



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA APLICADO AO  
SETOR DE DEFESA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO PARA  
IDENTIFICAR O USO DO CCV NOS PROGRAMAS  
ESTRATÉGICOS DO EXÉRCITO**

**ANTONIO HENRIQUE DUARTE**

**ORIENTADOR: SANDERSON CÉSAR MACÊDO BARBALHO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA  
MECATRÔNICA**

**BRASÍLIA  
2022**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA APLICADO AO  
SETOR DE DEFESA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO PARA  
IDENTIFICAR O USO DO CCV NOS PROGRAMAS  
ESTRATÉGICOS DO EXÉRCITO**

**ANTONIO HENRIQUE DUARTE**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
MECÂNICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE  
BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA MECATRÔNICA.**

**APROVADO POR:**

---

**Prof. Dr. Sanderson César Macêdo Barbalho  
(ORIENTADOR)**

---

**Prof. Dr. Carlos Llanos  
(SUPLENTE)**

---

**Prof. José Luís Garcia Herмосilla  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

---

**Prof. Dr. Alencar Soares Bravo  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA, 09 DE NOVEMBRO, 2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

DD812a

Duarte, Antonio Henrique

ANÁLISE DO CUSTO DO CICLO DE VIDA APLICADO AO SETOR DE DEFESA: ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO PARA IDENTIFICAR O USO DO CCV NOS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DO EXÉRCITO / Antonio Henrique Duarte; orientador Sanderson César Macêdo Barbalho. - Brasília, 2022.  
101 f.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) -- Universidade de Brasília, 2022.

1. Aquisição de defesa. 2. Custo do Ciclo de Vida. 3. Projeto. 4. Programa. Sanderson César Macêdo, orient. II. Título.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DUARTE, Antonio Henrique. Análise do Custo do Ciclo de Vida Aplicado ao Setor de Defesa: estudo de caso múltiplo para identificar o uso do ccv nos programas estratégicos do exército. 2022. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecatrônica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Antonio Henrique Duarte

TÍTULO: Análise do Custo do Ciclo de Vida Aplicado ao Setor de Defesa: estudo de caso múltiplo para identificar o uso do CCV nos programas estratégicos do exército

GRAU: Mestre

Ano: 2022

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Antonio Henrique Duarte

[duarteantoniohenrique@gmail.com](mailto:duarteantoniohenrique@gmail.com)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela grandiosa força e luz na caminhada da vida, permitindo renovar as minhas forças a cada manhã.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sanderson César Macêdo Barbalho, pelas orientações, amizade, sabedoria e confiança. Por me conceder a oportunidade de desenvolver um estudo alinhado com o meu trabalho junto ao Exército Brasileiro, ao Ministério da Defesa e à Organização do Atlântico Norte (OTAN). O que me proporcionou grandes experiências e reconhecimento profissional.

Ao Prof. Dr. Alencar Bravo, pela amizade e direcionamento acadêmico.

Ao Prof. Dr. e grande amigo Luciano Sales, por ter me apresentado ao professor Sanderson e aberto todas as demais portas que me levaram aos caminhos que hoje sigo.

À minha mãe Patrícia de Fátima Silva, por tudo que fizeste durante minha existência e por ter me dado o dom da vida, aos meus irmãos queridos Gugu e Emanuelle, que sempre lutaram ao meu lado nessa vida e aos meus padrastos Geraldo e João.

À minha esposa Hilma Brasil Duarte e filha Nicole Brasil Duarte. Vocês são a razão da minha existência e motivo pelo qual respiro. Obrigado pela paciência em meus momentos de ausência, devido às longas horas de estudo, e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu pai (in memoriam) Antonio Rodrigues Duarte, pelo grande ensinamento à vida.

## RESUMO

O custo do ciclo de vida (CCV) é considerado internacionalmente como um dos melhores instrumento para avaliação de investimentos em equipamentos militares, pois segundo seus preceitos holísticos, estima todos os custos associados ao produto/sistema em seus estágios de conceito, desenvolvimento, produção, utilização, suporte e desativação. Entretanto, apesar do reconhecimento, sua aplicação ainda é pouco estudada. Esta dissertação, buscando entender tais motivações e contribuir com a base de conhecimento existente sobre o tema, realizou inicialmente um estudo bibliométrico quantitativo e qualitativo com dados das bases *Scopus* e *WoS*, identificando o estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema, com ênfase no setor de defesa a nível mundial. Onde revelou que apesar do conhecimento ainda ser incipiente no mundo inteiro, existem alguns poucos países desenvolvidos no tema, com aplicação prática em suas forças armadas, que o CCV não é aplicado somente na fase inicial de desenvolvimento ou aquisição de um produto/sistema, para a seleção da melhor proposta de investimento, mas também tem forte aplicação no desenvolvimento integrado, para garantir a inclusão dos fatores que propiciam maior desempenho e sustentabilidade ao futuro produto/sistema, assim como na fase da operação, onde por meio do monitoramento dos custos, retroalimenta todas as outras fases com informações para o aprimoramento da gestão de todo o ciclo de vida. Por fim, para aprofundar o estudo sobre os achados da pesquisa bibliométrica, foi realizado um estudo de caso com seis Programas Estratégicos do Exército, que identificou uma repetição dos dados apresentados no contexto mundial de forma equivalente à posição que o Brasil figurou na pesquisa internacional. Entretanto a aplicação do estudo de caso permitiu aumentar a compreensão sobre os possíveis fatos que levam a incipiência da aplicação do CCV para os Programas Estratégicos e que por indução, podem suscitar a repetição a níveis mundiais, como: a complexidade do conhecimento e realização do cálculo do CCV; a necessidade do contínuo investimento em capacitação e a necessidade de estruturas específicas com pessoal especializado para apoio o cálculo do CCV.

**Palavras-chave:** Aquisição de defesa, custo do ciclo de vida/custo do ciclo de vida, projeto e programa.

## ABSTRACT

The life cycle cost (LCC) is considered internationally as one of the best instruments for evaluating investments in military equipment, because according to its holistic precepts, it estimates all the costs associated with the product/system in its stages of concept, development, production, usage, support and deactivation. However, despite the recognition, its application is still poorly studied. This dissertation, seeking to understand such motivations and contribute to the existing knowledge base on the subject, initially carried out a quantitative and qualitative bibliometric study with data from Scopus and WoS databases, identifying the current stage of research related to the theme, with emphasis on the sector of defense worldwide. It revealed that although knowledge is still incipient worldwide, there are a few developed countries on the subject, with practical application in their armed forces, that the CCV is not applied only in the initial phase of development or acquisition of a product/system, to the selection of the best investment proposal, but also has strong application in integrated development, to ensure the inclusion of factors that provide greater performance and sustainability to the future product/system, as well as in the operation phase, where, through cost monitoring, feeds back all other phases with information to improve the management of the entire life cycle. Finally, to deepen the study on the findings of the bibliometric research, a case study was carried out with six Strategic Programs of the Army, which identified a repetition of the data presented in the world context in a way equivalent to the position that Brazil figured in the international research. However, the application of the case study allowed to increase the understanding of the possible facts that lead to the incipient application of the CCV to the Strategic Programs and that, by induction, can cause repetition at world levels, such as: the complexity of knowledge and calculation of the CCV; the need for continuous investment in training and the need for specific structures with specialized personnel to support the calculation of the CCV.

**Keywords:** Defense Acquisition, lifecycle cost/life cycle cost, Project e program.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Resumo das etapas seguidas para o Estudo de Caso .....	23
Figura 2 - Etapas Sumarizadas da Metodologia .....	24
Figura 3 - PIB do Complexo Produtivo da Defesa e da Segurança.....	27
Figura 4 - Publicações por Ano .....	35
Figura 5 - Distribuição das Publicações por País .....	36
Figura 6 - Publicações por Instituições.....	37
Figura 7 - Autores com Mais Publicações.....	37
Figura 8 - Documentos por Tipo .....	38
Figura 9 - Rede de Ocorrência das Palavras-Chave .....	39
Figura 10 - Rede com Forte Influência da Gestão Pioneira de Defesa.....	40
Figura 11 - Rede com Forte Influência da Engenharia de Sistemas.....	41
Figura 12 - Rede com Forte Influência da Gestão de Programas e Sistemas Complexos .....	42
Figura 13 - Figura representativa do Portfólio Estratégico do Exército com os logos dos Programas Estratégicos internamente representadas .....	59
Figura 14 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais da Viatura Blindada de Transporte de Pessoal GUARANI.....	60
Figura 15 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico Astros.....	61
Figura 16 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico SISFRON.....	62
Figura 17 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico Defesa Antiaérea.....	63
Figura 18 - Mosaico formado por entregas do Programa Estratégico do Exército Aviação.....	64
Figura 19 - Imagens das escolas e centros de formação do Sistema de Educação e Cultura do Exército.....	65
Figura 20 - Nível Hierárquico .....	66
Figura 21 - Função dentro da Equipe .....	67
Figura 22 - Recebimento de Capacitação Formal .....	68
Figura 23 - Pessoas Capacitadas na Equipe.....	69
Figura 24 - Conhecimento sobre CCV .....	70
Figura 25 - Importância do Conhecimento sobre CCV .....	71
Figura 26 - Fase mais importante para Uso do CCV.....	72
Figura 27 - Experiência na Realização do CCV.....	73
Figura 28 - Técnicas Utilizadas Majoritariamente no Cálculo do CCV.....	74
Figura 29 - Uso do CCV.....	75
Figura 30 - Uso das Informações de CCV.....	76
Figura 31 - Fase de Utilização do CCV.....	77
Figura 32 - Segurança para Realização do cálculo do CCV.....	79
Figura 33 - Condução do Cálculo do CCV .....	80
Tabela 1 - Síntese das Sugestões .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	<i>Activity Basead Costing</i>
ABIMDE	<i>Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança</i>
AHCI	<i>Arts &amp; Humanities Citation Index</i>
ANAO	<i>Australian National Audit Office</i>
BID	<i>Base Industrial de Defesa</i>
CCV	<i>Custo de Ciclo de Vida</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
DOD	<i>Department of Defense</i>
EB	<i>Exército Brasileiro</i>
EPEX	<i>Escritório de Projetos do Exército</i>
EUA	<i>Estados unidos da América</i>
FAB	<i>Finance and Business</i>
FIPE	<i>Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas</i>
GA	<i>Georgia Institute of Technology Atlanta</i>
GAO	<i>Government Accountability Office</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
HD	<i>Hard Disk</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IEEE	<i>Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos</i>
INCOSE	<i>International Council on Systems Engineering</i>
ISI	<i>Institute for Scientific Information</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
IVECO	<i>Industrial Vehicle Corporation</i>
LCC	<i>Life cycle cost</i>
LCCA	<i>Life-Cycle Cost Analyzer</i>
LCD	<i>Liquid Cristal Display</i>
NAO	<i>National Audit Office</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NCS	<i>Networked Computer System</i>
NEGAPEB	<i>Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Projetos no Exército Brasileiro</i>
NEGAPOR	<i>Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos</i>
T-EB	<i>Programas Estratégicos do Exército Brasileiro</i>
O&S	<i>Operação e Suporte</i>
OTAN	<i>Organização do Tratado do Atlântico Norte</i>
P&D	<i>Pesquisa e Desenvolvimento</i>
PBL	<i>Desempenho Based Logistics</i>
DS	<i>Processamento Digital de Sinais</i>
PENEC	<i>Programa Estratégico do Exército</i>
PIB	<i>Produto Interno Bruto</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
Prg EE F	<i>Programa Estratégico do Exército Forças Blindadas</i>
Bld	

RAM	<i>Random Access Memory</i>
SCI	<i>Science Citation Index</i>
SECEX	<i>Secretaria de Comércio Exterior</i>
SISFRON	<i>Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras</i>
SMEM	<i>Sistemas e Materiais de Emprego Militar</i>
SOS	<i>Systems of Systems</i>
SSCI	<i>Social Science Citation Index</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
TCU	<i>Tribunal de Contas da União</i>
TLC	<i>Through Life Costing</i>
TRF	<i>Transformada Rápida de Fourier</i>
TRL	<i>Technology Readiness Levels</i>
UK	<i>United Kingdom</i>
WLC	<i>Whole-Life Cost</i>
WOS	<i>Web of Science</i>

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	QUESTÕES DE PESQUISA .....	15
a)	Qual o estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema no mundo? .....	15
b)	Quais as abordagens e aplicações do CCV no setor de defesa mundial? .....	15
c)	Quais são as tendências para o uso do CCV?.....	15
d)	Como esse cenário internacional é refletido num caso brasileiro, nos Programas Estratégicos do Exército. ....	15
1.2	OBJETIVOS .....	15
1.2.1	Objetivo Geral .....	15
1.2.2	Objetivos específicos .....	15
a)	Mapear a trajetória do tema ao longo do tempo, identificando o fluxo e a quantidade de publicações anualmente; .....	15
b)	Identificar os principais centros de excelência sobre o tema no mundo, mapeando a distribuição de publicações por país e por instituições; .....	15
c)	Mapear os principais autores sobre o tema;.....	15
d)	Identificar os tipos de documentos onde são publicados estudos sobre o tema; .....	15
e)	Investigar possíveis tendências a nível mundial sobre a aplicação do CCV;.....	15
f)	Identificar as principais aplicações do CCV no setor de defesa; e .....	15
g)	Analisar como o CCV é aplicado no contexto brasileiro, realizando para isso um estudo de caso com 06 (seis) Programas Estratégicos do Exército, a fim de identificar se a realidade internacional se repete no Brasil, quais os gargalos e oportunidades de melhorias. ....	15
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	16
2.	MATERIAL E METODOLOGIA .....	17
-	Estudo de poucos objetos de pesquisa e de maneira aprofundada; .....	22
-	Investigação de fenômenos e condições específicas; e .....	22
-	Análise de temas com alta complexidade. ....	22
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	25
3.1	DEFESA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO ESTRATÉGICO .....	25
3.2	CUSTOS.....	28
3.2.1	O que é desembolso? .....	28
3.2.2	Gastos .....	28
3.2.3	Custo.....	28
3.2.4	Investimento .....	28
3.2.5	Despesas .....	29
3.2.6	Métodos de custeio .....	29
3.3	CICLO DE VIDA.....	30
3.4	CUSTO DO CICLO DE VIDA .....	30
3.5	BIBLIOMÉTRIA .....	33
3.5.1	Análise Quantitativa .....	33
3.5.1.1	Tópicos Cobertos.....	34
3.5.1.2	Publicações por Ano.....	34
3.5.1.3	Mapeamento dos Centros de Excelência sobre o Assunto .....	35
3.5.1.3.1	Distribuição das Publicações por País .....	35
3.5.1.3.2	Publicações por Instituições .....	36
3.5.1.4	Autores com Mais Publicações .....	37
3.5.1.5	Documentos por Tipo .....	38
3.5.1.6	Mapa de Rede de Ocorrências de Palavras-Chaves.....	38

3.5.2	Análise Qualitativa .....	43
3.5.2.1	Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto.....	44
3.5.2.2	Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto .....	46
3.5.2.3	Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto.....	50
3.5.3	Considerações Parciais da Pesquisa Bibliométrica .....	53
3.5.4	Conclusões da Pesquisa Bibliométrica .....	55
4.	O ESTUDO DE CASO .....	57
4.1	CUSTO DO CICLO DE VIDA NO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	57
4.2.	PORTFÓLIO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO E SUA CONTRIBUIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO E INSERÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL .....	58
4.3	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO FORÇAS BLINDADAS .....	59
4.4	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO ASTROS .....	60
4.5	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO SISFRON .....	61
4.6	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO DEFESA ANTIAÉREA.....	62
4.7	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO AVIAÇÃO .....	63
4.8	PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO SISTEMA EDUCAÇÃO, CULTURA E DESPORTO (PENEC).....	64
4.9	RESULTADOS E ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO.....	65
4.9.1	Bloco 01 – Identificação Sumária .....	66
4.9.1.1	Qual o seu posto / graduação? .....	66
4.9.1.2	Qual a sua Função dentro da Equipe? .....	67
4.9.1.3	Você ou a sua equipe já recebeu alguma capacitação sobre como realizar o CCV? .....	68
4.9.1.4	Você possui pessoas capacitadas em sua equipe para realizar o cálculo do Custo do Ciclo de Vida?.....	68
4.9.2	Bloco 2 - Abordagem Inicial Sobre o Custo do Ciclo de Vida (CCV).....	69
4.9.2.1	Você sabe o que é Custo do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (CCV SMEM)? .....	69
4.9.2.2	Você acha importante o conhecimento do Custo de todo o Ciclo de Vida do seu programa?.....	71
4.9.2.3	Em qual fase abaixo você acha mais importante o uso do CCV .....	71
4.9.3	Bloco 03 – Utilização do Ciclo de Vida .....	72
4.9.3.1	Você ou a sua equipe já realizou o cálculo o custo do Ciclo de Vida do seu Programa?.....	73
4.9.3.2	Quais foram as técnicas utilizadas MAJORITARIAMENTE para a realização do cálculo do CCV?.....	73
4.9.3.3	Como tem sido usada a informação do CCV no seu programa? .....	75
4.9.3.4	O uso das informações obtidas com cálculo do custo do ciclo de vida, trouxe alguma melhora para o programa? Se sim, qual?.....	76
4.9.3.5	Em qual fase abaixo você já usou o CCV .....	76
4.9.3.6	Quais os principais óbices encontrados para a realização do Cálculo do Custo do Ciclo de Vida? .....	78
4.9.3.7	Você ou a sua equipe se sentem capacitados e seguros para realizar o CCV do seu programa?.....	79
4.9.3.8	Como você acha que o cálculo do custo do ciclo de vida deve ser conduzido .....	79
4.9.3.9	Quais as suas sugestões de melhorias para a aplicação do CCV nos Programas Estratégicos do Exército e no Exército.....	80
5.	CONCLUSÕES FINAIS .....	83

REFERÊNCIAS .....	88
APÊNDICE A – Questionário de Pesquisa sobre Custo do Ciclo de Vida.....	94

## 1. INTRODUÇÃO

Os projetos e programas governamentais, em geral, contribuem em larga escala para o crescimento nacional (Patanakul et al., 2016). No caso específico dos projetos e programas de defesa, eles têm um papel especial, pois ao mesmo tempo em que garantem a proteção adequada e necessária à soberania da nação, são capazes de sustentar toda uma indústria de produtos de defesa local por meio de suas pesquisas, desenvolvimento, investimentos e aquisições. O que acaba por constituir uma importante alavanca para o desenvolvimento da produção e geração de empregos, com desdobramentos tecnológicos em todo o contexto econômico, projetando o desenvolvimento para muito além do próprio setor de defesa (Melo, 2015).

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento militar (P&D) são um dos principais itens de P&D nos grandes países industrializados. Por sua necessidade de alto grau tecnológico, são estruturantes, na medida em que orientam as capacidades futuras das empresas, dando-lhes condições de adquirir competitividade global (Melo, 2015). No entanto, apesar de ser tão importante para seus respectivos países, muito ainda precisa ser feito. Em pesquisa realizada com 39 projetos públicos nos Estados Unidos da América (EUA), Reino Unido e Austrália e revisados oficialmente pelos escritórios de auditoria nacionais e agências governamentais U.S. *Government Accountability Office* (GAO), *The UK National Audit Office* (NAO), and *the Australian National Audit Office* (ANAO), com o intuito de identificar as principais características dos projetos e programas do governo e desta forma, recomendar como elas podem ser usadas para melhorar o desempenho, constatou-se que um dos principais problemas, da lista de problemas que impactam o desempenho dos projetos públicos, era o uso de métodos tradicionais de mensuração. Métodos estes, onde se enfocam tempo, custo e escopo, não contabilizando valores intangíveis como a realização de benefícios a longo prazo (Patanakul et al., 2016).

O custo é um critério de suma importância no processo de decisão em projetos industriais complexos (Vieira & Bravo, 2016) e muito deste movimento iniciou-se no programa Apollo e no período da Guerra Fria, onde a busca por desempenho, introduziu uma mentalidade centrada nos custos trazendo em seu rastro o sentimento de responsabilidade fiscal. Desde então, o custo está se tornando a métrica dominante na aquisição dos sistemas, o que tem levado fabricantes e seus fornecedores a significativos esforços para reduzir os custos de aquisição (Geng et al., 2015).

Segundo o GAO, órgão com papel similar ao Tribunal de Contas da União (TCU) na estrutura governamental brasileira, as estimativas de custo são necessárias: para apoiar decisões sobre o financiamento de um projeto ou programa em detrimento de outro, para desenvolver solicitações de orçamento anual, para avaliar as necessidades de recursos em postos-chaves e para desenvolver linhas de base (GAO, 2020). Além de apoiar todas as decisões acima relacionadas em projetos e programas, as estimativa de custos fornecem a compreensão clara do risco de custo inerente à gestão, dando ao gerenciamento informações críticas de risco de custo para melhorar o controle dos recursos no presente e no futuro, assim como informações sobre o impacto das mudanças do projeto/programa no orçamento (NASA, 2015).

Dentro da área de conhecimento de custos, o método de custo baseado no ciclo de vida de produto/sistema tem sido o mais adotado pelas forças militares ao redor do mundo para desenvolverem seus produtos de defesa, uma vez que aborda de forma mais completa todos os custos envolvidos da vida de um produto/sistema (Woodward, 1997). O custo do ciclo de vida, ou custo total de aquisição e propriedade, inclui todos os custos associados ao produto/sistema e seu uso nos estágios de conceito, desenvolvimento, produção, utilização, suporte e desativação (INCOSE, 2015).

Conceitualmente, pode-se dizer que o cálculo do custo do ciclo de vida é a disciplina ou processo de coleta, interpretação, análise de dados, aplicação de ferramentas e técnicas quantitativas para prever os recursos futuros que serão necessários em qualquer estágio do ciclo de vida de um produto/sistema de interesse (NATO, 2009). A importância do conhecimento do custo do ciclo de vida aumenta, pois o custo total de um programa, produto/sistema, em média, apenas um quarto deste é composto pelo preço de compra inicial. Os outros três quartos são custos que ocorrem durante a sua operação, manutenção e desfazimento, e são as decisões tomadas antes de ser aprovado o desenvolvimento que irão influenciar esses três quartos (NATO, 2007). Além de que, devido às suas características holística e integrativa, apresentam-se como ferramentas que contribuem para a solução de questões de sustentabilidade e preservação ambiental (Duarte et al., 2021).

Entretanto, embora o *Life-Cycle Cost* (LCC) seja considerado internacionalmente o melhor instrumento de avaliação de investimentos em equipamentos militares, sua aplicação ainda é pouco estudada (Navarro-Galera et al., 2011).

## **1.1 QUESTÕES DE PESQUISA**

Para entender tal problemática e contribuir com a base de conhecimento sobre o assunto, esta dissertação busca responder e identificar o panorama atual do *Custo do Ciclo de Vida* (CCV) aplicado ao setor de defesa no mundo e no Brasil. Para alcançar este objetivo, esta pesquisa tentará responder ao final às seguintes questões:

- a) Qual o estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema no mundo?
- b) Quais as abordagens e aplicações do CCV no setor de defesa mundial?
- c) Quais são as tendências para o uso do CCV?
- d) Como esse cenário internacional é refletido num caso brasileiro, nos Programas Estratégicos do Exército.

## **1.2 OBJETIVOS**

Abaixo são apresentados os objetivos do trabalho.

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Análise do custo do ciclo de vida aplicado ao setor de defesa no mundo e no Brasil.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os seguintes objetivos específicos são listados abaixo para que se atinjam os objetivos desta dissertação:

- a) Mapear a trajetória do tema ao longo do tempo, identificando o fluxo e a quantidade de publicações anualmente;
- b) Identificar os principais centros de excelência sobre o tema no mundo, mapeando a distribuição de publicações por país e por instituições;
- c) Mapear os principais autores sobre o tema;
- d) Identificar os tipos de documentos onde são publicados estudos sobre o tema;
- e) Investigar possíveis tendências a nível mundial sobre a aplicação do CCV;
- f) Identificar as principais aplicações do CCV no setor de defesa; e
- g) Analisar como o CCV é aplicado no contexto brasileiro, realizando para isso um estudo de caso com 06 (seis) Programas Estratégicos do Exército, a fim de identificar se a realidade internacional se repete no Brasil, quais os gargalos e oportunidades de melhorias.

### **1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho se encontra dividido em 5 capítulos divididos em duas grandes etapas. Uma primeira etapa onde é abordado o capítulo que trata da pesquisa bibliométrica e outro com o capítulo que trata do estudo de caso. Passaremos a explicar um pouco mais detalhadamente cada um desses capítulos abaixo.

No capítulo 2 é discutida a metodologia de pesquisa utilizada no trabalho. No capítulo 3 é realizada inicialmente uma revisão bibliográfica, abordando as temáticas que envolvem o estudo: Defesa Nacional, Industria de Defesa, Ciclo de Vida, Custos e Custos do Ciclo de Vida. Na sequência, no mesmo capítulo, é realizada uma análise bibliométrica quantitativa e qualitativa com apresentação de resultados e análises.

No capítulo 4 para ratificar ou retificar os achados no capítulo 3 e identificar como esse contexto mundial se reflete no setor de defesa nacional, inicia-se o Estudo de Caso, onde são apresentados os 06 (seis) Programas Estratégicos do Exército selecionados, os resultados e análises das respostas ao questionário aplicado aos membros das equipes dos Programas.

Por fim, no capítulo 5, são consolidadas as análises e apresentadas as conclusões deste trabalho, suas limitações e direcionamentos futuros.

## **2. MATERIAL E METODOLOGIA**

Nesta seção toda a metodologia aplicada ao trabalho será explicada, iniciando pela revisão sistemática adotada para identificar o panorama atual do Custo do Ciclo de Vida (CCV) aplicado ao setor de Defesa no mundo e no Brasil, finalizando com a realização de um estudo de caso com seis Programas Estratégicos do Exército, único caso conhecido até o momento de aplicação da técnica do CCV no setor de Defesa brasileiro, a fim de investigar dentro de um contexto real e de maneira aprofundada, como os achados da pesquisa de literatura se confirmam.

Todavia, antes de passar a esta etapa, para um melhor entendimento do estudo, apresenta-se abaixo a classificação geral da pesquisa. Quanto à natureza, este estudo se classifica como pesquisa aplicada, pois visa gerar conhecimentos para a aplicação prática dos métodos de cálculo do custo do ciclo de vida de produtos (Neves & Domingues, 2007). Quanto ao método de abordagem, enquadra-se como dedutivo, pois valendo-se da compreensão geral do conhecimento sobre determinado assunto, busca chegar a conclusões sobre as premissas do mesmo (Lakatos, 2021). Sobre o objetivo, se classifica como descritiva, porque busca apresentar um quadro de como a aplicação do custo do ciclo de vida está ocorrendo num determinado setor e a relação destas aplicações entre si (Gray, 2012). Quanto à forma de abordagem, a pesquisa se enquadra como mista ou qualiquantitativa. Em um primeiro momento, quantitativa, pois irá utilizar a estatística descritiva para quantificar em números os resultados obtidos dos dados, num segundo momento, qualitativa, pois passará a interpretar as questões subjetivas e muito particulares dos artigos selecionados, que não podem ser quantificadas (Minayo, 2004).

Por fim, mas não menos importante, os procedimentos escolhidos para a coleta de informação serão a pesquisa bibliométrica e o estudo de caso. Pois após a realização de uma pesquisa bibliométrica para traçar um panorama geral a nível mundial, realiza-se um estudo de caso com um exemplo contemporâneo brasileiro, para identificar como os fenômenos identificados na pesquisa bibliométrica se refletem num exemplo prático. Feita a classificação geral da pesquisa, a seguir será apresentado detalhadamente em etapas a metodologia adotada, inspirada no modelo de Baptista & Campos (2016).

## **Etapa 1 - Definição do assunto ou da variável de pesquisa e elaboração das perguntas chaves**

Nesta etapa, para atingir o objetivo desta dissertação que é a identificação do panorama atual do custo do ciclo de vida aplicado ao setor de Defesa no mundo e no Brasil, foram estabelecidas as perguntas chaves de nossa pesquisa, que são: qual o estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema no mundo; quais as abordagens e aplicações do CCV no setor de Defesa mundial; quais são as tendências para o uso do CCV e como esse cenário internacional é refletido em um caso brasileiro, nos Programas Estratégicos do Exército. Essas perguntas consistem exatamente o problema de nossa pesquisa, que se pretende responder por meio do estudo em questão. São essas as variáveis eleitas que, submetidas a determinadas condições de pesquisa, sofrerão ou não a influência de outras variáveis (Goldenberg et al., 2011).

## **Etapa 2 - Demarcação do intervalo temporal para realizar as buscas**

Esta etapa busca identificar se estudos sobre o tema têm sido desenvolvidos e com qual frequência durante um certo intervalo de tempo. Apesar de não haver uma regra para determinar tal intervalo, é uma tendência eleger os últimos cinco ou seis anos (Pereira, S. M.; Lourenço, 2012). Entretanto, uma das características do setor de Defesa é a dificuldade de traçar parcerias e trocar conhecimento.

O fato de apenas uma quantidade muito restrita de países dominarem tecnologias avançadas e o acesso a essas tecnologias de ponta e sensíveis alterar a estratificação do poder no cenário internacional, faz com que tecnologias estratégicas na área de Defesa sejam geralmente submetidas a diversas restrições de comércio e controle (como por exemplo o de não proliferação nuclear). Além disso, na maioria das vezes, estas tecnologias são protegidas por direitos de propriedade intelectual/industrial rigorosos, uma vez que são resultantes de vultosos financiamentos governamentais (Melo, 2015). Tendo em vista essas características, optou-se por não limitar o intervalo de tempo, para tentar aproveitar ao máximo a pouca informação disponível e aberta do setor.

## **Etapa 3 – Eleição de bases eletrônicas de dados e das palavras-chave (keywords) pertinentes ao tema de interesse**

O objetivo desta etapa foi eleger qual, ou quais, bases de dados seriam as mais adequadas ao tema da pesquisa e os termos (*keywords*) que estas bases disponibilizam

para nortear a busca de artigos, teses, dissertações, monografias, livros e capítulos (Goldenberg et al., 2011).

As bases de pesquisa utilizadas foram:

- **Scopus**: Considerada a maior base de literatura científica, técnica e revisada por pares atualmente, além de possuir ferramentas inteligentes que facilitam o rastreamento, análise e visualização da pesquisa (Vila et al., 2020); e

- **Web of Science (WoS)**: Uma das mais antigas, pioneira no uso de ferramentas para avaliar o desempenho das pesquisas e constituída pelas três principais bases de dados do ISI: *Science Citation Index (SCI)*, *Social Science Citation Index (SSCI)* e a *Arts & Humanities Citation Index (AHCI)*, o que permite acesso a trabalhos publicados nos mais importantes periódicos internacionais (Alves et al., 2022).

Para a definição das palavras-chave, foram realizadas 15 tentativas até se alcançar um resultado que traduzisse, quantitativamente e qualitativamente, o tema em pesquisa, chegando-se à combinação das seguintes palavras-chaves: “*defense acquisition*” AND “*lifecycle cost*” OR “*life cycle cost*” AND “*project*” OR “*program*”.

O termo “*Life Cycle Cost*” escrito de forma junta e separada, foi adotada, após ter sido observado nos resultados de algumas buscas, a ocorrência do termo escrito das duas formas.

Do mesmo modo, a colocação das palavras “*project*” OR “*program*”, foram utilizadas desta forma tendo em vista muitas organizações e estados ainda não fazerem uma distinção rigorosa entre ambas as formas de gestão, usando, inclusive inadequadamente, como se fossem sinônimos (Rendon & Snider, 2019). O que leva, muitos gestores a tratarem programas como grandes projetos, não levando em conta as variáveis específicas desta área. (Silva Bastos Sales et al., 2021)

#### **Etapa 4 - Levantamento da bibliografia por meio das buscas com as keywords e catalogação dos textos nas bases eletrônicas de dados eleitas**

Definida as bases de dados para pesquisa e as palavras-chave, passou-se ao levantamento inicial dos textos. Estes resultados iniciais das buscas apresentaram a exibição inicial do número de textos catalogados que possivelmente tinham algum relacionamento com os termos adotados para a realização da revisão sistemática.

### **Etapa 5 – Leitura flutuante (inicial) das referências e estabelecimento dos critérios de inclusão e de exclusão de textos relevantes ou irrelevantes à temática da pesquisa**

Nesta etapa foi realizada uma leitura flutuante ou superficial para definição dos critérios de inclusão e exclusão de textos relevantes à temática de pesquisa (Baptista & Campos, 2016). Desta forma, com base nos resultados das primeiras buscas, julgou-se mais adequado buscar documentos escritos apenas em inglês, por palavras-chave em todos os campos e aceitando todos os tipos de documentos.

### **Etapa 6 – Leitura analítica para seleção de textos pertinentes à temática central de interesse**

Nesta etapa, buscando escolher somente os textos que realmente fossem relevantes à análise na revisão sistemática, foi realizada uma avaliação crítica para determinar a validade de todos os textos catalogados até o momento (Baptista & Campos, 2016). Essa medida tinha como objetivo excluir os textos, que devido à sistemática de busca das bases, apareceram entre os resultados, mas que, entretanto, não estavam ligados ao tema. Desta forma evita-se assim que as conclusões da pesquisa sejam enviesadas.

### **Etapa 7 – Catalogação dos textos incluídos conforme os indicadores interessantes às análises a serem feitas na revisão sistemática**

Após a validação da etapa 6 foram catalogados os textos incluídos conforme os indicadores interessantes à revisão sistemática (períodos de publicação, idioma, palavras-chave utilizadas e critérios de evidência), resultando em 132 documentos da base *Scopus* e 10 documentos na base *Web of Science*.

### **Etapa 8 – Avaliação e síntese quantitativa para compreensão de cognições e crenças acerca da variável ou do fenômeno em estudo**

Nesta etapa, com o objetivo de identificar, comparar e mapear o panorama atual da utilização do custo do ciclo de vida de produtos, foi realizada uma abordagem quantitativa junto com uma análise bibliométrica sistemática, indicando a quantidade de publicações por ano; o mapeamento dos centros de excelência sobre o assunto (distribuição das publicações por país, publicações por instituições); autores com mais publicações; documentos por tipo e mapa de rede de ocorrências de palavras-chaves.

Segundo Bienert et al (2015) a bibliometria é uma técnica estatística quantitativa que permite medir em números os resultados obtidos em uma pesquisa. Ela é sistemática,

porque permite aos pesquisadores a coleta, análise e integração das principais contribuições científicas em certo campo de pesquisa, apontando de forma holística as tendências e reflexões sobre um campo e seu potencial de contribuição (Danwitz, 2017).

Ressalta-se que, nesta etapa, a fim de aumentar a base de dados e entender como o uso do custo do ciclo de vida de produto/sistema à nível mundial, influencia ou é influenciado pelo setor de Defesa, todos os textos foram analisados. Tanto aqueles que estavam ligados ao setor de Defesa, como os que não. Ainda, para destacar os grupos de concentração e assim identificar os padrões ou grandes temas (foco temático) para análise e desenvolvimento de um esboço acadêmico, foi realizada uma análise de ocorrência de todas as palavras-chaves dos documentos encontrados na base *Scopus* pelo *VOSviewer*, versão 1.6.10. (<http://www.vosviewer.com/>).

O *VOSviewer* é uma ferramenta de software, desenvolvido por Van Eck e Waltman, para construção e visualização de redes bibliométricas por meio da mineração de texto que pode ser usada, entre outras aplicações, para a identificação de clusters e tendências (van Eck & Waltman, 2010). Devido a pequena quantidade de textos encontrados na base WoS, apenas dez, as redes de palavras-chaves geradas pelo *VOSviewer* não foram significativas, por isso tais redes foram descartadas do presente estudo.

### **Etapa 9 – Seleção, avaliação e síntese qualitativa para integração, compreensão de cognições e crenças acerca da variável ou do fenômeno em estudo**

A fim de diminuir *gaps* e interpretações equivocadas sobre o tema, passou-se à análise qualitativa dos documentos. A inclusão da mesma nesta fase permite também a análise integrada da literatura (Oraee et al., 2017).

A pesquisa combinada permite que o pesquisador aglutine aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todas ou em algumas das etapas do processo de pesquisa e, assim, melhore a qualidade da pesquisa bibliométrica (Turrioni & Mello, 2012).

Para atingir especificamente aos aspectos relacionados ao CCV aplicado ao setor de Defesa, objetivo de nossa pesquisa, e realizar análise qualitativa, foram definidos novos critérios para seleção dos textos a serem analisados nesta etapa.

## **Etapa 10 – Realização do estudo de caso**

Finalizando a pesquisa, é realizado um estudo de caso com seis Programas Estratégicos do Exército para investigar como os achados da revisão bibliográfica são refletidos, ou não, dentro de um contexto nacional real e conhecido de aplicação do CCV. A escolha deste método se dá uma vez que é capaz de aumentar a compreensão e entendimento sobre eventos contemporâneos (Miguel, 2007), permitindo muitas vezes o teste de uma teoria existente ou o desenvolvimento de outra, conforme os resultados desta avaliação (Eisenhardt, 1989). Segundo Gil (2008), o método possui as seguintes características que se encaixam perfeitamente no universo escolhido:

- Estudo de poucos objetos de pesquisa e de maneira aprofundada;
- Investigação de fenômenos e condições específicas; e
- Análise de temas com alta complexidade.

Além do fato dos Programas Estratégicos do Exército serem até o momento o único caso conhecido de aplicação da técnica do CCV no setor de Defesa brasileiro, um outro fato também determinante para a seleção como caso foi o acesso aos dados históricos sobre os Programas e a capacidade de observar os objetos de nosso estudo.

O autor atua a 12 anos no Escritório de Projetos do Exército, tendo exercido diversas funções diretamente ligadas ao CCV, o que permitiu participar da criação da metodologia, da capacitação das equipes dos programas, da condução dos cálculos e condução do conhecimento sobre CCV.

Partindo da revisão bibliográfica, necessária à fundamentação conceitual e mapeamento das principais referências na área estudada, para o melhor entendimento do caso, foi realizada uma análise documental dos procedimentos operacionais, relatórios e atas de reuniões e demais documentos que registraram todo o processo de condução do CCV dentro da Força e no tocante aos Programas Estratégicos estudados. O que permitiu a descrição detalhada do histórico dos Programas e mapeamento de todo o processo.

Após esse diagnóstico inicial, foi levado ao Chefe do Escritório a importância de avaliar como estava o conhecimento e a utilização do CCV nos Programas Estratégicos do Exército, após passados 3 anos da publicação da Norma de Custos do Exército e das primeiras capacitações.

Concordando com a argumentação, o Chefe do Escritório aprovou a minuta do questionário, Apêndice A desta dissertação, e selecionou 6 Programas Estratégicos para a realização da pesquisa.

Após a autorização do Chefe do Escritório, foi realizada uma reunião com os gerentes dos programas selecionados para que indicassem dois membros de suas equipes para responder o questionário, já que os gerentes são quem melhor conhecem os escopos dos respectivos programas e os membros das equipes aptos a prestarem as informações sobre o CCV.

Feita a reunião com os gerentes, os questionários foram entregues aos 12 integrantes indicados, os quais responderam de forma individual, facultada a possibilidade, de a qualquer momento, poderem retirar dúvidas com o pesquisador. Como no questionário existiam questões abertas e fechadas, antes da consolidação das respostas, o pesquisador realizou com cada respondente a validação das respostas dadas. A fim de evitar erros ou interpretações equivocadas.

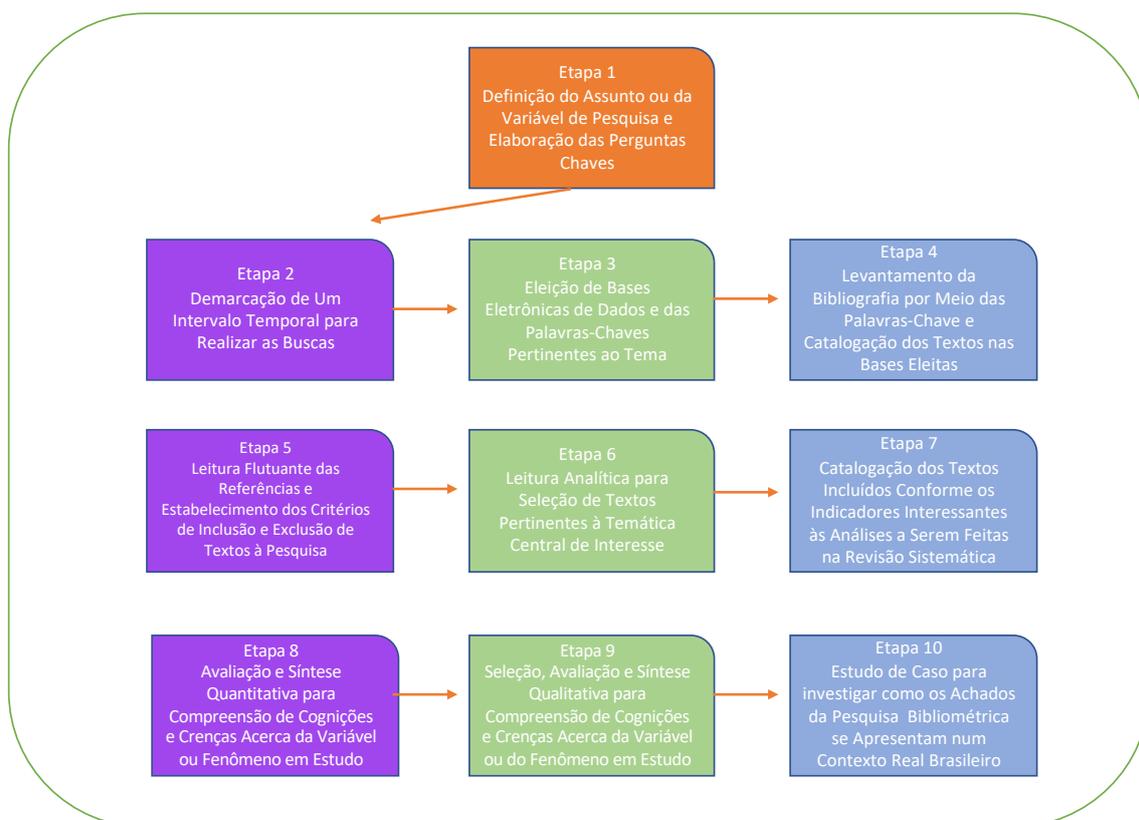
A figura 1 mostra o Resumo das etapas seguidas para o Estudo de Caso, o perfil dos entrevistados e as técnicas de pesquisa utilizadas.

Etapas da Pesquisa	Observação participante	Análise documental	Autorização	Questionário	Validação
<b>1 - Revisão da literatura, conforme descrito na seção anterior</b>	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
<b>2 - Coleta de dados por meio de observação participante e análise documental</b> Não aplicável.	Um autor da pesquisa	Um autor da pesquisa			
<b>3 - Reunião com o Chefe do PMO</b>			Um General Chefe do Escritório e um autor da pesquisa		
<b>4 - Reunião com Gerentes ou Supervisor dos Programas</b>			Um autor pesquisador 03 Gerais gerentes 01 Coronel gerente 02 Coronéis supervisores		
<b>5 - Submissão do questionário</b>				02 Gerais Gerentes 02 coronéis supervisores 06 Oficiais Superiores Especialistas 02 Praças especialistas	
<b>6 - Validação com respondentes do questionário</b>					02 Gerais Gerentes 02 coronéis supervisores 06 Oficiais Superiores Especialistas 02 Praças especialistas
<b>Total de Participantes</b>			02 Gerais Gerentes 02 coronéis supervisores 06 Oficiais Superiores Especialistas 02 Praças especialistas		

**Figura 1 - Resumo das etapas seguidas para o Estudo de Caso**

Este questionário foi dividido em três blocos com finalidades distintas: O *Bloco 01*, para uma identificação inicial do respondente; o *Bloco 02*, para avaliação do conhecimento teórico sobre o tema estudado e no *Bloco 03*, buscou-se identificar a utilização do CCV pelas equipes dos Programas.

A figura 2 mostra todas as etapas da metodologia adotada, de forma sumarizada, inspirada no modelo de Batista e Campos (2016), seguidas para elaboração desta dissertação.



**Figura 2 - Etapas Sumarizadas da Metodologia**

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo tem como objetivo fundamentar conceitualmente os assuntos ligados ao tema e realizar uma revisão bibliométrica para identificar o panorama atual do Custo do Ciclo de Vida (CCV) aplicado ao setor de Defesa no mundo e no Brasil.

Desta forma, inicialmente será introduzido de forma crítica e sucinta os assuntos conceitualmente necessários ao estudo, que são: Defesa, ciclo de vida de produto/sistema e custos. Finalizando, com uma pesquisa bibliométrica mista para identificar as melhores publicações, autores, instituições e demais referências no tema, que subsidiarão as análises e comparações para o mapeamento do panorama atual da utilização do custo do ciclo de vida de produtos no setor de Defesa.

#### **3.1 DEFESA NACIONAL E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO ESTRATÉGICO**

Defesa é o conjunto de medidas e ações do Estado, com ênfase na expressão militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas (Brasil, 2012). Nesse esforço é necessário todo um conjunto que compreenda meios humanos, materiais, organizacionais e tecnológicos. Para a sustentabilidade desse sistema faz-se necessária uma base industrial e Tecnológica de Defesa capaz de dotá-lo de equipamentos e autonomia frente a outras nações. As ações de preparo e de emprego do poder militar são intrinsecamente interdependentes e não podem ser dissociadas da capacitação da indústria de materiais e de serviços de defesa (Silva, Carlos e Musetti, 2003).

A Base Industrial de Defesa (BID) é elemento constitutivo de sua ordenação, e garante os meios necessários para a realização da missão de Defesa do Estado. Concebendo, desenvolvendo e mantendo tecnologias e equipamentos militares essenciais para a independência nacionais (Melo, 2015). Segundo a Política Nacional da Indústria de Defesa, a BID é o conjunto das empresas estatais, empresas privadas, organizações civis e militares, que participem de uma ou mais das etapas de pesquisa, desenvolvimento, produção, distribuição e manutenção de produtos estratégicos de Defesa (Defesa, 2012).

A indústria de defesa, sempre se caracterizou por ser uma indústria de vanguarda. Seus desenvolvimentos sempre trouxeram ao mundo produtos que geraram grandes avanços à humanidade. A superioridade militar em tecnologia é decisiva no campo de batalha, entretanto esta é sempre relativa, o que faz com que os Estados busquem

desenvolver equipamentos cada vez mais performáticos, em uma permanente corrida tecnológica (Melo 2015). Tal responsabilidade, impõe uma constante busca por melhores processos e técnicas de desenvolvimento de produtos e sistemas.

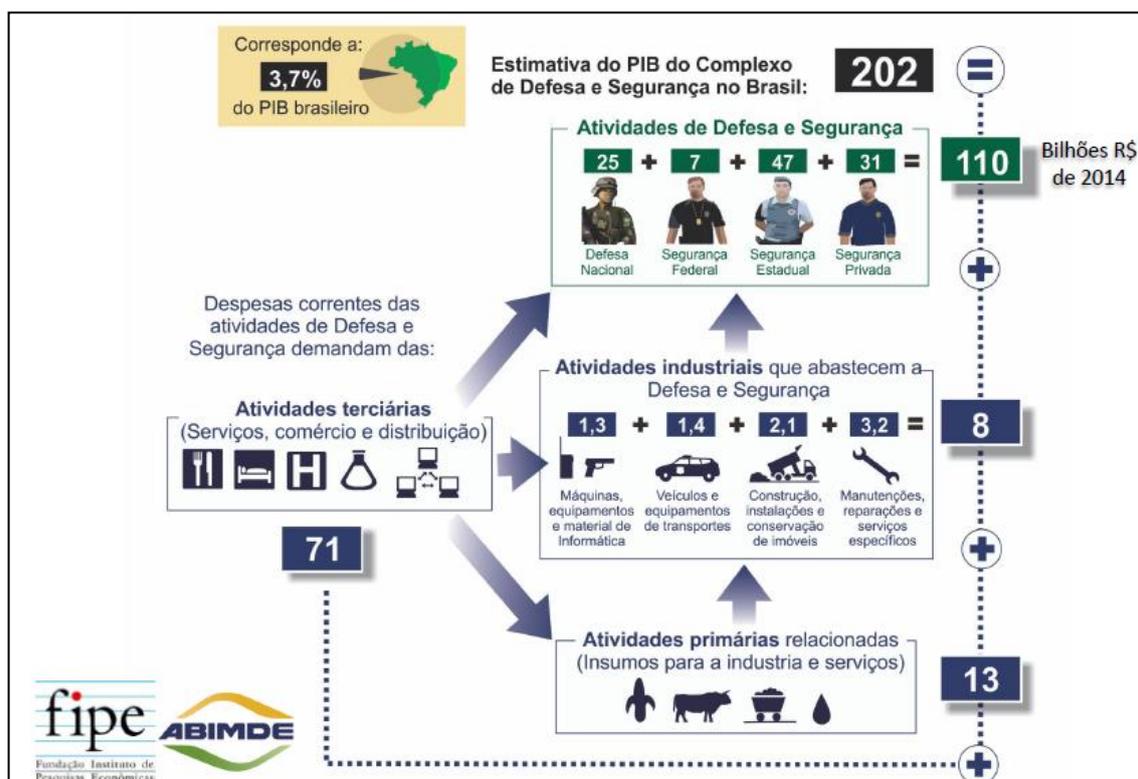
Os investimentos em P&D militar são umas das principais rubricas de P&D dos grandes países industrializados devido a sua demanda de pesados investimentos de alto grau tecnológico e estruturantes, na medida em que orientam as capacidades futuras das empresas, lhes dando condições de competitividade mundial (Melo, 2015). Ao atender à demanda do setor militar por equipamentos cada vez mais sofisticados, o investimento em P&D militar é também uma importante fonte de inovação; e grande parte das inovações apresenta uso dual. Estudos franceses indicam que 60% da pesquisa em defesa tem transbordamento (*spill-over*) para o âmbito civil, contra 20% em sentido inverso (Melo 2015).

Em livro que analisa o papel empreendedor do Estado, focando o desenvolvimento de novas tecnologias, a pesquisadora Mariana Mazzucato (2014) identificou que as 13 inovações revolucionárias que deram sustentação ao iPhone e ao iPad foram financiadas ou desenvolvidas por instituições públicas. Podemos citar como exemplo: microprocessadores ou unidades de processamento centrais (CPU); memória de acesso aleatório dinâmico (memória RAM); microarmazenamento do disco rígido ou discos rígidos (HD); telas de cristal líquido (LCDs); baterias de lítio; processamento digital de sinais (PDS), com base nos avanços dos algoritmos da transformada rápida de Fourier (TRF); a internet; o Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP) e a Linguagem de Marcação de Hipertexto (HTML); tecnologia de celular e redes; sistemas de posicionamento global (GPS); a navegação *click wheel*; as telas multitoque e a inteligência artificial com um programa de interface com voz do usuário. Destas, 11 estavam ligados ao setor de defesa.

Dunne (1995) destaca que o desenvolvimento de uma Indústria de Defesa geralmente tende a ser benéfico, pois leva ao desenvolvimento de diversos setores, à produção de empregos e a alocação de profissionais qualificados (Hartley, 2006). A Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança (ABIMDE) em conjunto com a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), realizou em 2015 uma pesquisa sobre “*Cadeia de Valor e Importância Socioeconômica da Indústria de Defesa e Segurança no Brasil*” que trouxe informações que confirmam o fator

multiplicador e gerador de divisas dos investimentos na BID. Essa pesquisa é demonstrada na figura 3.

A partir da metodologia adotada, a pesquisa concluiu que em 2014, o PIB do Complexo da Defesa e da Segurança ficou próximo de R\$ 202 bilhões (3,7% do PIB nacional). Desse montante, apenas R\$ 110 bilhões foram referentes às próprias Atividades de Defesa e Segurança. Sendo que o conjunto das principais Indústrias diretamente ligadas ao setor movimentou R\$ 8,1 bilhões, enquanto os componentes de Insumos e de Serviços e Distribuição responderam por, respectivamente, R\$ 12,5 bilhões e R\$ 71,4 bilhões do PIB do Complexo (Fipe, 2015).



**Figura 3 - PIB do Complexo Produtivo da Defesa e da Segurança.**

Considera-se como Atividade de Defesa e Segurança a junção dos setores de Segurança Privada, Segurança pública Estadual, Segurança Pública Federal e Defesa Nacional.

Ainda nesse estudo, foram também estimados os impactos econômicos e sociais resultantes de um investimento de 10 milhões de reais nos Projetos do Livro Branco, na Demanda Final e em Setores de Defesa e Segurança, seus efeitos geradores (direto, indireto e induzido) e multiplicadores. Tomando-se um dispêndio deste porte na demanda final dos setores de Defesa e Segurança, os Programas Estratégicos da Força levam a um aumento de 23,3 milhões de reais, totalizando um PIB final de R\$ 33,4 milhões.

## **3.2 CUSTOS**

Neste tópico serão discutidos os conceitos introdutórios da área de custos, fundamentais para o entendimento do tema da pesquisa.

### **3.2.1 O que é desembolso?**

Desembolso é o ato do pagamento e que pode ocorrer em momento diferente do gasto. O desembolso é um pagamento de um bem ou serviço não considerando quando ele for consumido e o mesmo ocorre na saída de recurso financeiro do caixa (Bornia, 2010).

### **3.2.2 Gastos**

Gastos são os valores pagos pela organização por um produto ou serviço prestado. Se esse gasto foi pago no ato ele irá gerar uma diminuição do ativo, e para pagar no futuro ele se tornará uma obrigação a pagar. O gasto então pode ser qualquer ação que a empresa faça, podendo ser um investimento para compra de algum equipamento, como um gasto com desperdício que não gera lucro (Dutra, 2003).

### **3.2.3 Custo**

Representam os gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços (Bruni & Famá, 2008). Portanto, estão associados aos produtos ou serviços produzidos pela entidade. Custos são os gastos diretamente ligados à prestação de serviços, e os mesmos podem ser classificados como fixo ou variável, direto ou indireto (Bomfim & Passarelli, 2006).

### **3.2.4 Investimento**

Investimentos são todos os bens e direitos registrados no ativo das empresas para baixa em função de venda, amortização, consumo, desaparecimento, perecimento ou desvalorização (SANTOS, 2005). O investimento também pode ser definido como um gasto de aquisição de ativos com a intenção de obter benefícios. Pode-se definir também que todo custo é um investimento, mas nem todo investimento é um custo (Berti, 2002).

### **3.2.5 Despesas**

Despesas são valores dos insumos consumidos para outras funções que não a fabricação direta do produto. No caso abordado despesas são os valores dos insumos que não estão diretamente ligados ao desenvolvimento dos serviços prestados (Bornia, 2010). As despesas correspondem a bem ou serviço consumido direta ou indiretamente para a obtenção de receitas. Não estão associadas à produção de um produto ou serviço (Bruni & Famá, 2008). Encargos sociais, telefone, internet, comissões de vendedores, salários de vendedores, propaganda e marketing, juros de desconto, taxas de cobrança, taxas de serviços, entre outros são exemplos de despesas, e que ainda podem ser classificadas como despesas administrativas e comerciais (Bornia, 2010).

### **3.2.6 Métodos de custeio**

Os métodos de custeio objetivam identificar os gastos inerentes ao processo produtivo, acumulando-os de forma organizada aos produtos. Estes custos podem ser aplicados a diferentes objetos tais como: produtos, departamentos, atividades, processos, ordem de produção, ou outras formas que o gestor possa demonstrar interesse (ROBLES Jr, 1992). Os métodos existentes são: Pleno, Absorção, Variável/Direto e Por Atividade.

O Custeio Pleno, ou integral, é aquele que se caracteriza pela apropriação de todos os custos e despesas aos objetos. O Custeio por Absorção objetiva a apropriação de todos os gastos decorrentes somente do processo produtivo aos produtos, identificando os fixos, variáveis, diretos e indiretos (ROBLES Jr, 1992). O Custeio Variável, ou direto, tem o propósito de alocar aos produtos somente os custos identificados como variáveis, normalmente compostos pela matéria-prima e a mão-de-obra direta, consumidos no processo produtivo. O Custeio Baseado em Atividades (ABC - *Activity Based Costing*) procura identificar quais os custos das atividades e não dos produtos, pois defende a ótica de que os produtos consomem atividades e são estas atividades, e não os produtos, que consomem recursos (Dutra, 2003).

No tocante aos métodos de Custeio do Ciclo de Vida, Nakagawa (1991) afirma que este consiste na acumulação de custos por atividades ocorridas durante o ciclo de vida total de produto. Isto inclui não só custos repetitivos de produção, mas também aqueles que ocorrem apenas uma vez, tais como os que ocorrem durante a fase de desenvolvimento do produto e nas de suporte logístico (Nakagawa, 1991). Verifica-se, portanto, nesta colocação que o método sugerido é o "*Activity Based Costing (ABC)*".

Robles (1992) também elege o "ABC" como o método compatível para custeio do ciclo de vida. Afirma, ainda, que "*A Contabilidade por Atividades pode considerar na apuração dos custos das atividades a depreciação com base na vida tecnológica do equipamento ao invés dos valores apurados com base na vida útil*" (ROBLES Jr, 1992, p. 15).

### **3.3 CICLO DE VIDA**

Segundo a Organização Internacional para Padronização (ISO), a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) e o Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) que formam o sistema especializado para padronização mundial, o ciclo de vida é conceitualmente descrito como a evolução de um sistema, produto, serviço, projeto ou outra entidade desenvolvida por humanos, desde a concepção até o desfazimento (ISO/IEC/IEEE:15288, 2015). O ciclo de vida, seja de um sistema, produto ou serviço, é composto por etapas, as quais geralmente abrangem o desenvolvimento, produção, uso, suporte e descarte deste produto ou sistema (Bey, 2017).

A decomposição do CCV em fases as quais compreendem atividades e processos, tem por objetivo facilitar o gerenciamento do ciclo de vida à medida que ele progride ao longo dessas fases (Ministério da Defesa do BRASIL, 2019). O gerenciamento do ciclo de vida de produto é um conceito de gestão aplicado tanto no setor industrial quanto no de serviços para orientar os esforços de desenvolvimento de novos produtos (Barbalho & Rozenfeld, 2013) e melhorar o desempenho do produto, pois garante funcionalidade ao longo do tempo, a partir de uma formulação integrada de termo (Kabiraj, 2018).

A gestão do ciclo de vida aplica uma série de disciplinas para a sua efetivação. Passaremos a tratar agora dos conceitos de um de seus principais pilares e tema da nossa dissertação, o custo do ciclo de vida.

### **3.4 CUSTO DO CICLO DE VIDA**

O Custeio do Ciclo de Vida pode ser definido como um método de calcular o custo total da propriedade durante toda a vida útil de um ativo. Nessa conceituação, os citados autores consideram, além do custo inicial, todos os subsequentes custos esperados, significantes, assim como o valor residual e quaisquer outros benefícios quantificáveis a serem derivados (Eisenhardt, 1989).

Como produto do método, o custo do ciclo de vida consiste no acúmulo de custos para atividades que ocorreram durante todo o ciclo de vida do produto (Nakagawa, 1991). Mais amplamente, o Custo do Ciclo de Vida envolve todos os custos de desenvolvimento, produção, uso, suporte e descarte (Islam et al., 2014).

Para Wilson (1983), o custo total do ciclo de vida constitui-se de grandes itens a saber: (a) Custo de Aquisição, como pesquisa, desenho, teste, produção e construção; (b) Custo de Distribuição do produto, como transporte e manuseio; (c) Custo de Manutenção, como serviço ao cliente, manutenção no campo e na fábrica; (d) Custo de Operações, como instalações, energia, utilidades e impostos; (e) Custo de treinamento, de operadores e manutenção; (f) Custo dos Dados Técnicos; (g) Custo de Estoque, de peças, material e armazenagem; (h) Custos de aposentadoria e demissão de empregados.

Apesar de não haver um único padrão ou metodologia, o Cálculo do CCV é obtido por meio do uso de estimativa de Custos, que nada mais é que a agregação de elementos de custos individuais, usando dados válidos e técnicas consagradas, para estimar os custos futuros de algo, baseado naquilo que é conhecido hoje.

Várias técnicas para estimativas de custo são utilizadas (analogia, paramétrica, *botton up*, precificação etc). A escolha do tipo de técnica de estimativa a ser empregada irá depender do nível de informação e recursos disponíveis, dos objetivos a serem alcançados, do prazo para realização da estimativa e da experiência da equipe de custos.

Uma ferramenta que auxilia no cálculo é a Estrutura Analítica de Custos - EAC (Cost Breakdown Structure - CBS) uma vez que representa a decomposição hierárquica de todos os elementos de custo a serem considerados no cálculo do CCV. Ela é subdividida em categorias de custos que representam as fases do Ciclo de Vida dos SMEM, sendo que cada nível descendente da EAC representa uma parcela mais detalhada do CCV do programa/projeto.

As categorias de custos são compostas por Custos Padrões, que são custos que comumente ocorrem em uma determinada fase, por isso se tornaram a referência para padronizar e aglutinar outros tipos provenientes das atividades e assim criar uma codificação (E. B. Brasil, 2019a).

O *Life Cycle Costing* ou *Life Cycle Cost* não é uma novidade, tendo sido originalmente concebido para fins de aquisição relacionadas à Defesa e ainda é

comumente utilizado nas Forças Armadas em todo o mundo, embora não seja aplicado de forma ampla pelas empresas do setor privado (White, 1976). Os bons resultados alcançados pelas Forças Armadas no que tange ao *Life Cycle Costing* revelam que este contribui para uma série de propósitos, entre eles permitir que os gestores tomem as melhores decisões sobre as diferentes opções de aquisição que lhes são apresentadas (Goldsmith et al., 2017).

Brown & Campbell (2019), justificam que a técnica do Custeio do Ciclo de Vida é utilizada quando houver uma decisão sobre compra de um ativo que exigirá substanciais custos de operação e manutenção durante sua vida útil. Além disso, também afirmam que, por exemplo, custos de operação e manutenção ao longo da vida de um edifício excedem em muito os custos iniciais, devendo, pois, serem considerados no processo decisório.

Decisões que não levam em conta tais impactos no orçamento de anos futuros, correm sério risco de se mostrarem uma má escolha (Guerreiro & Megliorini, 2003), uma vez que nem sempre o menor preço será a melhor decisão, pois podem esconder altos custos de manutenção, operação e descarte do bem (PMI, 2011).

Segundo Sakurai (1997), o capital inicial, custo de operação e manutenção e custo de descarte têm relacionamento recíproco entre si. Na medida em que o custo de capital inicial aumenta, os custos de manutenção, operação e descarte diminuem. Ainda, segundo Sakurai (1997), tratando sobre modelos de análise do ciclo de vida do ativo: o fluxo futuro de caixa é trazido a seu valor presente, de forma que o usuário possa ter meios para fazer a melhor seleção do bem ativo. Este método permite conhecer as comparações entre elementos de custo durante as fases da vida útil deste.

Sob o enfoque de projetos e programas, vários autores têm discutido sobre como analisar os investimentos e considerar todos os custos envolvidos numa aquisição de bem ou serviço. Levando em conta sua temporalidade, possuir um ciclo de vida bem definido, seu planejamento ser detalhado até o nível de tarefa e a complexidade de suas entregas, o Custeio baseado no Ciclo de Vida do Produto tem sido muito adotado (Guerreiro & Megliorini, 2003). Também pode-se usar como método para as análises do tipo “*fazer ou comprar*” em projetos e programas - mesmo na decisão de comprar o bem ou serviço de um terceiro - é possível utilizá-lo para uma avaliação dos custos de terceirizar. Ocorre que o custo total do consumidor pode ser um método relativamente complexo para

desenvolver um entendimento do custo real de uma aquisição devido à quantidade de variáveis envolvidas (Ellram, 1994).

Com o crescimento dos problemas ambientais no mundo, a avaliação do Ciclo de Vida, que computa os recursos utilizados em todas as fases do produto e seus possíveis impactos ambientais, tem se tornado cada vez mais necessária como prática de negócio, vantagem competitiva e até sobrevivência (Bey, 2017). Pois, apesar das crescentes preocupações com a sustentabilidade, no raciocínio das principais empresas, o custo é muitas vezes o primeiro critério. Desta forma, o Cálculo do Custo do Ciclo de Vida é uma excelente linha mestra sobre a qual são construídas todas as outras decisões que permitirão o desenvolvimento do produto e sua sustentabilidade (Kabiraj 2018).

O desenvolvimento sustentável pressupõe o envolvimento da empresa em questões relacionadas ao ciclo vital de seus produtos (Kawauchi et al., 2014), sendo este a chave para a operacionalização da sustentabilidade nas organizações (Kabiraj, 2018). Outro ponto importante é que a literatura apresenta uma infinidade de termos sinônimos de CCV para descrever o custeio de um produto, sistema ou projeto, incluindo custeio ao longo da vida (*TLC*), custo total da vida (*WLC*) e custo total de propriedade (*TCO*) (Pierzynski, 2019) . Conclui-se que o CCV pode ser usado como uma ferramenta de planejamento; uma ferramenta de otimização; como parte de uma avaliação de sustentabilidade de um produto específico ou para avaliar decisões de investimento. Desta forma, este estudo irá buscar identificar como está sendo aplicado no setor de defesa e, mais especificamente, no caso brasileiro.

### **3.5 BIBLIOMÉTRIA**

Tendo em vista as etapas adotadas na metodologia, passa-se abaixo à apresentação dos resultados e análises do estudo bibliométrico quantitativo e qualitativo. A seção 3.5.1 foi dedicada à análise quantitativa e a seção 3.5.2 à análise qualitativa dos artigos.

#### **3.5.1 Análise Quantitativa**

A análise quantitativa tem como objetivo principal identificar qual o estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema no mundo; a existência ou não de focos temáticos que ajudem no entendimento da aplicação do conhecimento; a existência ou não de tendências e/ou influências, gerando uma primeira compreensão da temática que poderá ser ratificada ou retificada com a análise qualitativa.

Os critérios de busca utilizados foram compostos pelas palavras-chaves: “*defense acquisition*” AND “*lifecycle cost*” OR “*life cycle cost*” AND “*project*” OR “*program*”.

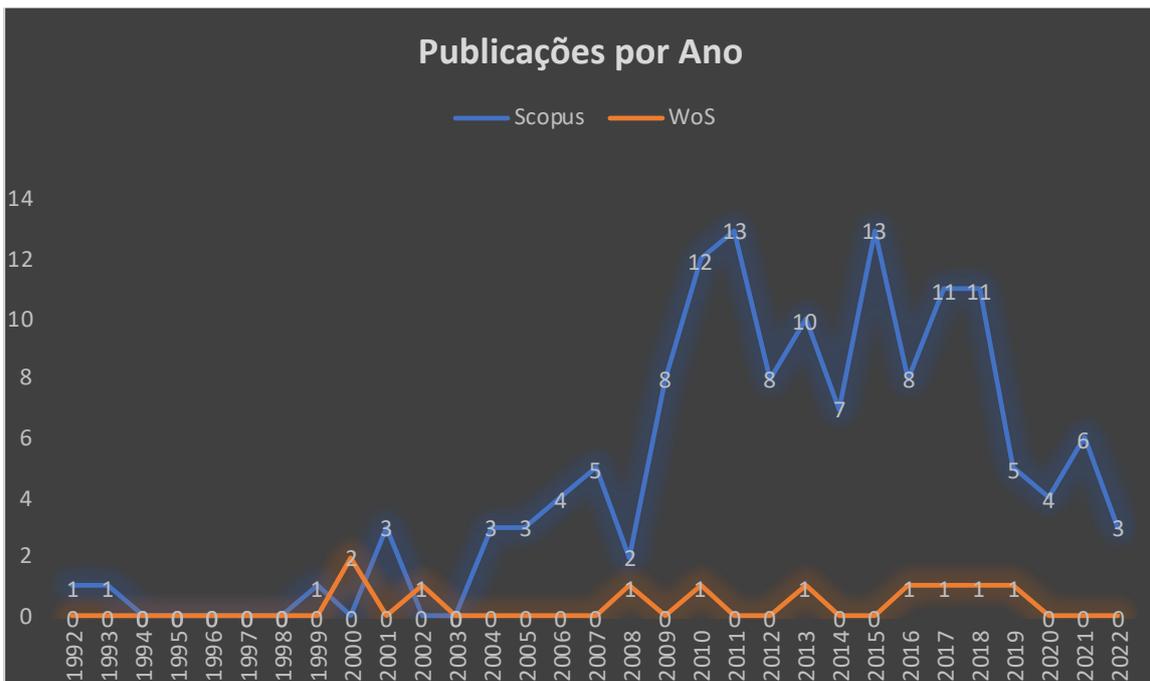
O termo “*Life Cycle Cost*” escrito de forma junta e separada, foi adotada, após ter sido observado nos resultados de algumas buscas, a ocorrência do termo escrito das duas formas e as palavras “*project*” OR “*program*”, pelo fato de muitas organizações e estados ainda não fazerem uma distinção rigorosa entre ambas as formas de gestão, usando, inclusive inadequadamente, como se fossem sinônimos (Rendon & Snider, 2019).

### **3.5.1.1 Tópicos Cobertos**

Nos itens seguintes, são abordados os tópicos cobertos pela pesquisa quantitativa.

### **3.5.1.2 Publicações por Ano.**

Tendo em vista o baixo número de publicações sobre o tema (quando comparado com outras áreas mais estudadas) procurou-se não adotar qualquer limitação de tempo no âmbito da pesquisa, exatamente para mapear toda a trajetória do tema ao longo do tempo. Analisando a *Figura 4*, pode-se identificar que as publicações sobre o tema em ambas as bases são recentes (sendo a primeira publicação por volta de 1992) e como já dito, um número de publicações ainda muito pequeno. Percebe-se que somente a partir de 2008, ocorre um crescimento significativo no número de publicações na base *Scopus* e o início de uma pequena constância de publicação na *WoS*, entretanto esse movimento não foi sustentado, tendo uma queda significativa de publicações a partir de 2018 na *Scopus* e a descontinuidade da constância de publicações em 2020 na *WoS*.



**Figura 4 - Publicações por Ano**

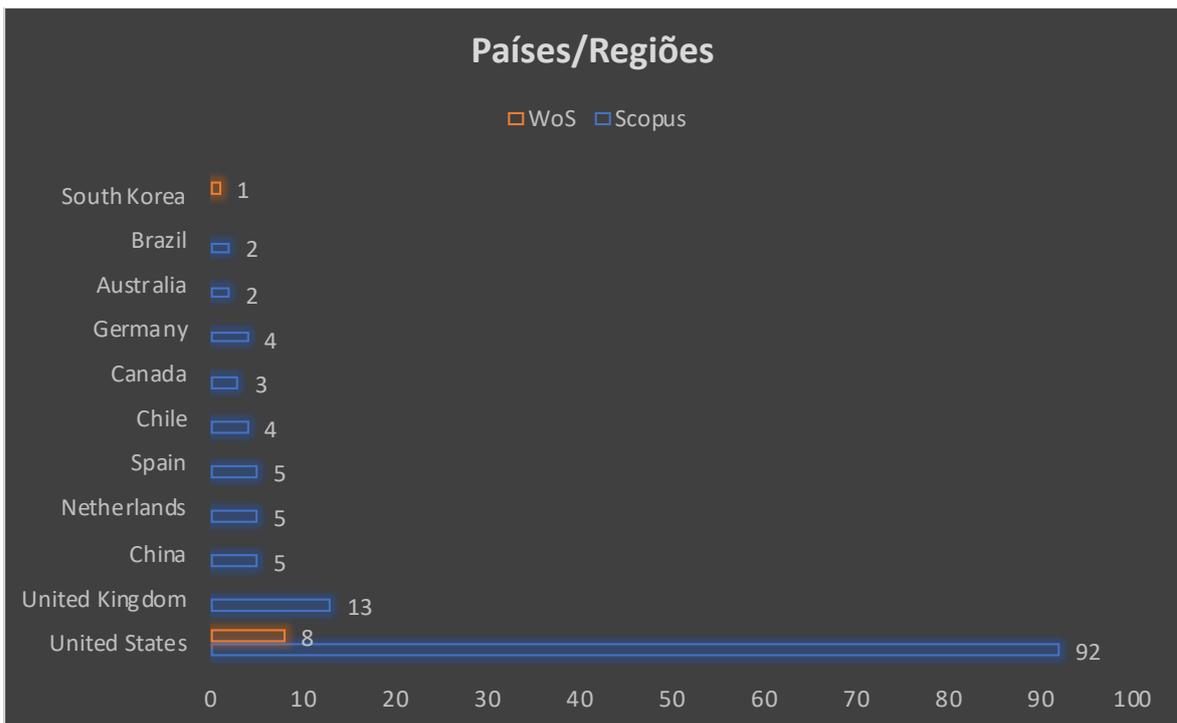
### 3.5.1.3 Mapeamento dos Centros de Excelência sobre o Assunto

A fim de identificar os principais centros de excelência sobre o assunto no mundo, buscou-se avaliar os países com mais publicações, as principais instituições que mais publicam sobre o tema.

#### 3.5.1.3.1 Distribuição das Publicações por País

Em relação a este critério, analisando a Figura 5, percebe-se claramente um grande domínio dos Estados Unidos da América com relação ao número de publicações no tema, seguido pelo Reino Unido, mas de forma bem menos significativa. A figura também evidencia o baixo número de publicações dos demais países, mostrando um certo equilíbrio no tocante ao baixo volume de material científico produzido.

O Brasil figurou apenas no nono lugar entre os dez países que apresentaram publicações na base *Scopus*, com uma distância significativa do primeiro e segundo colocado. Assim como não apresentou nenhuma publicação na base *WoS*.

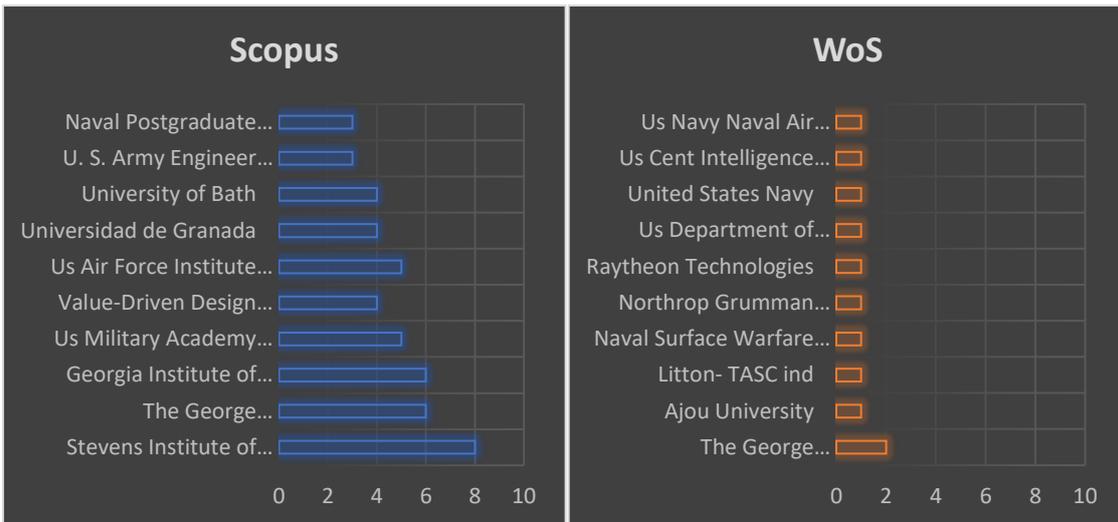


**Figura 5 - Distribuição das Publicações por País**

A base WoS, apesar da baixa quantidade de documentos encontrados, enseja que pode haver não só uma superioridade quantitativa, mas também uma superioridade técnica dos Estados Unidos da América sobre os demais países. Uma vez que, devido às suas características e bases que utiliza como fonte para a realização de pesquisa, a WoS, conforme apresentado na Figura 8, “Documentos por Tipo”, apresentou documentos de maior relevância científica e qualidade técnica, constituindo-se de 50% de artigos provenientes de revistas científicas e os outros 50% por artigos provenientes de conferências.

### 3.5.1.3.2 Publicações por Instituições

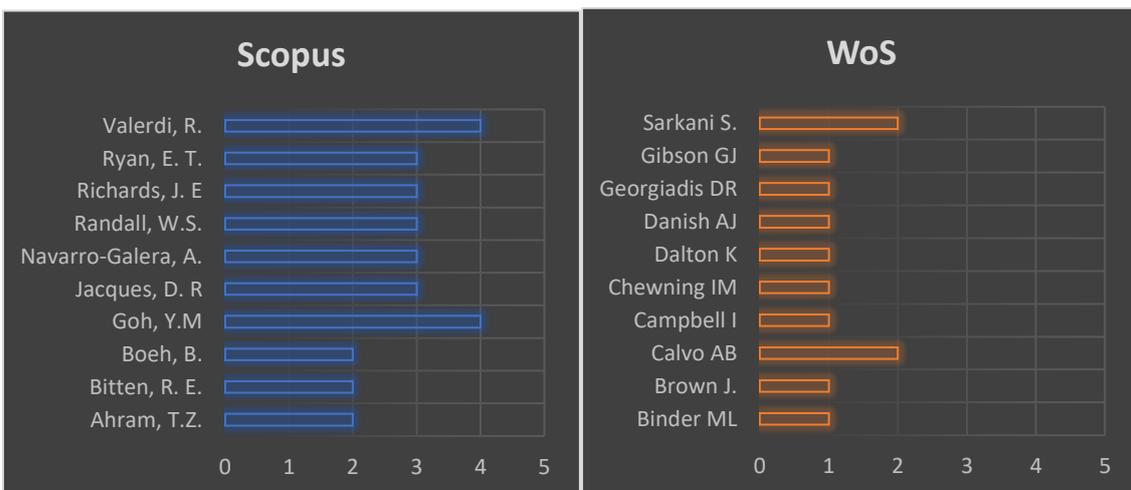
A análise das dez principais instituições que mais publicam sobre o tema, Figura 6, revela: uma grande presença de organizações públicas e privadas ligadas à inovação; expressiva presença de instituições militares, principalmente considerando a proporção de organizações privadas e instituições públicas civis na sociedade; e preponderância de organizações americanas, reforçando a informação passada na Figura 5, a respeito da Distribuição das Publicações por País onde a enorme diferença de número de publicações dos Estados Unidos da América em relação aos demais países se torna evidente. Ficando o Brasil sem figurar com nenhuma instituição entre as dez instituições que mais publicaram sobre o tema nas duas bases pesquisadas.



**Figura 6 - Publicações por Instituições**

### 3.5.1.4 Autores com Mais Publicações

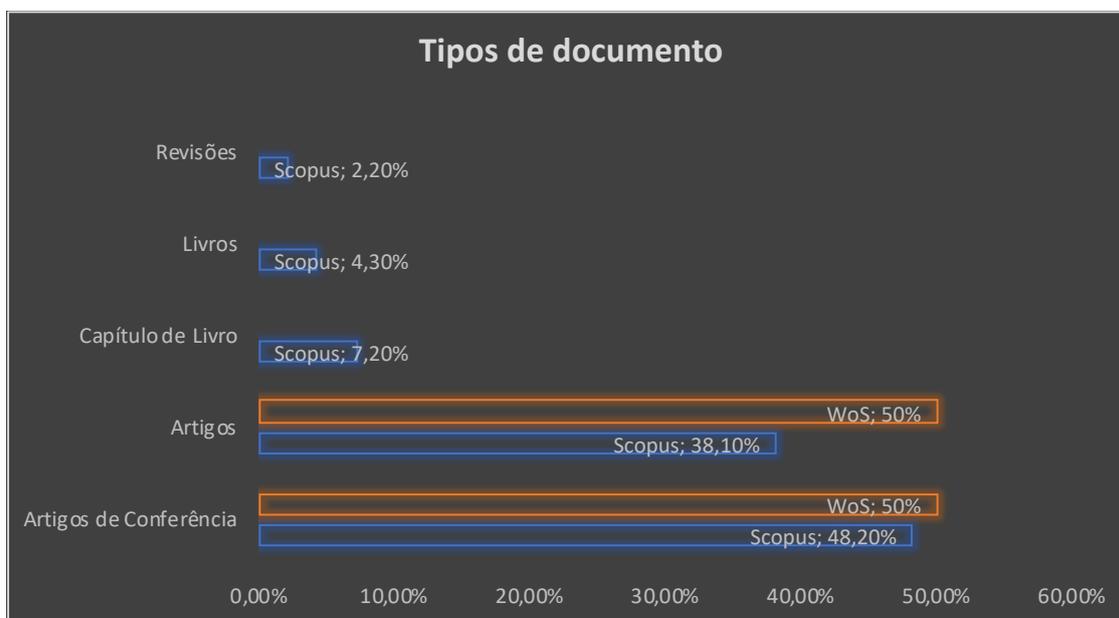
A *Figura 7*, ao apresentar a lista dos 10 autores com mais publicações sobre o tema em cada base, reforça a percepção de baixo nível de produção e inexistência do domínio de grandes autores sobre o tema. Uma vez que dos 142 documentos analisados das duas bases, apenas 7 autores tiveram entre 3 a 4 publicações na base *Scopus* e somente 2 acima de uma publicação na base *WoS*. Seja como coautor ou autor principal. Outro fato relevante é que não houve a repetição de um mesmo autor entre os 10 mais de cada base. No que concerne ao Brasil, este não figurou com nenhum autor na lista com mais publicações sobre o tema nas duas bases pesquisadas.



**Figura 7 - Autores com Mais Publicações**

### 3.5.1.5 Documentos por Tipo

A análise das publicações por tipo de documento da *Figura 8*. Revela, uma grande concentração das publicações em artigos científicos de conferências e artigos de revistas científicas. Totalizando na soma destes dois grandes grupos aproximadamente 86% dos documentos da base *Scopus* e 100% dos documentos da base *WoS*.



**Figura 8 - Documentos por Tipo**

Analisando conjuntamente os dados da *Figura 8*, “Documentos por Tipo”, da *Figura 7*, “Autor com Mais Publicações” e da *Figura 6*, “Publicações por Instituições”, reforça-se a percepção que: o conhecimento sobre o tema ainda não está muito disseminado ou consolidado, uma vez que, há baixa quantidade de publicações e sem autores que se destacam apresentando como referência na área; concentrado em poucas organizações especializadas; e muito ainda utilizado por Forças Armadas. Convém ressaltar, que estes gráficos cobriram todas as publicações já produzidas sobre o tema em duas das principais bases de pesquisa existente.

### 3.5.1.6 Mapa de Rede de Ocorrências de Palavras-Chaves

Conforme explicado na Etapa 8 do capítulo 2, “*Material e Metodologia*”, para identificar clusters, grupos temáticos e tendências sobre o tema, foi adotado através do software *VOSviewer*, a análise da rede de ocorrência das palavras-chave.

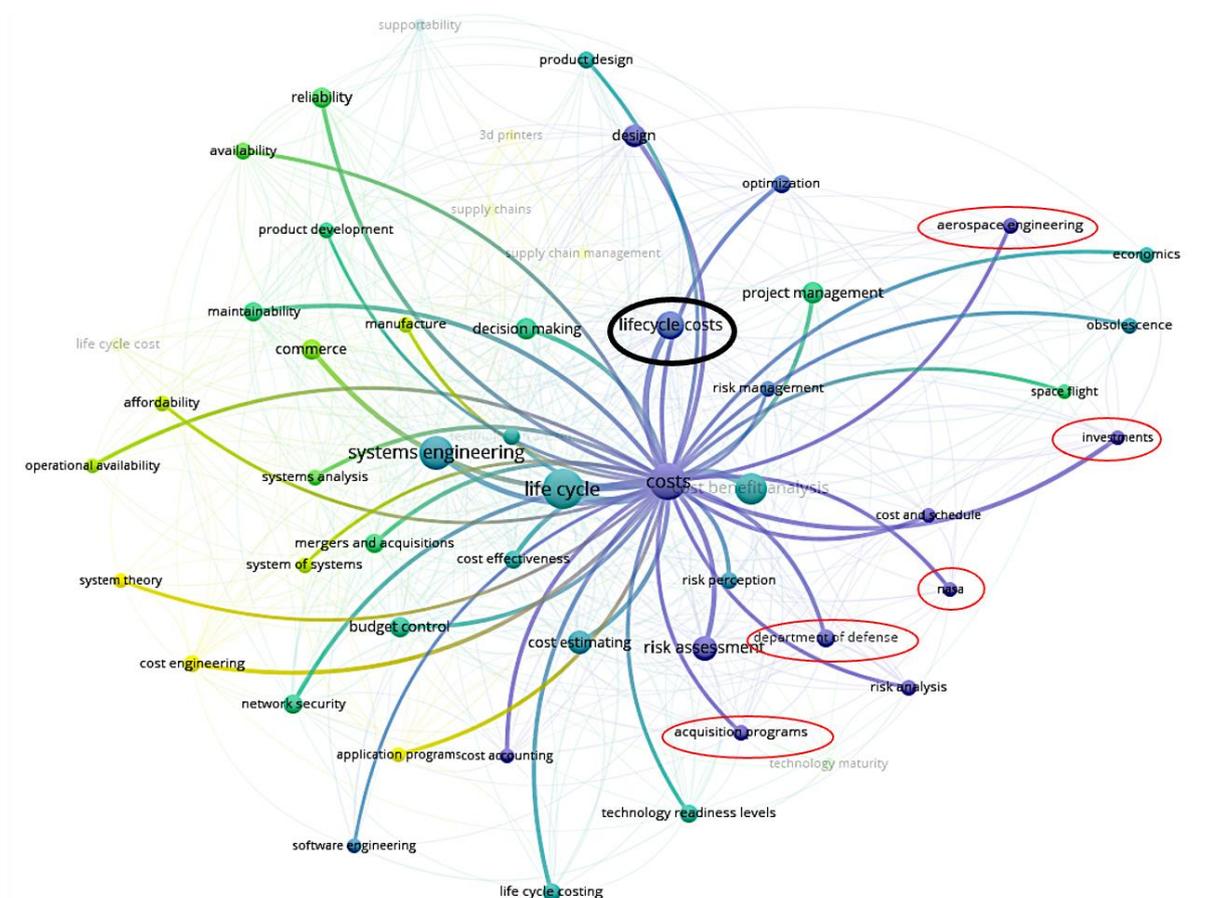


determinada palavra-chave ocorre. Quanto maior a esfera, maior o número de vezes que determinada palavra se repete.

Buscando facilitar tal análise, a Rede de Ocorrência das Palavras-Chave da *Figura 9*, formada por 6 nuvens, foi dividida em três sub-redes. Tal medida permitiu avaliar mais claramente a evolução das palavras-chave no tempo. Convém ressaltar que as sub-redes não isolam totalmente uma nuvem específica com suas respectivas palavras-chave no tempo, mas mostram, no entanto, nuvens próximas temporalmente, representando a transição gradativa das mesmas com ênfase à nuvem mais representativa do período.

Analisando a evolução das palavras-chaves nas três sub-redes formadas, foi possível identificar uma tendência de aplicação do cálculo do custo de ciclo no tocante às formas de gestão.

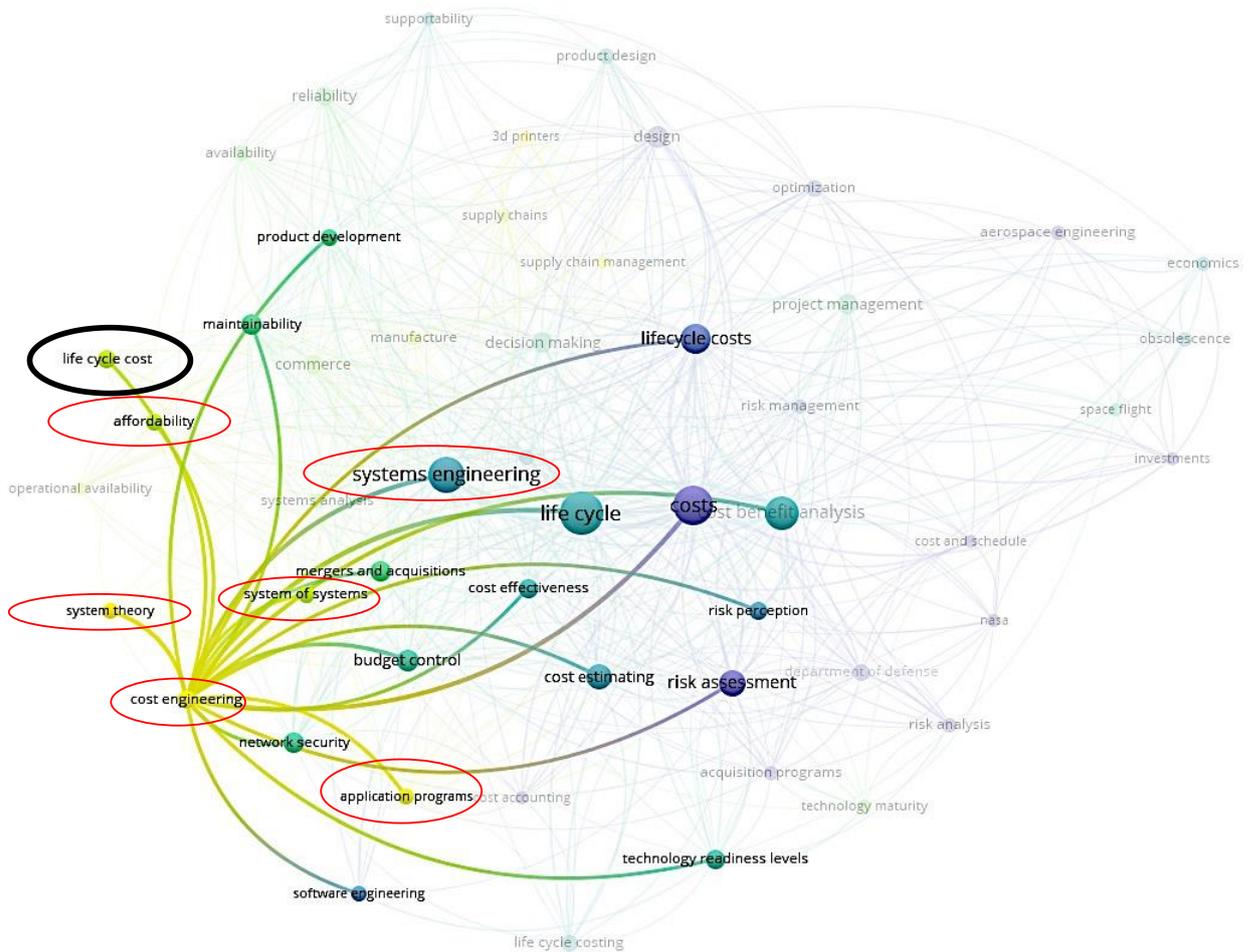
A figura 10 apresenta a nuvem formada pelas palavras mais antigas ou segundo a metodologia do *VOSviewer*, nuvens com as cores mais escuras.



**Figura 10 - Rede com Forte Influência da Gestão Pioneira de Defesa**



A figura 12 por fim, destacada as nuvens formadas pelas palavras de idade mais recentes. Segundo a metodologia do *VOSviewer*, nuvens com as cores em tonalidades claras.



**Figura 12 - Rede com Forte Influência da Gestão de Programas e Sistemas Complexos**

A presença de palavras como: *system theory*, *systems of system*, *application programs*, *affordability*, *cost engineering* entre outras, mostram a evolução atual em que se encontram as técnicas e formas de gestão aplicadas tanto ao setor de defesa, como na gestão privada. Nesta fase, a gestão de programas, questões de sustentabilidade logística e gestão de sistema, passam a ter papel preponderante. Desta forma caracterizamos a terceira rede como “*Rede com Forte Influência da Gestão de Programas e Sistemas Complexos*”.

Nota-se que as palavras-chave formadas por palavras mais recentes, geram esferas menores, uma vez que por serem estas, recentes, ocorreram numa quantidade menor de vezes.

Observe ainda que a transição de um grupo de nuvens para o outro é muito suave, o que faz que algumas palavras da rede analisada, tenham grande similaridade com a rede mais próxima. A caracterização aqui proposta, fica mais evidente quando comparamos as redes das extremidades entre si.

Por fim, cabe destacar que o CCV esteve presente em todas as três fases evolutivas da gestão. Mostrando que tem sobrevivido como técnica de gestão durante o tempo, e tende a continuar sendo importante área de conhecimento para o apoio ao desenvolvimento de produtos e sistemas.

### **3.5.2 Análise Qualitativa**

Conforme explicitado na Etapa 9 do processo metodológico, na análise qualitativa passa-se avaliar os artigos escolhidos mais detalhadamente, a fim de ratificar ou retificar as percepções obtidas na análise quantitativa. Pretende-se, principalmente, na análise qualitativa, melhorar o entendimento para responder às questões de número 2, sobre quais as abordagens e aplicações do CCV, e a questão número 3, sobre quais as tendências para o uso do CCV.

Segundo essa lógica, foram então eliminados:

- publicações que não eram artigos (tendo em vista a maior relevância científica dos artigos sobre os demais tipos de publicação);
- artigos que não estavam disponíveis para leitura; e
- artigos que não estavam ligados direta ou indiretamente ao setor de defesa.

Apesar de todos artigos aqui analisados tratarem de custos, o conhecimento que trazem, podem ser melhor aplicados, prioritariamente, a uma fase do ciclo de vida. Desta forma, para facilitar o entendimento e a construção de novas percepções, os artigos qualitativamente estudados foram classificados em 3 grandes grupos temáticos: “*Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”, “*Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*” e “*Após o desenvolvimento do Produto*”. A identificação destes

grupos temáticos ajuda principalmente na resposta à questão 2: “*Identificar as abordagens e as áreas de aplicação do CCV*”.

Dos 142 documentos selecionados para a análise quantitativa, restaram 29 artigos os quais:

- 9 ligados ao grupo temático “*Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”;

- 12 ligados ao grupo temático “*Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”; e

- 8 ligados ao grupo temático “*Após o desenvolvimento do Produto*”.

### **3.5.2.1 Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**

Os artigos classificados neste tema abordam o CCV com o intuito **principal** de avaliar a viabilidade do investimento e auxiliar na tomada de decisão do desenvolvimento ou aquisição de um produto ou sistema. Ou seja, estão ligados à decisão de comprar ou fazer (desenvolver) da fase de pré-projeto do início do ciclo de vida. Seguem abaixo as argumentações que evidenciam e ampliam tal percepção.

Com o objetivo de atender a uma constatação do Escritório de Contabilidade do Governo dos Estados Unidos (GAO) em seu relatório de setembro de 2009 - sobre as aquisições de defesa do país - que identificou que muitas das **análises de alternativas de investimento** não forneceram uma avaliação robusta das opções do sistema de armas. Georgiadis et al. (2013) no artigo "*Using Multi Criteria Decision Making in Analysis of Alternatives for Selection of Enabling Technology*", propôs o uso do custo do ciclo de vida como um dos critérios de decisão-chave, durante a análise de alternativas para investimento em projetos ou programas de aquisição.

Bayrak et al. (2020), em proposta de valor para apoiar a **viabilidade estratégica** da modularidade do veículo terrestre no Exército dos EUA, constataram que uma perspectiva holística das implicações da modularidade para toda a operação e ciclo de vida da frota de veículo terrestre, traria maiores compensações do que o desenvolvimento baseado em estudos individuais do sistema, da fabricação e da sua operação. Entre os vários critérios elencados para compensação para apoiar a decisão sobre a viabilidade estratégica do veículo terrestre, está o custo total do ciclo de vida.

Chewning & Moretto (2000), em artigo onde avaliam o processo de **análise de alternativas** para determinar a **estratégia de aquisição** dos porta-aviões americanos, identificou que a análise de custos progrediu dramaticamente nos últimos anos devido a ênfase agora colocada na redução do custo de propriedade, custo este que inclui pesquisa, desenvolvimento, aquisição, operação, apoio logístico e descarte de um sistema de armas, incluindo a infraestrutura total de apoio que planeja, gerencia e executa o programa ao longo do ciclo vital. Segundo os autores, é imperativo que todos os elementos de custo sejam bem compreendidos e que esse entendimento completo se manifeste na tomada de decisão consciente por todas as partes interessadas, começando pelos usuários de frota, projetistas de navios, patrocinadores do programa, escritório de gerenciamento do programa, construtor de navios e indústria de apoio.

Em estudo para identificar as melhores práticas de gerenciamento de projetos e engenharia de sistemas na fase de **pré-aquisição** para a Agência Federal de Inteligência e Defesa, Meier (2008) identificou o uso do cálculo do custo do ciclo de vida como uma boa prática. A análise de vários programas de aquisição vultuosos de agências governamentais de defesa e inteligência, que experimentaram um crescimento significativo de custo e cronograma, constatou que um dos principais motivos era o não estabelecimento de uma estimativa de custo confiável (malconduzida tecnicamente ou incompleta). Como solução à imprecisão das estimativas e para maior cobertura dos custos, Meier apontou o custo do ciclo de vida como um dos fatores críticos de sucesso e boa prática **para a melhoria dos processos organizacionais de aquisição**.

Buchanan et al. (2019) foram enfáticos em afirmar que **a tomada de decisão** pode ser melhorada quando, no início do processo de aquisição, são integrados modelos de custo do CCV a modelos de desenvolvimento de engenharia.

Em estudo internacional sobre o panorama dos sistemas de **avaliação dos investimentos** militares de 64 países, identificando os procedimentos e instrumentos mais comumente empregados e identificando seus pontos fortes e fracos, apontou-se que a metodologia do CCV é aplicada de forma sistemática, apesar de revelar oportunidades de melhorias, tais como: a necessidade de ampliação e especialização das estruturas organizacionais e dos seus regulamentos técnicos, com particular destaque para a estrutura analítica dos custos; o número escasso de modelos de estimativa de custos disponíveis; a ausência de bancos de dados confiáveis e atualizados; e o uso limitado de técnicas apropriadas para estimativa de risco e incerteza (Navarro-Galera et al., 2011).

Navarro Galera & Ortúzar Maturana (2011) examinam as repercussões políticas, em diferentes países, da introdução do modelo CCV para fazer frente as dificuldades financeiras dos governos. Tal estudo apontou que muitos países e organismos internacionais, como a *Organização do Tratado do Atlântico Norte* (OTAN), também consideram o CCV o melhor modelo para aprimorar a **eficiência dos investimentos militares**.

Em outra aplicação, Diego et al. (2018), compreendendo os desafios para abordar a **seleção da solução preferida** de *Networked Computer System* (NCS) em resposta aos requisitos especificados de planejamento de missão de Defesa dos Estados Unidos, propuseram modelos baseados em termos de disponibilidade operacional, confiabilidade da missão, manutenção de capacidade e custo do ciclo de vida. A análise e os modelos foram desenvolvidos em resposta à necessidade de desenvolver soluções de capacidade de planejamento de missões de defesa, utilizando os sistemas de computador existentes e permitindo que os profissionais de aquisição do Departamento de Defesa, realizassem uma abordagem prática na seleção e definição do NCS preferido para cumprir uma missão.

Finalizando a análise dos artigos deste grupo temático, Fan Geng Joseph H. Saleh, membro sênior do IEEE e Tien Robert A. Herd do *Georgia Institute of Technology Atlanta, GA, USA*, construíram um modelo para melhorar as **análises de investimento** no setor espacial, mais especificamente naves espaciais e satélites, onde juntam o custo do ciclo de vida com a análise de valor agregado (Geng et al., 2015).

### **3.5.2.2 Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**

Os artigos classificados neste grupo temático abordam o CCV **com o intuito principal** de contribuir nas escolhas que são feitas a nível de material, capacidade, tecnologia, métodos e técnicas a serem empregados durante a fase de desenvolvimento. Escolhas essas que irão impactar no desempenho, confiabilidade, durabilidade e desfazimento seguro do futuro produto ou sistema, durante todo o seu ciclo de vida. Seguem abaixo argumentações que evidenciam e ampliam tal percepção.

Segundo Smith (2012), o que levou a OTAN, já em 1998, constatar que precisava de uma uniformidade na abordagem do **Custo do Ciclo de Vida para aplicar** aos programas multinacionais de aquisição em defesa, foi a natureza dos programas de **aquisição militares estarem sendo cada vez mais orientados para o desenvolvimento**

**multinacional conjunto**, os altos custos envolvidos e o uso de tecnologias cada vez mais complexas e em rápida obsolescência.

Siedlak et al (2018) ao estudar indústrias complexas e de alta tecnologia como aeroespacial e de defesa, identificou que as mesmas se deparam com a necessidade de entregar produtos com desempenho superior a um custo reduzido. Muitas técnicas de design foram desenvolvidas para apoiar esse objetivo, entretanto, apesar **dessas técnicas analisarem os custos durante o desenvolvimento**, a análise geralmente é conduzida de maneira isolada. Para reverter essa tendência, estão sendo desenvolvidas e implementadas, metodologias holísticas que integram várias disciplinas para investigar muitos aspectos da acessibilidade e resiliência de um produto ou sistema durante o design. Segundo essa tendência, a sustentabilidade, confiabilidade e efetividade do produto ou sistema durante a sua operação, só podem ser conseguidas se levadas em consideração uma série de indagações que só são possíveis se realizadas de maneira multidisciplinar e considerando todo o ciclo de vida.

Roberts et al. (2016) explicitaram que a complexidade cada vez maior de sistemas ubíquos em grande escala e Sistemas de Sistemas (SoS) no setor de Defesa, tem levado a **desafios não lineares ao gerenciamento de projetos e programas, o que influencia o custo de design e desenvolvimento**. Segundo os autores, para investir, tomar decisões e gerenciar com eficácia os desenvolvimentos de tecnologia, as estimativas de custo devem ser usadas para estabelecer a linha de base dos sistemas até o que é considerado acessível ao longo do ciclo de vida, uma vez que os sistemas complexos tradicionalmente exigem grandes aquisições, orçamentos e cronogramas de desenvolvimento. E a falha resulta em maiores consequências de custo.

Em pesquisa desenvolvida de forma colaborativa com a Divisão de Análise de Sistemas e Custos do Comando de Tanques e Armamentos do Exército dos EUA, *Technomics Inc.* e o Centro de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia de Tanques do Exército dos EUA, sobre o **processo de desenvolvimento** do Departamento de Defesa Americano, constatou-se que os processos tradicionais de desenvolvimento frequentemente oferecem soluções rápidas, entretanto, mais tarde irão requerer inesperadas mudanças que impactam nos custos. Com o intuito de buscar melhorar a capacidade de tomada de decisão na análise de alternativas por meio da implementação de engenharia baseada em modelos no início do processo de design, é proposto um **modelo que integra no desenvolvimento do projeto, modelos de análise de custo** (de

todo o ciclo de vida) e valor simultaneamente, gerando inúmeras alternativas mais sustentáveis e que permitem uma exploração de um espaço comercial maior. Usando um veículo terrestre do Exército como plataforma de estudo, a pesquisa aplicou os princípios do design por meio da integração de um modelo de engenharia com um modelo de custo. Os requisitos das partes interessadas foram integrados para incorporar valor ao espaço comercial de design. Segundo a pesquisa, o processo de integração dos modelos de custo, engenharia e valor gerou percepções analíticas das alternativas de design dentro do espaço comercial que fornece orientação e soluções de design de alto valor ao longo da fronteira de eficiência (Buchanan et al., 2019).

Smoots (2018), ao **focar** no processo de engenharia de requisitos **durante o desenvolvimento de sistemas** como ponto preparatório e fundamento crítico da engenharia de sistemas, faz considerações sobre o papel vital do ciclo de vida de sistemas e seu custo. Conforme constata o autor, a consideração de tais fatores, durante o desenvolvimento, permite melhorar as decisões sobre o sistema, uma vez que gera uma previsão de seu impacto no desempenho esperado. Em seu artigo, Smoots (2018), propõe um framework para estruturar decisões, baseado no processo do *International Council on Systems Engineering (INCOSE)*, o *Decision Management*, para melhorar as decisões no início do ciclo de vida do sistema.

Seguindo essa tendência, a sustentabilidade, confiabilidade e efetividade do sistema ou produto, só podem ser conseguidas, se já no desenvolvimento do produto, são levadas em consideração uma série de indagações que só são possíveis se realizadas de maneira multidisciplinar e considerando todo o ciclo de vida (Siedlak et al., 2018).

Embora exista uma variedade de ferramentas para vincular de forma colaborativa analistas de custos e engenheiros, a integração desses conjuntos de modelos, muitas vezes complexos, ainda é difícil. Para resolver esse problema, o DoD desenvolveu um módulo de software para **vincular ferramentas de projeto a um modelo CCV**. Essa ligação **fornece a capacidade de realizar o custeio antecipado de soluções de projeto** para requisitos iniciais ou para informar o projeto inicial e a tomada de decisão programática (Buchanan et al., 2019).

O sistema de Revisão de Preparação de Tecnologia da NASA, conhecido em inglês pela sigla TRL (*Technological Readiness Levels*), ganhou amplo uso quando em 1990 foi integrado como parte do desenvolvimento do “*Plano de Tecnologia Integrada*

para o Programa Espacial Civil” e posteriormente, nos anos 2000, por recomendação do GAO, o Departamento de Defesa passou também a adotar. O TRL é uma forma de avaliar o nível de maturidade tecnológica de um produto/sistema, garantindo assim o nível de incertezas e conhecimento sobre determinada tecnologia (Radack, 2009).

O TRL tem sido usado intensamente no desenvolvimento de produtos/sistemas quando na tomada de decisão sobre qual tecnologia incorporar aos produtos/sistemas principais. Embora seja útil para algumas formas de tomada de decisão, tem sido constante a cobrança pelo aumento da escala de medição, uma vez que o TRL não classifica totalmente as tecnologias maduras. Segundo os especialistas, isso se dá porque a escala atual não incorpora o modelo de ciclo de vida de desenvolvimento do sistema, nem o custo do ciclo de vida (Robinson & Chen, 2009).

Em seu artigo Kwak & Smith (2009) abordam gerenciamento de risco e o CCV. Com estudo para identificar os principais **riscos associados a projetos de aquisição** de defesa do DOD, identificou-se áreas em que o gerenciamento de risco pode ser enfatizado, principalmente no que tange a orçamento. Relatórios do GAO, sobre custo original estimado e o custo corrente estimado para os megaprojetos do DOD, observa estouros de custo significativos.

De acordo com os autores, o aparente problema com a capacidade do DOD de entregar seus maiores programas de aquisição de armas de acordo com as estimativas de custo não decorre apenas da falta de orientação, planos, diretivas e documentos complementares a essas diretivas, já que estas existem em abundância e realmente orientam o gerente de projeto do DOD, em áreas de planejamento de risco, custo e cronograma. No entanto, parece haver uma aplicação inconsistente das diretivas do DOD, preponderando o uso de estimativas de alto nível e baixo custo. Tal prática deve ser mudada para reconhecer que essas estimativas que não cobrem toda a vida do sistema, são mais frequentemente repletas de planejamento e premissas inadequadas (ou seja, maior risco) que geralmente resultam em custos mais elevados, deslizamentos de esquema e questionáveis desempenhos ao longo da vida do projeto.

Lappas & Bozoudis (2018), em seu artigo intitulado *"The Development of an Ordinary Least Squares Parametric Model to Estimate the Cost Per Flying Hour of 'Unknown' Aircraft Types and a Comparative Application"*, buscam melhorar os resultados das estimativas de CCV por meio de melhores soluções aplicadas na fase de

operação e apoio. Durante o processo de aquisição de uma plataforma de aeronave, os potenciais compradores sempre podem receber estimativas confiáveis para os custos de operação e suporte (O&S) de uma plataforma de aeronave que está em operação e atingiu seu estágio de “*maturidade da frota*”. No entanto, isso não é possível no caso de comparação e avaliação de novas plataformas de aeronaves, portanto as decisões são baseadas em estimativas de custos cujas variáveis são desconhecidas no momento do processo de aquisição. Buscando atender tal carência, Lappas & Bozoudis **desenvolveram um modelo paramétrico para que um analista realize estimativas de custos operacionais e de suporte**, oportunas e confiáveis para uma ampla gama de plataformas de aeronaves “*desconhecidas*” **em seus estágios iniciais de projeto conceitual**. Tal modelo visou fornecer dados mais confiáveis para o período em que ocorrem a maior parte do custo do ciclo de vida dos produtos e sistemas, quase 60% dos custos totais.

Kawazoe et al. (2018) também utilizaram os conhecimentos de custo de ciclo de vida para chegar a uma proposta de melhorias na manutenibilidade e confiabilidade de sistemas. Mais especificamente **propondo um modelo de manutenibilidade e confiabilidade através da otimização do design durante o desenvolvimento**. Eles identificaram que as decisões iniciais dos atuais programas de aquisição quantificam imprecisamente os impactos do custo do ciclo de vida em função de uma não compreensão holística dos impactos da sustentabilidade do sistema durante a operação.

### **3.5.2.3 Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**

Por fim, os artigos classificados neste tema abordam o CCV **principalmente** com o intuito de melhorar a operação, manutenção e logística dos produtos e sistemas. Gerando informações durante a operação do produto/sistema que poderão melhorar o design e desenvolvimento dos novos empreendimentos, assim como impulsionar a sustentabilidade de todo o ciclo de vida. Seguem abaixo argumentações que evidenciam e ampliam tal percepção.

Binder et al. (2000) descreve em seu artigo intitulado “*Web-LCCA: decision support system for military display acquisition*”, uma solução do DOD **para solucionar os problemas de suporte de displays de plataformas militares, onde utiliza-se o Custo do Ciclo de Vida**. Segundo o autor, o Departamento de Defesa Americano (DOD) enfrenta sérios desafios na aquisição e suporte da tecnologia de *displays* para as

plataformas de armas do Exército, Força Aérea, Marinha e Fuzileiros Navais. Recentemente, uma pesquisa interna identificou 860 tamanhos de tela diferentes usadas para atender a 500 aplicativos exclusivos. Essa situação tem causado atrasos nos programas de atualização do *F-22*, *V-22*, *Apache*, *F-A18*, *F-16* e *Abrams*, assim como altos custos totais de propriedade, devido a tantos requisitos fragmentados e soluções exclusivas.

A fim de aliviar esses problemas, além de outras estratégias como a diminuição de modelos e consolidação das aquisições, o DOD desenvolveu, o *Web-LCCA (Life-Cycle Cost Analyzer)*, para apoio à decisão em Aquisição. Este sistema Web tem em seu núcleo um modelo padrão de custo do ciclo de vida projetado para suportar compensações de custos e decisões de aquisição entre os atuais monitores operacionais e novos produtos de monitores de tela plana.

Segundo o autor, entre os benefícios derivados do uso da ferramenta foi destacado: a minimização do viés corporativo; as decisões de aquisição passaram a ser suportadas por meio de custo e avaliação de opções viáveis usando um modelo CCV padrão; diminuição dos problemas enfrentados pelo setor, como a **indisponibilidade de componentes, obsolescência de peças e vida útil curta do produtos**; aumento da disponibilidade operacional associada a uma determinada estimativa de custo do ciclo de vida computada; e maior acessibilidade ao Governo e à Indústria através Web.

Brown & Campbell (2019) associaram a **análise dos Efeitos dos Modos de Falha (FMEA) com melhorias no custo do ciclo de vida**. Segundo o estudo, a identificação antecipada de falhas potenciais com impacto catastrófico/perigoso sobre o pessoal ou equipamento, fornece aos projetistas e fabricantes no processo de desenvolvimento, oportunidades para eliminar, ou pelo menos minimizar o impacto dessas falhas no custo do ciclo de vida do programa.

Dalton & Hall (2010) em seu artigo *“Implementing New Reliability & Maintainability (RAM) Initiatives In Army Test And Evaluation”*, que trata do sistema de teste e avaliação do Exército Americano, abordaram confiabilidade e custo do ciclo de vida. Embora não tenham aprofundado em detalhes devido às restrições de tamanho e forma para publicação do artigo, **identificaram por meio de um modelo (onde engloba custo de consumo, retenção, reparo e transporte durante a operação) impactos de confiabilidade** no CCV.

Segundo Boehm & Behnamghader (2019) em pesquisa **sobre o desenvolvimento de software** mostrou que **medidas antecipatórias sobre o custo de todo o ciclo de vida, melhoram a capacidade de manutenção de sistemas** e software, incluindo a relação custo-benefício. Para tal, a ênfase exagerada no custo-benefício da aquisição inicial deve ser evitada, pois esta resulta em custos de manutenção aumentados. Segundo os autores, a crescente complexidade dos sistemas com uso intensivo de software e o ritmo rápido das mudanças na tecnologia estão direcionando os custos totais de propriedade de software das organizações cada vez mais para a manutenção de software, uma vez que software maiores, mais complexos, como a Internet (ou Internets) das Coisas e veículos autônomos, impõem a necessidade de maior confiabilidade e interoperabilidade para sua operação.

Jang & Park (2017) elaboraram um novo modelo de confiabilidade para plantas de fabricação de semicondutores como circuitos integrados e chips. A indústria de semicondutores no mundo é caracterizada por ser altamente tecnológica, complexa, demandante de vultosos investimentos e em constante evolução. O desafio desta indústria é tão grande que um avanço tecnológico de produção de chips, quase sempre requer a construção de uma nova fábrica. Buscando aumentar a taxa de sucesso desta indústria vital a todo sistema de armas moderno e propiciar maiores retornos sobre os investimentos, em seu artigo "*A reliability model for a wafer FAB*", Jang e Park fazem uma ligação entre confiabilidade e impactos no custo do ciclo de vida. Eles identificam que **a previsão de confiabilidade** de uma planta de fabricação (FAB) **é entrada essencial** para várias atividades, **inclusive na análise de custo do ciclo de vida** ou seleção de pedidos.

Outro estudo com dados analisados de 526 programas de armas, sugeriu **medições baseadas em resultados de pesquisas heurísticas** de sistemas **para melhorar a estimativa de custo do ciclo de vida** e atender à crescente complexidade, interdependência e escala dos sistemas sob orçamentos restritos (Roberts et al., 2016).  
logística

Para os autores, as aquisições de sistemas tendem a priorizar requisitos de desempenho técnico aos requisitos de sustentação e essa **desconexão entre os objetivos de aquisição e os objetivos de sustentabilidade resulta em perda de eficiência e eficácia em um sistema**. Segundo seus estudos, os programas devem decompor o custo do ciclo de vida em componentes gerenciáveis, como Custo de Aquisição de Vida, Custo

de Suporte de Vida e Custo Operacional de Vida. Esse processo de decomposição, permite uma análise que conduz a uma melhor definição de requisitos para o sistema como um todo, de modo que os programas encontrem soluções que suportem e otimizem a sustentabilidade.

Outro campo onde o custo do ciclo de vida tem sido muito utilizado é na logística, por meio do que chamamos de estratégias de logística baseada em desempenho (*Performance-based logistics - PBL*). As estratégias de logística baseada em desempenho (PBL) estão fornecendo aos governos e organizações com fins lucrativos um mecanismo contratual que reduz os custos de operação de seus sistemas (W.S. Randall et al., 2011). O PBL consegue isso estabelecendo contratos que se concentram na entrega de desempenho, não de peças. O PBL estabelece uma estrutura de governança baseada em métricas, onde os fornecedores obtêm mais lucro quando investem em melhorias de processos logísticos, ou redesenho de sistema, que reduz o custo total de propriedade. Entretanto, **para obterem lucro, precisam quantificar adequadamente todos os custos envolvidos. É neste momento que o CCV entra** para ajudar com uma precificação mais completa, mapeando adequadamente todos os custos envolvidos.

Desta forma, **o foco fica na pós-produção, onde a operação e a sustentabilidade do sistema passam ser a preocupação da gestão durante o ciclo de vida.** Sistemas complexos de grande escala, como os encontrados na indústria aeroespacial e de defesa, os custos de operação e suporte associados a esses sistemas geralmente excedem em muito o projeto inicial e os custos de produção. Por isso, esse notório crescimento do uso do PBL (Wesley S. Randall et al., 2015).

### **3.5.3 Considerações Parciais da Pesquisa Bibliométrica**

Tendo por base os resultados obtidos nesta revisão sistemática, podemos assumir algumas afirmações sobre o método de gerenciamento do custo do ciclo de vida aplicado ao setor de defesa a nível mundial. **Partindo dos resultados obtidos da pesquisa quantitativa**, pode-se afirmar que o número de publicações ainda é baixo e oscilante, o que dificulta traçar uma tendência, pois apesar da queda expressiva a partir de 2018 apresentada na base *Scopus* e na descontinuidade da constância de publicações em 2020 na base WoS, não se pode desconsiderar que em 2020 e em 2021 o mundo sofreu com a pandemia da *COVID-19*, o que pode ter impedido uma recuperação do número de publicações após um movimento atípico de queda. Fatores como o redirecionamento de

investimentos públicos para o combate à pandemia, o foco do emprego das Forças Militares em ações subsidiárias para apoiar a luta contra o COVID e o fato de ser uma característica do tema a publicação dos artigos em conferências presenciais, que praticamente pararam durante essa fase (conforme *Figura 8. “Documentos por Tipo”*), podem ter influenciado o resultado.

Entretanto, apesar da análise do número das publicações não nos permitir traçar uma tendência, a avaliação das redes de palavras-chave, considerando o fator tempo, nos permite identificar que o CCV tem sobrevivido à contínua evolução das técnicas e métodos de gestão. Sempre com papel relevante e de destaque. E considerando a crescente pressão por baixos custos, produtividade, sustentabilidade no desenvolvimento de produtos/sistemas na gestão de empresas e governos, esse assunto tende a se manter estratégico.

A “*Distribuição das Publicações por País*”, as “*Publicações por Instituições*” e os “*Documentos por Tipo*”, nos permitem afirmar que há uma grande presença de organizações públicas e privadas ligadas à utilização do método do ciclo de vida; sendo os Estados Unidos da América e suas organizações militares, o principal centro de excelência sobre o assunto, seguido de longe pelo Reino Unido, com os demais países ainda incipientes no tema. Tal afirmação é ratificada pela análise qualitativa, já que a maioria dos artigos, e principalmente os que apresentam casos práticos, estão relacionados às empresas do setor de defesa americano ou às suas Forças Armadas.

A análise das listas dos 10 principais autores de cada base, revela a baixa produtividade individual por autor e a não existência de grandes autoridades sobre o tema, uma vez que nenhum autor conseguiu figurar na seleção dos 10 mais de cada base ao mesmo tempo. Este fato somando à baixa quantidade de artigos sobre o tema, *Figura 4, “Publicações por Ano”*, reforça a ideia de incipiência do assunto no contexto mundial.

Em relação ao Brasil, a análise da “*Distribuição das Publicações por País*”, onde figurou no nono lugar entre os dez países que apresentaram publicações na base *Scopus* e sem publicações na *WoS*; o fato de não figurar com nenhuma instituição entre as dez que mais publicaram sobre o tema (“*Publicações por Instituições*”), o fato de não ter nenhum autor na lista dos “*Autores com Mais Publicações*”; e somando-se ao fato de não ter apresentado artigos na Análise Qualitativa, revelam a insipiência do assunto no país e o distanciamento das melhores práticas internacionais.

Por fim, a análise dos **artigos selecionados para a fase qualitativa**, permitiu a identificação e consequente classificação dos artigos em três grupos temáticos relacionados com a forma de aplicação do CCV no setor de defesa. Segundo tais análises, o custo do ciclo de vida é utilizado em todas as fases do ciclo vida de produtos/sistemas, com múltiplas e variadas abordagens, as quais podem ser sintetizadas nos três grupos temáticos: o “*Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”, “*Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*” e “*Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”. No primeiro grupo, o CCV é aplicado prioritariamente para avaliar a viabilidade financeira e auxiliar na escolha do melhor investimento, no segundo, contribui na escolha dos requisitos e materiais que trarão maior competitividade e sustentabilidade ao produto/sistema de Defesa durante todo o seu ciclo de vida. Por fim, o terceiro colabora com a confiabilidade e manutenibilidade durante a fase de operação do produto/sistema de Defesa, assim como gera dados que retroalimentam os outros dois grupos temáticos.

### **3.5.4 Conclusões da Pesquisa Bibliométrica**

A análise Bibliométrica responde três questões problema iniciais, que são: 1) a identificação do estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema no mundo; 2) as abordagens e aplicações do CCV no setor de defesa mundial e 3) quais as tendências para o uso do CCV.

**Em atenção a questão de pesquisa número 1**, a análise mostrou que o conhecimento e aplicação do custo do ciclo de vida em produtos e sistemas, continua incipiente, concentrado nas forças militares dos países e em algumas poucas instituições públicas e privadas de alto nível, especializadas em inovação tecnológica. Em termos de país, os Estados Unidos da América, representados pelo *Departamento de Defesa Americano* (DoD), suas universidades e empresas privadas, está destacadamente à frente nas pesquisas e principalmente na aplicação prática do CCV. Entretanto, apesar de sua vanguarda no que tange o conhecimento aplicado, permanecem deveras com grandes oportunidades de melhorias. Analisando dentro de um contexto mundial, o Brasil está longe de ser um dos Centros de Excelência sobre o assunto, com poucas pesquisas ainda focadas no campo teórico, carecendo de maior aplicação prática nas organizações públicas e privadas.

**Respondendo a questão de pesquisa número 2**, áreas de aplicação, o CCV tem forte presença na fase inicial de projetos/programas de desenvolvimento/aquisição para a

análise da viabilidade econômica e escolha da melhor opção de investimento (grupo temático “*Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”); tem forte aplicação no desenvolvimento integrado de produtos/sistemas, para garantir já na fase inicial a inclusão dos fatores que irão propiciar a competitividade, confiabilidade, operação a baixo custo e sustentabilidade dos futuros produtos/sistemas (grupo temático “*Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”); e tem a aplicabilidade também na fase de operação dos produtos/sistemas, para garantir a adequada mensuração dos custos envolvidos, permitindo a retroalimentação de informação às fases anteriores, assim como contribuir para a elaboração de planos e contratação de serviços que viabilizem a sustentabilidade dos produtos/sistemas ao longo dos seus ciclos de vida (grupo temático “*Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”).

**Por fim, respondendo à questão de pesquisa número 3**, tendências para o uso do CCV, este deve continuar estratégico para as organizações, uma vez que tem sobrevivido no tempo ante a evolução das técnicas de gestão e suas características atendem a muitas das demandas do mundo contemporâneo, como sustentabilidade, redução de custos totais, competitividade, entre outras.

Como limitação desta análise bibliométrica parcial, podemos citar a pouca disponibilidade de documentos e artigos publicados sobre o tema, o que dificultou a identificação de tendências e conclusões sobre o assunto. Sugere-se acompanhar a evolução do número de publicações, para que se possa no futuro, incorporar essas publicações surgidas em uma nova pesquisa, a fim de ratificar ou retificar as conclusões geradas nesta etapa.

## 4. O ESTUDO DE CASO

Este capítulo tem por finalidade abordar o estudo de caso dos Programas Estratégicos do Exército, único caso conhecido até o momento de aplicação da técnica do CCV no setor de Defesa brasileiro. Para isso será apresentada a Caracterização do Custo do Ciclo de Vida no Exército Brasileiro, o Portfólio Estratégico do Exército Brasileiro e sua Contribuição ao Desenvolvimento e Inserção Internacional do Brasil, os Programas Estratégicos do Exército que participam do estudo ( Programa Estratégico do Exército Forças Blindadas, Programa Estratégico do Exército ASTROS, Programa Estratégico do Exército SISFRON, Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea, Programa Estratégico do Exército Aviação, Programa Estratégico do Exército Sistema Educação, Cultura e Desporto (PENEC). Finalizando, serão apresentados os resultados e análise das respostas ao questionário e as Conclusões Finais.

### 4.1 CUSTO DO CICLO DE VIDA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Em pesquisa documental anterior, realizada por este pesquisador para analisar o panorama atual de normas e metodologias que tratassem da Gestão de Ciclo de Vida e Cálculo do Custo do Ciclo Vida, junto ao setor de defesa, com destaque para as Forças Armadas Brasileiras e o Ministério da Defesa em 2018, mostrou que no Brasil os estudos e normas vigentes eram incompletos, no tocante a Gestão do Ciclo de Vida de Produtos, e inexistente em relação a Custo do Ciclo de Vida de Produtos (Duarte & Santos, 2019).

Esta pesquisa, também indicou que apesar da incipiência do assunto no país, existiam modelos internacionais bem amadurecidos que poderiam ser utilizados como base para o desenvolvimento de algo semelhante aqui no Brasil (Duarte & Santos, 2019).

Em 2019, o Exército Brasileiro criou um grupo de trabalho para pesquisar as boas práticas internacionais sobre o tema e desenvolver uma metodologia própria, adaptada à cultura, ao nível de desenvolvimento nacional e que permitisse os primeiros passos na quantificação de todos os custos do ciclo de vida de um produto/sistema. Após doze meses de pesquisa, discussões, apreciações de diversos órgãos de relevância no cenário nacional, foi publicada no final de 2019 **Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Custos do Portfólio, dos Programas e dos Projetos Estratégicos do Exército**, trazendo em seu capítulo quarto, a técnica de como calcular o Cálculo do Custo do Ciclo de Vida (CCV) de produtos/sistemas (E. B. Brasil, 2019a).

Esta norma teve como base as boas práticas utilizadas pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), do *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), do *Department of Defense* (DOD) dos Estados Unidos e do *Project Management Institute* (PMI).

Durante o desenvolvimento da norma, com o intuito de avaliar a aplicabilidade de sua metodologia, o Exército Brasileiro realizou ainda em 2019, em caráter experimental, o cálculo do CCV de alguns programas estratégicos. Esse Cálculo foi realizado de forma conduzida por integrantes do grupo de trabalho, onde inicialmente realizou-se uma capacitação para as equipes dos programas, com previsão de etapas e entregas parciais até a entrega final do CCV (Brasil, 2018). Desde então, não houve grandes mudança no cenário nacional. O Ministério da Defesa instituiu em janeiro de 2022 um grupo com membros das três Forças mais o Ministério da Defesa, para elaboração de uma norma comum que padronize o cálculo do custo do ciclo de defesa de sistemas (Brasil, 2022). Entretanto esta norma ainda se encontra em desenvolvimento.

Por esse ser o único caso de defesa de CCV em território nacional, foram escolhidos seis Programas Estratégicos do Exército que participaram do cálculo do CCV em 2019, para investigar como os achados da pesquisa da literatura científica são refletidos ou não neste caso nacional. Os Programas escolhidos foram selecionados seguindo critérios de: volume de investimento, capacidade de incremento da independência tecnológica, geração de empregos, possibilidade de diversificação da pauta de exportações, fortalecimento da Base Industrial de Defesa, possibilidade de domínio de tecnologias sensíveis e capacitação da mão de obra brasileira.

Visando dar melhor contextualização, entendimento da complexidade dos Programas Estratégicos do Exército, passa-se a apresentar de forma sucinta o Portfólio Estratégico do Exército e os Programas Estratégicos escolhidos. Tal entendimento possibilitará posteriormente uma melhor compreensão das análises.

#### **4.2. PORTFÓLIO ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO E SUA CONTRIBUIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO E INSERÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL**

O Exército Brasileiro para cumprir o marco legal previsto na Constituição Da República Federativa do Brasil (Brasil, 2017), a Política Nacional de Defesa (Brasil,

2012), a Estratégia Nacional de Defesa ( Brasil, 2012) e o Livro Branco de Defesa Nacional ( Brasil, 2012) instituiu seu Portfólio Estratégico.

O Portfólio Estratégico, por meio de seus programas estratégicos, tem como objetivo dotar o Exército Brasileiro das capacidades operativas necessárias para poder atender às missões que o estado e a nação lhe impõem. Ao mesmo tempo que busca dotar o Exército dos meios tecnológicos para cumprir sua missão constitucional, trabalha para fomentar a indústria de defesa local como estratégia de desenvolvimento e inserção internacional, gerando renda, produtos de alto valor agregado e grande potencial de exportação (Brasil, 2019b).



**Figura 13 - Figura representativa do Portfólio Estratégico do Exército com os logos dos Programas Estratégicos internamente representadas**

Entre os programas estratégicos constituintes do Portfólio, passaremos a apresentar os programas estratégicos que participaram da pesquisa.

#### **4.3 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO FORÇAS BLINDADAS**

O *Programa Estratégico do Exército Forças Blindadas* (Prg EE F Bld) tem por objetivo transformar as Organizações Militares de Infantaria Motorizada em Mecanizada e modernizar as Organizações Militares de Cavalaria Mecanizada. Para isso, está sendo desenvolvida uma nova família de viaturas blindadas sobre rodas, a modernização de viaturas sobre esteiras e sobre rodas já existentes na Força e adquirir novas viaturas

blindadas de apoio, para assim dotar a força terrestre de meios que permitirão incrementar a dissuasão e a defesa do território nacional (EPEX, 2022b).

A Figura 14 mostra em números os resultados para a economia nacional dos investimentos realizados pelo Programa Estratégico no tocante à família da Viatura blindada de Transporte de Pessoal GUARANI.



**Figura 14 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais da Viatura Blindada de Transporte de Pessoal GUARANI**

Destacamos o desenvolvimento de um blindado com 90% de conteúdo nacional; alto-potencial de exportação; a instalação de uma fábrica da IVECO em Sete Lagoas–MG, a qual agrega em seu entorno uma série de outras empresas fornecedoras; o desenvolvimento pela Usiminas de uma liga de Blindagem leve especial e a geração de 10.107 empregos diretos e indiretos anualmente (E. B. Brasil, 2019b).

#### **4.4 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO ASTROS**

O *Programa Estratégico ASTROS*, tem como objetivo dotar a Força Terrestre com um sistema de mísseis e foguetes de alta tecnologia, capaz de atingir alvos entre 15 e 300 Km, a partir de plataformas das viaturas ASTROS. Entre suas entregas destacamos o desenvolvimento do foguete guiado, utilizando-se a concepção do atual foguete SS 40, da família de foguetes do sistema ASTROS II, em uso pelo Exército Brasileiro, e o míssil tático de cruzeiro com alcance de 300 km (EPEX, 2022a)

A Figura 15 mostra em números os resultados para a economia nacional dos investimentos realizados pelo *Programa Estratégico ASTROS*.



Figura 15 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico Astros

Destacamos o desenvolvimento de mísseis e foguetes de alta tecnologia com 80 % de conteúdo nacional, alto potencial de exportação uma vez que no mundo cinco países já utilizam as plataformas das viaturas ASTROS, a operação de uma linha de montagem em São José dos Campos – SP a qual agrega em seu entorno uma série de outras empresas fornecedoras e a geração de 7.700 empregos diretos e indiretos (Brasil, 2019b).

#### 4.5 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO SISFRON

O *Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON)* é um sistema de sensoriamento e de apoio à decisão em apoio ao emprego operacional. Os meios de sensoriamento do SISFRON estarão desdobrados ao longo dos 16.886 quilômetros da linha de fronteira, monitorando uma faixa de 150 Km de largura ao longo dessa linha, o que favorecerá o emprego das organizações subordinadas aos Comandos Militares do Norte, da Amazônia, do Oeste e do Sul (EPEX, 2022a).

A Figura 16 mostra em números os resultados para a economia nacional dos investimentos realizados pelo Programa Estratégico SISFRON.



Figura 16 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico SISFRON

Destacamos o desenvolvimento Radar Sentir M20 para vigilância terrestre com tecnologia totalmente nacional. O Programa como um todo apresenta 80% de conteúdo nacional, possibilita redução nos custos de combate ao tráfico de drogas, envolvimento de um total de 26 empresas gerando cerca de 4.306 empregos diretos e indiretos anualmente (Brasil, 2019b).

#### 4.6 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO DEFESA ANTIAÉREA

O Programa Estratégico de Defesa Antiaérea tem como objetivos recuperar e obter capacidade do sistema operacional defesa antiaérea de baixa e média altura, para permitir a proteção das estruturas estratégicas terrestres brasileiras, das áreas sensíveis e da força terrestre, quando de seu emprego (EPEX, 2022a).

A Figura 17 mostra em números os resultados para a economia nacional dos investimentos realizados pelo Programa Estratégico Defesa Antiaérea.



Figura 17 - Infográfico sobre impactos econômicos e sociais do Programa Estratégico Defesa Antiaérea

Destacamos o processo de desenvolvimento do Radar de vigilância M200 que nos dará um alcance de 200 Km na detecção de alvos, o domínio de 100 % da tecnologia estratégica de comando e controle, envolvimento de um total de 40 empresas gerando cerca de 2.300 empregos diretos e indiretos (E. B. Brasil, 2019b).

#### 4.7 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO AVIAÇÃO

O *Programa Estratégico do Exército Aviação*, tem como objetivo manter a Aviação do Exército atualizada face aos modernos meios e formas de combate hoje existentes sem perder de vista a ampliação da já conquistada capacidade de fazer o Exército estar presente, por intermédio de suas aeronaves de combate, em qualquer ponto do território nacional.

Entre as suas entregas destaca-se a obtenção da capacidade de ataque, pela aquisição de aeronave dedicada de ataque; a ampliação da capacidade de transporte logístico, por meio da aquisição de aeronaves de asa fixa para as missões de pronta

resposta tática, comando e controle e sustentação logística, particularmente na faixa de fronteira, para apoiar os pelotões especiais de fronteira; a modernização do sistema de



**Figura 18 - Mosaico formado por entregas do Programa Estratégico do Exército Aviação**

armas do “Fennec Avex”, com o incremento do sistema de vigilância, ataque e observação em ambiente urbano. Além da implantação da aquisição de simuladores de voo para implantação no Centro de Simulação de Aviação do Exército, na Base de Aviação de Taubaté, com o objetivo de aumentar o nível da segurança de voo, agilizar os processos de treinamento e aprendizagem, com consequente economia de recursos aéreos. Ao propiciar todas essas entregas o *Programa Estratégico do Exército Aviação* gera aproximadamente 2.990 empregos diretos e indiretos.

#### **4.8 PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO SISTEMA EDUCAÇÃO, CULTURA E DESPORTO (PENEC)**

O *Programa Estratégico do Exército Sistema Educação, Cultura e Desporto* (PENEC) tem como objetivo estabelecer um sistema de ensino pautado nas competências do profissional militar da era do conhecimento, capaz de desempenhar os novos cargos advindos do processo de transformação do Exército. Este novo sistema leva em consideração as características da nova geração, utiliza a tecnologia em proveito do processo ensino-aprendizagem - oferecendo maior qualificação profissional (inclusive

por meio de uma educação continuada) - e permite o desenvolvimento do pensamento crítico e da cultura da inovação (EPEX, 2022c).



**Figura 19 - Imagens das escolas e centros de formação do Sistema de Educação e Cultura do Exército**

Diferentemente dos demais programas estratégicos, que são centrados em sistemas e equipamentos complexos com o objetivo de gerar inovação tecnológica, o PENEK permite a instalação de novas empresas, a produção de bens, a geração de empregos e renda. O *Programa Estratégico do Exército* PENEK foi selecionado pelo seu valor estratégico. O Sistema de Educação e Cultura do Exército (SECEX) atual está modelado para o desempenho de cargos da era industrial e não oferece a possibilidade de mobilidade na carreira, dificultando assim a imediata qualificação do pessoal para o desempenho das novas especialidades exigidas ao longo do Processo de Transformação do Exército. O *Programa Estratégico do Exército* PENEK é o responsável por mudar esse cenário e criar a estrutura que permitirá formar as pessoas que irão fazer toda essa engrenagem militar tecnológica funcionar. Sem essa peça-chave mestra, todo o gigantesco esforço desenvolvido pelos outros 12 Programas Estratégicos do Portfólio Estratégico do Exército não tem valor.

#### **4.9 RESULTADOS E ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO**

Nos itens seguintes, são abordadas as questões respondidas pelos integrantes dos Programas dentro de cada Bloco do questionário aplicado.

#### 4.9.1 Bloco 01 – Identificação Sumária

Neste bloco, como dito anteriormente, buscou-se realizar uma identificação sumária do respondente e sua equipe, com informações sobre o nível hierárquico, função exercida e capacitação recebida no assunto estudado.

##### 4.9.1.1 Qual o seu posto / graduação?

Uma vez que o Exército é uma instituição altamente hierarquizada e estruturada em círculos: de praças (soldados, Cabos, sargentos e subtenentes) e de oficiais, os quais possuem, em sua maioria, capacitação e acesso ao conhecimento/informação muito diferentes entre si, buscou-se mapear com essa pergunta qual o posto (grau hierárquico do oficial) ou graduação (grau hierárquico das praças) do respondente.

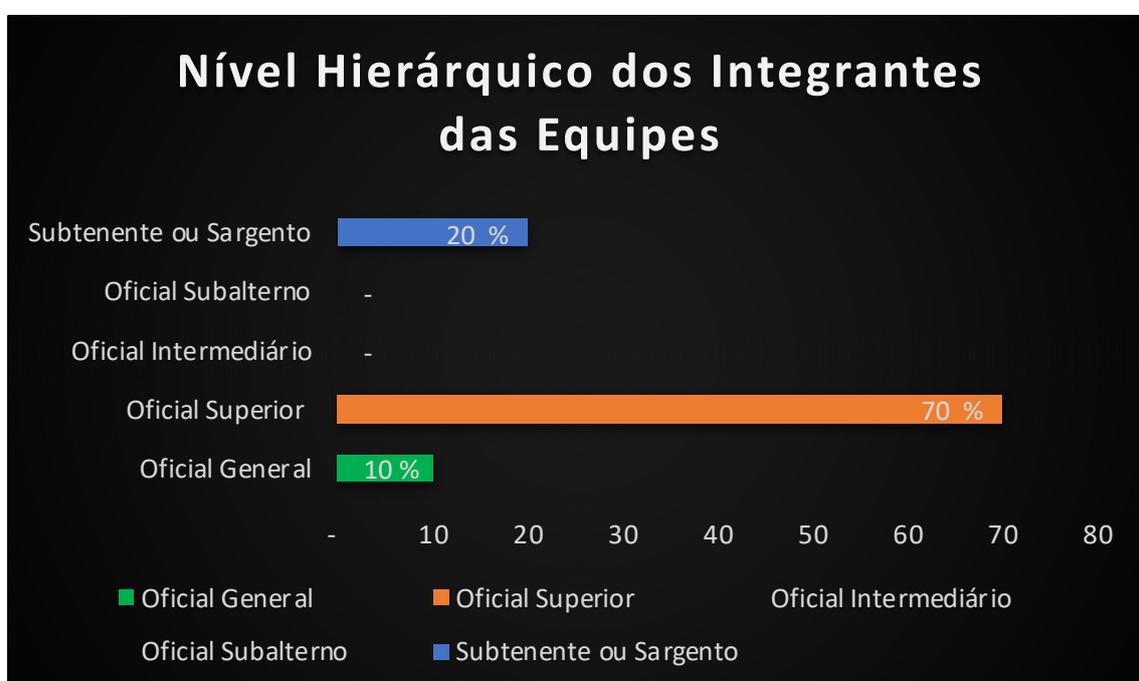
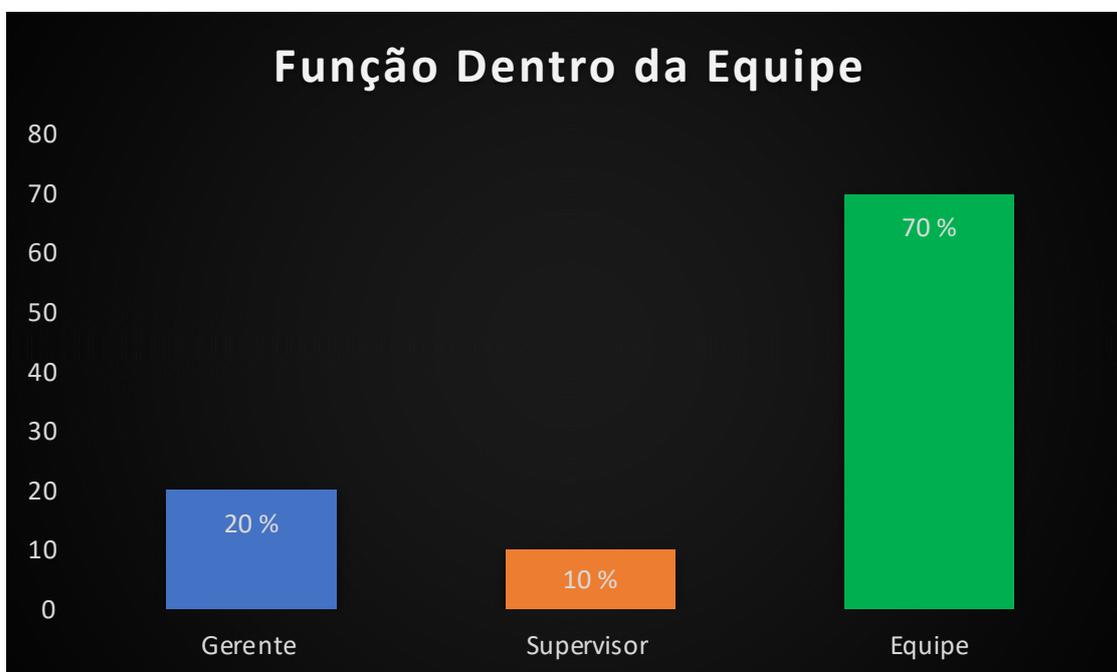


Figura 20 - Nível Hierárquico

Analisando o gráfico com o percentual de respondentes dentro do nível hierárquico dos integrantes das equipes, pode-se identificar a grande concentração do conhecimento nos níveis mais altos da hierarquia militar, aproximadamente 80% dos respondentes em oficiais gerais e superiores. Levando-se em consideração que o quadro de pessoal de uma Força Armada é constituído quantitativamente de forma inversa, como uma estrutura piramidal, do conhecimento nos níveis mais altos, o que pode ser interpretado como uma complexidade do assunto e alta priorização.

#### 4.9.1.2 Qual a sua Função dentro da Equipe?

A segunda pergunta solicita que o respondente indique qual a melhor descrição para o seu papel/ atribuição no Programa Estratégico do Exército a qual pertence. Seus resultados são apresentados na Figura 21.



**Figura 21 - Função dentro da Equipe**

O gráfico mostra que apesar da grande parte dos respondentes terem sido da equipe, o equivalente a 70%, considerando a especificidade técnica do assunto, o fato de 30% dos respondentes terem sido gerentes ou seus respectivos substitutos, revela que existe um envolvimento da chefia do Programa. Esse número pode nos levar a reforçar o achado na questão anterior, no tocante a alta prioridade dado ao assunto e complexidade do tema. Cabe esclarecer, na estrutura oficial de uma equipe de programas do Exército, o supervisor é o substituto do gerente do programa.

#### 4.9.1.3 Você ou a sua equipe já recebeu alguma capacitação sobre como realizar o CCV?

O gráfico abaixo da figura 22 revela que somente 30% dos militares das atuais equipes, receberam capacitação formal em CCV.

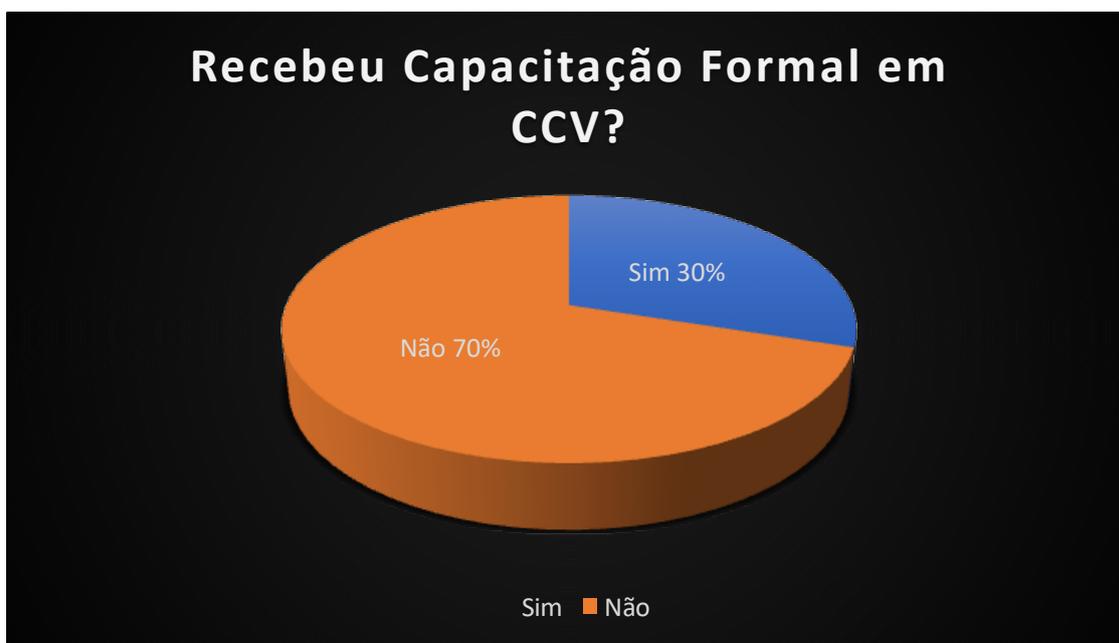


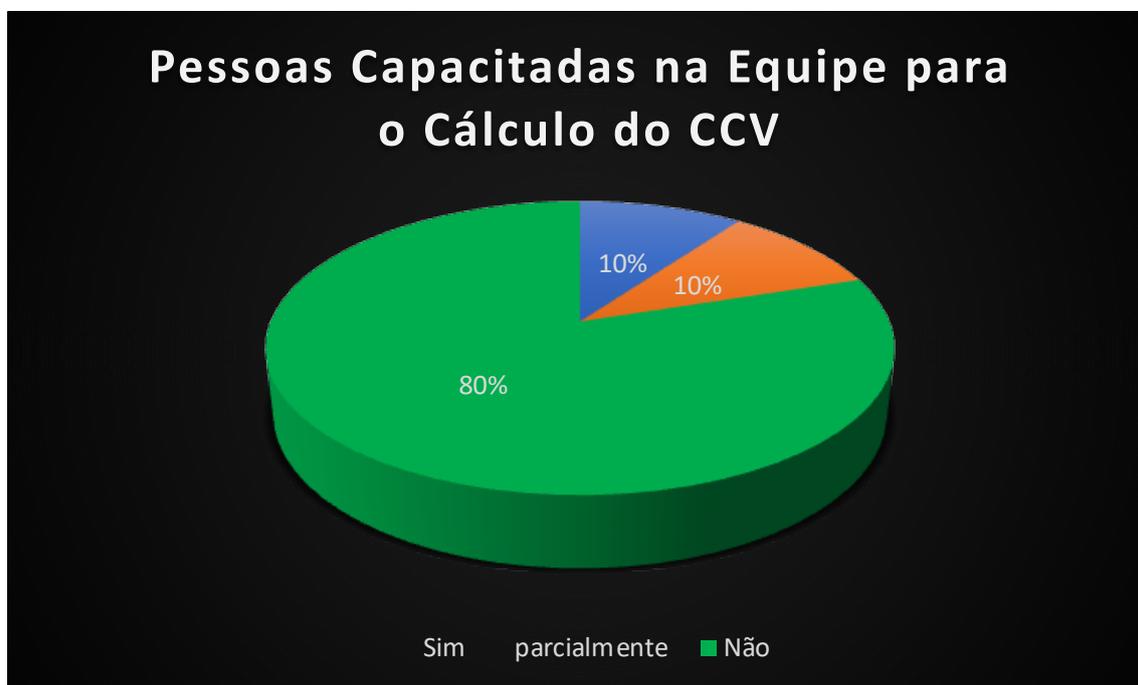
Figura 22 - Recebimento de Capacitação Formal

Levando em consideração que em 2019 todas as equipes receberam capacitação formal em CCV por ocasião do cálculo conduzido do CCV dos Programas Estratégicos do Exército, tal resultado aponta que pode estar havendo uma perda de conhecimento sobre o tema. Uma vez que na carreira militar há uma grande rotatividade dos profissionais, com constantes mudanças a nível de sede ou município. Essa rotatividade necessária a criação de cultura e vivência nacional, é sem dúvida a explicação do resultado apresentado na Figura 22.

#### 4.9.1.4 Você possui pessoas capacitadas em sua equipe para realizar o cálculo do Custo do Ciclo de Vida?

Analisando o gráfico da *figura 23*, acentua-se o achado no gráfico anterior sobre

a questão da rotatividade e perda do conhecimento, mas agora acrescenta, a componente do conhecimento prático, *o vamos fazer algo*, não só o *saber sobre*.



**Figura 23 - Pessoas Capacitadas na Equipe**

A ausência de novos treinamentos aprofundados e práticos, como os ocorridos em 2019 para cálculo do CCV, pode estar levando a uma perda de *know-how* no tocante ao mesmo.

#### **4.9.2 Bloco 2 - Abordagem Inicial Sobre o Custo do Ciclo de Vida (CCV)**

Neste bloco, buscou-se identificar o nível de conhecimento conceitual e teórico sobre o tema estudado do respondente.

##### **4.9.2.1 Você sabe o que é Custo do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (CCV SMEM)?**

A resposta apresentada no gráfico da Figura 24, foi construída em dois momentos. A primeira com uma pergunta fechada de *sim* ou *não*, sobre o que é Custo do Ciclo de Vida. E a segunda pergunta aberta, onde foi solicitado conceituar e explicar o que era o CCV. Curiosamente, o percentual de pessoas que conceituaram o que é o CCV

corretamente na resposta aberta, foi maior que os respondentes na pergunta fechada sobre se conhecem ou não o que é o CCV.



**Figura 24 - Conhecimento sobre CCV**

Tal fato pode ser devido ao reconhecimento da importância do assunto, uma vez que mesmo havendo perda de integrantes devido à rotatividade normal da carreira militar e não ter havido novos treinamentos práticos desde 2019, o conhecimento teórico ainda é alto sobre o assunto.

#### 4.9.2.2 Você acha importante o conhecimento do Custo de todo o Ciclo de Vida do seu programa?

A análise da figura 25 mostra que o assunto é reconhecido como relevante e que existe um consenso sobre a importância do tema.

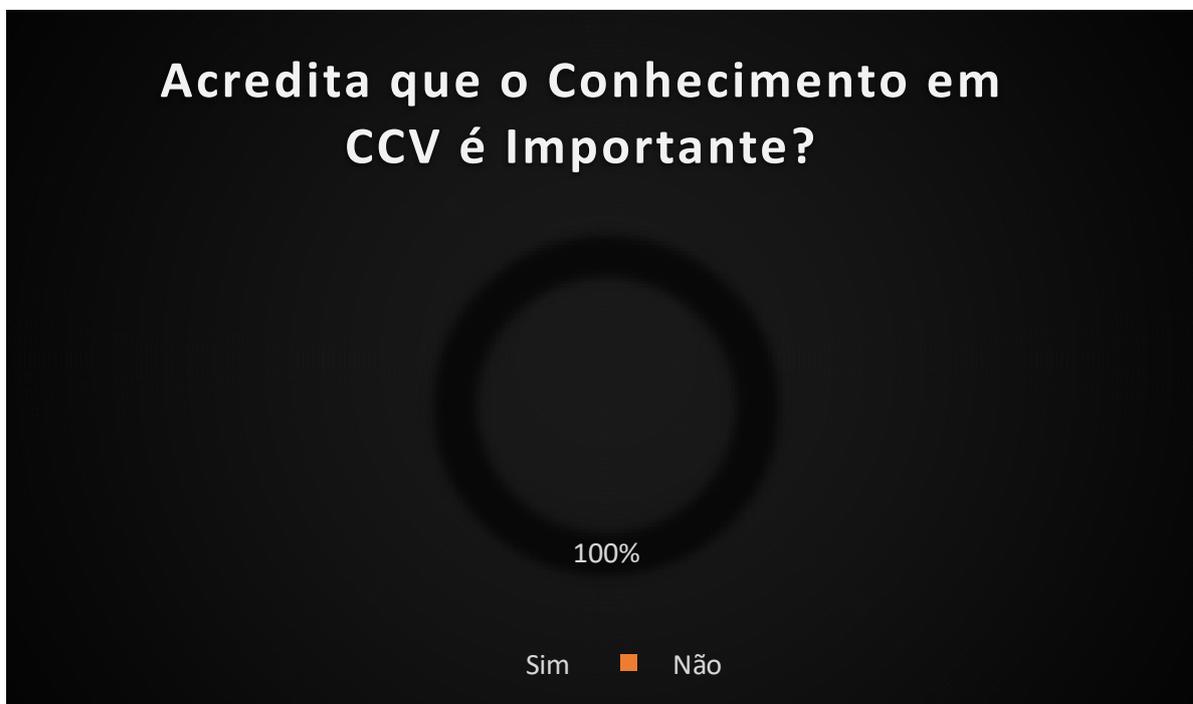


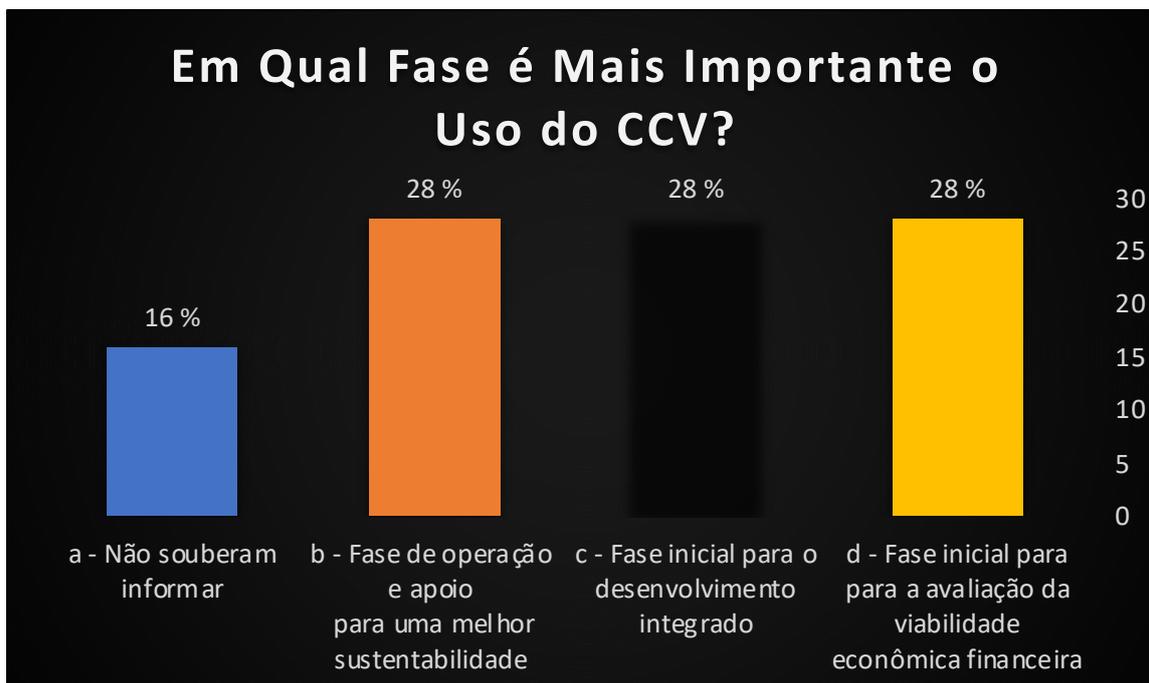
Figura 25 - Importância do Conhecimento sobre CCV

Esta informação fortalece também o que foi identificado nos gráficos das figuras 23 e 24 no tocante à prioridade e complexidade do assunto.

#### 4.9.2.3 Em qual fase abaixo você acha mais importante o uso do CCV

Esta pergunta buscou analisar, de forma um pouco mais aprofundada, o nível do conhecimento técnico dos respondentes, uma vez que saiu dos conceitos teóricos iniciais e abordou questões mais complexas como: o uso do CCV na fase inicial para ajudar no processo de escolha da melhor proposta de desenvolvimento/aquisição, e sua respectiva viabilidade econômica; o uso do CCV na fase inicial, mas com foco no desenvolvimento integrado, para garantir a inclusão dos fatores (materiais, ergonomia, design, etc...) que irão propiciar a competitividade, confiabilidade na utilização, operação a baixo custo e maior segurança no desfazimento futuro; e o uso do CCV na fase de operação e apoio,

onde por meio de mensurações mais completas dos custos envolvidos, permite uma melhor sustentabilidade dos produtos/sistemas durante todo o ciclo de vida.



**Figura 26 - Fase mais importante para Uso do CCV**

As respostas apresentadas no gráfico da Figura 26, revelou muito equilíbrio entre as três possibilidades de utilização. Mostrando o reconhecimento dos respondentes à importância do uso do CCV em todas as fases, seja na análise da viabilidade financeira (28% dos respondentes), seja no desenvolvimento integrado (28% dos respondentes), seja na operação sustentável (28% dos respondentes).

#### **4.9.3 Bloco 03 – Utilização do Ciclo de Vida**

As perguntas deste bloco visam identificar com perguntas abertas e fechadas, de maneira direta e indireta, a aplicação e uso do conhecimento em CCV pelas equipes do programa. Diferentemente do bloco anterior, as perguntas deste bloco são voltadas às ações e ao conhecimento prático. Conhecimentos que ultrapassam o campo teórico ou meramente informativos e só são possíveis de serem demonstrados quando se há a utilização e aplicação prática do conhecimento.

Foi salientado aos respondentes que as perguntas do bloco só deveriam ser respondidas caso o respondente ou a sua equipe do programa já tivesse calculado o CCV ou tivesse feito uso prático das informações. Passa-se abaixo a análise das respostas.

#### 4.9.3.1 Você ou a sua equipe já realizou o cálculo o custo do Ciclo de Vida do seu Programa?

O gráfico da figura 27 mostra que a rotatividade da equipe tem levado à perda de pessoal com experiência prática sobre o CCV.

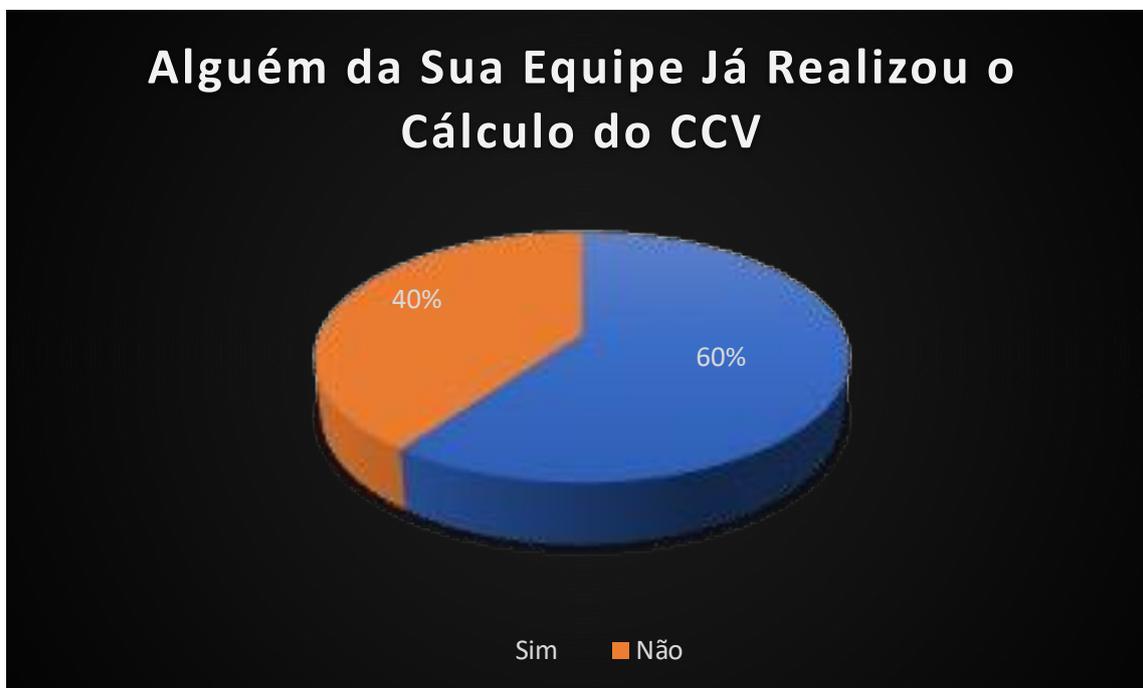


Figura 27 - Experiência na Realização do CCV

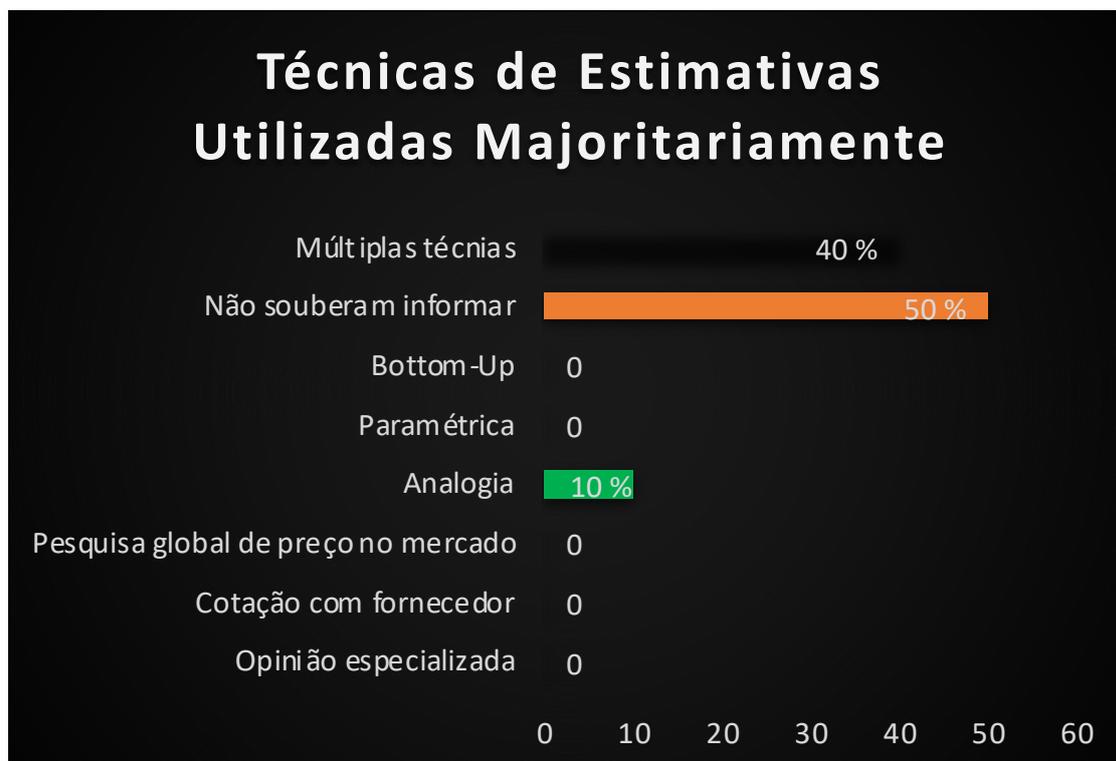
Uma vez que em 2019 todos os Programas Estratégicos do Exército realizaram o cálculo do CCV e o fato de 40% dos respondentes não lembrarem ou não saberem que alguém da equipe já realizou o cálculo do CCV, deve-se à rotatividade da equipe e ao fato de não ter sido feito nenhum novo cálculo do CCV desde então.

Ressaltamos aqui a perda principalmente do conhecimento prático, uma vez que nas respostas anteriores, talvez pela relevância do assunto, o conhecimento teórico tem se conservado.

#### 4.9.3.2 Quais foram as técnicas utilizadas MAJORITARIAMENTE para a realização do cálculo do CCV?

O gráfico da figura 28 apresenta um empate entre os que não sabem responder, talvez por que nunca realizaram ou fizeram uso das informações geradas pelo cálculo do CCV e aqueles que já tiveram algum contato com o conhecimento prático, talvez porque

participaram do cálculo em 2019 ou fizeram algum uso do conhecimento gerado durante sua permanência no Programa, 50% dos respondentes.



**Figura 28 - Técnicas Utilizadas Majoritariamente no Cálculo do CCV**

Outro fato importante que cabe destacar, no tocante ao conhecimento dos respondentes que escolheram alguma técnica, foi a escolha dos tipos. É muito comum, quando num nível inicial de conhecimento, a escolha de uma única técnica para realização de estimativas, geralmente técnicas mais simples como a analogia ou paramétrica.

Entretanto, quando se passa a ter um pouco mais de experiência, num nível médio para avançado, começa-se a fazer uso de múltiplas técnicas para a realização dos cálculos. Ou seja, é comum o **uso de forma conjunta de mais de uma técnica**. Bottom-Up com Paramétrica, Analogia com Pesquisa de Preço e assim sucessivamente em diversas combinações, variando conforme o nível de informação, característica do produto ou sistema, recursos e tempo disponível. A concentração de 40% das escolhas para técnicas múltiplas e só 10% para a técnica por analogia, que é uma das técnicas mais simples de aplicar, é sem dúvida um bom sinal, mesmo que essa análise se aplique somente à metade do universo pesquisado.

### 4.9.3.3 Como tem sido usada a informação do CCV no seu programa?

A análise do gráfico da figura 28 reforça a divisão identificada na análise do gráfico da figura 29. Onde metade dos respondentes tiveram algum contato com a prática ou utilização do conhecimento gerado do CCV e outra metade que simplesmente não sabe responder, muito provavelmente por ser um integrante novato no programa e por isso não ter participado da capacitação e cálculo conduzido do CCV em 2019.

Esta foi uma pergunta aberta e o militar respondia de forma espontânea. Posteriormente as respostas foram compiladas e agrupadas por afinidade conforme demonstrado na figura 29.

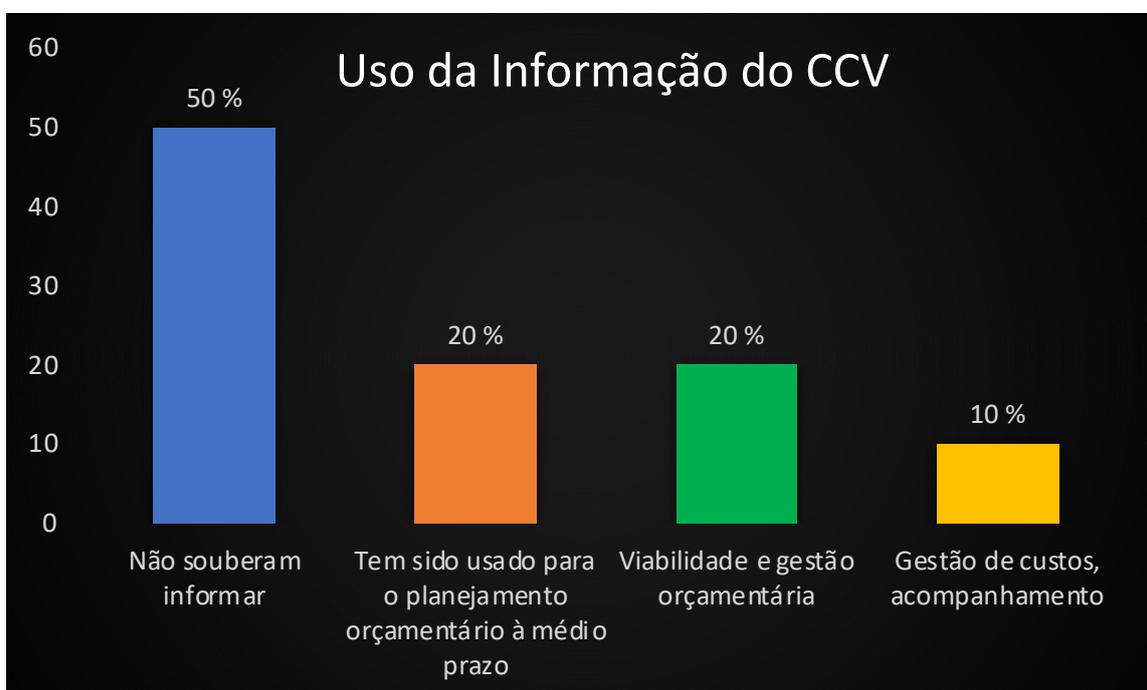


Figura 29 - Uso do CCV

No tocante à análise das respostas dos que tiveram conhecimento prático, destacasse o equilíbrio das respostas em três grandes blocos da esquerda para a direita: o uso no planejamento orçamentário, o uso na análise da viabilidade financeira e o uso para o monitoramento e controle.

#### 4.9.3.4 O uso das informações obtidas com cálculo do custo do ciclo de vida, trouxe alguma melhora para o programa? Se sim, qual?

A figura 30 reforça a divisão identificada nas análises anteriores dos gráficos do bloco entre os que fizeram uso do CCV e por isso possuem algum conhecimento prático e aqueles que provavelmente não tiveram, por isso não souberam responder.

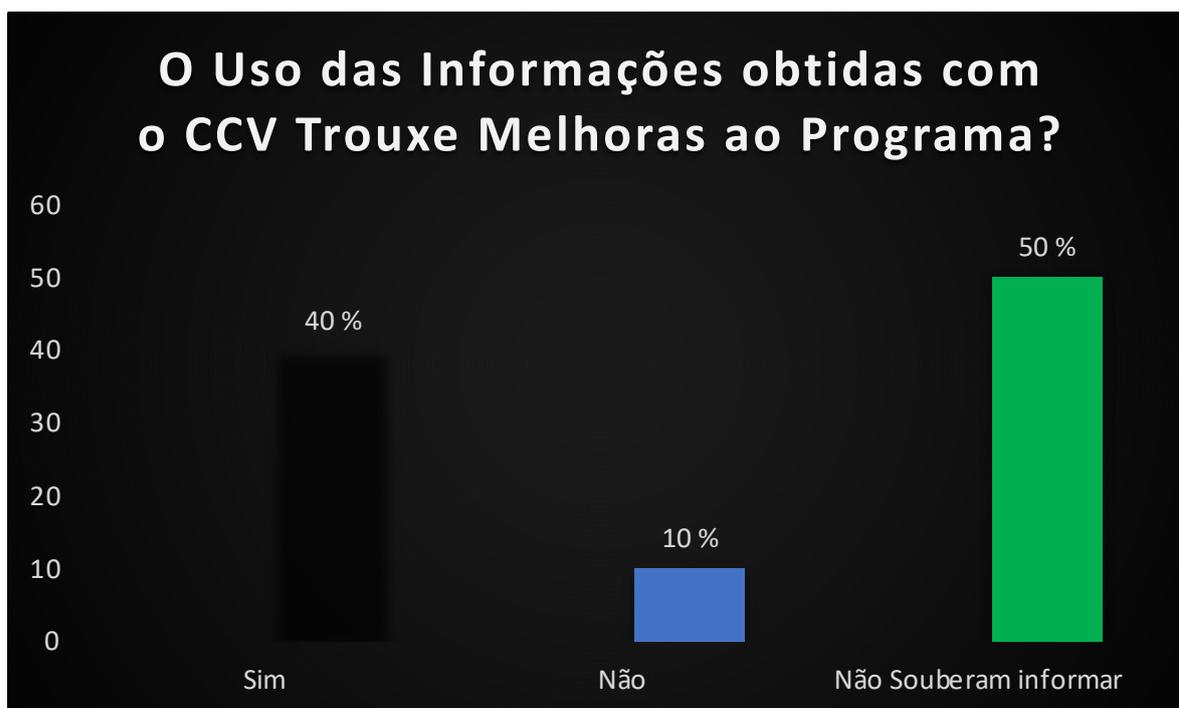


Figura 30 - Uso das Informações de CCV

Tirando essa divisão entre os que sabem e os que não sabem, metade para cada lado, dentro do público que já fez uso e por isso teve conhecimento prático, a conclusão de que o uso das informações obtidas com o CCV trouxe melhoras ao Programa é muito positiva. Totalizando 40% dos 50% respondentes. Esses dados parecem sugerir que aumentando a capacitação e a constância de atividades práticas de cálculo do CCV para toda a equipe, o número de melhorias aos programas tende a aumentar.

#### 4.9.3.5 Em qual fase abaixo você já usou o CCV

Esta pergunta é muito significativa, pois a sua resposta complementa as análises feitas da resposta à pergunta teórica do Bloco 02, a respeito de “Em qual fase você acha

mais importante o uso do CCV?”, figura 26, e à pergunta prática deste mesmo Bloco, sobre “Como tem sido usada a informação do CCV no seu programa”, figura. 29.

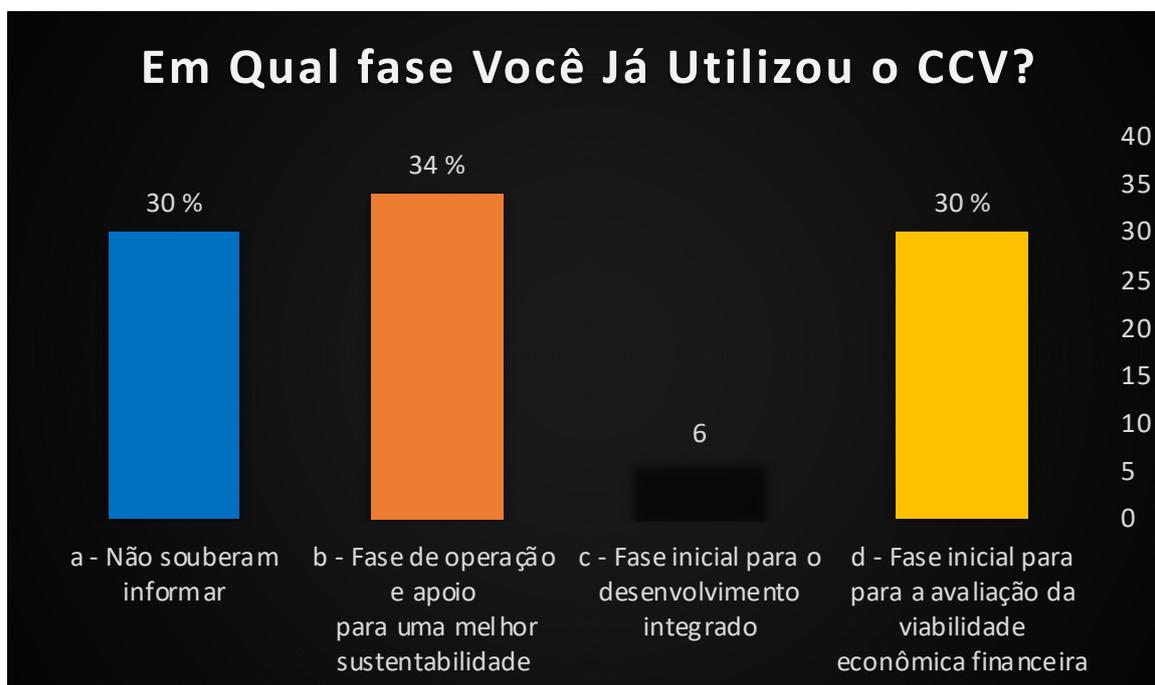


Figura 31 - Fase de Utilização do CCV

Apesar das perguntas do *Bloco 03* parecerem ser iguais, existe uma grande diferença entre elas. A primeira foi apresentada de forma aberta, sem apresentação de conceitos, onde o respondente tinha que dizer conforme a sua lembrança, sem muitos dados para análise e formulação de sua resposta. Esta última por sua vez, foi feita de forma induzida, apresentando aos respondentes, mesmo que indiretamente, os três grupos temáticos relacionados com a forma de aplicação do CCV no setor de defesa (“*Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”, “*Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*” e “*Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto*”), o que facilitou a resposta e por isso diminui a quantidade dos que não souberam responder.

A analisando as três respostas de forma conjunta, podemos identificar que quando no contexto meramente teórico, Figura 26, a importância do uso do CCV se deu de forma muito equilibrada entre as três fases, seja na análise da viabilidade financeira (28% dos respondentes), seja no desenvolvimento integrado (28% dos respondentes), seja na operação sustentável (28% dos respondentes). Entretanto quando passarmos para a parte prática, na primeira questão aberta, o desenvolvimento integrado simplesmente não apareceu como resposta, figura 29, e na resposta à questão induzida, figura 31, aparece

com apenas 6% dos respondentes. Indicando que a nível prático, o uso do CCV no desenvolvimento integrado ainda é pouco utilizado.

#### **4.9.3.6 Quais os principais óbices encontrados para a realização do Cálculo do Custo do Ciclo de Vida?**

Esta foi uma questão aberta onde os respondentes informaram, de acordo com a suas respectivas experiências, os óbices encontrados para a realização do CCV.

Entre as respostas dadas, as mais apontadas estão relacionadas às mudanças constantes do orçamento público; à necessidade de a metodologia ser mais prática e de fácil uso; a falta de dados médios de planejamento ou históricos para realização dos cálculos e, por fim, a dificuldade de realizarem cálculos de programas complexo e com durações muito longas.

Levando em consideração que questões como mudanças do orçamento público e durações longas dos ciclos de vida de produtos/sistema de Defesa são variáveis afetas a área e não podem ser contornadas, podemos afirmar que as demais estão ligadas à falta de prática e experiência no cálculo do CCV. Uma vez que: a norma está alinhada com as boas práticas internacionais e que a falta de dados históricos, assim como métricas, são problemas típicos de uma maturidade baixa no processo de cálculo do CCV.

#### 4.9.3.7 Você ou a sua equipe se sentem capacitados e seguros para realizar o CCV do seu programa?

A análise do gráfico da figura 32, corrobora muito com as constatações levantadas anteriormente, ou seja, o alto índice de militares que não se sentem preparados para a realização do cálculo do CCV, que chega a 90% dos respondentes.

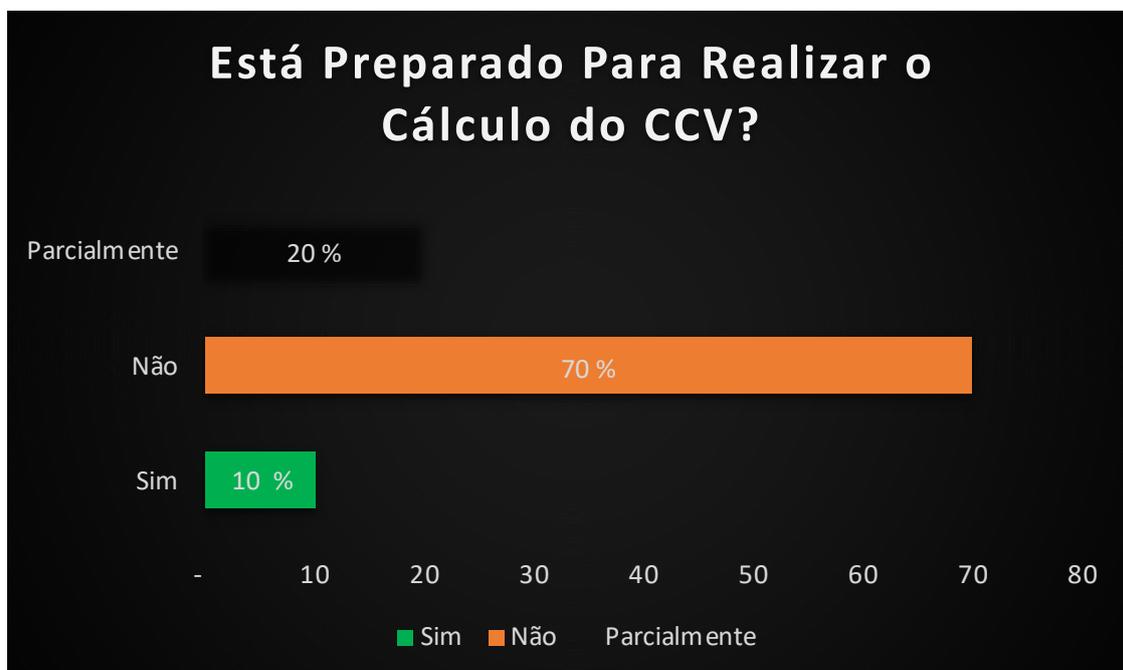


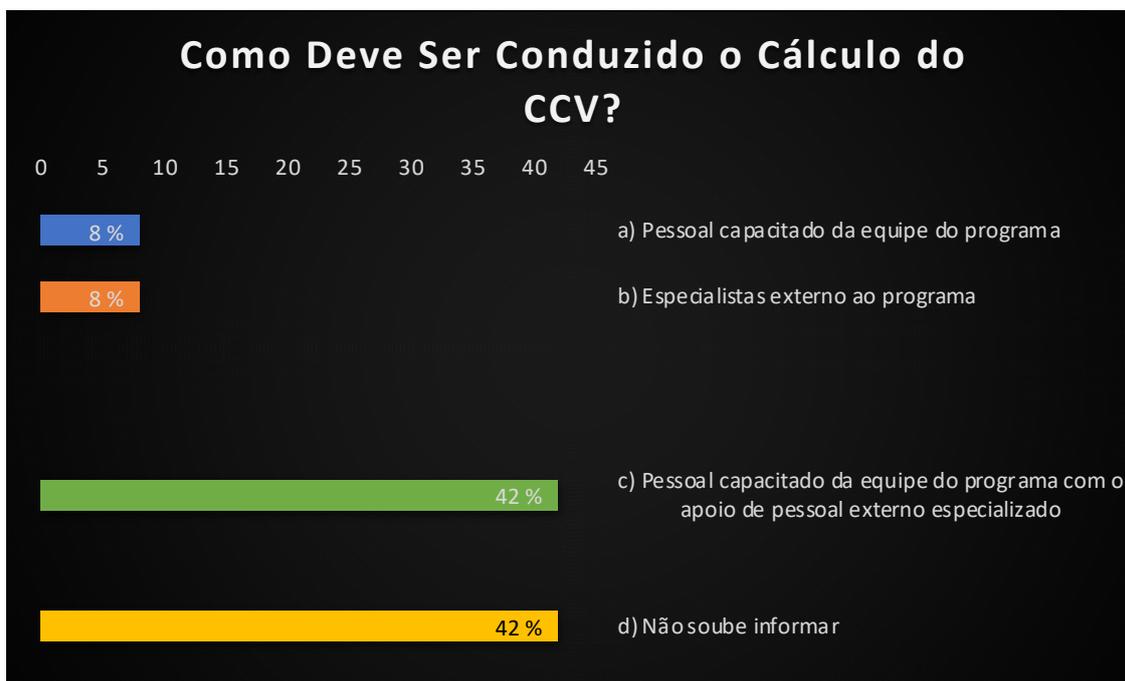
Figura 32 - Segurança para Realização do cálculo do CCV

Deduz-se que podem ser consequência da rotatividade das equipes dos programas, o que geraria perda de pessoal experiente; a complexidade do tema e a falta de novos treinamentos e ações conduzidas de cálculo do CCV. Esses elementos caracterizam a baixa maturidade da organização com o tema e pequena experiência prática destas equipes.

#### 4.9.3.8 Como você acha que o cálculo do custo do ciclo de vida deve ser conduzido

A figura 33 mostra o reconhecimento da complexidade do tema para as equipes. Uma vez que somente 8% dos respondentes apontaram que o cálculo do CCV deve ser conduzido exclusivamente pela equipe dos programas, outros 8% apontaram que deve ser conduzido por especialistas externos (terceirizando assim a função). 42% responderam

que deve ser por membros do programa, mas com apoio externo, e 42% nem souberam opinar sobre a questão.



**Figura 33 - Condução do Cálculo do CCV**

Levando-se em consideração que 42% não opinaram, talvez por não terem conhecimento aprofundado sobre o tema, os outros 42% que apontaram o trabalho conjunto da equipe do programa com especialistas externos, representa a grande parte dos respondentes e revela, assim, o reconhecimento da complexidade do tema e a necessidade de melhorar a estrutura investindo em capacitação para otimizar a realização do cálculo do CCV.

#### **4.9.3.9 Quais as suas sugestões de melhorias para a aplicação do CCV nos Programas Estratégicos do Exército e no Exército.**

Por fim, para fechar o questionário, foi aberto aos respondentes a possibilidade de sugerir livremente oportunidades de melhorias. Entre as questões apresentadas, destacamos abaixo, em ordem de prioridade, uma síntese das sugestões:

Ordem de Ocorrência	Síntese das Sugestões
1	Capacitar mais as equipes;

2	Simplificar a Norma;
3	Incluir o estudo do CCV nos Estudos de Viabilidade e melhorá-lo ao longo da execução;
4	Melhorar a consciência das autoridades para a importância do CCV;
5	Diminuir a rotatividade das equipes dos programas para aumentar o tempo de permanência e consequente conhecimento sobre o tema;
6	Incluir na Norma, dados históricos e métricas de uso para utilização em estimativas paramétricas e análogas; e
7	Criação de uma estrutura adequada de pessoal e material para realização dos trabalhos.

**Tabela 1 - Síntese das Sugestões**

De certo modo, essas sugestões ratificam constatações já identificadas na análise das respostas às perguntas do questionário e mostra de forma muito clara as oportunidades de melhorias.

A necessidade de capacitação, sugestão 1, ficou evidente em vários momentos, conforme podemos identificar durante o trabalho. O fato de não ter sido realizado mais nenhum treinamento prático desde 2019 e a grande troca de membros das equipes, devido à rotatividade natural da carreira militar, tem levado a uma grande perda de conhecimento das equipes. Acrescenta-se a esse ponto, a complexidade natural para aplicação do conhecimento.

Em relação às sugestões 2 e 3, podemos dizer que até certo ponto, podem ser fruto do desconhecimento sobre o assunto dos respondentes. Uma vez que analisando o arcabouço teórico do Exército, a norma de custo já é uma grande simplificação das boas práticas internacionais e todas as Normas do Exército relativas a projetos, programa e

portfólio, já trazem em seus estudos de viabilidade a necessidade da realização do cálculo do CCV.

Melhorar a consciência das autoridades, sugestão 4, é sem dúvida muito importante para a implementação de qualquer mudança ou política organizacional. Problemas como a falta de capacitação, sugestão 1, e a grande rotatividade dos integrantes das equipes, sugestão 5, estão diretamente ligadas a essa sugestão e poderiam ser solucionadas com o maior apoio das autoridades.

A sugestão 6, podemos dizer que é, muito em parte, reflexo da baixa da maturidade organizacional já apontada neste estudo, principalmente no aspecto de aplicação prática. Tal situação só poderá ser solucionada quando o acúmulo de experiência prática, propiciar casos práticos de cálculo de CCV para serem usados como dados históricos e métricas em novas estimativas dentro Força.

Por fim, a sugestão 7 ratifica a dificuldade apontada no tocante à complexidade de aplicação do conhecimento e a repetida necessidade de capacitação, sugestão 1. Tais problemas poderiam ser minimizados com a alocação de pessoal em estrutura vocacionada e especializada para realização dos cálculos. Em países desenvolvidos como Estados Unidos, França e Espanha, a adoção de tal estrutura e práticas, já são adotadas. O que tem permitido a especialização dos seus integrantes e ganhos de qualidade nos resultados das estimativas.

## 5. CONCLUSÕES FINAIS

Na primeira etapa da pesquisa, no capítulo 3, por meio de uma pesquisa bibliométrica mista, foi demonstrado o panorama atual do Custo do Ciclo de Vida aplicado ao setor de defesa mundial, e de forma sucinta, a posição do Brasil dentro desta perspectiva. Nesta etapa, o Brasil revelou-se com grande distanciamento dos dois principais *players* internacionais (o Reino Unido e principalmente os Estados Unidos), mas não tão distante dos demais países. Entretanto, apresenta ainda grande incipiência no assunto, uma vez que figurou no nono lugar entre os dez países que apresentaram publicações na base *Scopus* e sem publicações na *WoS*, não teve nenhuma instituição entre as dez que mais publicaram sobre o tema (“*Publicações por Instituições*”), não teve autor na lista dos “*Autores com Mais Publicações*”, e na fase da Análise Qualitativa, onde foram analisados os artigos mais técnicos e com casos práticos, não teve artigo representado.

Foram respondidos, nessa etapa, três questões problema, que são: a identificação do estágio atual das pesquisas relacionadas ao tema (pesquisa quantitativa), as tendências para o uso do CCV num panorama global (pesquisa quantitativa); e as abordagens e aplicações do CCV no setor de Defesa (pesquisa qualitativa).

Visando aprofundar os estudos, no tocante ao Brasil, na segunda etapa deste trabalho, capítulo 4, foi realizado um estudo de caso com seis Programas Estratégicos do Exército, a fim de investigar como as características identificadas nesse panorama macro para o Custo do Ciclo de Vida aplicado ao setor de Defesa, são refletidos, ou não, num caso nacional de aplicação prática conhecido. Questão problema número 4.

Respondendo a essa questão, pode-se afirmar que os Programas Estratégicos mostram um espelho do que foi apresentado no contexto mundial, na escala proporcional à posição que se encontrou o Brasil na pesquisa bibliométrica e com grandes oportunidades de melhorias, principalmente na aplicação prática do conhecimento.

Desta forma, com relação à aplicação, utilizando-se da classificação baseada nas fases do ciclo de vida, pode-se afirmar que o CCV é mais empregado “**Antes do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**”. Os gráficos das *figuras 26 (Fase Mais Importante para Uso do CCV)*, *30 (Uso do CCV)* e *31 (Fase de Utilização do CCV)*, demonstram tal análise. Principalmente as figuras 29 e 31 por fazerem parte do Bloco 03,

etapa onde se trata da Utilização do Ciclo de Vida, considerando a experiência prática, e não somente o conhecimento teórico.

A Aplicação do CCV nesta fase inicial de projetos/programas para apoio às escolhas de melhor opção investimento, tem permitido aos Programas Estratégicos do Exército a seleção de alternativas mais sustentáveis e economicamente viáveis, uma vez que permite ao decisor avaliar o custo total de propriedade, a sustentabilidade ao longo do tempo, assim como o desfazimento correto do produto ou sistema a ser obtido pelo projeto ou programa (por compra ou desenvolvimento). Apesar dos cálculos ainda serem superficiais e com a utilização prioritária de técnicas de estimativas de alto nível, como por analogia ou paramétrica.

Como já era de se esperar, devido à complexidade de aplicação e coerente com o grau de conhecimento do Brasil no contexto mundial, a utilização do CCV pelos Programas Estratégicos do Exército **Durante o Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**, com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento integrado de produtos/sistemas, ainda é um grande desafio. Apesar do reconhecimento a nível teórico identificado na *figura 26*, quando analisado no sentido prático, *figuras 29 e 31*, a utilização do CCV para garantir já na fase inicial a inclusão dos fatores que propiciam competitividade, confiabilidade, operação a baixo custo e sustentabilidade futura aos produtos/sistemas, foi quase inexistente. Não desprezando é claro o já consagrado uso das estimativas para o gerenciamento de custos do projeto/programa, quando as informações do orçamento são utilizadas para o gerenciamento da execução, monitoramento e controle do projeto.

Por fim, com relação à aplicação, o uso do CCV “**Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto**”, os resultados são incongruentes ou um tanto quanto controversos. De forma muito semelhante à análise do grupo anterior, existe um reconhecimento teórico, *figura 26*, entretanto, quando da utilização prática do conhecimento, há no mínimo resultados opostos. Enquanto nas respostas apresentadas na *figura 29*, sobre o uso do CCV, a única resposta que se aproximou da categoria “Depois do Desenvolvimento ou Aquisição do Produto”, ficou com apenas 10%. As respostas da *figura 31*, colocou o uso durante a Fase de Operação e Apoio com o maior resultado entre as opções de utilização.

O que pode justificar esses resultados é que o CCV ainda está sendo usado de forma parcial nesta fase, ficando mais focado no monitoramento e controle dos custos. E apesar das demais informações geradas pelo CCV estarem suscitando muitos questionamentos como a necessidade de desfazimento dos produtos/sistemas antigos e o crescente aumento do custeio dos Programas em detrimento do poder de investimento, nenhuma medida prática significativa tem sido tomada.

No tocante às **tendências**, apesar do momento de baixa maturidade do CCV no EB, pode-se concluir que há propensão de que o conhecimento sobre o tema continue a crescer, mesmo que de forma lenta. Esta observação se faz primeiramente pela influência do panorama mundial, onde o CCV é ascendente e, segundo, devido ao reconhecimento demonstrado pelos membros das equipes da importância do assunto, figura 25 (Importância do Conhecimento sobre CCV), figura 29 (Uso das Informações de CCV) e por fim, como os próprios respondentes evidenciaram (ao sugerir melhorias nas normas vigentes), hoje todo o arcabouço de normas e metodologias do EB voltados ao desenvolvimento de produto/sistema incorporam de alguma forma o CCV.

Fazem parte deste arcabouço: as *Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Projetos no Exército Brasileiro* – NEGAPEB (BRASIL, 2013), *Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro* - NEGAPORT-EB (BRASIL, 2017), as *Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar* - EB10-IG-01.018 (BRASIL, 2016) e as *Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Custos do Portfólio, dos Programas e dos Projetos Estratégicos do Exército Brasileiro* - EB20-N-08.002 (Brasil, 2019a).

A análise do estudo de caso, além de responder à questão nº 4, de “*Como esse cenário internacional é refletido num caso brasileiro, nos Programas Estratégicos do Exército*”, também permitiu aumentar a compreensão sobre os possíveis fatores que causam dificuldade à aplicação do CCV nos Programas Estratégicos.

Analisando os resultados advindos do Caso, ficou evidente:

- a complexidade do conhecimento sobre CCV e principalmente, da aplicação do método para cálculo. Encontrando-se evidência de tal afirmativa no alto nível hierárquico dos respondentes, *figura 20* (Nível Hierárquico), no fato de não se sentirem preparados para aplicação do método, *figura 32* (Segurança para Realização do cálculo do CCV), e

na indicação de como deve ser conduzido o CCV, *figura 33* (Condução do Cálculo do CCV). Onde 42% dos 58% que souberam informar, apontaram a necessidade de uma equipe externa especializada para apoiar o Programa na elaboração do CCV em seus cálculos;

- a necessidade do contínuo investimento em capacitação, *figuras 22* (Recebimento de Capacitação Formal), *23* (Pessoas Capacitadas na Equipe) e *32* (Segurança para Realização do cálculo do CCV); e

- da necessidade da criação de estrutura específica e vocacionada para apoiar o cálculo do CCV, *figuras 32 e 33*.

Desta forma, entende-se que o investimento em capacitação, a criação de uma estrutura especializada para apoio às equipes e a diminuição da rotatividade dos integrantes das equipes, são formas que irão minimizar as dificuldades advindas da complexidade da realização do CCV, trazendo maior confiança, conhecimento e experiência prática às equipes.

Cabe ressaltar que a síntese das sugestões apresentadas pelos respondentes de forma aberta na *tabela 01* (Síntese das Sugestões), de fato representam o resumo das oportunidades de melhorias para os Programas Estratégicos do Exército, para o Portfólio Estratégico do Exército e para todo o Exército Brasileiro, no tocante ao uso do CCV como ferramenta de auxílio à gestão e ao desenvolvimento de produtos/sistemas.

Por fim, como recomendações de ordem prática e da minha experiência: no Exército Brasileiro quando da elaboração da norma de custo, da capacitação e condução do CCV dos Prg EE; no Ministério da Defesa (MD), como integrante da Comissão de Coordenação da Gestão de Ciclo de Vida (CVPRODE) e membro do grupo de trabalho para elaboração de sua norma de custo; e principalmente na OTAN, como membro do Work Group 3 para a elaboração da metodologia de CCV para os países aliados; é importantíssimo a criação de lei que normatize para toda a administração pública a adoção do CCV para análise e avaliação das compras públicas, a fim de melhorar os resultados no tocante ao custo de aquisição e à sustentabilidade item adquirido ao longo do ciclo de vida.

Além disso, a inclusão de dispositivos legais que obriguem às empresas fornecedoras a abrirem as suas respectivas planilhas de custos durante o processo de

licitação, irá permitir melhor quantificação dos custos envolvidos e pagamento do preço justo pela administração pública, assim como já é feito em muitos países desenvolvidos.

Como limitações, esse trabalho destaca o baixo número de publicações sobre o tema quando da pesquisa bibliométrica e a pequena amostra de Programas para análise no estudo de caso. No tocante a estudos futuros, os resultados advindos do estudo de caso dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro, sugere-se a realização de estudos semelhantes em outros países para avaliar se as oportunidades de melhorias apontadas se repetem. O que poderia indicar a causa da incipiência do tema em nível mundial, mesmo quando se reconhece a sua importância e efetividade.

## REFERÊNCIAS

- Alves, J. M., Junior, O. N. de O., Nelson, F., Amancio, D. R., & Negrelos, E. P. (2022). *Bases de Dados / Metodologia*. Portal Da Escrita Científica, USP São Carlos. <http://www.escritacientifica.sc.usp.br/metodologia/bases-metodologia/>
- Baptista, M. N., & Campos, D. C. de. (2016). *Metodologias Pesquisa em Ciências - Análise Quantitativa e Qualitativa* (2ª). LTC — Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- Barbalho, S. C. M., & Rozenfeld, H. (2013). Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos mecatrônicos (MRM): validação e resultados de uso. *Gestão & Produção*, 20(1), 162–179. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013000100012>
- Bayrak, A. E., Egilmez, M. M., Kuang, H., Li, X., Park, J. M., Umpfenbach, E., Anderson, E., Gorsich, D., Hu, J., Papalambros, P. Y., & Epureanu, B. I. (2020). A System-of-Systems Approach to the Strategic Feasibility of Modular Vehicle Fleets. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 50(7), 2716–2728. <https://doi.org/10.1109/TSMC.2018.2827387>
- Berti, A. (2002). *Custos: uma estratégia de gestão*. Ícone.
- Bey, N. (2017). Life cycle management. In G. Sonnemann & M. Margni (Eds.), *Life Cycle Assessment: Theory and Practice*. Springer Open. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_22)
- Bienert, I. R. C., de Oliveira, R. C., de Andrade, P. B., & Caramori, C. A. (2015). Índices Bibliométricos, Bases De Dados E Fatores De Impacto Em Cardiologia. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 30(2), 254–259. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20150019>
- Binder, M. L., Calvo, A. B., & Gibson, G. J. (2000). Web-LCCA: decision support system for military display acquisition. In D. G. Hopper (Ed.), *Cockpit Displays VII: Displays for Defense Applications* (Vol. 4022, Issue August 2000, pp. 29–37). <https://doi.org/10.1117/12.397767>
- Boehm, B., & Behnamghader, P. (2019). Anticipatory development processes for reducing total ownership costs and schedules. *Systems Engineering*, 22(5), 401–410. <https://doi.org/10.1002/sys.21490>
- Bomfim, E. de A., & Passarelli, J. (2006). *Custos e formação de preços*. (4th ed.). Thomson,.
- Bornia, A. C. (2010). *Análise Gerencial de Custos: Aplicação em empresas modernas*. Bookman,.
- Brasil. (2017). *Constituição Federativa do Brasil 1988*. <http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/legislacaoConstituicao/anexo/CF.pdf>
- Brasil, G.-M. da D. do. (2022). *PORTARIA GCV/CASLODE/CHELOG/EMCFA-MD N° 463*,.
- Brasil, P. da R. do. (2012). *de Defesa Nacional*.
- Brasil, E. B. (2018). *Ordem de Serviço n° 010-EPEX-AGP, de 20 Dez 18.pdf* (p. 8). Escritório de Projetos do Exército, Estado-Maior do Exército.
- Brasil, E. B. (2019a). *Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento de Custos do Portfólio, dos Programas e dos Projetos Estratégicos do Exército Brasileiro (EB20-N-08.002) (1ª)*. Exército Brasileiro. <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/publicacoes>
- Brasil, E. B. (2019b). Portfólio Estratégico do Exército, Transforma o Exército, Desenvolve o País. *Escritório de Projetos Do Exército*, 1–54.
- Brasil, E. S.-G. do E. (2013). *Normas para Elaboração, Gerenciamento e*

- Acompanhamento de Projetos no Exército Brasileiro (NEGAPEB)* (p. 154). [http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/documentos\\_download/nega-peb.pdf](http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/documentos_download/nega-peb.pdf)
- Brasil, E. S.-G. do E. (2017). EB10-N-01.004 - Normas para Elaboração, Gerenciamento e Acompanhamento do Portfólio e dos Programas Estratégicos do Exército Brasileiro - NEGAPORT-EB. In *Separata Ao Be N° 48/2016* (p. 114). [http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/NEGAPORT\\_sepbe6-17\\_port\\_054-cmt\\_ex-eb10.pdf](http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/NEGAPORT_sepbe6-17_port_054-cmt_ex-eb10.pdf)
- Brasil, M. da D. (2012). *Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END)* (2ª Edição). Ministério da Defesa.
- Brasileiro, E., Exército, S. D. O., & Generalidades, T. I. (2016). *Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB10-IG-01.018)* (p. 47). Exército Brasileiro.
- Brown, J., & Campbell, I. (2019). Expedient component-level fmea modeling for design optimization. *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium, 2019-Janua*, 18–21. <https://doi.org/10.1109/RAMS.2019.8769237>
- Bruni, A. L., & Famá, R. (2008). *Gestão de custos e formação de preço: com aplicações na calculadora HP 12C e Excel*. Atlas,.
- Buchanan, R. K., Richards, J. E., Rinaudo, C. H., & Goerger, S. R. (2019). Integrating set-based design into cost analysis. *Environment Systems and Decisions*, 39(2), 111–117. <https://doi.org/10.1007/s10669-019-09729-z>
- Chewning, I. M., & Moretto, S. J. (2000). Advances in Aircraft Carrier Life Cycle Cost Analys for Acquisition and Ownership Decision-Making. *Naval Engineers Journal*.
- Da Silva, Carlos; Musetti, M. (2003). Logísticas militar e empresarial: uma abordagem reflexiva. *Revista de Administração Da Universidade de São Paulo*.
- Da Silva Bastos Sales, L., Barbalho, S., & Augusto, R. (2021). A bibliometric-qualitative study about the use of system dynamics in the areas of project and program management. *Gestao e Producao*, 28(4), 1–20. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2021v28e5770>
- Dalton, K., & Hall, J. B. (2010). Implementing new RAM initiatives in army test and evaluation. *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*. <https://doi.org/10.1109/RAMS.2010.5448051>
- Danwitz, S. (2017). Managing inter-firm projects: A systematic review and directions for future research. *International Journal of Project Management*.
- Diego, S., Tolentino, G. S., Tian, J., & Stracener, J. T. (2018). Methodology for selecting the preferred Networked Computer System Solution for dynamic continuous defense missions. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(6), 25–33. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090604>
- Duarte, A. H., Barbalho, S. C. M., Sales, L., & Dos Santos, R. A. (2021). The life cycle cost calculation as an enabler of product sustainability. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 725–732.
- Duarte, A. H., & Santos, A. dos S. (2019). A Gestão do Custo do Ciclo de Vida no Desenvolvimento de Produtos de Defesa nas Forças Armadas Brasileiras. *12º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento Do Produto 12º Congresso Brasileiro de Inovação e Gestão de Desenvolvimento Do Produto*, 1–16.
- Dutra, R. G. (2003). *Custos: uma abordagem prática*. Atlas,.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research Published by : Academy of Management Stable. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- Ellram, L. M. (1994). A taxonomy of total cost of ownership models. *Journal of Business*

- Logistics; ABI/INFORM Global*, 15(1), 191.
- EPEX, E. de P. do E. (2022a). *Histórico do Escritório de Projetos do Exército*. Histórico EPEX. <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/historico>
- EPEX, E. de P. do E. (2022b). *O Portfólio Estratégico do Exército*. O Portfólio. <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/texto-explicativo>
- EPEX, E. de P. do E. (2022c). *PROGRAMA ESTRATÉGICO DO EXÉRCITO SISTEMA EDUCAÇÃO, CULTURA E DESPORTO (PENEC)*. <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/sistema-de-educacao-e-cultura>
- Fipe, F. I. de P. E. (2015). *Cadeia de Valor e Importância Socioeconômica da Indústria de Defesa e Segurança no Brasil: Vol. II*.
- Galera, A. N., & Maturana, R. I. O. (2011). Innovating in defence policy through spending efficiency: The Life Cycle Costing model. *Journal of Policy Modeling*, 33(3), 407–425. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2011.03.004>
- GAO, U. S. G. A. O. (2020). Cost Estimating and Assessment Guide: Best Practices for Developing and Managing Program Costs. In *U. S. Government Accountability Office (GAO)* (Issue March). <https://doi.org/10.4324/9781315262673-22>
- Geng, F., Saleh, J. H., Tien, A., & Herd, R. A. (2015). Beyond cost tools: Spacecraft net present value and the hosted payload paradigm. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 51(4), 3348–3363. <https://doi.org/10.1109/TAES.2015.140883>
- Georgiadis, D. R., Mazzuchi, T. A., & Sarkani, S. (2013). Using multi criteria decision making in analysis of alternatives for selection of enabling technology. *Systems Engineering*, 16(3), 287–303. <https://doi.org/10.1002/sys.21233>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª). Atlas.
- Goldenberg, S., Guimarães, C. A., & Castro, A. A. (2011). *Elaboração e apresentação de comunicação científica*. Metodologia.Org. <http://www.metodologia.org>
- Goldsmith, W., Jeberg, S., Alex, J., Johnsen, W., Gurau, B., & Lindquist, E. (2017). Net zero waste: Issues, technologies, trends, and commercially viable solutions. In *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security* (pp. 219–252). [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7600-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7600-4_11)
- Gray, D. E. (2012). *Pesquisa no Mundo Real, Métodos de Pesquisa* (2nd ed.). Artmed Editora S.A.
- Guerreiro, R., & Megliorini, E. (2003). A percepção dos gestores sobre fatores competitivos nas empresas produtoras de bens de capital sob encomendas: um estudo exploratório. In: *3º Seminário USP de Contabilidade*.
- INCOSE, I. C. on S. E. (2015). *Systems Engineering Handbook: a Guide for System Life Cycle Processes and Activities* (4th ed.). Wiley.
- Islam, H., Jollands, M., Setunge, S., Ahmed, I., & Haque, N. (2014). Life cycle assessment and life cycle cost implications of wall assemblages designs. *Energy and Buildings*, 84, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.041>
- ISO/IEC/IEEE:15288, I. S. (2015). *Systems and software engineering - System life cycle processes ISO/IEC/IEEE 15288*. ISO, International Organization for Standardization IEC, International Electrotechnical Commission.
- Jang, J. S., & Park, S. C. (2017). A reliability model for a wafer FAB. *Cogent Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1340817>
- Kabiraj, S. (2018). International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD) Operating System a Case Study. *Ernational International Journal of Trend in Scientific Research Research and Development (IJTSRD)*, 2(2), 2–5.
- Kawauchi, Y., Cooperation, T. E., & Rausand, M. (2014). Life Cycle Cost (LCC) Analysis in Oil and Chemical Process Industries Life Cycle Cost (LCC) analysis in

- oil and chemical process industries. *ResearchGate*, July 1999. [https://www.researchgate.net/publication/228594034\\_Life\\_Cycle\\_Cost\\_LCC\\_Analysis\\_in\\_Oil\\_and\\_Chemical\\_Process\\_Industries](https://www.researchgate.net/publication/228594034_Life_Cycle_Cost_LCC_Analysis_in_Oil_and_Chemical_Process_Industries)
- Kawazoe, C., McDougle, K., Miro, J., & Skinner, T. (2018). A RAMS Life Support Model Through Design Optimization. *Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 2018-Janua. <https://doi.org/10.1109/RAM.2018.8463063>
- Kwak, Y. H., & Smith, B. M. (2009). Managing risks in mega defense acquisition projects: Performance, policy, and opportunities. *International Journal of Project Management*, 27(8), 812–820. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2009.02.002>
- Lakatos, E. M. (2021). *Fundamentos de Metodologia Científica* (9th edição). Editora Atlas Ltda.
- Lappas, I., & Bozoudis, M. (2018). The development of an ordinary least squares parametric model to estimate the cost per flying hour of “unknown” aircraft types and a comparative application. *Aerospace*, 5(4). <https://doi.org/10.3390/aerospace5040104>
- Mazzucato, M. (2014). O Estado empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado. In *Confins* (1ª edição). Portfolio-Penguin. <https://doi.org/10.4000/confins.10951>
- Meier, S. R. (2008). Best Project Management and Systems Engineering Practices in the Preacquisition Phase for Federal Intelligence and Defense Agencies. *Project Management Journal*, 39(1), 59–71. <https://doi.org/10.1002/pmj.20035>
- Melo, R. de. (2015). *Indústria de Defesa e Desenvolvimento Estratégico: estudo comparado França-Brasil*. FUNAG.
- Miguel, P. A. C. (2007). *Estudo de caso na administração: estruturação e recomendações para sua condução*.
- Minayo, M. C. de S. (2004). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. (Vozes (ed.); 23 ed.).
- Ministério da Defesa do BRASIL. (2019). *Manual De Boas Práticas Para a Gestão Do Ciclo De Vida De Sistemas De Defesa - Md40-M-01* (1ª edição, Vol. 1). D.O.U.
- NAKAGAWA, M. (1991). *Gestão Estratégica de Custos*. Atlas,.
- NASA, N. A. and S. A. (2015). *NASA Cost Estimating Handbook: Version 4.0* (4. ed.). National Aeronautics and Space Administration (NASA).
- NATO, N. A. T. O. (2007). *TR-SAS-054: Methods and Models for Life Cycle Costing* (Vol. 1, Issue June). [https://doi.org/AC/323\(SAS-054\)TP/51](https://doi.org/AC/323(SAS-054)TP/51)
- NATO, N. A. T. O. (2009). *SAS-069: Code of Practice for Life Cycle Costing* (Vol. 1, Issue September). The Research and Technology Organisation (RTO) of NATO. [www.rto.nato.int](http://www.rto.nato.int)
- Navarro-Galera, A., Ortúzar-Maturana, R. I., & Muñoz-Leiva, F. (2011). The Application of Life Cycle Costing in Evaluating Military Investments: An Empirical Study at an International Scale. *Defence and Peace Economics*, 22(5), 509–543. <https://doi.org/10.1080/10242694.2010.508573>
- Neves, E. B., & Domingues, C. A. (2007). *Manual de metodologia da pesquisa*. (E. Brasi, C. de E. de P. CEP, & L (eds.)).
- Orace, M., Hosseini, M. R., Papadonikolaki, E., Palliyaguru, R., & Arashpour, M. (2017). Collaboration in BIM-based construction networks: A bibliometric-qualitative literature review. *International Journal of Project Management*, 35(7), 1288–1301. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.07.001>
- Patanakul, P., Kwak, Y. H., Zwikael, O., & Liu, M. (2016). What impacts the performance of large-scale government projects? *International Journal of Project*

- Management*, 34(3), 452–466. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.12.001>
- Paul, D. (1995). The Defense Industrial Base. K. Hartley; T. Sandler (Orgs.), *Handbook of Defense Economics*.
- Pereira, S. M.; Lourenço, L. M. (2012). *O estudo bibliométrico do transtorno de ansiedade social em universitários*. Arquivos Brasileiros de Psicologia.
- Pierzynski, G. M. (2019). ASA and Sustainability. In *CSA News* (Vol. 64, Issue 7). <https://doi.org/10.2134/csa2019.64.0706>
- PMI, P. M. I. (2011). Practice standard for project estimating. In *Practice*. Project Management Institute, Inc.
- Radack, S. M. (2009). System Development Life Cycle. *ITL Bulletin, National Institute of Standards and Technology*. [https://tsapps.nist.gov/publication/get\\_pdf.cfm?pub\\_id=902622](https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=902622)
- Randall, W.S., Nowicki, D. R., & Hawkins, T. G. (2011). Explaining the effectiveness of performance-based logistics: A quantitative examination. *International Journal of Logistics Management*, 22(3), 324–348. <https://doi.org/10.1108/09574091111181354>
- Randall, Wesley S., Hawkins, T. G., Haynie, J. J., Nowicki, D. R., Armenakis, A. A., & Geary, S. R. (2015). Performance-based logistics and interfirm team processes: An empirical investigation. *Journal of Business Logistics*, 36(2), 212–230. <https://doi.org/10.1111/jbl.12084>
- Reis, A. C. B., Barbalho, S. C. M., & Zanette, A. C. D. (2017). A bibliometric and classification study of Project-based Learning in Engineering Education. *Production*, 27(spe), 1–16. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.225816>
- Rendon, R., & Snider, K. (2019). *Management of Defense Acquisition Projects, Second Edition*. <https://doi.org/10.2514/4.105098>
- Roberts, B., Mazzuchi, T., & Sarkani, S. (2016). Engineered Resilience for Complex Systems as a Predictor for Cost Overruns. *Systems Engineering*, 19(2), 111–132. <https://doi.org/10.1002/sys.21339>
- Robinson, J. W., & Chen, T. (2009). The Need for Technology Maturity of Any Advanced Capability to Achieve Better Life Cycle Cost ( LCC ). *45 Th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference*.
- ROBLES Jr, A. (1992). Contribuição ao Estudo da Gestão e Mensuração de Custos da Qualidade, no Contexto da Gestão Estratégica de Custos, Tese de Doutorado. FEAUSP.
- SAKURAI, M., & Neves., T. A. F. das. (1997). *Gerenciamento integrado de custos*. Atlas,.
- SANTOS, J. J. dos. (2005). *Análise de custos: remodelado com ênfase para sistema de custeio marginal, relatórios e estudos de casos*. (4th ed.). Atlas,.
- Siedlak, D. J. L., Pinon, O. J., Schlais, P. R., Schmidt, T. M., & Mavris, D. N. (2018). A digital thread approach to support manufacturing-influenced conceptual aircraft design. *Research in Engineering Design*, 29(2), 285–308. <https://doi.org/10.1007/s00163-017-0269-0>
- Smit, M. C. (2012). A North Atlantic treaty organisation framework for life cycle costing. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 25(4–5), 444–456. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2011.562541>
- Smoots, G. C. (2018). Textual analysis of defects in engineering documentation via systematic decision execution. *Systems Engineering*, 21(4), 358–371. <https://doi.org/10.1002/sys.21442>
- Turrioni, J. B., & Mello, C. H. P. (2012). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção. *Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI*, 191.

- [http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila\\_Metodologia\\_Completa\\_2012.pdf](http://www.carlosmello.unifei.edu.br/Disciplinas/Mestrado/PCM-10/Apostila-Mestrado/Apostila_Metodologia_Completa_2012.pdf)
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vieira, D., & Bravo, A. (2016). Life-cycle costing of an aircraft wing project with innovative materials using an eco-demonstrator. *International Journal of Product Development*, 21(5–6), 394–413. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2016.083624>
- Vila, N. A., Fraiz-Brea, J. A., Cardoso, L. A., & Pereira, A. M. (2020). Scopus Analysis of the Academic Research Performed by Public Universities in Galicia and North of Portugal. *Information Resources Management Journal*, 33(1), 16–38. <https://doi.org/10.4018/IRMJ.2020010102>
- White, G. E. and O. (1976). *Life cycle costing*”, *Management Accounting*.
- Wilson, R. M. S. (1983). *Cost Control Handbook* (2nd ed.). A Gower Handbook.
- Woodward, D. (1997). Life cycle costing – theory, information acquisition and application. *International Journal of Project Management*, 15, 335.

## **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA SOBRE CUSTO DO CICLO DE VIDA**

Prezado Oficial/praça do Exército Brasileiro:

Mediante autorização do Chefe do Escritório de Projetos do Exército (EPEX), gostaria de contar com a sua colaboração para responder um questionário sobre o Custo do Ciclo de Vida. Trata-se de uma pesquisa de Mestrado em Sistemas Mecatrônicos da Universidade de Brasília (UNB).

### **PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA:**

Sua participação neste estudo é voluntária. Não há riscos previsíveis associados, pessoais ou institucionais. Estamos atendendo rigorosamente ao cumprimento da ética militar, das normas e mecanismos de preservação das informações e documentos. Suas respostas serão estritamente confidenciais e os dados desta pesquisa serão relatados apenas de forma agregada. Suas informações serão codificadas e permanecerão confidenciais. Portanto, sinta-se à vontade para expressar suas percepções, pois o sigilo será mantido por conta do protocolo de pesquisa. No entanto, se você se sentir desconfortável em responder a qualquer pergunta, poderá desistir da pesquisa a qualquer momento.

### **OBJETIVOS DA PESQUISA:**

Esta pesquisa busca entender o processo de cálculo do custo do ciclo de vida dos programas estratégicos do EB. Conhecer suas respostas é muito importante para o estudo, assim como para o desenvolvimento da cultura do Cálculo do Custo de Ciclo de Vida em todo o Exército Brasileiro, pois os resultados coletados apontarão pontos fortes e oportunidades de melhoria na condução, aplicação e disseminação do conhecimento, possibilitando aumentar a maturidade sobre o tema. O questionário está dividido em três blocos e você levará aproximadamente 20 minutos para completar o questionário. Não há respostas certas ou erradas: queremos o seu entendimento sobre o que está sendo perguntado.

## **BLOCO 01 – IDENTIFICAÇÃO SUMÁRIA**

### **1) Qual o seu posto / graduação**

- Oficial General
- Oficial Superior
- Oficial Intermediário
- Oficial Subalterno
- Subtenente ou Sargento
- Cb ou Sd

### **2) A qual o Programa Estratégico do Exército você pertence:**

- Astros 2020
- Aviação do Exército
- Defesa Antiaérea
- Defesa Cibernética
- Forças Blindadas
- Lucerna
- OCOP
- Proteger
- SISFRON
- PENEK

**3) A melhor descrição para o seu papel/ atribuição no Programa Estratégico do Exército a qual pertence é:**

- ( ) Gerente do Programa
- ( ) Supervisor do Programa
- ( ) Equipe do Programa
- ( ) Gerente Setorial
- ( ) Gerente do Projeto

**4) Você possui pessoas capacitadas em sua equipe para realizar o cálculo do Custo do Ciclo de Vida?**

---

---

---

**5) Você ou a sua equipe já recebeu alguma capacitação sobre como realizar o CCV?**

---

---

---

**BLOCO 02 – ABORDAGEM INICIAL SOBRE O CUSTO DO CICLO DE VIDA (CCV).**

**6) Você sabe o que é Custo do Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (CCV SMEM)?**

Sim       Não

Caso positivo ou negativo, escreva aqui o seu entendimento

---

---

---

**7) Você acha importante o conhecimento do Custo de todo o Ciclo de Vida do seu programa?**

Sim       Não

Caso positivo ou negativo, escreva aqui o seu entendimento

---

---

---

**8) Em qual fase abaixo você acha mais IMPORTANTE o uso do CCV**

- a) Na fase inicial para ajudar no processo de escolha da melhor proposta de desenvolvimento ou aquisição, contribuindo com informações de custo para a avaliação da viabilidade econômico-financeira;
- b) Fase inicial de desenvolvimento integrado, para garantir a inclusão dos fatores (materiais, ergonomia, design e etc...) que irão propiciar a competitividade, confiabilidade na utilização, operação a baixo custo e maior segurança no desfazimento dos futuros produtos/sistemas militares;
- c) Fase de operação e apoio, onde por meio de mensurações mais completas dos custos envolvidos, permite uma melhor sustentabilidade dos produtos/sistemas durante todo o ciclo de vida.

Opções:

- somente a
- somente b
- somente c
- a e c
- a e b
- b e c
- todas

### **BLOCO 03 – UTILIZAÇÃO DO CICLO DE VIDA.**

**9) Você ou a sua equipe já realizou o cálculo o custo do Ciclo de Vida do seu Programa?**

( ) Sim      ( ) Não

Caso positivo ou negativo, escreva aqui o seu entendimento

---

---

---

As perguntas deste bloco só devem ser respondidas caso você ou a equipe do seu programa já tenha calculado o Custo do Ciclo de Vida.

**10) Quais foram as técnicas utilizadas MAJORITARIAMENTE para a realização do cálculo do custo do? Enumere de acordo com a utilização 1 para a mais usada, 2 para a segunda mais usada e assim sucessivamente. Deixe em branco a que você não utilizou.**

- ( ) Opinião especializada
- ( ) Cotação com fornecedor
- ( ) Pesquisa global de preço no mercado
- ( ) Analogia
- ( ) Paramétrica
- ( ) Bottom-Up

**11) Como tem sido usada a informação do CCV no seu programa?**

---

---

---

**12) O uso das informações obtidas com cálculo do custo do ciclo de vida, trouxe alguma melhora para o programa?**

Sim       Não

**13) Em qual fase abaixo você JÁ USOU o CCV:**

- a) Na fase inicial para ajudar no processo de escolha da melhor proposta de desenvolvimento ou aquisição, contribuindo com informações de custo para a avaliação da viabilidade econômico-financeira;
- b) Fase inicial de desenvolvimento integrado, para garantir a inclusão dos fatores (materiais, ergonomia, design e etc...) que irão propiciar a competitividade, confiabilidade na utilização, operação a baixo custo e maior segurança no desfazimento dos futuros produtos/sistemas militares;
- c) Fase de operação e apoio, onde por meio de mensurações mais completas dos custos envolvidos, permite uma melhor sustentabilidade dos produtos/sistemas durante todo o ciclo de vida.

Opções:

somente a

somente b

somente c

a e c

a e b

b e c

todas

**14) Quais os principais óbices encontrados para a realização do Cálculo do Custo do Ciclo de Vida?**

---

---

---

**15) Você ou a sua equipe se sentem capacitados e seguros para realizar o CCV do seu programa?**

---

---

---

**16) Como você acha que o cálculo do custo do ciclo de vida deve ser conduzido**

por pessoal capacitado da equipe do programa

por especialistas externo ao programa, locado em seção especializada para esse tipo de apoio aos programas estratégicos do Exército

por pessoal capacitado da equipe do programa com o apoio de pessoal externo ao programa especializado, locado em seção específica para esse tipo de apoio aos programas estratégicos do Exército

**17) Quais as suas sugestões de melhorias para a aplicação do CCV nos Programas Estratégicos do Exército e no Exército.**

---

---

---