



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

ROGÉRIO FONSECA

**APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *LEAN SIX SIGMA* E MULTICRITÉRIO DE
APOIO A DECISÃO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE
CONTRATOS DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Recife

2022

ROGÉRIO FONSECA

**APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *LEAN SIX SIGMA* E MULTICRITÉRIO DE
APOIO A DECISÃO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE
CONTRATOS DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Suzana de França Dantas Daher.

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

- F676a Fonseca, Rogério Fonseca.
Aplicação das metodologias *Lean Six Sigma* e multicritério de apoio a decisão para melhoria do processo de gestão de contratos do exército brasileiro / Rogério Fonseca. – 2022.
66 f. : il., figs., quads., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Suzana de França Dantas Daher.
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção. Recife, 2022.
Inclui referências.
1. Engenharia de produção. 2. Lean Six Sigma. 3. Gestão de contratos. 4. PROMETHEE II. 5. Exército brasileiro. I. Daher, Suzana de França Dantas (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2022-312

ROGÉRIO FONSECA

**APLICAÇÃO DAS METODOLOGIAS *LEAN SIX SIGMA* E MULTICRITÉRIO DE
APOIO A DECISÃO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE
CONTRATOS DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Gerência da Produção.

Aprovado em: 31/03/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Suzana de França Dantas Daher (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Denise Dumke de Medeiros Doutora (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Thiago Poletto (Examinador Externo)
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

Aos meus filhos e esposa, pela paciência e compreensão durante as minhas ausências;

Aos meus parentes, em especial meus pais, pela inspiração;

Ao Exército Brasileiro, pela oportunidade de estudar e contribuir com sua melhoria;

Aos meus colegas de curso, pela camaradagem e apoio mútuo;

Ao meu amigo Antônio Leonardo Barbosa Camilo, pelo incentivo e ajuda no início dessa caminhada, mostrando que uma amizade verdadeira resiste ao tempo e a qualquer tipo de diferença.

Ao corpo docente do PPGEP, o qual personalizo minha gratidão sem tamanho a minha orientadora Suzana Daher;

E por fim, a toda energia positiva que me circunda, me iluminando os caminhos conforme a vontade de Jesus Cristo.

RESUMO

Este estudo tem por finalidade analisar o processo de gestão de contratos de um quartel do Exército Brasileiro localizado no município de Recife/PE. A análise do processo será sob a ótica da metodologia Lean Six Sigma (LSS), linha esta que procura com a combinação do *Lean Manufacturing* e da *Six Sigma* modelar o processo em análise, buscando melhorar a efetividade do processo. O emprego do *Lean Six Sigma* em um processo de uma instituição militar brasileira é algo inovador até então. No intuito de apoiar a melhoria no processo, os resultados obtidos trouxeram à luz os gargalos existentes e permitiram a elaboração de ações de melhorias que quando implantadas devem propiciar o desejado aumento na efetividade das compras e contratações da unidade militar em estudo. Este estudo foi além de apenas apontar as ações de melhorias. Como política de boas práticas estratégicas, as ações de melhorias devem ser implementadas de maneira sequencial para que possam ser medidas de forma adequada. Assim, esse trabalho propôs um modelo de apoio a decisão multicritério baseado no método PROMETHEE II para ordenar as ações de melhorias propostas, considerando a visão e as preferências do decisor, no caso o militar responsável pelo setor. O método foi escolhido mediante o tipo de problema e as características de racionalidade do decisor. O trabalho contribui diretamente para o atendimento a um dos objetivos estratégicos organizacionais apresentados no Plano de Gestão (2019-2022) do CMNE, a saber: “Aumentar a efetividade na gestão do bem público, com o uso de ferramentas que permitam, também, mitigar os seus riscos inerentes” (OE 05). Ao identificar os pontos de falhas do processo de gestão de contratos e propor melhorias, o presente trabalho cumpre seu papel ao contribuir para o uso mais eficiente do recurso público, seja na contratação propriamente dita, seja nas horas de atividades desempenhadas pelos militares. Por conseguinte, é esperado que haja um impacto financeiro direto ao realizar compras por um processo mais eficiente, bem como um impacto social para a sociedade brasileira, pois o Exército Brasileiro terá condições de atender melhor a sua missão.

Palavras-chave: *Lean Six Sigma*; gestão de contratos; PROMETHEE II; exército brasileiro.

ABSTRACT

This study aims to analyze the contract management process in a Brazilian Army barracks located in the city of Recife/PE. The process analysis will be based on Lean Six Sigma (LSS) methodology, which combines two methodologies called Lean Manufacturing and Six Sigma to model the process, seeking to improve the effectiveness of this process. The use of Lean Six Sigma in a process of a Brazilian military institution is somewhat innovative so far. To support the process improvements, the obtained results brought to light the existing bottlenecks and allowed the author to elaborate a set of improvement actions that, when implemented, should provide the desired increase in the effectiveness of purchases and contracts sector for the military unit under study. This study went beyond of just pointing out a set of actions for improvement. As a good policy strategic practice, improvement actions must be implemented sequentially so that they can be properly measured. Thus, this work proposed a multicriteria decision support model based on the PROMETHEE II method to order the proposed set of actions, considering the decision maker's vision and preferences, in this case the military responsible for the sector. The method was chosen based on the type of problem and the rationality of the decision maker. This work directly contributes to achieve one of the organizational strategic objectives presented in the CMNE's Management Plan (2019-2022), namely: "Increase effectiveness in the management of the public asset, with the use of tools that also allow the mitigation of its inherent risks" (OE 05). By identifying the points of failure in the contract management process and proposing improvements, the present work fulfills its role by contributing to a more efficient use of public resources, whether in contracting itself, or in the hours of activities performed by the military. Therefore, it is expected that a direct financial impact when making purchases through a more efficient process happens, as well as a social impact for Brazilian society since the Brazilian Army will be able to better serve its mission.

Keywords: *Lean Six Sigma*; contract management; PROMETHEE II; brazilian army.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quantidade de artigo sobre LSS em Serviços 2012-2021.....	15
Figura 2 – Quantidade de artigos sobre PROMETHEE e Serviços 2012-2021	15
Figura 3 – Representação gráfica das funções de preferência do PROMETHEE.....	29
Figura 4 – Fluxo do processo na gestão de contratos do CMNE	36
Figura 5 – Solicitação de abertura de processo de contratação	41
Figura 6 – Análise de Edital	42
Figura 7 – Análise na CJU.....	42
Figura 8 – Análise de Impugnações	43
Figura 9 – Realização do pregão	44
Figura 10 – Análise de recursos impetrados durante o pregão.....	44
Figura 11 – Envio e arquivamento da ata de pregão	45
Figura 12 – Gráfico de Pareto	46
Figura 13 – Fluxos obtidos como saída do Visual PROMETHEE	57
Figura 14 – Nova ordenação com alteração de 10% no peso do critério mais importante	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sete desperdícios na indústria.....	20
Quadro 2 – Possíveis ferramentas Lean para combater os sete desperdícios na indústria22	
Quadro 3 – Critérios gerais para o PROMETHEE.....	29
Quadro 4 – Aplicação 5 porquês	48
Quadro 5 – Relação de causas e efeitos. Diagnóstico.	48
Quadro 6 – Relação das ações propostas e seu tratamento.....	49
Quadro 7 – Lista de alternativas a serem analisadas	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Duração das etapas do processo	37
Tabela 2 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase solicitação	41
Tabela 3 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase análise	42
Tabela 4 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase CJU	43
Tabela 5 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase impugnação	44
Tabela 6 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase Pregão	45
Tabela 7 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase arquivamento	45
Tabela 8 – Tempo de execução das atividades nas amostras	46
Tabela 9 – Atividades com maior tempo de execução processo contratação.....	47
Tabela 10 – Critério tempo de implantação.....	54
Tabela 11 – Custos para implantação	55
Tabela 12 – Nível de complexidade	55
Tabela 13 – Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional.	55
Tabela 14 – Peso adotado para cada critério	56
Tabela 15 – Matriz de consequências do problema em estudo	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	13
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	16
1.3	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	LEAN MANUFACTURING.....	19
2.2	SIX SIGMA.....	23
2.3	LEAN SIX SIGMA.....	25
2.4	PROMETHEE II.....	26
2.5	TRABALHOS RELACIONADOS.....	30
2.6	RESUMO DO CAPÍTULO.....	33
3	MODELO DE GESTÃO ATUAL.....	34
3.1	GESTÃO DE CONTRATOS CMNE.....	34
3.2	RESUMO DO CAPÍTULO.....	38
4	APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA.....	39
4.1	MODELO PROPOSTO PELA METODOLOGIA SIX SIGMA.....	39
4.2	ETAPA 1 – DEFINIR.....	40
4.3	ETAPA 2 – MEDIR.....	40
4.4	ETAPA 3 – ANALISAR.....	46
4.5	ETAPA 4 – MELHORAR.....	48
4.6	CONTRIBUIÇÃO DA APLICAÇÃO NA ORGANIZAÇÃO MILITAR.....	49
4.7	RESUMO DO CAPÍTULO.....	51
5	MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO PARA	52
	ORDENAÇÃO DE AÇÕES DE MELHORIA.....	
5.1	JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO MÉTODO.....	52
5.2	CONJUNTO DE ALTERNATIVAS.....	52
5.3	CONJUNTO DE CRITÉRIOS.....	53
5.4	MATRIZ DE CONSEQUÊNCIA.....	56
5.5	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO E APLICAÇÃO DO MODELO.....	57
5.6	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	58
5.7	CONTRIBUIÇÃO DA APLICAÇÃO NA ORGANIZAÇÃO MILITAR.....	58
5.8	RESUMO DO CAPÍTULO.....	59

6	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

As organizações para sobreviverem ao mercado devem entender melhor as necessidades de seus clientes, sejam internos ou externos. Esse conhecimento serve como base para que elas possam organizar seus processos de maneira a serem mais produtivas e competitivas. Ações no intuito de aumentar esse entendimento tendem a garantir um melhor equilíbrio das necessidades desses clientes e eficiência operacional da organização, podendo, assim, gerar maior lucratividade. O emprego de metodologias mais adequadas para melhor definição do fluxo dos processos possibilita que as empresas prestem (ou fabriquem) seus serviços (ou produtos) da melhor maneira e resultados possíveis. Não há a metodologia única capaz de resolver todas as demandas de uma organização, mas através de combinação de algumas delas pode ser possível tomar melhores decisões, seja para redesenhar os processos operacionais da empresa, seja para redesenhar os processos de negócio da empresa, seja para apoiar problemas de decisão complexos que precisam considerar, por exemplo, a escassez de recursos da organização.

Neste trabalho, tem-se a oportunidade de abordar o problema do fluxo de gestão de contratos de uma Organização Militar (OM) do Exército Brasileiro (EB) que precisava de uma revisão na maneira como os processos eram realizados. Ao aplicar a metodologia *Lean Six Sigma* (LSS) para análise e adequação da modelagem do processo em estudo, identificou-se os principais problemas existentes no fluxo de processos que gerou algumas proposições de ações de melhorias. Como não seria adequado a implementação simultânea das ações propostas, fez-se uso de um modelo multicritério de apoio a decisão para auxiliar a organização na priorização das ações.

A OM que serviu de estudo foi o Comando Militar do Nordeste (CMNE) que está localizado em Recife, Pernambuco. O CMNE passou por uma descentralização de parte de suas atividades administrativas que foram realocadas para outra OM, criada exclusivamente para centralizar os serviços administrativos antes realizados localmente por todas as OM da guarnição Recife.

A criação das OM centralizadoras foi uma política nacional do Exército Brasileiro que teve na possibilidade de liberação de seus militares para as atividades finalísticas do Exército Brasileiro como principal motivação e justificativa. Essa centralização gerou para o Exército Brasileiro a expectativa de que a especialização dos processos e de mão de obra deveria proporcionar ganhos operacionais para OM como o Comando Militar do Nordeste. Entretanto,

observou-se que não houve uma revisão na maneira como os processos deveriam passar a ser realizados. Essa revisão seria de fundamental importância, pois a simples concentração das atividades antes realizadas em vários locais em um único, não garante tecnicamente que ganhos operacionais ocorreriam.

Esta pesquisa agrega valor à política de racionalização administrativa do Exército Brasileiro ao abordar a necessidade de melhorar a modelagem dos processos de gestão de contratos em uma de suas OM. O trabalho contribui diretamente para o atendimento a um dos objetivos estratégicos organizacionais apresentados no Plano de Gestão (2019-2022) do CMNE (CMNE, 2021), a saber: “Aumentar a efetividade na gestão do bem público, com o uso de ferramentas que permitam, também, mitigar os seus riscos inerentes” (OE 05). Esse estudo também está alinhado com o objetivo estratégico do Exército 10 – Aumentar a efetividade da gestão do bem público, atendo as premissas de entrega de produtos e resultados à sociedade, valendo-se de sistemas de gestão estruturados, de processos implantados e com uma organização básica administrativa e de pessoal racionalizada. Ao identificar os pontos de falhas do processo de gestão de contratos e propor melhorias, o presente trabalho cumpre seu papel ao contribuir para o uso mais eficiente do recurso público, seja na contratação propriamente dita, seja nas horas de atividades desempenhadas pelos militares. Por conseguinte, é esperado que haja um impacto financeiro direto ao realizar compras por um processo mais eficiente, bem como um impacto social para a sociedade brasileira, pois o Exército Brasileiro terá condições de atender melhor a sua missão. Por exemplo, ao reduzir gasto no processo de contratação de fornecedores que podem ir desde uma má interpretação da solicitação inicial de compra até a não identificação de não-conformidades no processo de aquisição (leia-se necessidade de retrabalho), observa-se a busca por um melhor uso do recurso público. Ademais, a possibilidade de consolidar processos administrativos mais eficientes permitirá a manutenção de mais militares em atividades finalísticas do Exército.

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A realização desta pesquisa justifica-se pela possibilidade de analisar um macroprocesso de gestão de contratos que é realizado por uma OM do EB. Esse macroprocesso foi escolhido, pelo fato dele ter sido tratado dentro do projeto de racionalização administrativa do EB, onde percebeu-se que os processos ora racionalizados foram transferidos para as Bases Administrativas (OM Centralizadoras) sendo feitos da mesma maneira que no CMNE. Para tanto, fez uso da metodologia *Lean Six Sigma* (LSS)

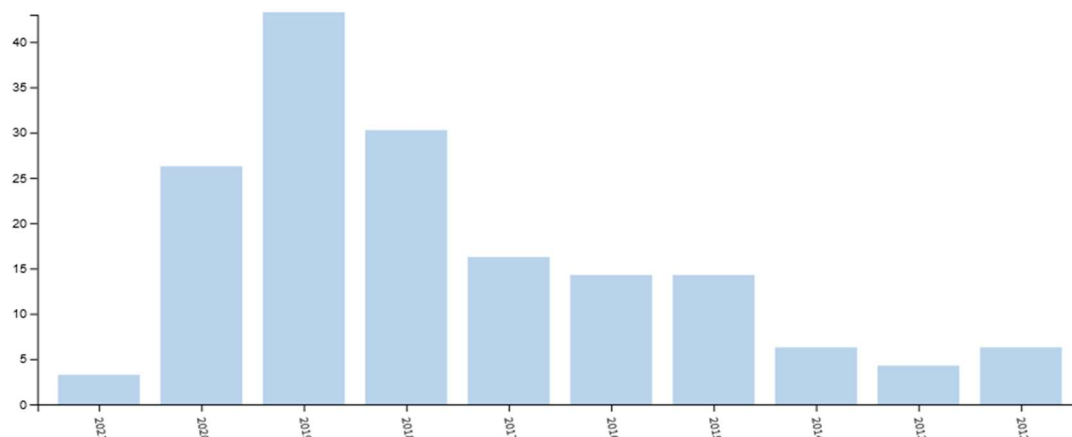
para entendimento do processo, identificação de falhas e proposição de melhorias. Face a necessidade de priorização das ações de melhorias propostas, inclui-se nesse estudo a aplicação de um modelo multicritério de apoio a decisão para apoiar o gestor na definição de como um plano de ação pode ser implementado.

Há estudos empregando o LSS nos mais diversos setores da sociedade, por exemplo na indústria de produção de tampas de resfriamento (JORDAN et al, 2019), na lavanderia hospitalar (CUNHA et al, 2011), no setor de transporte (FERNANDES, MARINS, 2012), no setor bancário (SUNDER, 2016) e em organizações militares (DOWNES, NGUYEN, 2013) o que demonstra a aplicabilidade dessa metodologia no contexto do problema em estudo para o Exército Brasileiro. Por sua vez, métodos multicritério de apoio a decisão também tem sido aplicados nos mais diversos setores econômicos, tais como logística (NONG, HA, 2021), habitacional (CAVALCANTE et al, 2017), água (SILVA et al, 2010), energia (SHATNAWI et al, 2021; BUDAK et al 2019), indústria de alimentos (FREJ et al, 2017), telecomunicações, companhia aéreas e seguros (TSIRONIS, PSYCHOGIOS, 2016) e agricultura (CARRILLO et al, 2018).

Vale destacar, que Costa *et al.* (2021) apresentaram um estudo bibliométrico sobre uso de métodos multicritérios de apoio a decisão aplicados a problemas militares. O estudo afirma que o método mais utilizado nos artigos encontrados foi o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), mas há trabalhos utilizando outros métodos como o *Technique for Order Preferences by Similarity To Ideal Solution* (TOPSIS), *Organisation, rangement et synthèse de données relationnelles* (ORESTE), *ELimination Et Choix Traduisant la REalité* (ELECTRE), *ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* (VIKOR), *Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) II, dentre outros. Não se identificou estudos aplicando a LSS e o método PROMETHEE II no contexto do problema de gestão de contratos em organizações militares, o que justifica este estudo e a sua contribuição para a literatura acadêmica.

Ao realizar uma busca no repositório Web of Science, no tema de aplicações do LSS em serviço foi encontrado um total de 299 trabalhos com essa combinação de temas (“*Lean Six Sigma*” and “*Service*”). A Figura 1 ilustra a evolução dessas publicações entre os anos de 2012 a março de 2021, donde observa-se um crescente número de publicações até o ano de 2019.

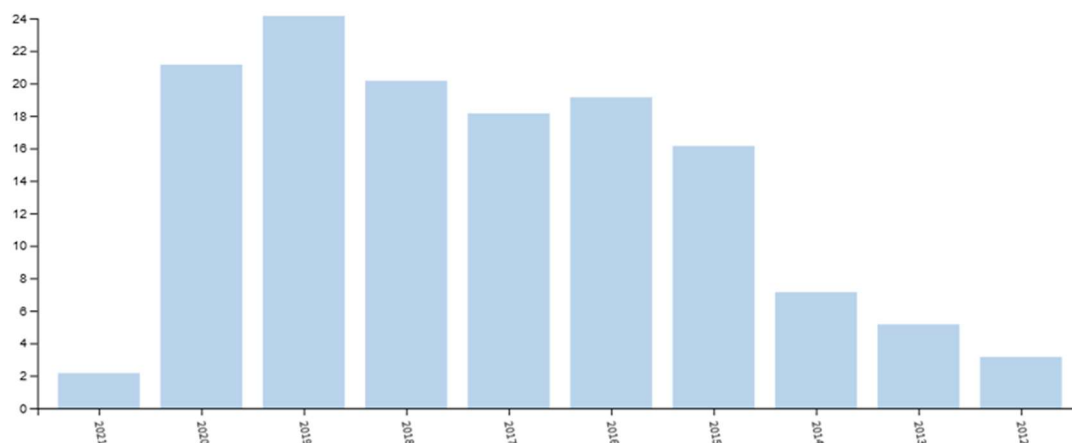
Figura 1 – Quantidade de artigos sobre LSS em Serviços 2012-2021



Fonte: Web of Science

Uma outra busca envolvendo os termos “PROMETHEE” e “*service*” foi feita no Web of Science. Nesta busca foram encontrados 164 artigos explorando essa temática. A Figura 2 exibe a evolução no quantitativo dessas publicações entre os anos de 2012 e março de 2021, onde observa-se um crescimento até 2019.

Figura 2 – Quantidade de artigos sobre PROMETHEE e Serviços 2012-2021



Fonte: Web of Science

Por fim, para justificar a relevância deste estudo, foi feita uma busca considerando as expressões “PROMETHEE and procurement” e “*Lean Six Sigma* and procurement” onde em ambas as pesquisas retornaram com 10 (dez) documentos, cada. Isso demonstra que há poucos estudos na área de aquisições publicados. Ao combinar as palavras “*Lean Six Sigma* and procurement and PROMETHEE”, já não encontramos trabalhos, assim como a combinação “*Lean Six Sigma* and Promethee and Army”. Não foram encontrados trabalhos usando essa

combinação de metodologias em estudos para o Exército Brasileiro.

1.2 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é aplicar metodologias *Lean Six Sigma* e multicritério e apoio a decisão para identificação de melhorias e priorização das ações no processo de gestão de contratos de uma Organização Militar do Exército Brasileiro.

Com objetivos específicos, têm-se:

Levantamento e diagnóstico do processo atual e de seus sub processos;

Definição do escopo no qual a metodologia LSS será proposta;

Modelagem do(s) processo(s) envolvidos na gestão de contratos utilizando a metodologia LSS;

Proposição de melhorias ao processo de gestão de contratos;

Ordenação das melhorias para implementação conforme modelo multicritério adotado;

1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta pesquisa tem natureza exploratória, pois ela terá como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2002). Neste estudo foram realizadas pesquisas documentais nos registros consolidados nos processos de aquisição, bem como entrevista aos executantes das atividades, com análise de atividades realizadas em campo.

Uma vez identificados os problemas, foi utilizado a Pesquisa explicativa, pois este tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando as causas através dos resultados encontrados (GIL, 2002), o que é muito pertinente, para se ajudar a fundamentar os estudos seguintes para se elencar alternativas de melhorias para as atividades.

Sequencialmente, a análise de dados foi conduzida de maneira mista, pois essa abordagem permite a coleta, análise e combinação de técnicas quantitativas e qualitativas em

um mesmo desenho de pesquisa (CRESWELL; PLANO CLARK, 2017). O pressuposto central que justifica a abordagem multimetodológica é o de que a interação entre eles fornece melhores possibilidades analíticas. Isso permitiu uma análise mais abrangente de todo o macroprocesso em análise, pois diferentes fontes de informação foram utilizadas, desde relatórios, dados de usuários e registros encontrados.

Quanto aos procedimentos técnicos, foram utilizados os listados abaixo para realização dessa pesquisa:

Pesquisa Bibliográfica – Ela proporciona uma maior cobertura dos fenômenos com abrangência muito maior, do que uma pesquisa direta possa proporcionar. Ela também ajudará a identificar o conhecimento existente sobre o assunto, melhorando tanto a formulação do problema como a geração de hipóteses. (GIL, 2002).

Pesquisa Documental – Complementar a pesquisa Bibliográfica, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Tabelas, relatórios, memorandos, ofícios, etc. (GIL, 2002)

Pesquisa Operacional – Foi utilizada metodologia para auxiliar o processo de tomada de decisão com utilização de modelos que possam representar o sistema real (FÁVERO; BELFIORE, 2013).

Por fim um processo específico do Setor de Contratações do Exército Brasileiro foi considerado para aplicação dos conceitos, dos métodos e proposição de melhorias. Poder-se-ia considerar como um Estudo de Caso, pois trata-se de um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social (GIL, 2002). Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe – do Processo de Gestão de Contratos, executado no Comando Militar do Nordeste, objeto deste estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis tópicos, os quais são resumidos da seguinte maneira: Uma introdução que ressalta a justificativa, relevância e os objetivos do trabalho, bem como a metodologia utilizada na pesquisa. Capítulo 2 apresenta a

fundamentação teórica, perfazendo um levantamento sobre as metodologias LSS e decisão multicritério; Capítulo 3 apresenta o modelo atual de gestão dos macroprocessos escolhidos, incluindo os problemas atuais levantados na pesquisa; Capítulo 4 detalha-se o modelo proposto de trabalho pela metodologia LSS e no Capítulo 5, o modelo proposto para ordenação das alternativas utilizando o método PROMETHEE II. Por fim, no sexto capítulo, as conclusões são apresentadas e onde também serão expostos os principais resultados da pesquisa, limitações do estudo e propostas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo aborda-se a fundamentação teórica necessária para a elaboração deste trabalho. Neste capítulo comenta-se sobre desperdício nas organizações, *Lean Manufacturing* e metodologia *Six Sigma*, e métodos multicritérios de apoio a decisão. Uma pequena discussão sobre trabalhos relacionados também é apresentada neste capítulo.

O combate ao desperdício deve ocorrer em todas as operações de uma organização. Erros comuns tais como excesso de material estocado ou mesmo produtos, etapas desnecessárias na produção, movimentações de máquinas ou pessoas sem propósitos, consomem recursos e não geram valor para a organização. Desperdícios ocorrem tanto na fabricação de produtos como em serviços e visualizar desperdícios em alguns processos dentro de escritórios pode ser algo complexo e difícil de medir (SERAPHIM; SILVA; AGOSTINHO, 2010).

2.1 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing*, ou produção enxuta surgiu da necessidade das empresas em produzirem mais, empregando menos recursos. A proposta do *Lean* é fazer com que as empresas busquem combater todos os tipos de desperdícios. Tudo que não agrega qualquer valor ao cliente tem que ser eliminado. Em contrapartida, as atividades que geram valor aos clientes são fortalecidas, pois o pensamento enxuto proporcionado pelo *Lean* faz com que mais seja feito com menos: menos recursos, menos mão de obra, menos tempo, menos equipamentos (WOMACK; JONES, 2003). O foco deve ser combater tempos não produtivos, a desorganização, a produção sem controle adequado e sem controle de qualidade.

É comum aceitar-se que o conceito *Lean* surgiu após a Segunda Guerra Mundial com a empresa Toyota. O que se sabe é que a economia japonesa estava arrasada depois da guerra e a Toyota definiu um modelo de operação onde 7 (sete) tipos de desperdícios foram descritos e as estratégias para eliminá-los (vide Quadro 1). Esse conceito de eliminação de desperdícios tornou-se a base do Sistema Toyota de Produção, trazido para o ocidente com o nome de *Lean Manufacturing* (LIKER, MEIER, 2007).

Quadro 1 – Sete desperdícios na indústria

Tipo de desperdício	Descrição
Espera	Relaciona-se ao tempo de espera/inatividade ao aguardar materiais, pessoas, equipamentos ou informações.
Defeito	Todo defeito no produto representa retrabalho, logo, desperdício.
Transporte	Todo e qualquer deslocamento de material que não agregue valor ao produto
Movimentação	Toda e qualquer movimentação que não agregue valor ao produto (por exemplo, buscar uma ferramenta que não está ao alcance ou deslocar-se para buscar uma informação que não está disponível)
Excesso de estoque	Matéria prima a mais que o necessário.
Excesso de produto acabado	Produção acima da demanda
Mal ou super processamento	Operações que só consomem recursos, não agregando valor ao produto nem são percebidos pelo cliente.

Fonte: Adaptado de Silva et al (2018)

Apesar do pensamento *Lean* poder ser aplicado a todo tipo de organização, ele foi inicialmente aplicado na indústria de processos discretos e por esse motivo tem-se a designação de *Lean Manufacturing* ou *Lean production* (OHNO, 1997). O *Lean Manufacturing* pode ser considerado um sistema de gestão baseado em 5 princípios que ao envolver ferramentas de gestão, produção e qualidade, elimina desperdícios e cria valor no produto ou serviço, satisfazendo desta forma o cliente e o consumidor final.

Os cinco princípios do pensamento *Lean* são (WOMACK, JONES, 2003):

PRINCÍPIO 1: Criar valor.

Quem define o valor não é a empresa, mas sim o cliente final a partir das suas necessidade e percepções sobre o produto ou serviço prestado por uma dada empresa. Ao entender as necessidades dos clientes, a empresa gera valor para o seu negócio, podendo cobrar um preço adequado para manter a empresa em operação e aumentar sua lucratividade através de políticas de melhoria contínua.

PRINCÍPIO 2. Definir a cadeia de valor.

Nesta segunda fase, a organização deve identificar a sua cadeia produtiva, procurando separar três tipos de processos: os que geram valor; os que não geram valor, mas que são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade da empresa; e os que não acrescentam valor nenhum, devendo por isto ser eliminados. Ao analisar toda a sua cadeia

produtiva, como um processo global, as empresas podem identificar problemas ocultos desde a criação do produto até a entrega (e pós-vendas) ao consumidor final.

PRINCÍPIO 3. Otimização do fluxo

O fluxo contínuo está diretamente ligado à cadeia de valor. Ele precisa garantir que a produção foque sempre no que agrega valor sem interrupções, buscando entregar as necessidades do cliente com rapidez, agilidade no processamento dos pedidos e com pouco estoque. Trata-se de uma mudança de mentalidade e cultura organizacional, que muitas vezes pode ser percebida quando uma organização se mantém em uma estrutura organizacional inadequada para atender a esse fluxo contínuo.

PRINCÍPIO 4. *Pull System* ou Produção Puxada

A produção puxada busca inverter o fluxo do modelo tradicional de produção onde empresas produzem e empurram os produtos e serviços ao consumidor. Na produção puxada, as necessidades da produção são demandadas pelo consumidor final. Muitas vezes quando as atividades da empresa não permitem estabelecer um fluxo contínuo, uma boa alternativa é optar por um sistema onde os processos são puxados e desencadeados pela procura, ou seja, pelo consumidor final.

PRINCÍPIO 5. Perfeição

O quinto e último passo da filosofia *Lean* é a busca da perfeição. Busca que deve ser constante e presente em todos os fluxos de valor das organizações. As atividades de melhoria contínua procuram por um estado ideal, conduzindo os esforços da gestão das empresas e de seus colaboradores na direção da perfeição em seus processos, no relacionamento das equipes, nos produtos e serviços oferecidos aos clientes. Nesta fase, é comum o emprego de metodologias como o ciclo PDCA ou o Kaizen.

O *Lean* concentra-se em maximizar a velocidade do processo, pois seu pensamento enxuto, faz com que todas as atividades desnecessárias sejam eliminadas do processo. Para isso, o fluxo do processo é determinado, suas entradas, saídas, insumos necessários são mapeados, bem como identificados os pontos de retenção (gargalos) na execução das atividades com a tomada dos tempos em que cada etapa leva para ser realizada. Com as atividades que agregam valor ao serviço determinadas, propostas de modelagem podem ser realizadas com o suporte de ferramentas de qualidade, tais como Gráfico de Pareto e 5W2H.

O pensamento enxuto proposto pela metodologia *Lean* deve ser orientado para a

melhoria contínua dos processos. Com o Fluxo de Valor estabelecido, as atividades devem permanecer em medição e análise constante para que novos pontos de desperdícios e consequentemente oportunidades de melhorias possam ser exploradas na execução das atividades. A perfeição deve ser o objetivo constante de todos os envolvidos no fluxo de valor, com a busca de um aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado de ideal que norteie o esforço de todos, de maneira que todos na cadeia tenham conhecimento profundo de todo o processo (WERKEMA, 2012).

O Quadro 2 combina os sete desperdícios apresentados no Quadro 1 com possíveis ferramentas *Lean* para identificá-los.

Quadro 2 – Possíveis ferramentas Lean para combater os sete desperdícios na indústria

Tipo de desperdício	Possíveis ferramentas
Espera	KanBan, Kaizen, ciclo PDCA, TPM (Manutenção Produtiva Total), Ferramentas da Qualidade
Defeito	Poka-yoke, TPM, Kaizen, ciclo PDCA, DFA (Produto desenvolvido para requerer menos tempo e menos recursos durante o processo), <i>Six Sigma</i>
Transporte	VSM (Mapeamento da cadeia de valor), KanBan, Kaizen, ciclo PDCA, <i>Just in Time</i>
Movimentação	5S, <i>Cell Design</i> , Kaizen, ciclo PDCA
Excesso de estoque	KanBan, VSM, ciclo PDCA
Excesso de produto acabado	KanBan, TPM, VSM, Gestão visual, Heijunka (nivelamento de carga), <i>Takt Time</i> (Ritmo de produção)
Mal ou super processamento	ciclo PDCA, Kaizen, DFA

Fonte: Adaptado de Silva et al (2018)

Em suma, Womack e Jones (2003) empregam a metodologia *Lean* da seguinte maneira:

Levantamento de todas as atividades executadas dentro do escopo definido;

Será definido o fluxo de valor para o processo analisado;

Atividades fora do fluxo, serão eliminadas, caso não sejam fundamentais a execução do serviço;

Processo será remodelado;

Entretanto a metodologia possui uma limitação. Embora os processos possam ser maximizados, com o uso de ferramentas para analisar o fluxo de processos, tempo das atividades e ainda se verificar quais as atividades agregam ou não valor ao processo, ela não visa um controle estatístico do processo, o que pode comprometer a continuidade de melhoria,

ou seja, após as mudanças, o processo continuar fornecendo os mesmos resultados (GEORGE, 2003).

Em um cenário onde as instituições são exigidas por um melhor emprego de recursos escassos, uma metodologia que preconiza o pensamento enxuto e diminuição ao máximo de desperdícios, satisfaz os interesses dos gestores do CMNE, haja vista que dentro do Exército, existe uma exigência de que ocorra uma racionalização das atividades, o que torna adoção de ferramentas como o *Lean*, atrativas ao Exército Brasileiro.

2.2 SIX SIGMA

Six Sigma é uma metodologia bastante difundida e utilizada para a busca da eliminação variabilidades em processos. Ou seja, ela analisa por meio de dados, como os processos são executados e tenta eliminar seus defeitos e ineficiências (CARTER, 2010). Não por acaso, essas características levaram muitos estudos a pensarem numa possível associação do *Lean Manufacturing* com o *Six Sigma*. Segundo Trad e Maximiano (2009) o *Six Sigma* pode ser compreendido como um sistema de gestão da qualidade, onde empresas (sejam elas de produto ou serviço) buscam melhorar sua lucratividade com a implementação de um programa de melhoria da qualidade, com ênfase na redução dos custos, aperfeiçoamento da eficiência e da eficácia nas operações.

Segundo Werkema (2002, apud TRAD E MAXIMILIANO 2009), *Six Sigma* não envolve essencialmente nada de novo: as ferramentas estatísticas utilizadas já eram bem conhecidas e já faziam parte do conjunto de ferramentas da qualidade para eliminação de defeitos. O que justifica o sucesso do *Six Sigma* é a forma com que é implementado. A metodologia *Six Sigma*, em sua essência, consiste na adoção de um conjunto de técnicas comprovadas e na capacitação de líderes dentro da empresa, conhecidos como *Black Belts*, para que cheguem a um alto nível de eficiência na aplicação dessas técnicas.

O *Six Sigma* por meio do seu controle estatístico empregado consegue ajudar a entender como se dá a variabilidade nos processos e como definir ações para reduzi-la, até mesmo eliminá-la (MARANHÃO, 2001). Essa metodologia incorporou muitos conceitos de gerenciamento de processos, controle estatístico de processos (CEP), manufatura enxuta, simulação, benchmarking e planejamento de experimentos, podendo assim ser aplicada em todas as atividades dentro de uma empresa.

Seu principal objetivo é a melhoria contínua de processo pela adoção de metodologia

de solução de problemas, documentada, padronizada e passível de repetição (PESTORIUS, 2007). Assim, o *Six Sigma* deve ser baseado nos conhecimentos que a empresa tem sobre as necessidades dos clientes e nos principais indicadores de desempenho de processo que preencham esses requisitos, pois alinha as necessidades da empresa e do cliente.

O *Six Sigma* possui como principais características a eliminação de defeitos, trata a variabilidade dos processos tentando melhorar a percepção de qualidade e confiabilidade dos clientes para os produtos e serviços prestados, além de propiciar uma tomada de decisão por meio de dados analisados (GEORGE, 2003).

O *Six Sigma* para ser empregado, utiliza necessariamente as seguintes etapas, conhecidas como DMAIC: D (*Define* – Definir); M (*Measure* – Medir); A (*Analyse* – Analisar); I (*Improve* – Melhorar) e C (*Control* – Controlar).

Define (definir) – Nesta primeira etapa, George (2002) apresenta a importância da definição do escopo que será objeto de estudo e os requisitos iniciais que deverão ser atendidos, levando em consideração inclusive os resultados esperados pelos clientes. Deve-se responder (Definir) necessariamente as metas que se espera alcançar com a aplicação do método, clientes e fornecedores envolvidos, seus requisitos, e interações entre eles que necessitam de medição.

Mensure (medir) – Nesta etapa seguinte, realiza-se as medições necessárias para identificar as necessidades de melhorias para os processos. À medida que os requisitos e especificidades dos clientes forem desdobrados no processo, deve-se realizar uma verificação de capacidade para o produto ou processo atender esses requisitos identificados, seja por meio de indicadores existentes ou novos a serem adotados. Essas medições iniciais já nos determinam eventuais gargalos que deverão ser tratados na modelagem do processo.

Ou seja, nessa etapa, com o resultado das medições realizadas e o impacto que cada resultado tem no problema, serão determinados os problemas prioritários, por meio de ferramentas da qualidade como o gráfico de Pareto ou o Mapeamento do Fluxo de Valor, exemplificando. Após determinar-se a maneira de estratificar os dados encontrados, utiliza-se o 5W1H – *who, what, where, when, why e how* (com quem coletar, coletar o que, onde coletar, em que período de tempo, finalidade, objetivo da coleta e como fazer a coleta de dados) - A autora também ilustra que folhas de verificação para registro dos dados e a definição de estratégia de amostragem devem ser realizadas, para garantir a eficácia da atividade.

Analyze (analisar) – Nesta fase utiliza-se ferramentas e cálculos estatísticos para a determinar as não conformidades levantadas nos processos e seu comportamento gráfico. Para essa análise, devem ser realizados dois tipos de análise: Uma primeira relacionada ao processo gerador do problema prioritário, para entendermos o fluxo, identificação de oportunidades para redução de tempo e custos. E uma segunda para identificarmos as causas que contribuem para que o problema prioritário ocorra. Ou seja, quais causas contribuem para as variações nos resultados do problema.

Após a identificação destas causas, eles deverão ser organizados. Essa organização poderá utilizar ferramentas como Diagrama de Causa e Efeito (*Ishikawa*), de Afinidades e de Relações. Como saídas esperadas da etapa analisar, deve-se ter as causas raízes do problema prioritário identificados e quantificadas, de maneira que sejam a base para a geração das soluções na próxima etapa.

Improve (melhorar) – Fase crítica, que utilizará os resultados das análises de dados realizadas nos processos, e realizará a propositura de modelagem nos processos analisados. Devem ser utilizadas outras ferramentas de qualidade para fundamentar as melhorias propostas, como *Brainstorming*, Diagramas de Causa e Efeito.

Control (controlar) – Nesta fase, onde se inicia a melhoria contínua, define-se o que será modelado, bem como os métodos estatísticos que serão usados para acompanhar as implementações. Os dados obtidos antes e depois da implementação devem ser comparados, utilizando. Ferramentas como Gráfico de Pareto e Histograma podem ser utilizadas.

Em caso de resultado aquém do planejado, deve-se retornar ao estágio *M* do *DMAIC* e tomar as mesmas medidas no caso da etapa *I*. Em caso de alcance das metas, devem ser padronizadas todas as alterações realizadas nos processos.

No caso específico deste estudo, as fichas de processo estabelecidas no Comando Militar do Nordeste (CMNE), bem como realização de palestras, reuniões e treinamentos podem ser utilizados para facilitar essa padronização e disseminação do conhecimento gerado. O *Six Sigma* mostrou-se uma metodologia importante para ter seu emprego nesse estudo, por permitir analisar os processos e suas atividades componentes de maneira a permitir o CMNE a tratar seus processos prevenindo e mitigando as falhas e variabilidades na execução e resultados.

2.3 LEAN SIX SIGMA

Neste ponto deste estudo, será tratado e justificado a necessidade de combinação do

Lean e do *Six Sigma*. O *Lean*, como visto, ele possui uma visão enxuta sobre a execução do trabalho. Ele busca a eliminação de desperdícios, proporcionando um melhor desempenho da organização em seus processos. O *Six Sigma*, ele possui um foco na variabilidade do processo, ou seja, ela procura evitar não conformidades, falhas, retrabalhos, enfim, tudo que possa sair do controle da produção, por meio do seu controle estatístico do processo executado.

A adoção do *Lean* e do *Six Sigma* combinados trazem grandes ganhos na modelagem de processos. O *Lean* não possui um método estruturado para resolução de problemas e com ferramentas para tratar a variabilidade, enquanto o *Six Sigma* não enfatiza a melhoria da velocidade do processo e a redução do *lead time* (WERKEMA, 2012). Ou seja, são metodologias que juntas podem ser combinadas e trazer ganhos para os processos. O *Six Sigma* permite, com seu olhar sobre a variabilidade dos processos, potencializar a visão enxuta do *Lean* (WERKEMA, 2014).

Ademais, o *Lean Six Sigma*, mesmo com suas origens em empresas de manufatura, pode ter sua aplicação realizada em empresas que prestam serviços, como o que trata esse estudo (FREITAS et al, 2017). Isso se deve ao fato de que, *Lean* e *Six Sigma* combinados tornam-se uma ferramenta eficaz para solucionar problemas relativos a melhorias de produtos/serviços, pois faz uso da análise de dados proporcionada pelo *Six Sigma*, associada as ferramentas do *Lean* para identificar e eliminar desperdícios.

Neste estudo, como o Comando Militar do Nordeste (CMNE) faz parte do esforço do Exército Brasileiro em racionalizar processos, a aplicação do *Lean Six Sigma* torna-se muito favorável, pois o pensamento enxuto e o foco na diminuição de falhas, proporciona a possibilidade de racionalização de atividades, bem como a maximização de resultados por meio da modelagem de processos, trazendo ganhos para a organização militar.

2.4 PROMETHEE II

A metodologia multicritério de apoio a decisão fornece por meio de ferramentas matemáticas, um recurso eficaz apoio a resolução de problemas de tomada de decisão, onde há mais de um objetivo em consideração, que podem ser conflitantes entre si (BRIOZO, MUSETTI, 2015). A escolha do método mais adequado vai depender da problemática de decisão (escolha, ordenação, classificação, portfólio) e da racionalidade do decisor.

Os métodos Multicritério são classificados da seguinte forma (VINCKE, 1992):

Critério único de síntese: onde todos os critérios são combinados/agregados, e

o resultado dessa combinação sintetiza o desempenho das alternativas em todos os critérios. Os métodos TRADEOFF, FITRADEOFF, AHP, SMARTS e MACBETH são exemplos de métodos que utilizam essa lógica,

Sobreclassificação: são métodos que utilizam uma estrutura de comparação par a par de forma a identificar a superação, a indiferença ou incomparabilidade de uma alternativa em relação a outra. São exemplos os métodos da família ELECTRE e PROMETHEE.

Há ainda os chamados métodos iterativos que possuem etapas com cálculos matemáticos e interação entre os decisores (DE ALMEIDA, 2011)

Devido à natureza do problema desse estudo (ordenação das alternativas de melhorias do processo de gestão de contratos do Exército Brasileiro) e da característica da racionalidade não compensatória do decisor, o método PROMETHEE II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) foi o adotado. O método PROMETHEE é um método da escola francesa de tomada de decisão desenvolvida inicialmente pelos professores J.P. Brans, B. Mareschal e P. Vincke, em 1984, e aperfeiçoado desde então (BRANS et al, 1984). Na realidade, há mais de um método da família PROMETHEE. Os métodos se baseiam em duas fases: a primeira relacionada a construção de uma relação de sobreclassificação (isto é, agregando informação entre as alternativas e critérios do problema de decisão) e a segunda fase está relacionada com a investigação/exploração dessa relação de sobreclassificação (DE ALMEIDA, 2011)

Sobre a família de métodos PROMETHEE, sabe-se que J. P. Brans desenvolveu e apresentou em 1982 os primeiros métodos: o PROMETHEE I, baseado numa pré-ordem parcial das alternativas e proposto para a problemática de seleção; e o PROMETHEE II que apresentava uma pré-ordem completa e é orientado para a problemática de ordenação (*ranking*). Em 1984, J. P. Brans e B. Mareschal desenvolveram o PROMETHEE III e o PROMETHEE IV, sendo o primeiro voltado para a problemática de classificação e baseado em intervalos; e o segundo, para problemas de escolha onde o conjunto de soluções viáveis é contínuo (BRANS, MARESCHAL, 2005). O PROMETHEE V é voltado para seleção de portfólio. Inicia-se com o PROMETHEE II, mas o combina com modelos de programação linear inteira para considerar a existência de restrições na seleção das alternativas (ALBUQUERQUE, 2015). O PROMETHEE c-ótimo foi desenvolvido para resolver um erro que pode ocorrer no PROMETHEE V quando aplicado a escala de transformação original

(ALMEIDA, VETSCHERA, 2012; ALMEIDA et al, 2014).

Sobre o PROMETHEE II, tem-se que o seu ponto de partida é o desenvolvimento da matriz de avaliação de alternativas em relação aos critérios. Trata-se de uma avaliação intracritério. Em seguida, para cada critério j deve ser definida uma função de preferência $F_j(a,b)$ que assume valores entre 0 e 1. A função de preferência $F_j(a,b)$ representa a forma como a preferência do decisor aumenta com a diferença de desempenho entre alternativas para um dado critério $[g_j(a) - g_j(b)]$, onde $g_j(a)$ representa o desempenho da alternativa a no critério j (BRANS, VINCKE, 1985).

O PROMETHEE sugere 6 (seis) formas diferentes para a função de preferência: Função critério usual, Função critério forma U ou quase-critério, Função critério forma V ou com limiar de preferência, Função critério com níveis ou pseudo-critério, Função critério linear ou por área de indiferença, Função critério gaussiano. O Quadro 3 apresenta um resumo das funções de preferência sugeridas pelo PROMETHEE e a Figura 3 apresenta a visualização gráfica. No Quadro 3, q representa um limite de indiferença, o maior valor para $[g_j(a) - g_j(b)]$, abaixo do qual há uma indiferença, e p representa o limite de preferência, o menor valor para $[g_j(a) - g_j(b)]$, acima do qual há uma preferência estrita.

Estabelecidas as intensidades de preferência, pode-se calcular o grau de sobreclassificação $P(a,b)$ para cada par de alternativas (a,b) conforme equação (1).

$$P(a,b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a,b) \quad (1)$$

Onde

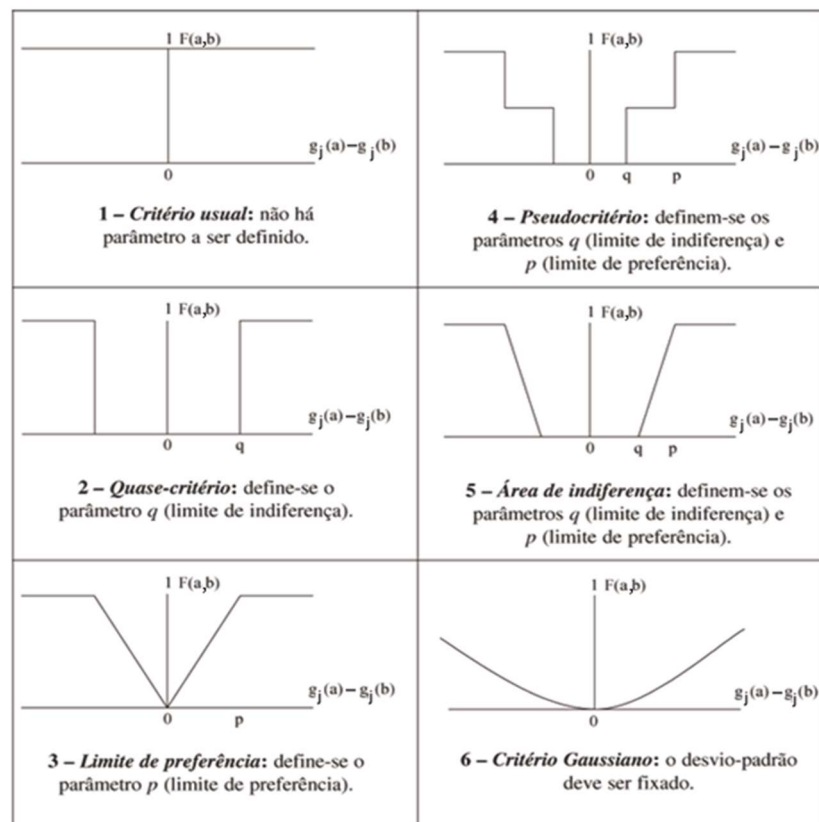
$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (2)$$

1 – Critério usual não há parâmetro a ser definido	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
2 – Quase-critério define-se o parâmetro q (limite de indiferença)	$g_f(a) - g_f(b) > q$ $g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 0$
3 – Limite de preferência define-se o parâmetro p (limite de preferência)	$g_f(a) - g_f(b) > p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = \frac{g_j(a) - g_j(b)}{p}$ $F(a,b) = 0$
4 – Pseudocritério definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = 1/2$ $F(a,b) = 0$
5 – Área de indiferença definem-se os parâmetros q (limite de indiferença) e p (limite de preferência)	$ g_f(a) - g_f(b) > p$ $q < g_f(a) - g_f(b) \leq p$ $ g_f(a) - g_f(b) \leq q$	$F(a,b) = 1$ $F(a,b) = (g_f(a) - g_f(b) - q)/(p - q)$ $F(a,b) = 0$
6 – Critério Gaussiano O desvio-padrão deve ser fixado	$g_f(a) - g_f(b) > 0$ $g_f(a) - g_f(b) \leq 0$	<i>A preferência aumenta segundo uma distribuição normal</i> $F(a,b) = 0$

Quadro 3 – Critérios gerais para o PROMETHEE

Fonte: Almeida (2011)

Figura 3 – Representação gráfica das funções de preferência do PROMETHEE



Fonte: De Almeida e Costa (2002)

Uma vez calculados os valores para $P(a,b)$ para cada par de alternativas (a,b) , segue-se para a fase de exploração das relações de sobreclassificação com os cálculos dos fluxos de sobreclassificação, donde há dois fluxos: um positivo $\phi^+(a)$ e um negativo $\phi^-(a)$ (DE ALMEIDA; COSTA, 2002).

O fluxo positivo $\phi^+(a)$, também conhecido como fluxo de saída, representa a intensidade de preferência de a sobre todas as alternativas. Quanto menor $\phi^-(a)$, melhor a alternativa.

$$\phi^+(a) = \sum_{b \in A} P(a,b) \quad (3)$$

Por sua vez, o fluxo negativo $\phi^-(a)$, também conhecido como fluxo de entrada, representa a intensidade de preferência de todas as outras alternativas sobre a . Quanto maior $\phi^-(a)$, melhor a alternativa.

$$\phi^-(a) = \sum_{b \in A} P(b,a) \quad (4)$$

Para o PROMETHEE II, define-se em seguida uma ordem decrescente calculando o fluxo líquido $\phi(a)$ que representa a diferença entre os fluxos.

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (5)$$

O método PROMETHEE II foi o adotado para este trabalho de pesquisa pois atende às características de racionalidade não compensatória do decisor, observando-se que não deve ser considerado efeito compensatório entre os critérios adotados e que se trata da problemática de ordenação de alternativas.

2.5 TRABALHOS RELACIONADOS

Como forma de melhor contextualizar o estudo junto a literatura científica, fez-se uma busca nas bases de dados SCOPUS, Web of Science e SciELO. Essa contextualização foi necessária tendo em vista a aplicação do LSS em Serviços associado a metodologia multicritério de apoio a decisão. A análise destes trabalhos permitiu que pontos dos estudos realizados puderam ser estudados e assim extrair deles uma vivência útil para a aplicação das metodologias, neste estudo, de maneira mais assertiva.

Esta breve revisão inicia com a análise de um levantamento de dados descritos por Singh e Rath (2018), onde eles analisam a implantação do *Lean Six Sigma* (LSS) em vários segmentos. Em seu estudo verifica-se que 58% dos trabalhos realizados com implantação de LSS foram nas indústrias não manufatureiras. Deste montante, o autor observou que existe uma concentração de projetos nas áreas financeiras, de saúde e educacional, além de mostrar que as áreas militares e defesa não tem tantos trabalhos sobre a implantação de LSS. Esse é justamente o óbice em que esse trabalho se posiciona.

Sarah et al (2010) descrevem o LSS como um método que objetiva eliminar desperdícios e variações, seguindo a estrutura DMAIC, para atingir a satisfação do cliente, concentrando-se na melhoria de processos, na satisfação dos clientes e na obtenção de melhores resultados financeiros para os negócios. Os autores descrevem ainda os principais fatores críticos de sucesso (FCS) para a implantação que devem ser considerados: Alinhamento com a liderança, incluindo sua estratégia. As pessoas chave no processo devem estar comprometidas com os programas propostos; Seleção adequada de pessoas e projetos; Comunicação de resultados; Treinar, auditar e aplicar controles; Motivação; Melhoria do sistema de gestão, com desenvolvimento de planos de melhoria, padronização de processos e comprovação de resultados; Tecnologia da Informação; Marketing; e Gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Esses fatores críticos de sucesso (FCS) são analisados de maneira geral por Tsironis e Psychogios (2016) em seu artigo. Neste artigo, analisou-se a implantação da metodologia LSS em 3 casos distintos: uma empresa de telecomunicações, uma Cia Aérea e uma seguradora. Eles puderam verificar que a maioria dos FCS acima apareceram nas 3 empresas, de maneira geral. Percebe-se que uma liderança comprometida com a mudança, apoiando o trabalho em equipe, bem como a participação dos colaboradores na sugestão de melhorias, e as mudanças voltadas para os ganhos de qualidade e satisfação do cliente norteiam o sucesso da implementação, gerando assim mais ganhos as partes interessadas.

Isso posto, percebe-se que a metodologia LSS para ser implementada deve ser cuidadosamente planejada. Gutierrez-Gutierrez et al. (2016) exploram a implantação do LSS em uma empresa de serviços de logística e mostram como o planejamento da implementação deve ser bem elaborado para evitar insucessos. Pontos como a falta de treinamento no início do programa, aderência dos objetivos do LSS com os objetivos estratégicos, disponibilidade de ferramentas de melhoria dos processos, equipes multi funcionais são cruciais, em seu

estudo, para sucesso deste implementação. Sunder e Antony (2018) fizeram uma análise da implantação da metodologia LSS em instituições de ensino. Ele constatou de além da necessidade de se planejar bem as etapas de implementação, mas desta implantação ser realizada de maneira conjunta. Percebe-se que ferramentas habitualmente utilizadas na metodologia *Lean*, ajudam na implantação das Seis Sigma e vice e versa.

A metodologia LSS pode ser empregada para tratar, ainda, problemas específicos de processos. Venanzi e Laporta (2017), verificam a possibilidade de após identificar-se em um processo algum problema, poder tratá-lo pontualmente, verificando assim os ganhos na modelagem feita numa parte do processo. No artigo em questão, foram tratados dois problemas distintos: Um referente a demora de fabricação de uma peça específica, onde foi trabalhado o *lead time*, mapeando as atividades. No problema 2, foi tratada a variabilidade de outro processo, utilizando a metodologia do *Six Sigma* e sua base de estatística aplicada. Em ambos os casos, o DMAIC foi empregado dando o suporte que a metodologia LSS como um todo fornece para resolver esse tipo de questão.

Para este estudo, ficou claro a possibilidade de utilizar o método das mais diversas formas e configurações. Conforme estudo realizado por Peruchi *et al* (2012), ao analisar as etapas “D” e “M” do DMAIC, onde só o emprego inicial dessas etapas, já evidenciou de maneira didática que o projeto em análise não estava atendendo requisitos de fornecedores e clientes, abalando a relação entre eles (evidenciado na etapa “D”). A Etapa “M” foi utilizada para medir como o projeto atendia os requisitos das partes interessadas.

O artigo de Araújo e Rentes (2006) analisa a execução de um evento, que foi chamado no estudo de Blitz Kaizen, onde evidenciou que este evento facilitou a utilização da metodologia *Lean* e seus preceitos, atuando com foco nos *leads times*, desperdícios e eventuais gargalos detectados pela equipe de implantação. Logo, essa é uma possibilidade que poderá ser explorada, para maximizar a disseminação da metodologia e focar, num evento, a execução de diversas atividades em grupo voltadas a modelagem dos processos.

Para se garantir uma boa aplicação do LSS, o controle estatístico proporcionado pelo *Six Sigma* deve ser equacionado. Grandes investimentos não devem ser realizados, principalmente sem a certeza do retorno. Uma estrutura para a implantação deve ser estatisticamente simples e eficaz para garantir tanto a execução como o acompanhamento para o “M” do DMAIC. Ruthes *et al* (2006) evidenciam que no processo produtivo analisado, o retorno operacional na redução da variabilidade do processo, significou retorno financeiro.

Por fim, Fletcher (2018) realizou uma pesquisa sobre a aplicação da metodologia LSS em serviços públicos. Ele pode comprovar por meio de sua pesquisa, que existe o espaço necessário e o interesse em linhas de conhecimento que permitam eliminar desperdícios e retrabalho, bem como minimizar defeitos, garantindo um melhor desempenho do setor público em satisfazer seus clientes internos e externos.

Sobre a combinação da metodologia multicritério de tomada de decisão e o LSS, alguns trabalhos que utilizaram o PROMETHEE foram identificados na literatura. Utilizando as palavras combinadas “*Lean Six Sigma*” e “Promethee” apenas um trabalho retorna como resposta nas bases Scopus e Web of Science. Yadav et al (2018) apresentam uma proposta utilizando fuzzy AHP-PROMETHEE para priorizar barreiras do *Lean Six Sigma* e abordagens de solução numa indústria de manufatura. Complementando a busca, encontrou-se mais alguns trabalhos relacionados, tais como o de Rolando (2018) que aplicou o ANP-PROMETHEE para priorização de projetos LSS em uma empresa de grande porte considerando alguns fatores críticos de sucesso como critérios. Albuquerque (2011) em seu estudo aplicou o PROMETHEE V para um problema de gestão de portfólio para projetos Seis Sigma. Kaswan e Rathi (2020) usaram o método best worst para avaliar políticas de *green Lean Six Sigma*, comparando em seu trabalho os resultados obtidos com outros métodos multicritérios, dentre eles o PROMETHEE II.

2.6 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo fundamentou-se a metodologia *Lean Six Sigma* (LSS), bem como o método multicritério de apoio a decisão PROMETHEE II. Evidenciou-se a combinação do método *Lean*, com sua proposta de redução de custos e desperdícios, com a metodologia *Six Sigma*, que por meio de seu controle estatístico permite gerar informações que possibilitem a redução de falhas nos processos.

No próximo capítulo, será apresentado o modelo atual de gestão de contratos do EB, particularmente o adotado no Comando Militar do Nordeste (CMNE). Suas principais características, métodos de utilização e controle, fluxo de execução das atividades serão abordados e definição do escopo este estudo.

3 MODELO DE GESTÃO ATUAL

Neste capítulo, é exposto o modelo de gestão atual de contratos do Comando Militar do Nordeste (CMNE). É brevemente percorrido como ele é amparado legalmente, bem como a descrição do fluxo do processo a ser analisado. São apresentadas as seções (ou setores) que compõem o processo e sua organização. É exibido como foi feita a análise para estabelecimento do escopo a ser analisado, e as considerações sobre como o processo é organizado e executado no Quartel CMNE.

3.1 GESTÃO DE CONTRATOS CMNE

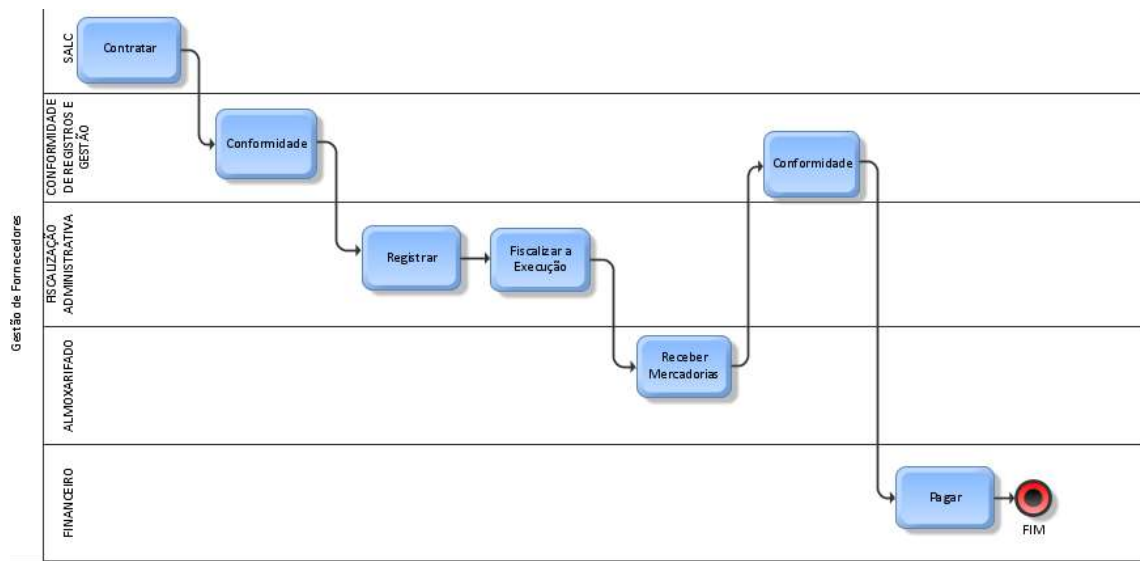
O Exército Brasileiro, como instituição pública federal, tem seus processos de gestão de contratos fornecedores normatizado por legislações específicas, uma delas, a principal, é a LEI Nº 8.666, DE 21 DE JUNHO DE 1993, que regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal. Este artigo da CN institui as normas para licitações e contratos da Administração Pública. No decorrer desta descrição, será feita referência ao arcabouço legal que deve ser observado para o processo. A Lei 8.666 faz referência ao nosso início do processo de gestão de fornecedores. É ela que fornece os meios necessários para que a Administração pública possa selecionar os fornecedores para que eles estejam habilitados a fornecer o serviço. A seguir será feita uma explicação mais detalhada de como essa seleção é realizada, no âmbito do C Mil A, necessariamente no CMNE.

A Figura 4 que ilustra como é hoje organizada a gestão de fornecedores no CMNE. Existem 5 seções diretamente envolvidas:

- **SALC – Seção de Aquisição, Licitação e Contratos** – É onde seleciona-se os fornecedores, conforme os requisitos estabelecidos pela organização. De acordo com o estabelecido, é nela que é definido a melhor forma, para realizar a contratação, observando os requisitos legais para a execução do processo. Como saída da seção, temos o fornecedor contratado, conforme requisitos: estabelecidos pelo cliente, legais, da organização e dos organismos de controle. Todo o processo referente a esta contratação a seguinte será homologado pelo conformador. Nesta seção, foram entrevistados e forneceram acesso aos registros necessários a essa pesquisa o Chefe da Seção, bem como seus adjuntos e auxiliares, onde todos, com a devida delegação de atividades do chefe, desempenham diversas atividades na elaboração dos contratos.

- **Conformidade de Registros e Gestão** – É a seção onde são avaliados os registros gerados pela SALC referentes a cada aquisição realizada. Todos os processos de compra, e, após a execução do serviço ou recebimento da mercadoria, de pagamento de fornecedor, são analisados, a luz da legislação e demais requisitos estabelecidos pela OM ou Escalão Superior (Organismos de fiscalização e auditoria Militares). Quando se trata da avaliação da contratação, tem-se como saída da seção o processo validado e segue em duas vias para a fiscalização administrativa. Esta Seção é representada por um único militar, o conformador de registros e gestão, onde o mesmo foi entrevistado e forneceu acesso aos registros para fundamentar essa pesquisa.
- **Fiscalização Administrativa** – É onde, após a avaliação do Conformador, os bens ou serviços são registrados nos sistemas de informação militares, onde tem sua contabilização iniciada e controlada. É também na fiscalização onde é realizado o acompanhamento do recebimento e execução de todas as aquisições, bem como o planejamento, se for necessário, da ocorrência dos serviços. Como saídas desta seção, temos o envio da documentação necessária para que o almoxarifado receba os produtos ou acompanhe a execução dos serviços conforme requisitos estabelecidos, bem como a própria fiscalização pode acompanhar a execução de serviços. Na fiscalização, além do chefe, os encarregados pelos lançamentos nos sistemas operacionais de comprar e controle fiscal foram entrevistados, e permitiram acesso aos registros necessários para realização deste estudo.
- **Almoxarifado** – Seção totalmente vinculada a Fiscalização Administrativa, é quem efetivamente recebe os produtos adquiridos pela organização, e auxilia a Fiscalização no acompanhamento da execução de serviços, quando for o caso. Nessa seção, o chefe foi o único entrevistado, onde o mesmo permitiu acesso aos registros necessários para realização deste estudo.

Figura 4 – Fluxo do processo na gestão de contratos do CMNE



Fonte: CMNE (2020)

Após o recebimento ou execução do serviço, o processo segue novamente para o conformador, onde ele avalia o que foi recebido/prestado, verifica os registros necessários para validação e estando tudo em conformidade, o processo é enviado ao financeiro para pagamento.

- **Financeiro** – Seção onde as informações para pagamento dos fornecedores são recebidas e os pagamentos realizados. O financeiro recebe essas informações tanto da Fiscalização como do Almoxarifado, após ambas passarem pelo crivo do Conformador. Na seção financeira, o chefe foi o único entrevistado, pelo fato de todas as etapas das despesas serem executadas por ele. O militar forneceu acesso a toda documentação necessária para execução deste estudo.

Existe, ainda, uma outra autoridade acompanhando todo esse macroprocesso. É o Ordenador de despesas. Em vários estágios do processo, existe a previsão da anuência dele para a devida execução e andamento para a atividade ou seção seguinte. O Ordenador é o chefe de todas essas seções envolvidas, bem como o responsável indireto por toda a aquisição, execução, e pagamento dos fornecedores. O Ordenador de Despesas é o militar responsável, inclusive cível e criminalmente, por toda a execução do contrato. É o militar que pode, diminuir ou aumentar o nível de exigência contratual, de maneira que ele influi diretamente em uma melhora ou piora da segurança contratual da OM.

Com todo o macroprocesso exposto, é preciso definir o escopo de análise. Para esse

fim, estabeleceu-se pontos de controle em toda a cadeia de aquisição, para verificar, inicialmente, onde estão ocorrendo as retenções, no fluxo do processo, para direcionarmos o tratamento. O processo de Aquisição teve sua duração geral analisada. Foram analisados processos de Aquisição que se iniciaram em janeiro de 2020, com data de encerramento até setembro do mesmo ano. Foram analisados 10 processos dentro de cada mês observado. No levantamento feito, verificamos que o processo, desde a emissão da parte requisitória, até o pagamento ao fornecedor, o processo dura, em média, 87 dias, distribuídos de forma relativa conforme a Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Duração das etapas do processo

Etapa	Percentual do tempo empregado
Contratação	12,86%
Recebimento	70,52%
Pagamento	16,62%
Total	100%

Fonte: O autor (2022)

Pode-se verificar que analisando todas as compras realizadas, que após a emissão do empenho, ou seja, quando a OM emite o pedido de compra ao fornecedor, dentro do processo, o prazo médio chega a 61 dias. No processo, esse é o maior tempo observado, durante a sua execução. Em entrevista com os setores envolvidos, verificou-se que esse prazo de entrega é negociado com os fornecedores, e, geralmente, vem atendendo as necessidades de compra do Comando. Entretanto, na modalidade de carona, não conseguimos analisar todo o processo, pelo fato de a contratação ser realizada por outra OM. A SALC do CMNE, utiliza desse artifício para reduzir o seu tempo de aquisição, não de entrega e pagamento.

Por ser um processo executado por outra OM, as modalidades de aquisição realizadas na modalidade carona não serão objeto desse estudo. Embora que as potenciais melhorias no processo de contratação, realizadas no CMNE possam significar oportunidades a serem exploradas/estudadas no futuro.

Isso posto esse estudo teve a necessidade de segregar e observar só as aquisições realizadas com a contratação do fornecedor realizado pelo CMNE, haja vista que da emissão da parte requisitória até a emissão do empenho, o CMNE tem levado uma média de 127 dias para chegar nesse ponto do processo, tempo considerado excessivo pelo OD. A título de comparação, o tempo médio de todo o processo de aquisição quando na modalidade de

Carona tem levado para o CMNE 87 dias (considerando que a licitação já está em andamento ou finalizada em outra OM).

Além desse dado, o processo de contratação também possui as seguintes características:

É nesta etapa que os requisitos do produto/serviço a ser adquirido devem ser definidos, e entendidos por todas as partes interessadas (solicitante, SALC e fornecedor). Dúvidas devem ser retiradas, necessidades esclarecidas e acima de tudo, deve-se ter certeza de que o que será adquirido satisfará o cliente;

Os requisitos legais, tanto para atividade de aquisição, como os que o produto/serviço deve atender, bem como os que o fornecedor deve observar devem ser definidos, comunicados e entendidos por todos, sob pena do processo durante a sua execução sofrer atrasos com retrabalho ou mesmo ser cancelado/suspenso.

Sem esses dados definidos, a chance de um atraso geral em toda a aquisição é muito grande, ademais pela relação de interdependência entre as etapas.

Portanto, para esse trabalho, tem-se como escopo estabelecido para análise o processo de contratação de fornecedores.

3.2 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi exposto o modelo atual de gestão de contratos realizado no CMNE. Foi exposto o macroprocesso existente, e fornecida uma visão geral de como o Macroprocesso é executado, seu problema e definição do escopo onde as metodologias serão empregadas.

No próximo capítulo será exposto o modelo proposto para emprego do LSS bem como suas implicações.

4 APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA

Neste capítulo é apresentado a aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* (LSS) para avaliação do processo e plano de melhorias do Setor de Gestão de Contratos de uma Organização Militar do Exército Brasileiro. São apresentadas as suas etapas, ferramentas empregadas, bem como os resultados obtidos à medida que o estudo foi realizado. É exposto como o LSS foi empregado e as soluções de modelagens propostas, neste estudo.

4.1 MODELO PROPOSTO PELA METODOLOGIA *LEAN SIX SIGMA*

O modelo proposto para a modelagem do processo gestão de contratos, neste estudo é baseado na metodologia LSS, em especial na aplicação do método DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar – e de diversas ferramentas da Qualidade para dar suporte as atividades que serão executadas.

A aplicação ocorrerá obedecendo cronologia do método:

- Etapa 01 - Definir – Identificação do problema a ser resolvido, analisando por parte interessada. Nesta etapa serão alinhados os objetivos por parte interessada, que deverão ser alcançados.
- Etapa 02 - Medição – Verificação de capacidade
 - Conforme as definições na etapa anterior, serão criados pontos de controle, para levantamento de dados, para a etapa seguinte. Os indicadores criados deverão medir o alcance dos objetivos das partes interessadas, bem como o fornecimento de dados para uma melhor análise e possibilidade de melhorias do processo.
- Etapa 03 - Analisar – Utilização de ferramentas de qualidade para análise de todos os dados levantados na etapa anterior. Esta análise já deverá ter como saídas, dados para fundamentar a etapa seguinte de proposição de melhorias para o processo.
- Etapa 04 - Melhorar – Proposição e estabelecimento das melhorias a serem realizadas nos processos, suportadas por dados analisados na etapa anterior. Uma vez que as ações sugeridas não poderiam ser aplicadas simultaneamente, este trabalho propões a aplicação do método multicritério PROMETHEE II para ordenação dessas ações segundo as preferências do decisor (neste caso, o

Ordenador de despesas da Organização Militar em foco).

A Etapa 5 – Controlar – prevista no modelo DMAIC não será tratada neste estudo devido ao pouco tempo para se implementar as ações.

A seguir, detalha-se um pouco melhor cada uma dessas etapas.

4.2 ETAPA 01 - DEFINIR

A Organização Militar (OM) deseja aumentar a eficiência na execução das aquisições, considerando para isso como premissas a redução de recursos utilizados e mitigação de gargalos. A OM deseja alguma redução de efetivo envolvido no processo, bem como obtenção de uma redução média no tempo das aquisições.

O problema identificado para estudo foi a **baixa eficiência na contratação de fornecedores**. Para tanto, identificou-se que alguns problemas específicos deverão ser tratados e seus impactos no processo, mitigados:

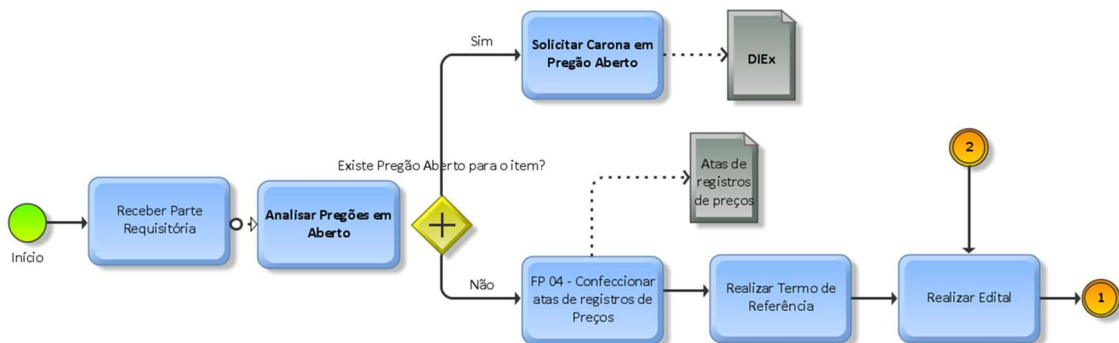
- Retrabalho na determinação dos característicos do que será comprado, ou má determinação dos requisitos a serem atendidos na compra;
- Retrabalho na inclusão de dados nas aquisições;
- Falta de automação na geração dos registros;

4.3 ETAPA 2 - MEDIR

Nesta etapa, foram mapeadas as atividades realizadas no processo de contratação, com a identificação dos executores, bem como o tempo empregado em cada um dos processos. As Figuras 5 a 10 são recortes deste processo para melhor visualização e análise.

Na Figura 5 ilustra-se o início do processo, em que a seção solicitante entra com o registro (chamado Parte Requisitória), descrevendo o que deseja ser adquirido. A SALC ao receber esse registro faz uma análise no sistema SISALC para verificar se existe algum pregão aberto de forma que possa ser adotada a Aquisição por meio da modalidade “Carona”, onde a organização militar utiliza uma ata de registro de preços já existente de outra OM. Caso não haja, o CMNE tem que confeccionar sua própria Ata de registro de preços, o Termo de Referência e o Edital. Na Tabela 2, tem-se registrado o levantamento feito quanto a ordenação das atividades e seu tempo de execução, em dias, no período de janeiro a setembro de 2020. Foram três editais produzidos pela OM neste período.

Figura 5 – Solicitação de abertura de processo de contratação



Fonte: O autor (2022)

Nesta etapa inicia-se o processo, em que a seção solicitante entra com o registro chamado Parte Requisitória, descrevendo o que deseja ser adquirido. A SALC, ao receber esse registro, faz uma análise no sistema SISALC se existe algum pregão aberto, para que possa ser adotada a Aquisição por meio da modalidade Carona, onde a organização militar utiliza uma ata de registro de preços já existente de outra OM, ou se o CMNE tem que confeccionar sua própria Ata de registro de preços, Termo de Referência e Edital. Na Tabela 2, abaixo, temos registrado o levantamento feito quanto a ordenação das atividades e seu tempo de execução, em dias, no processo.

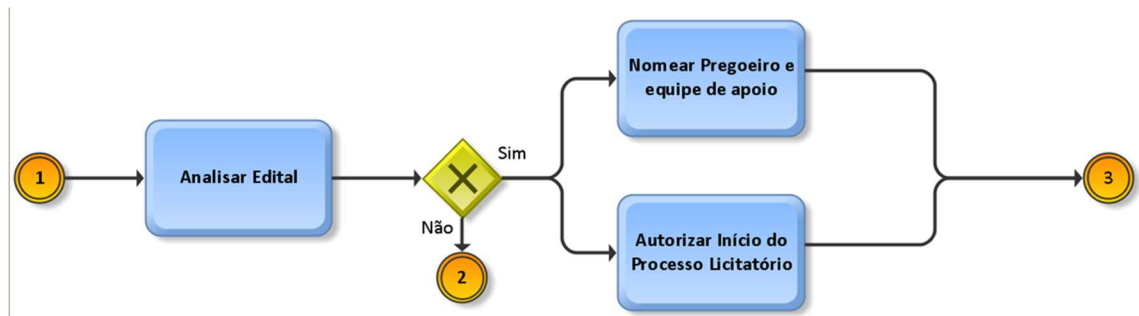
Tabela 2 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase solicitação

Atividade	Identificação	Precedência	Pregão 01	Pregão 02	Pregão 03	Tempo Médio
			horas	horas	horas	
Receber Parte Requisitória	1	-	0,02	0,03	0,02	0,02
Analisar Pregões em Aberto	2	1	2,00	2,00	2,00	2,00
Solicitar carona em Pregão em Aberto	3	2	0,25	0,25	0,25	0,25
Confeccionar ata de Registro de Preços	4	2	240,00	504,00	48,00	264,00
Confeccionar Termo de referência	5	4	2,00	3,00	1,00	2,00
Confeccionar Edital	6	5	5,00	7,00	6,00	6,00
Tempo de execução do bloco			249,27	516,28	57,27	274,27

Fonte: O autor (2022)

Na Figura 6, inicia-se com o edital confeccionado que segue para análise do Ordenador de Despesas que autoriza a designação do pregoeiro e equipe de apoio, e autoriza o início do processo licitatório. A Tabela 3 registra-se o tempo dispendido nessas atividades para os 3 pregões realizados em 2020.

Figura 6 – Análise de Edital



Fonte: O autor (2022)

A Tabela 3 apresenta a análise da execução de suas atividades:

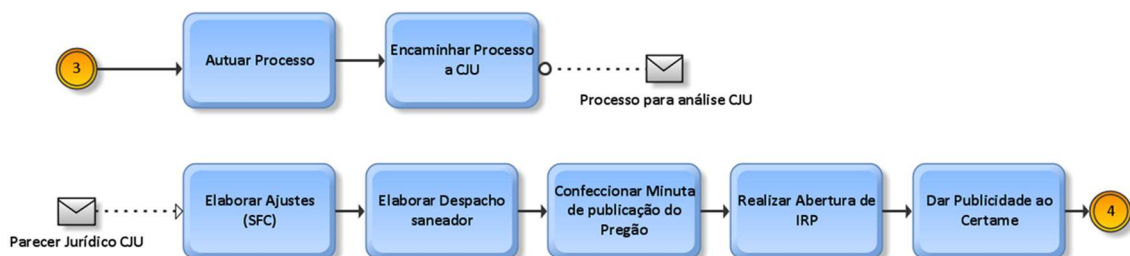
Tabela 3 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase análise

Atividade	Identificação	Precedência	Pregão 01 horas	Pregão 02 horas	Pregão 03 horas	Tempo Médio
Analisar Edital	7	6	1,00	2,00	24,00	9,00
Nomear Pregoeiro e Equipe de Apoio	8	7	0,08	0,08	0,08	0,08
Autorizar o início do processo Licitatório	9	7	0,02	0,02	0,02	0,02
Tempo de execução do bloco			1,10	2,10	24,10	9,10

Fonte: O autor (2022)

Com o edital analisado pelo OD, o processo segue com as seguintes atividades representadas abaixo na Figura 7. Nesta etapa, o edital segue para análise de um órgão externo, a Consultoria Jurídica da União, (CJU) onde o mesmo é novamente analisado, e retorna para a OM com um Parecer Jurídico do Órgão, podendo ou não necessitar de ajustes.

Figura 7 – Análise na CJU



Fonte: O autor (2022)

Nesse ponto do processo, foi identificado um potencial gargalo, haja vista que existe uma dependência de um parecer de um órgão externo, que pode demorar, conforme sua demanda de trabalho. Isso foi evidenciado na Tabela 4, no tempo de execução dessa atividade.

Uma vez feitos eventuais ajustes, as atividades seguem até a publicidade do edital para os fornecedores. Abaixo a Tabela 4 com as atividades envolvidas:

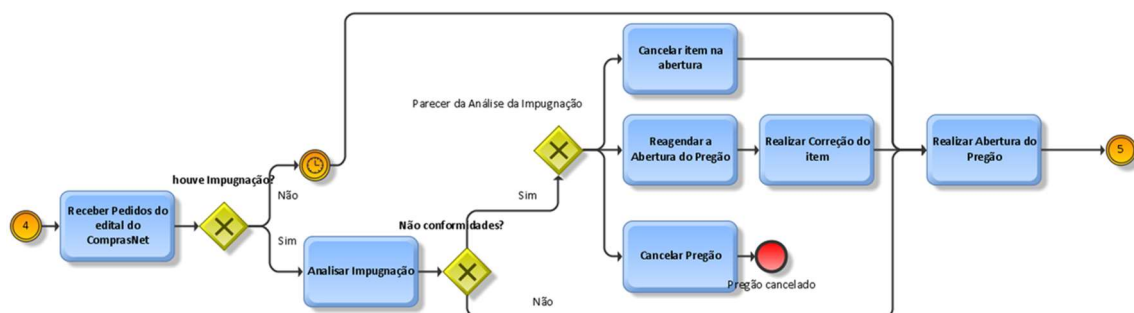
Tabela 4 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase CJU

Atividade	Identificação	Precedência	Pregão 01 horas	Pregão 02 horas	Pregão 03 horas	Tempo Médio
Autuar Processo	10	9	3,00	4,00	312,00	106,33
Encaminhar Processo para CJU	11	10	864,00	1488,00	120,00	824,00
Elaborar Ajustes (SFC)	12	11	0,00	0,00	0,00	0,00
Elaborar Despacho saneador	13	12	0,00	0,00	0,00	0,00
Confeccionar Minuta de Publicação do Pregão	14	13	96,00	3,00	2,00	33,67
Confeccionar Abertura de IRP (Intenção de Registro de Preços)	15	14	0,50	0,50	0,50	0,50
Dar Publicidade ao Certame	16	15	216,00	384,00	0,00	200,00
Tempo de execução do bloco			1179,50	1879,50	434,50	1164,50

Fonte: O autor (2022)

Continuando a medição das atividades do processo, tem-se a representação na Figura 8, com a análise das impugnações.

Figura 8 – Análise de Impugnações



Fonte: O autor (2022)

Nesta etapa, a SALC recebe pedidos pelo edital por meio do sistema Comprasnet, onde tratará eventuais pedidos de impugnação do pregão. Conforme for, ele poderá desde ser cancelado, como seguir sem eventuais ajustes. Na Tabela 5 tem-se a análise das atividades:

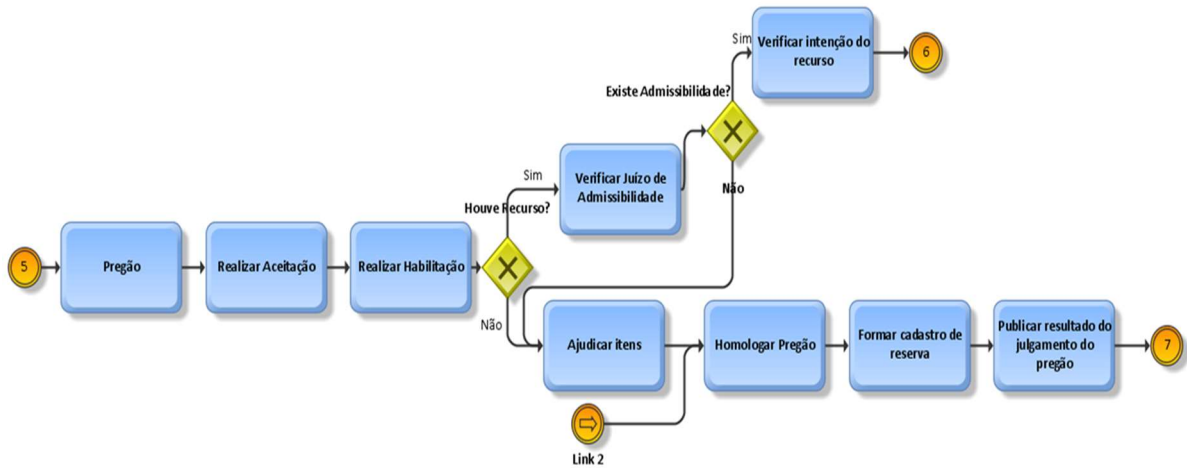
Tabela 5 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase impugnação

Atividade	Identificação	Precedência	Pregão 01	Pregão 02	Pregão 03	Tempo Médio
			horas	horas	horas	
Analisar Impugnação	18	17	168,00	24,00	192,00	128,00
Cancelar item na abertura	19	18	0,00	0,00	0,00	0,00
Reagendar a abertura do Pregão	20	18	0,00	0,00	0,00	0,00
Cancelar Pregão	21	18	0,00	0,00	0,00	0,00
Corrigir Item	22	20	0,00	0,00	0,00	0,00
Confeccionar Abertura do Pregão	23	17, 19, 22	456,00	576,00	0,00	344,00
Tempo de execução do bloco			624,00	600,00	192,00	472,00

Fonte: O autor (2022)

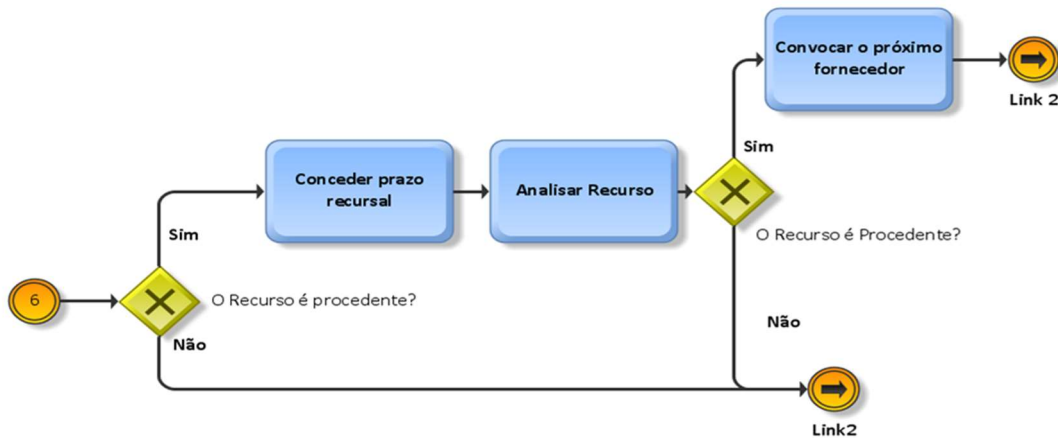
Com o prosseguimento do processo, inicia-se as atividades referentes a realização do pregão, ilustradas nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 – Realização do pregão



Fonte: O autor (2022)

Figura 10 – Análise de recursos impetrados durante o pregão.



Fonte: O autor (2022)

Abaixo na Tabela 6, tem-se a análise e medição das atividades desempenhadas.

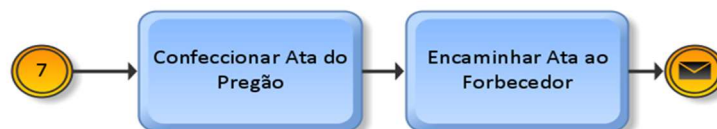
Tabela 6 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase Pregão

Atividade	Identificação	Precedência	Pregão 01 horas	Pregão 02 horas	Pregão 03 horas	Tempo Médio
Pregão	24	23	4,00	4,00	48,00	18,67
Confeccionar Aceitação	25	24	168,00	0,00	0,00	56,00
Confeccionar Habilitação	26	25	168,00	0,00	0,00	56,00
Verificar juízo de Admissibilidade	27	26	0,00	0,00	0,00	0,00
Verificar intenção do Recurso	28	27	0,00	0,00	0,00	0,00
Conceder prazo Recursal	29	28	0,00	0,00	0,00	0,00
Analisar Recurso	30	29	0,00	0,00	0,00	0,00
Convocar próximo fornecedor	31	30	0,00	0,00	0,00	0,00
Ajudicar Itens	32	26, 27, 28, 30	6,00	216,00	120,00	114,00
Homologar Pregão	33	32	1248,00	3,00	4,00	418,33
Formar cadastro de Reserva	34	33	1,00	1,00	1,00	1,00
Publicar resultado do Julgamento do Pregão	35	34	1,00	1,00	1,00	1,00
Confeccionar ata do pregão	36	35	4,00	6,00	24,00	11,33
Encaminhar Ata ao Fornecedor	37	36	0,08	0,08	0,08	0,08
Tempo de execução do bloco			1600,08	231,08	198,08	676,42

Fonte: O autor (2022)

Com a ata encaminhada ao fornecedor, inicia-se a etapa final do processo, ilustrada na Figura 11, onde essa ata retorna assinada pelo mesmo, e os documentos referente a contratação do fornecedor são enviados ao Conformador para análise e validação.

Figura 11 – Envio e arquivamento da ata de pregão



Fonte: O autor (2022)

Abaixo a medição das atividades envolvidas, registradas na Tabela 7:

Tabela 7 – Ordenação das atividades e tempo de execução fase arquivamento

Tempo em Horas/dias	Identificação	Precedência	Pregão 01 horas	Pregão 02 horas	Pregão 03 horas	Tempo Médio
Informar vigência da Ata	38	37	672,00	528,00	24,00	408,00
Encaminhar Processo para a Conformidade de Registro e Gestão	39	38	24,00	24,00	4,00	17,33
Tempo de execução do bloco			696,00	552,00	28,00	425,33

Fonte: O autor (2022)

Com todo o processo analisado, em cada uma de suas atividades, consegue-se montar uma tabela com todos os tempos, por bloco de atividades, e ter um tempo total para a execução de todo o processo de contratação de fornecedores, dentro da amostra de 2020 (Tabela 8):

Tabela 8 – Tempo de execução das atividades nas amostras

Tempo em Horas/dias	Identificação	Precedência	Pregão 01	Pregão 02	Pregão 03	Tempo Médio
			horas	horas	horas	
Tempo Total Acumulado em horas			4349,95	3780,97	933,95	3021,62
Conversão para dias			181,25	157,54	38,91	125,90

Fonte: O autor (2022)

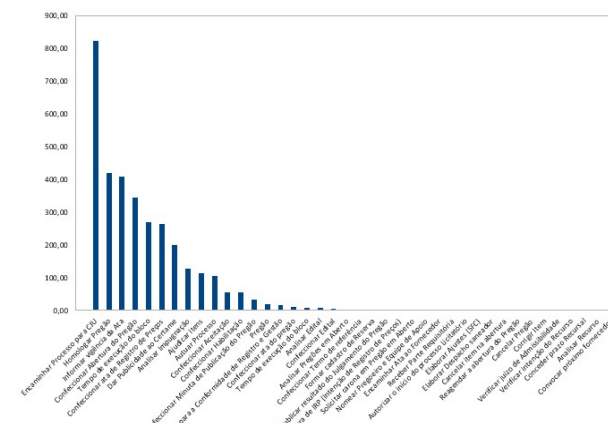
Na próxima etapa, serão analisados todos os dados medidos para posterior proposição de melhorias.

4.4 ETAPA 3 - ANALISAR

Os resultados encontrados nas medições foram agrupados e as atividades com um maior tempo de execução foram ordenadas e seu impacto no tempo geral foi organizado numa tabela. Considerou-se como tempos iniciais e finais as datas em registros encontrados nos processos de contratação. Verificou-se que existem listadas várias atividades de baixa complexidade ou de síntese de dados, confecção de relatórios etc.

Utilizando a lógica de Pareto, agrupando as atividades e seus tempos, de maneira que possamos tratar 80% do tempo transcorrido na execução do processo e suas respectivas atividades envolvidas. A Figura 12 apresenta o gráfico de Pareto obtido.

Figura 12 - Gráfico de Pareto



Fonte: O autor (2022)

A Tabela 9, um extrato da tabela gerada, com a atividades e sua respectiva contribuição no tempo total do processo de contratação.

Tabela 9 – Atividades com maior tempo de execução processo contratação

Atividade	Tempo Médio	% do tempo Total	Acumulado
Encaminhar Processo para CJU	34,33	26,41%	26,41%
Homologar Pregão	17,33	13,33%	39,74%
Informar vigência da Ata	17,00	13,08%	52,82%
Realizar Abertura do Pregão	14,33	11,03%	63,85%
Confeccionar ata de Registro de Preços	11,00	8,46%	72,31%
Dar Publicidade ao Certame	8,33	6,41%	78,72%
Analisar Impugnação	5,33	4,10%	82,82%

Fonte: O autor (2022)

Após identificar as atividades que consomem mais tempo para a contratação, este estudo buscou elencar as principais causas para aumento de tempo e ineficiência. As causas foram as seguintes:

- Atraso no recebimento de dados;
- Dados incompletos;
- Retrabalho (documentos gerados com erros);
- Demora no envio/ retorno de documentos;
- Falta de conhecimento na execução das atividades;
- Equipamentos obsoletos;
- Repetição de falhas na elaboração de documentos.

Após o levantamento das causas, utilizou-se a experimentação dos 5 Porquês para se investigar as causas raízes do problema. No Quadro 4, buscou-se representar um exemplo da investigação da causa retrabalho:

Quadro 4 – Aplicação 5 porquês

Retrabalho (documentos gerados com erros)	
1º PQ	Executante não tinha todos os dados do processo.
2º PQ	Processo foi iniciado incompleto
3º PQ	Em etapas anteriores, não foram verificadas se todas as informações estavam levantadas
4º PQ	Falta de método para verificação constante de inclusão dos dados nos processos.
5º PQ	Inexistência de método para coletar todas as informações (impedindo início incompleto)

Fonte: O autor (2022)

A análise das causas raízes estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Relação de causas e efeitos. Diagnóstico.

Causas	Raízes				
	Falta de sistemática para controlar a captação e registro de dados	Falta de sistemática para controle dos prazos.	Falta de sistemática para elaboração automática de documentos	Falta de indicadores de controle	Falta de capacitação dos executores do processo
Atraso no recebimento de dados;	X	X		X	
Dados incompletos;			X		
Retrabalho (documentos gerados com erros);	X		X	X	
Demora no envio/ retorno de documentos;		X		X	
Falta de conhecimento na execução das atividades;					X
Sistemas/Equipamentos obsoletos;	X	X	X		
Repetição de falhas na elaboração de documentos;	X	X	X		

Fonte: O autor (2022)

4.5 ETAPA 4 - MELHORAR

Nesta etapa do estudo, foi realizado um *Brainstorming* para proposição de soluções para as causas raízes identificadas na etapa anterior. Foram adotadas as seguintes premissas, para a realização do mesmo:

- Buscar soluções com o menor emprego de recursos possível;
- Se utilizar recursos, utilizar o máximo de recursos da OM;
- Soluções que possam atacar mais de uma causa raiz.

Nesta feita, as seguintes ações foram definidas, para serem implementadas. Abaixo segue a Quadro 6 com a relação de cada ação com cada causa a ser tratada.

Quadro 6 – Relação das ações propostas e seu tratamento

Ações de melhorias propostas	Atraso no recebimento de dados;	Dados incompletos;	Retrabalho (documentos gerados com erros);	Demora no envio/ retorno de documentos;	Falta de conhecimento na execução das atividades;	Sistemas/ Equipamentos obsoletos;	Repetição de falhas na elaboração de documentos;
Criar e implementar sistemática para registro e controle das partes requisitórias no sistema <u>SISALC</u>	X	X				X	
Alteração no sistema SISALC para inclusão de ferramenta de filtro para seleção de ações orçamentárias.		X		X		X	
Alteração no sistema SISALC para inclusão de interface gráfica e construção de Indicadores para monitoramento do andamento dos processos (percentual de andamento concluído)	X		X	X		X	X
Alteração no sistema SISALC para inclusão de interface gráfica e novo relatório para controle de Restos a Pagar		X				X	
Alteração no sistema SISALC para inclusão de ferramenta de filtro de Saldo das Notas de Crédito		X				X	
Criar e implementar sistemática de comunicação via <u>email</u> de alarmes sobre mudança de status de um processo em andamento.	X			X		X	
Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de notas de registro de Preços	X		X		X	X	X
Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Termo de Referência	X		X		X	X	X
Integração do sistema SiSALC com outros Sistemas de Informação para automatizar a construção de Editais.	X		X		X	X	X
Digitalização do processo de gestão de pregões e criação de módulo no sistema <u>SiSALC</u>	X		X		X	X	X
Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Ata a ser enviada ao fornecedor	X		X			X	
Realização do estudo de viabilidade para inclusão no SiSALC de módulo de gestão financeira dos processos de compras em andamento		X				X	

Fonte: O autor (2022)

4.6 CONTRIBUIÇÃO DA APLICAÇÃO PARA A ORGANIZAÇÃO MILITAR

Os resultados sugeridos por este estudo mostram-se oportunos e devem promover ganhos operacionais a OM quando implementado. A ênfase nas melhorias dar-se-á no atual sistema de informação utilizado pelo Exército, o SISALC, que passará de uma simplesmente uma ferramenta de inserção de dados e consulta para um verdadeiro real sistema de informação e apoio a decisão. O sistema deverá auxiliar o tomador de decisão a gerenciar o processo de contratação, podendo detectar:

- Gargalos;
- Erros de execução;
- Tendências de atrasos;
- Auxiliar em decisões estratégicas

Outrossim, o sistema também passará a atuar de forma preventiva, evitando com que

os usuários:

- Iniciem processo sem os dados completos
- Confeccionem documentos faltando dados importantes para as etapas seguintes

Ademais, com a contratação ocorrendo através do sistema, os dados serão compartilhados online por mais de um usuário e etapa do processo, podendo, desde já, serem criticados, auditados e usados para estudos de melhorias futuras. Espera-se que haja um ganho de tempo na confecção dos documentos necessários em várias etapas do processo.

A fundamentação técnica utilizada, por meio do LSS, permitiu estudar, medir, identificar, dentro do processo de gestão de fornecedores, um atraso sistêmico em sua contratação, bem como aprofundar a análise com o mapeamento realizado no processo, em que se verificou a execução das atividades e seus tempos, e pôde-se tratar as atividades com maior tempo de execução, hoje, com um esperado impacto em ganho de eficiência com a implementação das ações determinadas. A metodologia desse estudo, em realizar entrevistas e coleta de dados com as equipes que executam as atividades, foi de grande valia, pois as sugestões de melhoria propostas, foram extraídas de todo o levantamento feito por esse estudo com os executantes dos processos.

A ações propostas possuem suporte e influenciarão a consecução dos Objetivos Estratégicos (OE) apresentados no Plano de Gestão 2019-2022 (CMNE, 2021) do CMNE. Necessariamente, o OE 05 que aborda a questão do aumento da efetividade na gestão do bem público. Esse objetivo estratégico, especificamente, possui como Fatores Críticos de Sucesso que serão influenciados diretamente por resultados desse trabalho, pois tratam da busca por uma adequada utilização das ferramentas gerenciais, além da evolução no processo de racionalização administrativa. À medida que as ações de melhoria propostas sejam adotadas no SiSALC, ter-se-á a contribuição direta deste trabalho com a estratégia corporativa apresentada no Plano de Gestão. O OE 05 busca a otimização da gestão orçamentária e financeira, com o objetivo de melhorar a qualidade do gasto e a obtenção de recursos orçamentários e não orçamentários, por Organização Militar (OM). As ações propostas além de contribuir para um melhor desempenho das aquisições, elas também podem aumentar a eficiência no acompanhamento da execução financeira da OM, contribuindo para um melhor controle no que tange o emprego dos recursos e gestão de Restos a Pagar da OM.

4.7 RESUMO DO CAPÍTULO

Nesse capítulo, foram expostos o modelo adotado para se analisar o processo de contratação de fornecedores e suas atividades. Um mapeamento do processo foi inicialmente realizado onde suas atividades envolvidas tiveram os tempos de execução medidos. Com esses tempos, conseguiu-se comprovar que o processo de contratação de fornecedores na OM toma muito tempo, da forma que vem sendo executado hoje e que ele pode ser melhorado, conseguindo ganhos de redução de tempo e melhoria na qualidade do produto a ser entregue por ele. As atividades foram analisadas e melhorias foram propostas por meio de aplicação de ferramentas de qualidade.

Face a necessidade de priorizar as ações de melhorias propostas, um modelo multicritério de apoio a decisão foi desenvolvido. Este modelo está apresentado no próximo capítulo.

5 MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO A DECISÃO PARA ORDENAÇÃO DE AÇÕES DE MELHORIA

Neste capítulo, será apresentado o modelo multicritério desenvolvido para ordenar as ações de melhorias propostas no Capítulo 4. A aplicação da metodologia multicritério de apoio a decisão justifica-se por considerar as preferências do decisor diante de um conjunto de alternativas e critérios. A saída do modelo é uma recomendação de solução, cuja robustez foi verificada por uma análise de sensibilidade.

Neste ponto do estudo, onde tem-se determinadas as ações de melhorias, chega-se à necessidade de determinar-se uma sequência de implantação. A priorização das ações é uma prática de governança necessária, para atender os requisitos de decisor, bem como o alcance de um bom desempenho para a sequência de ações ordenadas.

5.1 JUSTIFICATIVA PARA A ESCOLHA DO MÉTODO

O problema deste estudo trata de uma necessidade do Ordenador de Despesas (OD) em ordenar as medidas de melhorias propostas a partir da identificação dos problemas através da metodologia *Lean Six Sigma*.

Uma vez que o problema analisado tem característica não compensatória entre os critérios adotados para o problema em estudo, e que se considerou a racionalidade do decisor, escolheu-se o método PROMETHEE II que atende à problemática de ordenação e às características acima mencionadas para a construção do modelo (FONSECA, DAHER, 2020).

O Ordenador de Despesas será o decisor para este problema. Ele é um militar responsável pelo controle e aprovação de diversas atividades relacionadas a controladoria financeira. É quem tem a responsabilidade sobre avaliar compras, descargas de material, solicitar e destinar recursos. É um militar que possui amplos conhecimentos sobre controles internos, geralmente com formação na arma de intendência, arma esta que forma militares para as atividades de gestão do Exército. Ainda assim, é comum que este militar que ocupa o cargo de OD também realize cursos relacionados a gestão financeira e controles internos, no âmbito civil.

5.2 CONJUNTO DE ALTERNATIVAS

No Quadro 7 apresentam-se as 12 alternativas do problema multicritério em estudo.

Essas alternativas são as ações de melhorias apresentadas no Capítulo 4, a saber:

Quadro 7 – Lista de alternativas a serem analisadas

A1	Digitalização do processo de gestão de pregões e criação de módulo no sistema SiSALC.
A2	Alteração no sistema SiSALC para inclusão de ferramenta de filtro para seleção de ações orçamentárias.
A3	Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de notas de registro de Preços
A4	Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Ata a ser enviada ao fornecedor
A5	Alteração no sistema SiSALC para inclusão de interface gráfica e construção de Indicadores para monitoramento do andamento dos processos (percentual de andamento concluído)
A6	Criar e implementar sistemática para registro e controle das partes requisitórias no sistema SiSALC
A7	Criar e implementar sistemática de comunicação via e-mail de alarmes sobre mudança de status de um processo em andamento.
A8	Realização do estudo de viabilidade para inclusão no SiSALC de módulo de gestão financeira dos processos de compras em andamento
A9	Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Termo de Referência.
A10	Alteração no sistema SiSALC para inclusão de ferramenta de filtro de Saldos das Notas de Crédito
A11	Integração do sistema SiSALC com outros Sistemas de Informação para automatizar a construção de Editais
A12	Alteração no sistema SiSALC para inclusão de interface gráfica e novo relatório para controle de Restos a Pagar

Fonte: O autor (2022)

5.3 CONJUNTO DE CRITÉRIOS

Baseado em discussões com a equipe técnica do setor em estudo, foram propostos quatro critérios, que posteriormente foram aceitos pelo decisor e que serviram para avaliar as alternativas. Os critérios adotados são: Tempo de implantação (C1), Custo de implantação (C2), Nível de complexidade (C3) e Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional (C4).

Tempo de implantação é o tempo que a equipe de Tecnologia de informação junto com a eventual seção envolvida com a implantação de determinada melhoria calcula que seja necessário para que a mesma seja concluída. Na impossibilidade de um valor exato para os valores de tempo de implantação, foi construída uma escala ordinal de 5 pontos, onde 5 é a melhor situação e 1 a pior situação.

Custo de implantação é o valor calculado em cima do emprego dos militares necessários para trabalhar no projeto de implantação. Conforme a composição da equipe necessária para trabalhar na melhoria, foi estabelecido um custo em cima da hora trabalhada pela equipe, e materiais utilizados. Quanto menos militares e materiais envolvidos menor o custo. Na impossibilidade de um valor exato para os valores de Custo de implantação, foi construída uma escala ordinal de 5 pontos, onde 5 é a melhor situação e 1 a pior situação.

Nível de complexidade é a quantidade de equipes necessárias para viabilizar a implantação de uma alternativa. Essas equipes estão lotadas em quartéis diferentes e em cidades diferentes. Quanto maior a intervenção necessária em determinado sistema de informação, mais equipes poderão ser mobilizadas, o que aumenta a complexidade do trabalho. Face a combinação de equipes envolvidas no atendimento a realização de uma data alternativa, foi construída uma escala ordinal de 5 pontos, onde 5 é a melhor situação e 1 a pior situação.

Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional é o quanto a implantação de determinada melhoria impactará na efetividade da execução de determinada atividade ou processo. Foi construída uma escala ordinal de 5 pontos, onde 5 é a melhor situação e 1 a pior situação.

As Tabelas 10 a 13 detalham essas escalas:

Tabela 10 – Critério tempo de implantação

Tempo de Implantação	Escala
Até 01 semana	5
Entre 01 semana e 01 mês	4
Entre 01 a 03 meses	3
Entre 03 a 06 meses	2
Acima de 06 meses	1

Fonte: O autor (2022)

Tabela 11 – Custos para implantação

Custos para implantar	Escala
Até R\$ 10.000,00	5
Entre R\$ 10.000,01 e R\$ 22.000,00	4
Entre R\$ 22.000,01 a R\$ 32.000,00	3
Entre 32.000,01 a R\$ 40.000,00	2
Acima de R\$ 40.000,01	1

Fonte: O autor (2022)

Tabela 12 – Nível de complexidade

Nível de complexidade	Escala
Necessidade de envolver apenas Equipe CMNE.	5
Necessidade de envolver equipes do CMNE e do CTA.	4
Necessidade de envolver equipes do CMNE e do CTA e da B Adm Curado.	3
Necessidade de envolver equipes do CMNE e do CTA e da B Adm Curado e do CCIEEx.	2
Necessidade de envolver equipes do CMNE, do CTA, da B ADM, do CCIEEx e do DCT.	1

Fonte: O autor (2022)

Tabela 13 – Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional

Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional (tempo de execução da tarefa)	Escala
Elevada contribuição - melhora superior a 40% no tempo de execução da tarefa quando comparado ao cenário atual	5
Alta contribuição - melhora de até 40% no tempo de execução da tarefa quando comparado ao cenário atual	4
Média contribuição - melhora de até 25% no tempo de execução da tarefa quando comparado ao cenário atual	3
Pouca contribuição - o ganho de tempo de execução será pequeno - melhora de até 10% no tempo de execução da tarefa quando comparado ao cenário atual	2
Baixa contribuição - o ganho de tempo de execução será muito pequeno - melhora de até 5% no tempo de execução da tarefa quando comparado ao cenário atual	1

Fonte: O autor (2022)

Considerando que no PROMETHEE II os pesos representam importância relativa dos critérios, o decisor assim ponderou os quatro critérios do problema (vide Tabela 14).

Tabela 14 – Peso adotado para cada critério

Crítérios	Pesos
Tempo de Implantação	0,2
Custos para Implantação	0,1
Nível de complexidade	0,2
Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional (tempo de execução da tarefa)	0,5

Fonte: O autor (2022)

5.4 MATRIZ DE CONSEQUÊNCIA

A Tabela 15 apresenta a matriz de consequência para o problema em estudo. Essa tabela foi construída considerando as informações dos especialistas do setor em estudo.

Tabela 15 – Matriz de consequências do problema em estudo

Ação de melhoria	Tempo estimado para implantar/conclusão da ação	Custos para implantar tal ação	Número de equipes necessárias para implantação da ação.	Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional (tempo de execução)
A1 – Digitalização do processo de gestão de pregões e criação de módulo no sistema SiSALC	2	1	3	2
A2 – Alteração no sistema SiSALC para inclusão de ferramenta de filtro para seleção de ações orçamentárias.	2	1	2	3
A3 – Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de notas de registro de Preços	4	1	2	3
A4 – Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Ata a ser enviada ao fornecedor	3	5	3	2
A5 – Alteração no sistema SiSALC para inclusão de interface gráfica e construção de Indicadores para monitoramento do andamento dos processos (percentual de andamento concluído)	4	2	2	2
A6 – Criar e implementar sistemática para registro e controle das partes requisitórias no sistema SiSALC	5	5	3	1
A7 – Criar e implementar sistemática de comunicação via email de alarmes sobre mudança de status de um processo em andamento.	5	5	5	1
A8 – Realização do estudo de viabilidade para inclusão no SiSALC de módulo de gestão financeira dos processos de compras em andamento	4	3	4	5
A9 – Incluir no sistema SiSALC a funcionalidade de Emissão de Termo de Referência	3	5	5	1
A10 – Alteração no sistema SiSALC para inclusão de ferramenta de filtro de Saldos das Notas de Crédito	4	4	4	3
A11 – Integração do sistema SiSALC com outros Sistemas de Informação para automatizar a construção de Editais	4	5	5	3
A12 – Alteração no sistema SiSALC para inclusão de interface gráfica e novo relatório para controle de Restos a Pagar	4	5	5	2

Fonte: O autor (2022)

5.5 SISTEMA DE APOIO A DECISÃO E APLICAÇÃO DO MODELO

A problemática de ordenação deste trabalho exige a utilização de um método que faça a ordenação entre as ações de melhorias elencadas pelo LSS. O método PROMETHEE II mostra-se mais adequado para emprego nesta questão, devido característica não compensatória entre os critérios. Todos os critérios foram tratados como critério usual, sem definição de limiar de preferência nem de indiferença. Fez-se uso do Visual PROMETHEE, um sistema de apoio a decisão (SAD) acadêmico, de acesso gratuito, desenvolvido Bertrand Mareschal, um dos principais pesquisadores no tema. O Visual PROMETHEE pode ser acessado em <http://www.promethee-gaia.net/>.

Com as informações obtidas pelo SAD, teve-se a saída apresentada na Figura 13, onde apresentam-se o fluxo positivo, fluxo negativo e o fluxo líquido.

Figura 13 – Fluxos obtidos como saída do Visual PROMETHEE

Rang	alternativa		Phi	Phi+	Phi-
1	A8 – Realização do		0,5455	0,7182	0,1727
2	A11 – Integração do		0,5091	0,5909	0,0818
3	A10 – Alteração no		0,3364	0,5455	0,2091
4	A12 – Alteração no		0,1455	0,4091	0,2636
5	A3 – Incluir no sistema		0,0636	0,3909	0,3273
6	A7 – Criar e		-0,0273	0,3818	0,4091
7	A2 – Alteração no		-0,1545	0,3182	0,4727
8	A4 – Incluir no sistema		-0,2000	0,2818	0,4818
9	A6 – Criar e		-0,2273	0,2909	0,5182
10	A5 – Alteração no		-0,2636	0,2364	0,5000
11	A9 – Incluir no sistema		-0,3182	0,2364	0,5545
12	A1 – Digitalização do		-0,4091	0,1909	0,6000

Fonte: O autor (2022)

Verifica-se, após a execução do PROMETHEE II, que a alternativa A8, por ser a que possui a maior contribuição esperada, seja a primeira a ser implantada. O peso atribuído pelo decisor a este critério, fez com que a alternativa com melhor desempenho nele ficasse em evidência. Em seguida, as alternativas 11, 10 e 12, tiveram desempenho dentro do esperado, pois tiveram força na avaliação do decisor nos demais critérios.

5.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Realizando uma leve alteração nos pesos entre os critérios da ordem de 10%, tem-se uma mudança na ordenação. Abaixo temos a Figura 14 com os resultados encontrados:

Figura 14 – Nova ordenação com alteração de 10% no peso do critério mais importante

Rang	alternativa		Phi	Phi+	Phi-
1	A11 – Integração do		0,5060	0,5863	0,0803
2	A8 – Realização do		0,4965	0,6891	0,1926
3	A10 – Alteração no		0,3134	0,5363	0,2229
4	A12 – Alteração no		0,1791	0,4228	0,2438
5	A7 – Criar e		0,0507	0,4185	0,3678
6	A3 – Incluir no sistema		0,0116	0,3649	0,3533
7	A6 – Criar e		-0,1661	0,3200	0,4861
8	A4 – Incluir no sistema		-0,1954	0,2849	0,4802
9	A2 – Alteração no		-0,2249	0,2861	0,5109
10	A9 – Incluir no sistema		-0,2646	0,2608	0,5255
11	A5 – Alteração no		-0,2728	0,2333	0,5061
12	A1 – Digitalização do		-0,4336	0,1817	0,6153

Fonte: O autor (2022)

A alternativa 11 passou a ser a melhor opção, passando a alternativa 8, inicialmente mais bem colocada, para a segunda posição. Apenas 4 alternativas mantiveram-se nas posições do ranking.

5.7 CONTRIBUIÇÃO DA APLICAÇÃO PARA A ORGANIZAÇÃO MILITAR

O *Lean Six Sigma* permitiu a proposição de um conjunto de ações de melhorias para o setor de compras e contratos da CMNE. Contudo, um novo problema surgiu: qual das ações executar em primeiro, em segundo etc. Se fazia necessário apoiar a Organização Militar (OM) em identificar de forma concreta e fundamentada matematicamente uma maneira de definir essa priorização. Por não ser um simples problema de otimização e por considerar a existência de mais de um objetivo para a avaliação das alternativas, a metodologia multicritério de apoio a decisão se mostrou uma boa alternativa a ser considerada. Neste contexto, as preferências da alta direção do Quartel, personificada na figura do Ordenador de Despesas, foi elicitada.

Um modelo baseado no método PROMETHEE II foi proposto. A matriz de consequências foi preenchida com o apoio dos especialistas do setor. Com o uso de uma ferramenta computacional, o sistema de apoio a decisão Visual PROMETHEE, o modelo foi

aplicado e apresentado o resultado ao decisor. Destaca-se que a intenção é que o modelo forneça uma recomendação de solução ao decisor, cabendo a esse aceitar ou não.

Para o decisor, o resultado apresentado pelo modelo mostrou a obediência de uma lógica que, em sua percepção, é extremamente rica e útil. Ele teve a percepção que o resultado proposto pelo modelo multicritério irá proporcionar uma visão estruturada para condução da implementação das ações de melhorias. Ações estas que devem trazer um ganho de produtividade. Segundo o decisor, já na aplicação da primeira melhoria, e sua integração proporcionada ao sistema financeiro da OM fará com que o sistema de compras dê passos mais seguros para um processo de melhoria e ganho operacional. Espera-se que com a implantação das demais ações propostas após aplicação da *Lean Six Sigma*, problemas antigos sejam solucionados de maneira gradual e com uma boa racionalização de recursos empregados.

5.8 RESUMO DO CAPÍTULO

Neste capítulo apresentou-se o modelo multicritério de apoio a decisão baseado no método PROMETHEE II para priorização das ações de melhorias obtidas da aplicação do *Lean Six Sigma* no setor de compras e contratações do CMNE, Quatro critérios foram utilizados, a saber: Tempo de implantação (C1), Custo de implantação (C2), Nível de complexidade (C3) e Contribuição esperada da ação para o aumento da eficiência operacional (C4). A análise de sensibilidade indicou uma inversão de ordem nas primeiras posições quando uma variação de 10% no peso dos critérios foi aplicada.

6 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi aplicar metodologias *Lean Six Sigma* e Multicritério e apoio a decisão para identificação de melhorias e priorização das ações no processo de Gestão de Contratos e Fornecedores de uma Organização Militar do Exército Brasileiro. Após a aplicação do *Lean Six Sigma*, 12 melhorias foram propostas para a modelagem do processo de contratação de fornecedores que é um subprocesso do macroprocesso de Gestão de Contratos e Fornecedores do Exército Brasileiro. Como forma de melhor definir a sequência com que as ações de melhorias deveriam ser implementadas, um modelo multicritério de apoio a decisão baseado no método PROMETHEE II foi proposto.

Para esse estudo, foi realizado um levantamento e diagnóstico do processo atual, e de seus subprocessos, onde conseguiu-se enxergar no processo de contratação de fornecedores, o maior gargalo existente hoje no sistema de gestão de contratos e fornecedores. Foram levantados indicadores iniciais para desempenho das atividades, onde a eficiência foi medida por meio do tempo de execução. Foi definido o escopo no qual a metodologia foi proposta, analisando o processo de contratação, com o emprego de ferramentas do LSS. Foram propostas iniciativas para modelagem do processo de gestão de contratos, haja vista que as ações propostas de melhorias irão suprimir atividades manuais, e prevenir falhas e gargalos operacionais, permitindo aos gestores passarem a observar as tendências de erros, podem atuar de forma preventiva em vez de corretiva nos processos. Por fim, foi realizada a ordenação das medidas propostas, de forma a auxiliar os gestores no planejamento para implementação das ações propostas.

A aplicação do LSS em uma OM foi um desafio, em virtude da hierarquização das funções existentes no Exército. Entretanto, percebeu-se que essa hierarquização também contou como ponto forte, quando se precisou levantar os dados necessários para realizar a análise do modelo proposto pelo LSS. O interesse da gestão, em especial do OD, foi um ponto positivo, pois a figura da alta direção com empenho do projeto faz com que ele possua uma maior adesão dos colaboradores. As propostas de modelagem, foram bem aceitas em linhas gerais pelo Ordenador de Despesas, bem como pelo chefe da SALC. À medida que foram sendo postas em prática, espera-se que os ganhos operacionais desejados aconteçam.

Certamente, novas aplicações do LSS devem ser conduzidas com regularidade. Neste primeiro momento, os esforços foram na melhoria da gestão da informação para o setor de compras e contratos, com ações voltadas para intervenções no sistema de informação

atualmente em uso.

Este trabalho possui como uma das principais contribuições para a Organização militar em estudo, maior conhecimento por parte dos envolvidos na contratação de fornecedores sobre a interdependência de suas atividades. O impacto deste trabalho está exposto na Carta de Aplicabilidade fornecida pelo CMNE. Além disso, esse estudo pode proporcionar impactos financeiros, considerando-se uma redução de custos operacionais, devido ao menor emprego de horas de trabalho por parte de militares. Ainda, uma queda no emprego de recursos como energia elétrica é esperada, o que proporciona um impacto ambiental positivo.

Tem-se como limitações deste trabalho, a ambientação do mesmo em uma entidade militar com as dificuldades inerentes de uma organização bastante hierarquizada. Este estudo focou em uma parte de todo o macroprocesso de gestão de contratos e fornecedores, e não terem sido analisados, por exemplo, processos de contratação na modalidade carona. Além disso, o estudo não alcançou o ciclo completo do DMAIC, com a última fase deste não tendo sido avaliada, devido ao tempo necessário para a aplicação da ferramenta. Algumas atividades propostas não foram implementadas até a presente data.

Sugere-se para trabalhos futuros, a aplicação da última etapa do DMAIC, avaliando e corrigindo as ações implementadas, num modelo sustentável de gestão. Com os devidos ajustes às particularidades encontradas, o trabalho pode ser replicado para outras organizações militares e novos processos dentro do próprio CMNE, além de outras entidades públicas e privadas.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE P.H.M. PROMETHEE IV as a Decision Analyst's Tool for Site Selection in Civil Engineering. In: Guarnieri P. (eds) Decision Models in Engineering and Management. Decision Engineering. Springer, 2015.
- ALBUQUERQUE, C.C.C.P. Modelo multicritério para priorização de Projetos Seis Sigma. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Centro de Tecnologia e Geociências. Universidade Federal de Pernambuco. 87p., 2011.
- ALMEIDA, A. T.; VETSCHERA, R. A note on scale transformations in the PROMETHEE V method. *European Journal of Operational Research*, v. 219, p. 198-200, 2012
- ALMEIDA, J. A; ALMEIDA, A. T; COSTA, A. P. S. Portfolio selection of information systems projects using PROMETHEE V with c-optimal concept. *Pesquisa Operacional*, v.34, n. 2, pp. 275-299, 2014.
- ARAÚJO, C. A. C.; RENTES, A.F. A metodologia Kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta. Artigo. *Revista Gestão Industrial*. Universidade de São Paulo - USP Escola de Engenharia de São Carlos – São Paulo - v. 02, n. 02: p. 133-142, 2006.
- BRANS, J. P., VINCKE, P. A preference ranking organization method (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). *Management Science*, v.31, p. 647-656, 1985.
- BRANS, J.P., MARESCHAL, B. Chapter 5: PROMETHEE methods. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, pp. 164-195, 2005
- BRANS, J.P., MARESCHAL, B., VINCKE, P. PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis. In J.P. Brans, editor, *Operational Research '84*, pages 477-490. North-Holland, Amsterdam, 1984.
- BRIOZO, R.A., MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015
- BUDAK, G., CHEN, X., CELIK, S., OZTURK, B. A Systematic Approach for Assessment of Renewable Energy Using Analytic Hierarchy Process. *Energy Sustainability and Society*, v. 9, pp. 9–37, 2019.

- CARRILLO, P. A. A.; ROSELLI, L. R. P.; FREJ, E. A.; DE ALMEIDA, A. T. Selecting an agricultural technology package based on the flexible and interactive tradeoff method, *Annals of Operations Research*, 2018.
- CARTER, P. *Six Sigma*. AAOHN Journal, v. 58, n. 12, pp. 508-510, 2010.
- CAVALCANTE, C. A. V.; ALENCAR, M. H.; LOPES, R. S. Multicriteria Model to Support Maintenance Planning in Residential Complexes under Warranty. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 143, p. 04016110, 2017.
- COMANDO MILITAR DO NORDESTE (CMNE). Plano de Gestão 2019-2022. Versão atualizada em 2021. Recife, 2021.
- COSTA, I.P.A., COSTA, A.P.A, CORRIÇA, J.V.P., GOMES, C.F.S., SANTOS, M. Estudo bibliométrico sobre métodos de Apoio Multicritério à Decisão aplicados em problemas militares. Anais do LII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, João Pessoa. Brasil. 2021
- CRESWELL, J.W; PLANO CLARK, V. L.; Designing and conducting mixed methods research. Third Edition, Los Angeles: SAGE Publications, 2017.
- CUNHA, A. M. C. A.; CAMPOS, C. E.; RIFARACHI, H. H. C. Aplicabilidade da metodologia *Lean* em uma lavanderia hospitalar. *O Mundo da Saúde*, v.35, n.5, pp.311-318, 2011.
- De ALMEIDA, A.T. O Conhecimento e o uso de métodos multicritérios de apoio a decisão. Recife: Editora Universitária UFPE, 2011
- DE ALMEIDA, A.T.; COSTA, A. P. C. S.; Modelo de decisão Multicritério para priorização de sistemas de informação com base no método PROMETHEE. *Gestão & Produção*, v.9, n. 2, pp. 201-214, 2002
- DOWNES, M, R.; NGUYEN, L, P.; Reliability Engineering Efforts at US Army Armaments Research Development and Engineering Center. Proceedings of 2013 Proceedings Annual Reliability and Maintainability Symposium (RAMS). Orlando, Fl. 2013.
- ESTADO MAIOR DO EXÉRCITO (EME). Relatório de Gestão do Comando do Exército - Exercício 2020. Brasília, 2021
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

- FERNANDES, S.T., MARINS, F.A.S. Aplicação do *Lean Six Sigma* na Logística de Transporte. *Revista Produção Online*, v.12, n. 2, pp. 297-327, abr./jun. 2012
- FLETCHER, J. Opportunities for *Lean Six Sigma* in public sector municipalities. *International Journal of Lean Six Sigma*, v..9, n.2, pp. 256-267, 2018
- FONSECA. R., DAHER, S.F.D. Modelo de Priorização de Ações de Melhorias no Processo de Gestão de Contratos e Fornecedores no Exército Brasileiro. In *Proceedings of Virtual 2020 INSID - Innovation for Systems Information and Decision Meeting*, December 2-4, 2020.
- FREITAS, T. P.; BEZERRA, D, K; CABETE, N, P, F. Princípios e filosofia *Lean* / Organizadora Pauline Balabuch. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017.
- FREJ, E. A.; ROSELLI, L. R. P.; ALMEIDA, J. A.; de Almeida, A. T. A Multicriteria Decision Model for Supplier Selection in a Food Industry Based on FITradeoff Method. *Mathematical Problems in Engineering*, v. 2017, p. 1-9, 2017.
- GEORGE, M. L. *Lean Seis Sigma: combining Seis Sigma quality with Lean production speed*. EUA: McGrawHill Companies, 2002.
- GEORGE, M. L. *Lean Six Sigma for services*. USA, The McGraw-Hill Companies, Inc. 2003.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed., São Paulo: Atlas, 2002.
- GUTIERREZ-GUTIERREZ, L.; LEEUW, S.; DUBBERS, R. Logistics services and *Lean Six Sigma* implementation: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma* v..7, n.3, pp.324-342, 2016.
- JORDAN, E; KUSAR, J.; RIHAR, L.; BERLEC, T.; Portfolio analysis of a *Lean Six Sigma* production process. *Central European Journal of Operations Research*, v. 27, pp.797-813, 2019.
- KASWAN, M.S, RATHI, R. Investigating the enablers associated with implementation of Green *Lean Six Sigma* in manufacturing sector using Best Worst Method. *Lean Technologies and Environmental Policy*, v. 22, pp. 865–876, 2020.
- LIKER, J. K., MEIER, D. O modelo Toyota: Manual de aplicação: Um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2007.
- MARANHÃO, M. ISO série 9000: manual de implementação – versão 2000. 6. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001

NONG, N-M. T., HA, D-S. Application of MCDM methods to Qualified Personnel Selection in Distribution Science: Case of Logistics Companies. *Journal of Distribution Science*, v. 19, n. 8, pp. 25-35, 2021.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1997.

PERUCHI, R. S.; BALESTRASSI, P.P.; CARMELOSSI, M.S.; MAIA, P.R. Aplicação das Etapas Definir e Medir do *Roadmap* DMAIC para um exempli didático de projeto de Seis Sigma. Artigo. *XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves*, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

PESTORIUS, M. S. Aplicando o Seis Sigma às vendas e ao Marketing. *Banas Qualidade*. São Paulo, ano XVI, n.178, pp. 40-50, 2007.

ROLANDO, D.A.R. Aplicação de método de tomada de decisão multicritério para priorização de projetos *Lean Six Sigma*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Faculdade de Engenharia -Guaratinguetá, Universidade Estadual de São Paulo. 2018.

RUTHES, S.; CERETTA, P. S.; SONZA, I. B.; Seis Sigma: Melhoria da Qualidade através da redução da Variabilidade. *Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil*, v. 02, n. 02: p. 173-190, 2006;

SARAH, S.; RAHIM, A. CARRETERO, J. A. The integration of *Six Sigma* and *Lean* management. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n.3, pp. 249-274, 2010

SERAPHIM, E. C.; SILVA, Í.; B.; AGOSTINHO, O.; L.; *Lean Office* em organizações militares de saúde: estudo de caso do Posto Médico da Guarnição Militar de Campinas Artigo. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 389-405, 2010.

SHATNAWI, N.; ABU-QDAIS, H.; ABU QDAIS, F. Selecting renewable energy options: an application of multi-criteria decision making for Jordan, *Sustainability: Science, Practice and Policy*, v.17, n. 1, pp. 209-219, 2021

SILVA, V. B. S.; MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A T. A Multicriteria Group Decision Model to Support Watershed Committees in Brazil. *Water Resources Management*, v. 24, p. 4075-4091, 2010.

SINGH, M.; RATHI, R. A structured review of *Lean Six Sigma* in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, v.10, n. 2, pp. 622-664, 2019

SUNDER, V. M. Rejects reduction in a retail bank using *Lean Six Sigma*. *Production Planning & Control*, v.27, n. 14, pp. 1131-1142, 2016.

SUNDER, V. M.; ANTONY, J. A conceptual *Lean Six Sigma* framework for quality excellence in higher education institutions. *International Journal of Quality & Reliability Management*. v. 35, n. 4, pp. 857-874, 2018.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. *Six Sigma*: Critical Success Factors for its Implementation, *RAC/ANPAD*, v. 13, n. 4, pp. 647-662, 2009.

TSIRONIS, L.K.; PSYCHOGIOS, A. Road towards *Lean Six Sigma* in service industry: a multi-factor integrated framework. *Business Process Management Journal*. v. 22, n.4, pp. 812-834, 2016.

TSIRONIS, L.K.; PSYCHOGIOS, A. Road towards *Lean Six Sigma* in service industry: a multi-factor integrated framework. *Business Process Management Journal*. Emerald Group Publishing Limited, v. 22, n. 4, pp. 812-834, 2016.

TSIRONIS, L.K.; PSYCHOGIOS, A. Road towards *Lean Six Sigma* in service industry: a multi-factor integrated framework. *Business Process Management Journal*. v. 22 n. 4, pp. 812-834, 2016

VENANZI, D.; LAPORTA, B. P. *Lean Six Sigma*. *South American Development Society Journal*, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 66 - 84, 2017.

VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Chichester: John Wiley & Sons. 1992.

WERKEMA, C. *Criando a Cultura Lean Seis Sigma*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012

WERKEMA, C. *Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas: PDCA e DMAIC*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda. 2014.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. *Lean thinking banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, 2003.

YADAV, G., SETH, D., DESAI, T. N. Application of hybrid framework to facilitate *Lean Six Sigma* implementation: a manufacturing company case experience, *Production Planning & Control*, v. 29, n. 3, pp.185-201, 2018