias de suprimentos dos equipamentos utilizados pelas Forças Armadas.

## 1.2 LOGÍSTICA COLABORATIVA (*COLLABORATIVE LOGISTICS*)

Logística Colaborativa<sup>11</sup> ocorre quando, segundo Audy *et al* (2012), pelo menos duas estruturas de uma ou mais cadeias logísticas decidem compartilhar recursos físicos ou informações a fim de conseguirem vantagens competitivas. Sandberg (2005) destaca que o compartilhamento de informações é o centro da colaboração. O conceito de Logística Colaborativa pode ser dividido em colaboração vertical e colaboração horizontal.

---

<sup>11</sup> Tradução livre de: *Collaborative Logistics*.

Kaveh e Samani (2009) descrevem que a colaboração vertical pode ocorrer no âmbito interno ou externo à organização, em diferentes níveis da cadeia de suprimentos, de forma a haver uma visibilidade nos processos uns dos outros, geralmente na intenção de realizar uma reposição automática de estoque entre os diferentes escalões ou níveis da cadeia.

Por outro lado, a colaboração horizontal, segundo Moutaoukil, Derrouiche e Neubert (2012), ocorre quando atores situados em um mesmo nível cooperam entre suas diferentes cadeias de suprimentos para melhorar mutuamente a rede de abastecimento, tendo como algumas práticas de colaboração a implementação dos centros de consolidação colaborativa e a gestão de compras coletivas. Ainda, segundo Kaveh e Samani (2009), a colaboração horizontal envolve a cooperação entre partes não concorrentes (ou por vezes, até mesmo concorrentes) e possibilita duas ou mais partes compartilharem, por exemplo, o espaço de um armazém.

Assim, a colaboração objetiva criar uma atmosfera cooperativa em que a confiança mútua, o compartilhamento de riscos e recompensas, e o extenso compartilhamento de informações e recursos físicos evitam a subutilização da cadeia de suprimentos (Sandberg, 2005).

Entretanto, Sandberg (2005) afirma que pesquisas atuais indicam que há ainda pouca colaboração entre empresas. Apesar das muitas vantagens, a colaboração ainda é algo incomum e uma das possíveis causas desse problema consiste na falta de confiança entre as partes.

### 1.3 COMPARTILHAMENTO DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO (*SPARE PARTS POOLING*)

O conceito de *Spare Parts Pooling* assemelha-se ao de *Inventory Pooling* e versam, respectivamente, sobre a administração coletiva de peças e itens de estoque em geral. Segundo Bimpikis e Markakis (2016), a prática do *Inventory Pooling* consiste em atender a múltiplos mercados a partir de um único estoque. Kilpi e Vepsäläinen (2004) definem que em um arranjo de compartilhamento, os estoques dos participantes podem ser tratados como um único, mesmo que estejam localizados em locais diversos. Neste caso, um grande estoque virtual é criado e o principal objeto a ser compartilhado é a informação.

Apesar das potenciais economias geradas, segundo Karsten e Basten (2014), há uma grande dificuldade na divisão dos custos e dos benefícios entre as partes envolvidas e, por isso, ainda não se tornou uma prática comum no mercado.

Ainda, o compartilhamento de peças possui maior eficiência quando realizado por empresas que atuam em uma mesma área e com peças de reposição de alto valor, de baixa demanda e com

grandes prazos de entrega. Isso ocorre pois peças com essas características causam maior impacto econômico na organização (Karsten; Basten, 2014). Segundo Moraes, Campos e Lima (2019), uma vez que há grande valor agregado na produção e armazenagem de material aeronáutico, esta indústria mostra-se particularmente propícia à utilização da prática do *Inventory Pooling*.

Kilpi e Vepsäläinen (2004) ressaltam que em um compartilhamento de estoques, é necessário que haja um sistema de tecnologia da informação que integre o sistema logístico de forma a fornecer informações transparentes em tempo real sobre o nível de estoques nas bases. Além disso, destacam que a ideia do compartilhamento de estoques separados depende de ressuprimentos laterais, pois eles oferecem meios para que uma base explore um estoque localizado em outra base.

#### 1.4 RESSUPRIMENTO LATERAL (*LATERAL TRANSSHIPMENT*)

Em geral, o reabastecimento de estoques descentralizados que funcionam em diferentes espaços geográficos é feito normalmente por uma base central, normalmente denominado depósito principal ou centro de distribuição. De acordo com Axsäter (1990), a prática do *Lateral Transshipment* consiste no abastecimento realizado entre os próprios estoques descentralizados em situações em que há falta de estoque, caracterizando-se numa transferência de estoques entre organizações situadas em um mesmo nível.

Em situações de emergência, quando a demanda ou a necessidade de estoque pode variar rapidamente, o uso de ressuprimentos laterais de emergência pode resultar em economias significativas. Conforme citado anteriormente, de acordo com esse conceito, é possível compartilhar estoques entre diferentes bases, significando que em situações de emergência, onde a demanda em uma base é maior do que o esperado, o estoque excedente de outra base pode ser rapidamente transferido, evitando-se excessos de estoque em uma base e escassez em outra (Lee, 1987).

Para que esse modelo de ressuprimento lateral funcione, presume-se que toda transferência de emergência será devolvida em determinado tempo, o que significa que o estoque que forneceu o item terá esse item repostado no futuro (Kilpi; Vepsäläinen, 2004).

Utilizando-se de ressuprimentos laterais, menos estoque é necessário, pois o compartilhamento supre as necessidades emergenciais de depósitos situados no mesmo nível da cadeia de suprimentos. Ainda assim, a decisão de utilizar ou não ressuprimentos laterais de

emergência depende da magnitude dos custos e dos *lead times*<sup>12</sup> das transferências. Se estes são menores do que os custos associados a níveis mais altos de estoque em cada local, então a opção de ressuprimentos laterais de emergência pode ser preferível, para se otimizar a eficiência do estoque em situações imprevistas (Lee, 1987).

Segundo Lee, Jung e Jeon (2007), o *Lateral Transshipment* tem sido praticado predominantemente no abastecimento do setor militar e por companhias aéreas, principalmente envolvendo itens aeronáuticos.

## 2 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, pois, segundo Gil (1991), esse tipo de pesquisa busca uma maior familiaridade com o problema na tentativa de construir hipóteses e torná-lo mais explícito. Além disso, tal modalidade de pesquisa tem como principal objetivo o aprofundamento da ideia com a utilização de levantamentos bibliográficos.

A presente pesquisa foi estruturada em três fases. Na primeira, foi realizado o cruzamento dos dados de catalogação dos itens das aeronaves da FAB selecionadas e efetuada a compilação dos resultados obtidos. Na segunda, efetuou-se um levantamento bibliográfico, na forma de uma revisão sistemática, sobre os assuntos abordados, o qual gerou uma tabela que sintetiza os conteúdos encontrados. Na terceira fase, buscou-se realizar uma análise das vantagens e desvantagens do gerenciamento conjunto de materiais, com base nas informações advindas do cruzamento inicial e naquelas obtidas na revisão sistemática.

Dessa forma, utilizou-se uma abordagem mista, quantitativa e qualitativa, partindo-se da identificação dos itens comuns, do cruzamento de informações entre as aeronaves, da coleta de artigos abordando o conceito de *Spare Parts Pooling*, para então, discutir-se os resultados encontrados.

Inicialmente, foram levantados os itens de suprimento das aeronaves KC-390, A-29 e C-99, com dados fornecidos pelo Centro de Catalogação da Aeronáutica (CECAT), gerando-se uma tabela com a quantidade de itens catalogados. Logo após, foram analisados os NSN dos itens a fim de serem identificados os componentes comuns entre as aeronaves, gerando-se uma segunda tabela

---

<sup>12</sup> O *lead time* é uma métrica que representa o tempo entre a chegada de um pedido efetuado por uma parte até a entrega deste produto.

onde foram inseridas as quantidades de itens comuns e sua porcentagem em relação ao total de itens catalogados de cada aeronave.

O cruzamento de informações foi realizado por meio de tabelas em formato .xlsx dos itens catalogados das aeronaves e seus respectivos NSN, que foram executadas sobre a base de dados fornecida pelo CECAT, com auxílio do *software Microsoft Excel*<sup>®</sup>. Foram realizados três cruzamentos das tabelas, com vistas a identificar a comunicações entre as aeronaves:

**Tabela 1:** Cruzamento das informações dos itens das aeronaves analisadas

KC-390	x	A-29
KC-390	x	C-99
A-29	x	C-99

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nesse cruzamento, objetivou-se identificar os itens comuns na intenção de elaborar um diagrama de Venn que apresentasse todas as intersecções, em valores absolutos, das quantidades de itens com possibilidade de serem gerenciados conjuntamente entre as aeronaves.

Na segunda fase, foi realizada uma revisão sistemática de artigos, levantando-se informações em torno da seguinte questão: quais seriam os benefícios e os riscos de um controle unificado dos itens comuns entre as aeronaves da FAB analisadas? Dessa forma, a proposta do trabalho buscou proporcionar uma visão abrangente das vantagens e desvantagens desse gerenciamento centralizado, por meio de uma metodologia replicável.

Na visão de Sampaio e Mancini (2007), a revisão sistemática caracteriza-se por ser um método que aborda resultados conflitantes ou coincidentes, sendo possível, inclusive, identificar possíveis lacunas nas evidências apresentadas. Esse tipo de pesquisa utiliza a literatura disponível como fonte de dados, expondo a aplicação de métodos sistematizados de busca, critérios de aceitação e critérios de exclusão dos artigos. Por fim, apresenta uma síntese de toda informação relevante e um resumo da conclusão dos autores em relação às estratégias de intervenção específicas.

Para a realização da revisão sistemática, foi utilizada a seleção de artigos com a busca eletrônica pelos seguintes termos: *Spare Parts Pooling*, *Collaborative Logistics*, *Inventory Pooling* e *Lateral Transshipment*. Observaram-se os seguintes requisitos de inclusão e exclusão: os artigos terem sido publicados em jornais ou revistas acadêmicas; possuírem livre acesso; estarem em formato integral com presença de sua bibliografia; e estarem escritos em língua inglesa, espanhola

ou portuguesa. Foram utilizados os seguintes bancos de dados para a pesquisa: Rede BIA (Bibliotecas integradas da Aeronáutica: <https://catalogo.redebia.fab.mil.br/>), DSpace@MIT (Repositório digital mantido pelo Massachusetts Institute of Technology: <https://dspace.mit.edu/>), LUP-SP (Lund University Publications Student Papers: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search>), Springer (<https://link.springer.com/>), UMNG (Universidad Militar Nueva Granada: <https://repository.unimilitar.edu.co/>), METU (Middle East Technical University: <https://lib.metu.edu.tr/>), DTIC (Defense Technical Information Center: <https://discover.dtic.mil/>), AFIT (Air Force Institute of Technology: <https://scholar.afit.edu/>), TANDF (Taylor and Francis: <https://www.tandfonline.com/>) e Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>), sendo dada a preferência aos artigos que abordassem o gerenciamento de itens aeronáuticos.

Com base nos artigos encontrados, foi elaborada uma tabela contendo o nome do autor, o título do artigo, o ano de sua publicação, o país de origem do artigo, a instituição de vínculo do autor e um resumo dos principais pontos ressaltados pelo autor em relação ao gerenciamento dos itens comuns entre entes diferentes.

Por fim, a terceira fase da pesquisa objetivou apresentar, em forma de tópicos, os principais benefícios e riscos apontados nos artigos selecionados na revisão sistemática e associá-los aos seus autores. Nessa fase, também desejou-se retomar os resultados do cruzamento dos itens aeronáuticos de forma a relacioná-los com os principais tópicos levantados, gerando-se assim uma apreciação da viabilidade, ou não, do gerenciamento conjunto desses itens para as aeronaves da FAB consideradas.

### **3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

De acordo com a metodologia empregada, ao ser realizado o levantamento do total de itens catalogados, notou-se nos dados a duplicação de determinados NSN em razão desses itens serem provenientes de fornecedores com diferentes identificadores NCAGE. Logo, para tornar válido o cruzamento, foram retiradas todas as duplicações de NSN, visto que, de acordo com o conceito amplo de item de suprimento do manual de catalogação da OTAN, os itens de produção sob um mesmo NSN são idênticos e podem ser intercambiáveis (NATO, 2022).

Na sequência, utilizando-se a base de dados fornecida pelo CECAT, foi levantado o número absoluto de itens catalogados classificados como itens de suprimento de cada aeronave, os quais são apresentados abaixo:

**Tabela 2:** Total de itens catalogados das aeronaves

<b>Aeronaves</b>	<b>KC-390</b>	<b>C-99</b>	<b>A-29</b>
Itens Catalogados	11.290	4.304	6.363

Fonte: Elaborado pelo autor (2024) com base nas informações fornecidas pelo CECAT.

É importante ressaltar que a quantidade de itens catalogados, somando-se as três aeronaves e retirando-se suas intersecções é de 20.514 itens. Em continuação à primeira fase da pesquisa, foi realizado o cruzamento dos itens por meio de seus NSN e, com isso, foram adicionados os valores absolutos encontrados e sua porcentagem relativa ao total de itens catalogados por aeronave:

**Tabela 3:** Cruzamento dos NSN entre os itens das aeronaves

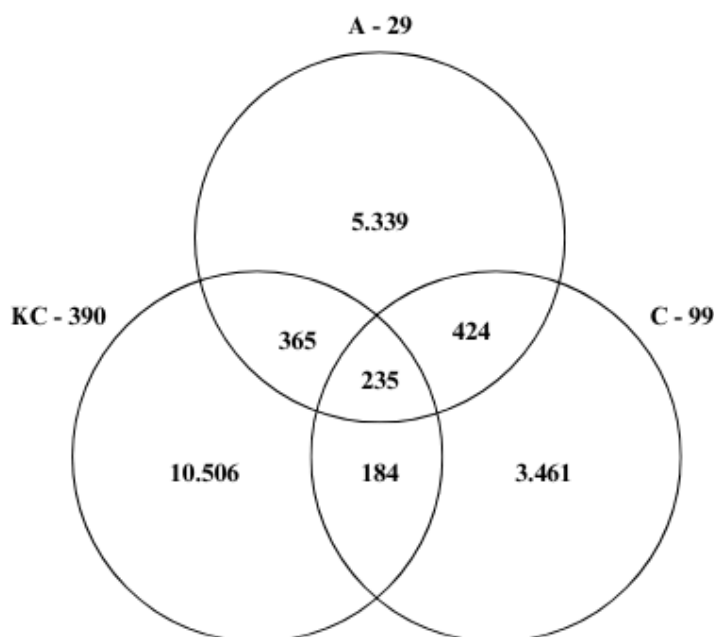
<b>Comparação</b>	<b>Itens comuns catalogados</b>	<b>Percentual de itens comuns catalogados sobre o total de itens catalogados (primeira aeronave em relação à segunda)</b>
KC-390 x C-99	419	3,71%
C-99 x KC-390	419	9,74%
KC-390 x A-29	600	5,31%
A-29 x KC-390	600	9,43%
C-99 x A-29	659	15,31%
A-29 x C-99	659	10,36%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Seguindo a metodologia, o resultado encontrado do cruzamento entre os itens comuns às três aeronaves é de 235 itens, configurando 1,14% do total de 20.514 peças catalogadas no trio de aeronaves. Assim, nota-se uma padronização relevante entre as aeronaves, principalmente do C-99 em relação ao A-29, atingindo 15,31% de semelhança do total de peças do C-99, o que indica um potencial gerenciamento conjunto desses componentes nessas duas cadeias.

De acordo com Foltys e Szymonik (2007), a padronização encontrada teria como efeito um aumento da interoperabilidade entre a administração das cadeias de suprimentos dessas aeronaves, visto que os itens comuns encontrados poderiam ser compartilhados por mais de um equipamento.

Com o objetivo de apresentar as quantidades de itens que podem ser compartilhados entre as aeronaves analisadas, foi elaborado o seguinte diagrama:



**Figura 1:** Diagrama de Venn da quantidade absoluta de itens catalogados entre as aeronaves

Fonte: Elaborado pelo autor com base nas informações enviadas pelo CECAT (2024).

A Figura 1 apresenta, de forma estruturada, a visualização das intersecções das quantidades absolutas de itens catalogados entre as aeronaves. O compartilhamento dessa informação entre os gestores das cadeias de suprimentos dessas aeronaves sugere que a utilização do conceito de uma logística colaborativa horizontal possibilitaria a realização de ressuprimentos laterais.

Ainda, conforme Foltys e Szymonik (2007), o conhecimento de peças de reposição equivalentes utilizadas nas Forças Armadas permite que as organizações evitem compras desnecessárias para um único usuário do sistema quando outro usuário tem um excedente de estoque. Permite também que sejam combinados os pedidos de vários usuários para se obter o preço mais conveniente ao se comprar um maior número de itens. Ainda, possibilita que se tenha acesso a várias fontes de suprimentos e que sejam geradas economias consideráveis através do estímulo à competição entre fornecedores e que seja facilitado o registro de custos com suprimentos, facilitando-se o monitoramento e o gerenciamento do orçamento.

Dessa forma, observa-se um potencial uso compartilhado desses itens na FAB com a aplicação prática dos conhecimentos disponibilizados pelo SISCADÉ. Na sequência, mostra-se relevante a identificação das oportunidades e dos desafios de um *pool* de peças e de seus conceitos envolvidos.

Com o objetivo de responder à pergunta de pesquisa proposta neste trabalho, foi realizada uma revisão sistemática, na qual foram selecionados quinze artigos versando sobre o tema e onde foram identificados os benefícios e riscos de um compartilhamento de peças de reposição de aeronaves.

Após a seleção dos artigos, foi elaborada a Tabela 4, que segue o critério alfabético do nome dos autores para a ordem de exposição dos artigos. A tabela é composta pelo nome do autor, o título do artigo, o repositório de onde foi obtido, o ano da publicação, o país de origem do artigo, a instituição e um resumo dos principais benefícios e riscos apontados pelo autor relativos ao compartilhamento de peças de reposição:

**Tabela 4:** Informações extraídas dos artigos selecionados

<b>Autor(es)</b>	<b>Título do artigo</b>	<b>Repositório</b>	<b>Ano</b>	<b>Origem</b>	<b>Instituição</b>	<b>Benefícios apresentados pelo autor em relação aos conceitos apresentados</b>	<b>Riscos e desafios apresentados pelo autor em relação aos conceitos apresentados</b>
Barney	<i>The effect of consolidating Two-level repairable inventories on aggregate inventory requirements and mission capability</i>	AFIT	1995	EUA	Air Force Institute Of Technology	O autor também cita a canibalização como uma possibilidade. Além de afirmar que uma grande vantagem do <i>pooling</i> é o fato de que, a demanda em uma parte pode ser imprevisivelmente alta em um período e baixa no próximo, portanto, se as demandas de várias partes forem agrupadas, as altas demandas de algumas partes serão compensadas pelas baixas demandas em outras. A demanda é menos irregular e mais previsível quando o estoque é compartilhado, e os estoques para todo o sistema podem ser mais baixos. O autor destaca que os ressuprimentos laterais criam uma forma de estoque "virtual" único.(p. 7, 18, 51, tradução nossa)	O autor não cita riscos e desafios em seu artigo.

Burnworth	<i>Simulated Multi-Echelon Readiness-Based Inventory Leveling with Lateral Resupply</i>	AFIT	2008	EUA	Air Force Institute of Technology	O autor retrata a canibalização como uma possibilidade, sendo esse o processo de tomar as peças de uma aeronave inoperante para instalá-la em outra em vista de aumentar sua disponibilidade operacional. (p. 23, tradução nossa)	Para a existência da viabilidade de um <i>pooling</i> , o ressuprimento lateral de intragrupo deve ser menos custoso do que um ressuprimento de um local externo à cooperação. (p. 25, tradução nossa)
Favre	Pool de peças para aeronaves KC-390: condições de contorno	Rede BIA	2022	Brasil	Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica	O sistema de <i>pool</i> pode proporcionar maiores ganhos de escala direto ou indireto para todos os stakeholders (operadores, fabricante da aeronave, fabricantes de componentes, mantenedores da aeronave, mantenedores de componentes), além de reduzir custos de estoque, promover altos níveis de prontidão, prover melhor gestão de obsolescência e disponibilidade operacional. (p. 3-9)	Para um sistema de <i>pool</i> ser sustentável, deve ser desenvolvido um mecanismo de alocação de custo de modo a estimular o crescimento do <i>pool</i> , além de controles de configuração, em que as peças devem prover determinadas certificações de aeronavegabilidade para serem intercambiáveis entre as partes do pool. Afirma que sistemas de <i>pool</i> bem-sucedidos têm como característica comum a representação de um membro dominante. (p. 5-8)
Goh	<i>Applications of Risk Pooling for the Optimization of Spare Parts with Stochastic Demand Within Large Scale Networks</i>	DSpace@MIT	2020	EUA	Massachusetts Institute of Technology	O benefício de um <i>inventory pooling</i> advém da redução na variabilidade da demanda, o que diminui os níveis de estoque de segurança. Os estoques de segurança em um nível de centro de distribuição diminuem devido a uma redução no lead time. Em um nível com diversas partes, as reduções nos estoques de segurança ocorrem pela combinação das variações. (p. 19-20, tradução nossa)	O inventário só deve ser agrupado se a redução nos níveis de estoque resultante do <i>pooling</i> compensar os custos de transbordo. (p. 56-57, tradução nossa)

Hafner et al.	<i>Evaluation model for cooperative inventory pooling-systems</i>	Science Direct	2021	Alemanha	International Academy for Production Engineering	<p>O principal benefício da implantação de uma cooperação em um sistema de <i>inventory pooling</i> é a redução da quantidade de peças em estoque quando comparado a estratégias e sistemas individuais. O nível de estoque das partes terá uma redução considerável. Além disso, a demanda dinâmica dessa cooperação poderá reduzir a obsolescência das peças que fazem parte desse sistema e o risco de indisponibilidade de peças, além de aumentar os ganhos de escala em aquisições. (p. 255, tradução nossa)</p> <p>Os desafios de um sistema de <i>inventory pooling</i> incluem um aumento do esforço administrativo, o estabelecimento de um sistema centralizado de informações, necessidade de remessas adicionais e complexidade na alocação de custos. A dependência entre as partes e a redução da autonomia também são considerações importantes para as partes interessadas em um compartilhamento de peças de reposição. (p. 255, tradução nossa)</p>
Jamili, Vandenberg e Koster	<i>The impact of resource sharing on the design of multi-client warehouses</i>	TANDF	2024	Países Baixos	Erasmus University Rotterdam	<p>O compartilhamento é benéfico na maioria dos casos. Para clientes de baixa demanda, o compartilhamento de todos os recursos é uma estratégia ótima. Por outro lado, ter tudo exclusivo só é ideal para partes com alta demanda. (p. 20, tradução nossa)</p> <p>Alocar recursos para as partes é uma decisão crítica para atender aos acordos de nível de serviço e gerenciar os custos operacionais do armazenamento. (p. 3, tradução nossa)</p>
Karsten, Slikker e Van Houtum	<i>Spare parts inventory pooling games</i>	Research Gate	2009	Países Baixos	Technische Universiteit Eindhoven	<p>A prática do <i>inventory pooling</i> pode ser uma estratégia eficiente para aumentar a disponibilidade de um sistema ao mesmo tempo em que reduz seus custos totais. (p. 2, tradução nossa)</p> <p>Cada parte individualmente concordará em compartilhar suas peças de reposição com outras partes apenas se isso trouxer mais benefícios para si mesma. Portanto, antes que qualquer acordo de agrupamento de inventário seja implementado, os participantes precisarão ser convencidos de que o arranjo é benéfico para todos e que nenhum grupo está apenas provendo outro.</p>

						Essas complexidades na alocação de custos adicionam mais uma camada de dificuldade ao processo de agrupamento de inventário de peças de reposição (p. 3, tradução nossa).
Khajavi e Holmström	<i>Production Capacity Pooling in Additive Manufacturing, Possibilities and Challenges</i>	Springer	2017 Finlândia	Aalto University	A redução do estoque de segurança, que leva a custos mais baixos e, comumente, níveis de serviço melhorados, foi observada pelos pesquisadores como os benefícios positivos das estratégias de consolidação. (p. 506, tradução nossa)	Um dos desafios de um <i>pooling</i> percebidos é a dificuldade do compartilhamento de custos entre os membros do grupo. (p.506, tradução nossa)
Lorell e Pita	<i>A review of selected international aircraft spares pooling programs: lessons learned for F-35 spares pooling</i>	DTIC	2016 EUA	RAND Corporation	O autor aponta como benefício que com o agrupamento dos itens de diferentes aeronaves, considerando que as demandas por uma determinada peça possuem momentos diferentes entre as partes, um número menor de peças precisaria ser estocado porque elas poderiam ser compartilhadas entre todas as partes. Além disso, um <i>pooling</i> com componentes reduz a variabilidade do tempo de espera relativo em relação à demanda total e possui maiores ganhos com economias de escala.(p. 1-2, 7, tradução nossa).	Afirma que existem três principais riscos em um sistema de <i>pooling</i> envolvendo: a priorização da alocação de recursos agrupados escassos e a garantia da segurança desse fornecimento entre as partes, o gerenciamento das inovações tecnológicas enquanto mantém o controle de configuração das partes e administrar as partes desistentes. (p. 2, tradução nossa)
Malagón	<i>Innovación para una aviación militar sostenible en un ambiente de reducción presupuestal</i>	UMNG	2015 Colômbia	Universidad Militar de Nueva Granada	Sob o conceito de colaboração dentro das instituições militares, o autor cita a possibilidade de um sistema de compras conjunto, o qual proporciona uma compra única para componentes da aviação	O autor não cita riscos e desafios em seu artigo.

						a um preço de mercado inferior. Sendo assim, ao realizar estas atividades de forma estrategicamente coordenada, os custos diretos e indiretos de cada força seriam reduzidos. (p. 18, tradução nossa)	
Matthews e Al-Saadi	<i>Organisational complexity of the eurofighter typhoon collaborative supply chain</i>	TANDF	2023	Reino Unido	Cranfield University at the UK Defence Academy	A colaboração é vista como uma opção para economias de escalas em processos de aquisição. (p. 231, tradução nossa)	Uma logística colaborativa possui como desafio a confiabilidade, troca de informações e reciprocidade, além dos custos decorridos de um emaranhamento burocrático. (p. 230-231, tradução nossa)
Muhaxheri	<i>Framework for Evaluation of Strategies for Pooling of Repairable Spare Parts</i>	LUP-SP	2010	Suécia	Lund University	O autor afirma que, com os transbordos laterais, um melhor serviço ao cliente pode ser alcançado sem aumentar o estoque total no sistema. Por outro lado, o mesmo serviço ao cliente pode ser alcançado com menos estoque total no sistema. Além disso, afirma que o <i>pooling</i> também agrupa riscos e reduz o nível do estoque de segurança. (p. 19, 25, tradução nossa)	Algumas das principais desvantagens da consolidação incluem: aumento da administração e gerenciamento, dificuldades na estabelecimento de relações e acordos contratuais adequados com outros participantes (quanto mais participantes no grupo, mais complexo o sistema de rede fica), e aumento dos custos de transporte. (p. 106, tradução nossa)
Satir	<i>An analysis of benefits of inventory and service pooling and information sharing in spare parts management systems</i>	METU	2010	Turquia	Middle East Technical University	Os novos métodos de <i>transshipment</i> têm reduzido os custos com o compartilhamento de informações e estoque. O compartilhamento de inventário resulta em economias com custos indiretos do estoque além de aumentar o nível de serviço, principalmente na indústria aeronáutica, tanto militar quanto civil. (p. 2-3, tradução	Sob alguns parâmetros citados no artigo, um <i>pooling</i> completo de peças pode ter desempenho inferior à inexistência de um estabelecido de forma inapropriada. (p. 133, tradução nossa)

					nossa)		
Wang, Yue e Peng	<i>An inventory pooling model for expensive spare parts using a simulation method</i>	Research Gate	2015	China	University of Science and Technology, China	O compartilhamento de estoque tornou-se bastante eficaz para itens com alto valor evidenciado na pesquisa do autor que, com os parâmetros inseridos por ele, qualquer compartilhamento de estoque com até 20 partes é vantajoso. (p. 422, 425, tradução nossa)	Afirma que análises realizadas por meio de expressões matemáticas indicam que os custos de manutenção de estoque impactam significativamente essa decisão em termos do grau de centralização de estoque. (p. 423, tradução nossa)
Yanluo	<i>Prediction model of aeronautics equipment spare parts considering spare part sharing</i>	Research Gate	2021	China	Aeronautical Radio Electronics Research Institute	O autor afirma que ao compartilhar peças sobressalentes, os estoques dessas peças podem reduzir consideravelmente, o que, consequentemente, contribui eficazmente para a redução dos custos anuais médios de armazenamento de peças sobressalentes das forças de combate, além de diminuir os custos de suporte, uso e manutenção. (p. 8)	O autor não cita riscos e desafios em seu artigo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos artigos selecionados (2024).

Observou-se que apenas os artigos de Jamili, Vandenberg e Koster (2024), Goh (2020) e Hafner *et al* (2021) não tratam diretamente ou utilizam como exemplo a área aeronáutica. Excetuando-se Burnworth (2008), todos os demais autores afirmam que a adoção de práticas relacionadas ao *Spare Parts Pooling* mostra-se benéfica. Jamili, Vandenberg e Koster (2024) fazem a ressalva de que peças que possuem alta demanda devem possuir estoques exclusivos. Os seguintes benefícios foram os mais citados pelos autores:

- a) Ganhos de escala nas aquisições: Favre (2022), Hafner *et al* (2021), Lorell e Pita (2016), Malagón (2015) e Matthews e Al-Saadi (2023) citam que um dos benefícios da colaboração e do compartilhamento dos estoques é o ganho de escala nas aquisições, visto que supre demandas consolidadas de diversos equipamentos. Ademais, possibilita um maior número de itens sendo adquiridos em um único processo, o que gera menor esforço administrativo no processo de compra.

- b) Menores níveis de segurança nos estoques: Barney (1995), Goh (2020), Hafner *et al* (2021), Khajavi e Holmström (2017), Lorell e Pita (2016), Muhaxheri (2010) e Yanluo (2021) afirmam que com a gestão compartilhada das peças, os depósitos podem operar com níveis de estoque menores, o que resulta em menores custos de manutenção de estoque.
- c) Prontidão do equipamento ou nível de serviço: Favre (2022), Karsten, Slikker e Van Houtum (2009), Khajavi e Holmström (2017), Lorell e Pita (2016) e Satir (2010) afirmam que um dos benefícios consiste no aumento do nível de serviço dos estoques, pois o *pool* gera melhor disponibilidade de peças para os usuários.
- d) Gestão de obsolescência: Favre (2022) e Hafner *et al* (2021) citam uma possível redução da obsolescência de peças em razão da administração conjunta. Isso ocorre em razão da demanda dinâmica que surge a partir desse compartilhamento, reduzindo-se o número de peças descartadas por sucateamento ou vencimento.
- e) Canibalização: Apenas Barney (1995) e Burnworth (2008) destacam a canibalização como uma possibilidade, sendo ela a transferência de itens de um programa de aeronave desativado para um ainda ativo, na intenção de diminuir a quantidade de novos processos de aquisição e evitar um descarte desnecessário de material.

Por outro lado, apesar dos benefícios apresentados, alguns riscos devem ser considerados para a aplicação de uma gestão compartilhada. Os principais desafios e riscos abordados por alguns dos autores foram sintetizados nos seguintes tópicos:

- a) Alocação de custos: Favre (2022), Hafner *et al* (2021), Jamili, Vandenberg e Koster (2024), Karsten, Slikker e Van Houtum (2009), Lorell e Pita (2016), Matthews e Al-Saadi (2023) e Wang, Yue e Peng (2015) retratam a complexidade da alocação dos custos entre os usuários, ou seja, a dificuldade em definir a divisão de custos de uma maneira justa como um desafio na formação de um *pool* de peças.
- b) Certificações: apenas Favre (2022) elenca a certificação de materiais como um desafio importante para uma administração compartilhada de itens, pois, para um item provido pelo *pool* possuir empregabilidade em todas as diferentes aeronaves, ele deve ser considerado apto em determinados critérios técnicos.
- c) Grande esforço administrativo: Matthews e Al-Saadi (2023) citam o emaranhamento burocrático e Hafner *et al* (2021) e Muhaxheri (2010) citam o grande esforço administrativo como grandes desafios para um *pool* de peças bem sucedido.

Cabe ressaltar que Barney (1995), Malagón (2015) e Yanluo (2021) não apresentaram em seus artigos desafios e riscos relacionados aos conceitos apresentados.

Com base nas informações coletadas na revisão sistemática realizada, infere-se que a aplicabilidade do conceito de *Spare Parts Pooling* ao gerenciamento conjunto dos itens aponta a possibilidade de ganhos de escala na aquisição desses itens ou, em caso de um estoque compartilhado, seja ele físico ou virtual, mantido por meio dos ressuprimentos laterais, a possibilidade de uma redução no nível dos estoques de segurança. Ademais, uma administração conjunta poderia gerar uma demanda dinâmica que possibilitaria uma melhor gestão de obsolescência desses itens e, principalmente, poderia realocar as peças comuns de um programa em desativação para outro ainda em andamento.

Em contrapartida, um dos riscos encontrados pelo método de pesquisa inclui a necessidade de certificações que um item deve possuir para ser intercambiável, visto que, tratando-se de uma área sensível como a atividade aérea, certas peças possuem requisitos diferentes para utilização em diferentes aeronaves. Ainda, constatou-se o obstáculo da necessidade de um grande esforço administrativo, um conjunto coordenado de atividades das partes envolvendo a mobilização de pessoas, finanças e tecnologia para uma possível implementação e manutenção desse modelo entre as partes aventadas neste estudo.

No caso das diferentes aeronaves da FAB, a elaboração de orçamento específico para cada projeto representa um desafio, pois demanda critérios de priorização no *pool*, em caso de escassez das peças demandadas pelas frotas participantes.

Verificou-se, portanto, que o Sistema de Catalogação de Defesa representa um eficaz instrumento de identificação de itens comuns e, por meio deste, identificou-se a possibilidade de uma aplicação prática deste sistema voltada ao gerenciamento conjunto de determinados itens entre as aeronaves KC-390, A-29 e C-99, o que teria como efeito a geração dos benefícios previamente citados. No entanto, verificou-se também que a administração desses itens, neste caso, teria que lidar com as dificuldades e complexidades apresentadas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho objetivou analisar informações provenientes do SISCADÉ de forma a identificar itens de suprimento comuns entre alguns modelos de aeronaves da FAB e, em seguida,

identificar os benefícios e riscos de um possível gerenciamento conjunto desses itens, o que seria uma aplicação do conceito de *Spare Parts Pooling*.

No referencial teórico foi levantada bibliografia a respeito do Sistema OTAN de Catalogação e do Sistema de Catalogação de Defesa no âmbito do Brasil, de forma a proporcionar um melhor entendimento do desenvolvimento da pesquisa. Também foram apresentados os conceitos relacionados ao *Spare Parts Pooling* pois, de acordo com a metodologia proposta, a revisão sistemática teria estes conceitos como base de pesquisa e, posteriormente, estes seriam conectados com as informações obtidas a partir do cruzamento dos itens comuns às aeronaves consideradas.

O resultado da primeira etapa da pesquisa confirmou a hipótese de que haveria um nível de comunalidade significativo entre as peças das aeronaves escolhidas para o estudo, possivelmente em razão de terem sido projetadas e fornecidas pelo mesmo fabricante. Na sequência, na revisão sistemática realizada, foram identificados os principais benefícios da prática de um possível compartilhamento de peças de reposição entre aeronaves como ganhos de escala nas aquisições de suprimentos, menores níveis de segurança nos estoques, maior prontidão do equipamento ou melhora do nível de serviço, melhor gestão de obsolescência e a possibilidade de canibalização. No caso das aeronaves da FAB consideradas foram identificados, portanto, benefícios factíveis de serem obtidos com a adoção do *pooling*.

Em contrapartida, foram também identificados os principais riscos dessa prática como a dificuldade da alocação de custos, a necessidade de certificações que os itens devem possuir para serem intercambiáveis e o grande esforço administrativo que deve ser empregado com a adoção dessa prática. Na FAB, percebe-se que a existência de orçamentos específicos para cada projeto de aeronave representaria um desafio significativo para adoção de tal prática.

Do ponto de vista da contribuição do trabalho para a construção do conhecimento nessa área, o estudo procurou apresentar a utilização do Sistema de Catalogação de Defesa como ferramenta que possibilita sua utilização voltada à administração eficiente dos itens de suprimento das Forças Armadas. Além disso, o trabalho levantou pontos positivos e negativos da utilização da prática *Spare Parts Pooling*, com foco na aplicação em itens aeronáuticos.

Por fim, cabe ressaltar que esse artigo limitou-se a expor o potencial da prática do *Spare Parts Pooling*, utilizando-se apenas uma amostra de três aeronaves operadas pela FAB. Sugere-se como tema para futuros trabalhos que essa análise pudesse envolver outras aeronaves utilizadas pela Força, ou mesmo ampliando-se o estudo com diversas frotas, simultaneamente. Os resultados

poderiam confirmar que essa prática poderia contribuir para o aprimoramento da gestão dos estoques de itens aeronáuticos da FAB.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Antonio Fernando Messias de. **O NATO Stock Number (NSN) no Sistema Integrado de Logística de Materiais e Serviços (SILOMS)**. 2023, 10 f. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: [https://catalogo.redebia.fab.mil.br/asp/download.asp?codigo=16699&tipo\\_midia=2&iIndexSrv=2&iUsuario=0&obra=89981&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0](https://catalogo.redebia.fab.mil.br/asp/download.asp?codigo=16699&tipo_midia=2&iIndexSrv=2&iUsuario=0&obra=89981&tipo=1&iBanner=0&iIdioma=0). Acesso em 10 abr. 2024.
- AUDY, J.-F. et al. A framework for an efficient implementation of logistics collaborations. **International transactions in operational research: a journal of The International Federation of Operational Research Societies**, v. 19, n. 5, p. 633–657, 2012.
- AXSÄTER, S. Modelling emergency lateral transshipments in inventory systems. **Management science**, v. 36, n. 11, p. 1329–1338, 1990.
- BARNEY, G. R. **The effect of consolidating Two-level reparable inventories on aggregate inventory requirements and mission capability**. [s.l.] Air Force Institute Of Technology, 1995. Disponível em: <https://scholar.afit.edu/etd/6537/#:~:text=This%20research%20investigates%20the%20effect%20of%20consolidating%20Two,delayed%20issue%20of%20the%20assets%20on%20mission%20capability>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Secretaria de Logística e Mobilização. Portaria nº 259/SELOM, de 02 de abril de 2003. Dispõe sobre o Manual do Sistema Militar de Catalogação (MD42-M-01 – v. 1). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 066, sec. 2, p. 7, 04 abr. 2003. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md42a\\_ma\\_01a\\_manuala\\_sismicata\\_vola\\_I.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md42a_ma_01a_manuala_sismicata_vola_I.pdf). Acesso em: 10 abr. 2024.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria Nº 129/GC4, de 05 de março de 2007. Aprova a Diretriz que dispõe sobre o Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica. (DCA 400-6). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 047, 09 de março de 2007. Disponível em: [https://pesquisa.icea.decea.mil.br/media/posts\\_docs/DCA\\_400-6\\_-\\_Ciclo\\_de\\_Vida\\_de\\_Sistemas\\_e\\_Materiais\\_da\\_Aeron%C3%A1utica.pdf](https://pesquisa.icea.decea.mil.br/media/posts_docs/DCA_400-6_-_Ciclo_de_Vida_de_Sistemas_e_Materiais_da_Aeron%C3%A1utica.pdf). Acesso em: 10 abr. 2024.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria Normativa nº 40/MD, de 23 de junho de 2016. Aprova a 3ª edição da Doutrina de Logística Militar – (MD42-M-02). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, 2016. Disponível em: [https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/137/1/MD42\\_M02.pdf](https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/137/1/MD42_M02.pdf). Acesso em: 22 maio. 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria nº 61/GM-MD, de 10 de julho de 2020. Aprova o Manual do Sistema de Catalogação de Defesa (MD40-M-02 - 1ª Edição/2020). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 134, sec. 1, p. 30, 15 jul. 2020a. Disponível em: <https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/catalogacao/ManualSISCADEMD40M02atual.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco da Defesa Nacional**. Brasília, DF, 2020b. Disponível em: [www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado\\_e\\_defesa/livro\\_branco/livrobranco.pdf](http://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/estado_e_defesa/livro_branco/livrobranco.pdf). Acesso em: 20 ago. 2023.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando-Geral de Apoio. Portaria nº 1762/GC3, de 29 de novembro de 2017. Aprova a reedição da ICA 401-1 que trata da Aplicação da Catalogação à Logística, (ICA 401-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 027, 09 fev. 2021. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Busca/Download?codigoArquivo=13017&tipoMidia=0>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria nº 346/GC3, de 9 de agosto de 2022. Aprova a diretriz que dispõe sobre a Doutrina de Logística da Aeronáutica (DCA 2-1). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 151, 12 ago. 2022. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Busca/Download?codigoArquivo=33799&tipoMidia=0>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria GABAER nº 96/GC3, de 24 de maio de 2021. Aprova a edição do Programa de Trabalho Anual do Parque de Material Aeronáutico de Lagoa Santa (PAMA-LS) para o ano de 2023. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 094, 25 abr. 2023a. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/Busca/Download?codigoArquivo=35839&tipoMidia=0>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria GABAER nº 96/GC3, de 24 de maio de 2021. Aprova a edição do Programa de Trabalho Anual do Parque de Material Aeronáutico do Galeão (PAMA-GL) para o ano de 2023. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 092, 25 abr. 2023b.

BIMPIKIS, K.; MARKAKIS, M. G. Inventory pooling under heavy-tailed demand. **Management science**, v. 62, n. 6, p. 1800–1813, 2016.

BURNWORTH, T. C. **Simulated multi-echelon readiness-based inventory leveling with lateral resupply**. [s.l.] Air Force Institute of Technology, 2008. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA484288.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

DEFENSE LOGISTICS AGENCY. **The National Stock Number; The Gear that Keeps the Supply Chain Running**. 2009. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA512201.pdf>. Acesso em 23 ago. 2023.

EDDY, B.; ARNETT, S. The NATO Codification System: A bridge to global logistics knowledge. **The DISAM Journal**, v 21, n 1, p.39-51, 1998. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA500206.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

FAVRE, Flávio da Silva. **Pool de peças para aeronaves KC-390: condições de contorno**. 2022. 13 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica) - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de

Janeiro, 2022. Disponível em: [https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo\\_sophia=88944](https://redebias.direns.aer.mil.br/index.php?codigo_sophia=88944). Acesso em: 3 mar. 2024.

FOLTYS, J.; SZYMONIK, A. Codification as an instrument streamlining interoperability and the logistic chain. **Problemy Techniki Uzbrojenia**, n. R. 36, z. 104, p. 7–12, 2007. Disponível em: <https://bibliotekanauki.pl/articles/234910>. Acesso em: 10 abr. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOH, N. **Applications of risk pooling for the optimization of spare parts with stochastic demand within large scale networks**. [s.l.] Massachusetts Institute of Technology, 2020. Disponível em: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/126955>. Acesso em: 9 abr. 2024.

HAFNER, Y. et al. Evaluation model for cooperative inventory pooling-systems. **Procedia CIRP**, v. 104, p. 253–258, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827121009410>. Acesso em: 10 abr. 2024.

HAYES, R. M. The defense logistics agency and the federal catalog system. **Government information quarterly**, v. 9, n. 3, p. 291–303, 1992.

JAMILI, N.; VANDENBERG, P. L.; KOSTER, R. DE. The impact of resource sharing on the design of multi-client warehouses. **IIE transactions**, p. 1–21, 2024. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24725854.2024.2322097>. Acesso em: 10 abr. 2024.

KARSTEN, F. J. P.; SLIKKER, M.; VAN HOUTUM, G. J. Spare parts inventory pooling games. **BETA publicatie : working papers**, v. 300, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228632962\\_Spare\\_parts\\_inventory\\_pooling\\_games](https://www.researchgate.net/publication/228632962_Spare_parts_inventory_pooling_games). Acesso em: 10 abr. 2024.

KARSTEN, F.; BASTEN, R. J. I. Pooling of spare parts between multiple users: How to share the benefits? **European journal of operational research**, v. 233, n. 1, p. 94–104, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/273858267\\_Pooling\\_of\\_spare\\_parts\\_between\\_multiple\\_users\\_How\\_to\\_share\\_the\\_benefits](https://www.researchgate.net/publication/273858267_Pooling_of_spare_parts_between_multiple_users_How_to_share_the_benefits). Acesso em: 10 abr. 2024.

KHAJAVI, S. H.; HOLMSTRÖM, J. Production capacity pooling in additive manufacturing, possibilities and challenges. **Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing**. Springer International Publishing, 2017. p. 501–508. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66923-6\\_59](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-66923-6_59). Acesso em: 9 abr. 2024.

KILPI, J.; VEPSÄLÄINEN, A. P. J. Pooling of spare components between airlines. **Journal of air transport management**, v. 10, n. 2, p. 137–146, 2004.

LEE, Y. H.; JUNG, J. W.; JEON, Y. S. An effective lateral transshipment policy to improve service level in the supply chain. **International journal of production economics**, v. 106, n. 1, p. 115–126, 2007.

LEE, H. L. A multi-echelon inventory model for repairable items with emergency lateral transshipments. **Management science**, v. 33, n. 10, p. 1302–1316, 1987.

LORELL, Mark A.; PITA, James. **A review of selected international aircraft spares pooling programs: lessons learned for F-35 spares pooling**. Santa Monica: RAND, 2016. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1003584.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MALAGÓN, P. P. **Innovación para una aviación militar sostenible en un ambiente de reducción presupuestal**. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2015. Disponível em: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/7532>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MATOS, Marcos Oliveira. Ingresso do Brasil no sistema OTAN de catalogação: perspectivas de desenvolvimento da indústria bélica brasileira. **Revista da Escola de Guerra Naval**, n. 8, 22 mar. 2017. Disponível em: <https://revistadaegn.com.br/index.php/revistadaegn/article/view/440/818>. Acesso em: 19 mar. 2023.

MATTHEWS, R.; AL-SAAD, R. Organisational complexity of the eurofighter typhoon collaborative supply chain. **Defence and peace economics**, v. 34, n. 2, p. 228–243, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10242694.2021.1987022>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MORAES, M. B. DE; CAMPOS, T. M.; LIMA, E. Modelos de desenvolvimento da inovação em pequenas e médias empresas do setor aeronáutico no Brasil e no Canadá. **Gestão & produção**, v. 26, n. 1, p. e2002, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/VhnKMQLTss3yNZk6NcKN4mJ/#>. Acesso em: 10 abr. 2024.

MOUTAOUKIL, A.; DERROUCHE, R.; NEUBERT, G. Pooling supply chain: Literature review of collaborative strategies. Em: **IFIP Advances in Information and Communication Technology**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012. p. 513–525. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-32775-9\\_52](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-32775-9_52). Acesso em: 10 abr. 2024.

MUHAXHERI, D. **Framework for Evaluation of Strategies for Pooling of Repairable Spare Parts**. [s.l.] Lund University, 2010. Disponível em: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/1977141>. Acesso em: 10 abr. 2024.

NATO, NATO Standardization Office (NSO). ACodP-1 NATO Manual on Codification. 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/central-de-conteudo/ACodP1\\_EJul2022.pdf](https://www.gov.br/caslode/pt-br/arquivos/central-de-conteudo/ACodP1_EJul2022.pdf). Acesso em 22 ago. 2023.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 11, n. 1, p. 83–89, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfts/a/79nG9Vv3syHhnSgY7VsB6jG/#>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SANDBERG, E. **Logistics collaboration in supply chains : A survey of Swedish manufacturing companies**. [s.l.] Ekonomiska institutionen, 2005. Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:20850/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SATIR, B. **An analysis of benefits of inventory and service pooling and information sharing in spare parts management systems**. [s.l.] Middle East Technical University, 2010. Disponível em: <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/3/12612073/index.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2024.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2000.  
Disponível em: . Acesso em: 10 abr. 2024.

WANG, W.; YUE, S.; PENG, R. An inventory pooling model for expensive spare parts using a simulation method. **WIT Transactions on Engineering Sciences**, v. 108, p. 422–428, 2015.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Oleg-Abramov-5/publication/282854856\\_Regions\\_of\\_acceptability\\_using\\_reliability-oriented\\_design/links/597177450f7e9b25e86066b7/Regions-of-acceptability-using-reliability-oriented-design.pdf#page=447](https://www.researchgate.net/profile/Oleg-Abramov-5/publication/282854856_Regions_of_acceptability_using_reliability-oriented_design/links/597177450f7e9b25e86066b7/Regions-of-acceptability-using-reliability-oriented-design.pdf#page=447). Acesso em: 10 abr. 2024.

YANLUO, G. Prediction model of aeronautics equipment spare parts considering spare part sharing. **IOP conference series: Materials science and engineering**, v. 1043, n. 4, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/348998160\\_Prediction\\_model\\_of\\_aeronautics\\_equipment\\_spare\\_parts\\_considering\\_spare\\_part\\_sharing](https://www.researchgate.net/publication/348998160_Prediction_model_of_aeronautics_equipment_spare_parts_considering_spare_part_sharing). Acesso em: 10 abr. 2024.