



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ISAAC PEREIRA CARAIBA DA SILVA
JADSON SOUSA DA SILVA

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA SIMPLIFICADA DE IMPLANTAÇÃO DO
LEAN SIX SIGMA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Arapiraca
2020

ISAAC PEREIRA CARAIBA DA SILVA
JADSON SOUSA DA SILVA

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA SIMPLIFICADA DE IMPLANTAÇÃO DO
LEAN SIX SIGMA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Sistemas de Informação do Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Msc. PETRUCIO ANTONIO
MEDEIROS BARROS

Arapiraca
2020

ISAAC PEREIRA CARAIBA DA SILVA

JADSON SOUSA DA SILVA

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA SIMPLIFICADA DE IMPLANTAÇÃO DO
LEAN SIX SIGMA EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação e aprovado em sua forma final pelo Instituto de Computação da Universidade Federal de Alagoas.

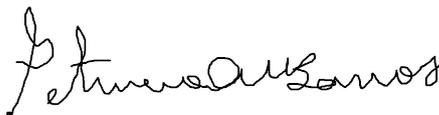
Maceió, 23 de setembro de 2020.



SIAPE 1120930

Prof. Msc. PETRUCIO ANTONIO MEDEIROS BARROS
Coordenador do Curso de Sistemas de Informação

Banca Examinadora:



Prof. Msc. PETRUCIO ANTONIO MEDEIROS BARROS
Orientador



Prof. Msc. WANDERSON RUBIAN MARTINS RODRIGUES
Professor examinador 1



Prof. Dr. OLIVAL DE GUSMÃO FREITAS JÚNIOR
Professor Examinador 2

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Abmail Pereira, que desde cedo educou e incentivou os filhos a buscarem seus sonhos e alcançar seus objetivos por meio da educação e do conhecimento, também agradeço as minhas irmãs Maely e Maila que sempre foram companheiras e me apoiaram em todos os momentos.

Ao professor Petrócio Barros que aceitou ser o orientador e com maestria conduziu o processo de desenvolvimento, guiando para que o proposto pelo tema fosse atingido em todo momento.

Isaac Pereira Caraiba da Silva

Dedico esta nova conquista a toda minha família, e, especialmente a minha mãe Gilza Sousa e ao meu pai José Braz que sempre foram o meu pilar e me mostrou o caminho do bem, minha esposa Michele Santana pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e por sempre me motivar, ao meu filho Henrique Santana que foi fonte em inspiração para buscar dias melhores e ser uma fonte inesgotável de carinho e afeto.

Ao professor Petrócio Barros que prontamente aceitou-me orientar para conclusão desse trabalho, que com muita sabedoria e paciência compreendeu os desafios deste tema, sabendo guiar de forma objetiva.

Jadson Sousa da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus antes de tudo, porque sem ele nada seria possível.

A minha mãe, Abmail Pereira, e minhas irmãs Maely e Maila, pela confiança no meu progresso e pelo apoio emocional.

Ao meu orientador Prof. Petrócio Barros que apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica aceitou-me orientar nesta monografia. As suas valiosas indicações fizeram toda a diferença.

A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida.

Também agradeço a todos os meus colegas de curso, pela oportunidade do convívio e pela cooperação mútua durante estes anos.

Isaac Pereira Caraiba da Silva

Não dá para sintetizar em poucas palavras todos os envolvidos desde o início do curso até a tão sonhada conclusão, todos citados aqui tiveram participação mais do que especial no desenvolvimento profissional quanto pessoal.

Agradeço a minha mãe Gilza por acreditar em mim e ser meu porto seguro. A minha esposa Michele por me incentivar e não me deixar esmorecer diante dos obstáculos. A meu filho Henrique que me inspira a cada dia ser uma pessoa melhor. A todo o corpo docente da Universidade Federal de Alagoas que me inspirou a não só buscar o conhecimento, como também difundir e ajudar outras pessoas.

A Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade da realização do meu sonho e dos meus pais ao ver ser filho graduado. Em especial ao Prof. Petrócio Barros pela orientação do trabalho, por auxiliar, dar suporte, por disponibilizar um pouco do seu tempo e conhecimento até a finalização deste trabalho.

Jadson Sousa da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	11
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA	11
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DO TEMA	13
1.5 METODOLOGIA	13
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 INTRODUÇÃO.....	15
2.2 LEAN MANUFACTURING	15
2.2 SIX SIGMA	20
2.3 INTEGRAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING E SIX SIGMA	22
2.4 PROCESSOS DE NEGÓCIO	24
CAPÍTULO 3 – LEAN SIX SIGMAS (LSS).....	27
3.1 INTRODUÇÃO.....	27
3.2 METODOLOGIA DMAIC	28
3.3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NO DMAIC	30
3.3.1 Diagrama de Causa e Efeito	30
3.3.2 5W2H	32
3.3.3 Brainstorming ou Tempestade de Ideias	33
3.3.4 Project Charter.....	34
3.3.5 Diagrama de Pareto	35
3.3.6 Diagrama de Árvore	36
3.3.7 FMEA - Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos	37
3.3.8 Kaizen.....	37
3.4 FERRAMENTAS DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE PROCESSOS	39
3.4.1 SIPOC.....	39
3.4.2 Diagrama de Modelagem de processos – BPMN.....	40
3.5 ESTUDOS CORRELATOS	41
CAPÍTULO 4 - UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IMPLANTAÇÃO DO LSS EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS	45
4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS.....	46
4.2 DESCREVER OS PROCESSOS IDENTIFICADOS	46
4.3 CLASSIFICAR OS PROCESSOS	46
4.4 ESTABELECEER PRIORIDADES PARA OS PROCESSOS.....	46
4.5 METODOLOGIA DMAIC	47
4.5.1 Define (definir)	48
4.5.2 Measure (medir)	48
4.5.3 Analyse (analisar)	49
4.5.4 Improve (melhorar).....	49
4.5.5 Control (controlar).....	50
4.6 RECOMENDAÇÕES.....	51
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

5.1 - Conclusões	52
5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros.....	53
REFERÊNCIAS	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cinco princípios da produção enxuta.....	17
Figura 2: Componentes de um processo.....	25
Figura 3: Metodologia Six Sigma - DMAIC.....	30
Figura 4: Espinha de peixe.	31
Figura 5: Exemplo de diagrama de causa e efeito.	31
Figura 6: Explicação da metodologia 5W2H.	32
Figura 7: Exemplo de tempestade de ideias	33
Figura 8: Gráfico de Pareto	35
Figura 9: Árvore de decisão.....	36
Figura 10: Exemplo de processo baseado em FMEA.....	37
Figura 11: Modelo SIPOC.....	39
Figura 12: Exemplo de processo utilizando a notação BPMN.....	41
Figura 13. Etapas e passos para o projeto LSS.....	45
Figura 14: Exemplo de ABPMP.....	47
Figura 15: Roteiro DMAIC	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Estudos correlatos.....	41
-----------------------------------	----

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo propor uma proposta metodológica simplificada de implantação do Lean Six Sigma para pequenas e médias empresas. Trata-se de uma pesquisa descritiva e quantitativa, onde para levantamento dos dados utilizou-se a pesquisa bibliográfica. O Lean Six Sigma integra a metodologia do Lean Manufacturing com as técnicas utilizadas no Six Sigma, utilizando os pontos fortes de cada metodologia para juntos, atingirem melhores resultados do que se forem implantados individualmente. Os benefícios do Lean Six Sigma incluem a remoção de etapas sem valor agregado, redução do custo de baixa qualidade, diminuir o tempo do ciclo e entrega do produto. A implantação do Lean Six Sigma deve seguir uma metodologia, o qual envolve a identificação dos processos a serem melhorados, a descrição e classificação desses processos, estabelecendo as prioridades de melhoria para os processos avaliados, o uso da metodologia DMAIC, a qual define o problema, mede as melhorias, analisa o que deve ser melhorado, apresenta a melhoria e, por fim, controla as melhorias que serão implementadas. Através de um roteiro, como o sugerido, as empresas podem utilizar o LSS em seus processos para minimizar perdas e melhorar seus processos, atingindo assim, melhores resultados organizacionais.

Palavras-Chaves: Lean Manufacturing, LeanSix Sigma, Six Sigma, pequenas e médias empresas, DMAIC.

ABSTRACT

The present study aimed to propose a simplified methodological proposal for the implementation of Lean Six Sigma for small and medium-sized companies. It is a descriptive and quantitative research, where for data collection we used the bibliographic research. Lean Six Sigma integrates the Lean Manufacturing methodology with the techniques used in Six Sigma, using the strengths of each methodology to achieve better results together than if they were implemented individually. The benefits of Lean Six Sigma include removing steps with no added value, reducing low quality costs, shortening cycle times and delivering the product. The implementation of Lean Six Sigma must follow a methodology, which involves the identification of the processes to be improved, the description and classification of these processes, establishing the improvement priorities for the evaluated processes, the use of the DMAIC methodology, which defines the problem, measures improvements, analyzes what should be improved, presents the improvement and, finally, controls the improvements that will be implemented. Through a script, as suggested, companies can use LSS in their processes to minimize losses and improve their processes, thus achieving better organizational results.

Keywords: Lean Manufacturing, Len Six Sigma, Six sigma, Small and medium companies, DMAIC.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Conforme apresentam Giacon e Mesquita (2011), nas indústrias, a manufatura pode ter estratégias que agregam vantagens ou desvantagens competitivas, dependendo da forma que são elaboradas e seguidas, as quais precisam de atenção especial da gestão das empresas, pois os maiores custos relacionados ao processo produtivo vem da manufatura, onde envolvem desde a matéria-prima e mão-de-obra, até o produto final e seus respectivos processos.

Para Werkema (2012), atender ao mercado apenas com uma produção tradicional que produz para estoques, já não é uma das melhores estratégias competitivas para as indústrias na atualidade, ou seja, é necessário equilibrar o processo fabril para que atendam às demandas de produção empurrada, que objetiva o estoque de mercadorias acabadas, com as técnicas de produção puxada, que atendem as demandas de mercado a partir das necessidades dos clientes. Neste contexto, na busca de melhor efetividade de produção, ferramentas como a Lean Manufacturing, Six Sigma (Seis Sigmas) e a junção das duas, chamada de Lean Six Sigma, trazem uma metodologia de redução de desperdícios e melhoria de processos para as empresas (GIACON E MESQUITA, 2011; WERKEMA, 2012).

O objetivo primordial do *Lean Manufacturing* é reduzir desperdícios focando no esforço humano, estoques, tempo de entrega, retrabalhos e espaço de produção para atender a demanda do mercado. Já o *Six Sigma* é focado em reduzir a variabilidade dos processos, aumentar a satisfação do cliente e a lucratividade da empresa, utilizando ferramentas estatísticas e de um método estruturado para a resolução de problemas (WERKEMA, 2012).

A ferramenta Six Sigma tem como finalidade reunir ferramentas de estatísticas e qualidades com práticas contínuas de melhorias de processos, e a sua maior prioridade é a obtenção de resultados de forma planejada e clara, com qualidade trazendo um retorno financeiro. Esta ferramenta, quando executada corretamente, eleva o nível de excelência da gestão operacional. É utilizada para variabilidade dos processos, com finalidade da obtenção de nível a quase zero erro ou falha no desenvolvimento do processo (WERKEMA, 2012).

O *Lean Six Sigma* (LSS) é uma fusão *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, que abordam conceitos distintos, mas são complementares. Walter e Paladini (2019), comentam que a implementação combinada de Lean Manufacturing e do Six Sigma resultará em uma organização capaz de superar os desafios de cada metodologia quando implementadas separadamente. O LSS é uma melhoria organizacional que visa expandir o valor do investidor,

melhorando a qualidade, a satisfação do cliente, a velocidade e a redução de custos. Pode-se considerar como uma diferença, o contexto histórico e geográfico, visto que as metodologias nasceram em épocas diferentes e em países diferentes, mas na essência, buscam o mesmo resultado, qual seja, trazer a melhoria de resultados e produtividade para a empresa.

Para Antony (2004), um fator importante que se destaca na implementação de programas de melhoria de processos de negócio é a seleção e o gerenciamento dos projetos, pois a falta de habilidade na escolha e condução do roteiro pode consumir tempo e recursos que depois geram frustrações e insucessos. Critérios de obtenção de lucros, critérios de viabilidade e critérios de impacto organizacional são opções utilizadas para a seleção adequada dos projetos.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante deste contexto, o presente estudo tem como problema central de pesquisa em como um roteiro para implantação do Lean Six Sigma, pode auxiliar as pequenas e médias empresas na melhoria dos seus processos?

1.3 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Definiu-se como objetivo geral propor um roteiro de implantação do Lean Six Sigma para pequenas e médias empresas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Apresentar os principais conceitos relacionados ao Lean Manufacturing, Six Sigma e Lean Six Sigma;
- Conhecer o processo de implantação de Lean Six Sigma nas empresas;
- Demonstrar através de um roteiro, um processo simplificado para implantação do Lean Six Sigma nas empresas.

1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESCOLHA DO TEMA

As indústrias têm a necessidade de equilibrar o processo fabril para que atendam às demandas de produção da melhor forma possível, onde precisam elaborar processos produtivos que atendem as demandas de mercado a partir da necessidade dos clientes ou das vendas efetivadas. Neste contexto, na busca de melhor efetividade de produção, ferramentas como a Lean Manufacturing, os Six Sigma e a junção dos dois, chamado de Lean Six Sigma, trazem uma metodologia de redução de desperdícios e melhoria de processos para as empresas (GIACON E MESQUITA, 2011)

O presente estudo se justifica, pois entende-se que um roteiro simplificado para implantação do LSS em pequenas e médias empresas, poderá contribuir em nos processos produtivos, melhorando a produtividade e tornar estas empresas mais competitivas no seu mercado de atuação. Porém, entende-se que a implementação do Lean Six Sigma apresenta algumas variações, dependendo do porte da empresa, da estrutura de tecnologia, da cultura e do número de pessoas envolvidas na implantação (WALTER E PALADINI, 2019)

1.5 METODOLOGIA

Em relação aos materiais e métodos, para este estudo o nível de pesquisa é a pesquisa descritiva, a qual, segundo Nardi e Santos (2003), caracterizam pela investigação de pesquisa empírica com a finalidade de delinear ou analisar as características de fatos ou fenômenos.

Em relação à abordagem do problema, será utilizada a pesquisa quantitativa que segundo Lakatos e Marconi (2001) a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las.

Com relação aos procedimentos técnicos o trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica, pois os dados foram obtidos através de fontes secundárias, utilizando como fontes de coleta de dados materiais publicados, como: dissertações, teses, livros, periódicos científicos, revistas, matarias de aulas, etc.

Para levantamento dos dados, foram pesquisados autores com expressão significativa no campo científico relacionados ao tema, oportunidade que trouxe as principais ideias adicionadas, tendo como alvo fundamentar a proposta deste trabalho. O levantamento dos dados e das informações relevantes para a investigação e o entendimento das questões propostas, foram baseadas em pesquisa bibliográfica indireta (GIL, 2008). Também foram pesquisadas e

coletadas informações relevantes e atualizadas na internet, acerca do tema, delineando a reflexão conforme se veem, bem como as referências bibliográficas citadas neste estudo.

O foco desse trabalho são empresas de Comércio e Serviço de até no máximo 99 funcionários e para Indústria de no máximo 499 colaboradores (SEBRAE, 2009). Quanto ao faturamento, o BNDES (2010) considera pequena empresa, faturamento até 16 milhões e empresa de médio porte até 90 milhões.

Este estudo está organizado em 6 Capítulos, onde o primeiro apresenta a introdução ao trabalho, contextualizando o tema, apresentando o problema, objetivos e justificativa, o segundo capítulo apresenta a revisão da literatura sobre Lean Manufacturing e Six Sigma, o terceiro capítulo apresenta a metodologia do trabalho, o quarto capítulo envolve a teorização sobre o Lean Six Sigma, o quinto capítulo apresenta o roteiro para implantação o Lean Six Sigma e no sexto capítulo são apresentadas as conclusões do estudo.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTRODUÇÃO

Walter e Paladini (2019), comentam que a metodologia Lean Manufacturing e Six Sigma são as estratégias mais populares e amplamente utilizadas por empresas que buscam melhoria contínua. Essas metodologias são complementares, ou seja, a Lean Manufacturing busca otimizar processos, simplificando seu fluxo de trabalho e eliminando desperdícios, enfatizando velocidade e eficiência, já a metodologia Six Sigma procura eliminar a variação do processo para gerar uma quantidade menor de defeitos, destacando a qualidade. São abordagens diferentes para a melhoria, mas são compatíveis porque se concentram nos clientes, enfatizam uma visão orientada ao processo e ajudam a reduzir custos, (WALTER E PALADINI, 2019; ENDLER et. al., 2016)

2.2 LEAN MANUFACTURING

O termo "Lean" foi criado pela primeira vez por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos em "A máquina que mudou o mundo" (DEMING, 1990). Lean Manufacturing é enraizada no Sistema de Produção da Toyota, que transformou a "Toyota Motor Corporation" de um pequeno produtor nacional em 1950 em um dos principais fabricantes de automóveis do mundo nos anos 80 (VIEIRA, JUNIOR E TERRA, 2018).

Gestão Científica (Taylorismo) racionaliza o uso da força de trabalho no nível individual do trabalhador, através da fragmentação trabalhos individuais em diferentes tarefas e otimização de cada um. Fordismo, adota os princípios racionais do taylorismo e estende o foco da eliminação de resíduos para todo o processo. A Produção em Massa foi definida como uma guerra implacável ao desperdício. A metodologia Lean Manufacturing tem foco na redução de desperdício. Taiichi Ohno, o criador do Sistema de produção Toyota, define resíduo (Muda) como qualquer atividade humana, que absorve recursos e não cria valor (DEMING, 1990).

Deming (1990), comenta que Taiichi Ohno identifica sete tipos de Muda ou Resíduo: resíduos de superprodução, resíduos de inventários em espera, resíduos de transporte desnecessário, resíduos de espera, desperdício de movimentos desnecessários (movimento de pessoas), desperdício de processos desnecessários e desperdício de produtos defeituosos.

No entanto, o Lean evita o total afastamento dos trabalhadores através da ampliação do escopo dos empregos, oferecendo variedade de tarefas, eliminando a supervisão rigorosa,

reduzindo a necessidade de inspeções e incentivar interações sociais no local de trabalho (DEMING, 1990).

Ao contrário da abordagem dos fabricantes de autopeças ocidentais, a Toyota deu poder aos funcionários e garantiu empregos para toda a vida, o que, por sua vez, a Toyota se beneficiou da participação plena dos funcionários. Araújo (2007) e Taktica (2008) propõem um conjunto de princípios como a redução da quantidade de atividades não agregadoras de valor, aumento do valor do produto final, redução da variabilidade, redução do tempo de ciclo, simplificação, aumento da flexibilidade, aumento da transparência, foco no controle, melhoria contínua dentre outros, os quais permitem as empresas a alcançar produção enxuta. As empresas devem adotar esses princípios e incorporá-los em suas operações, sequencialmente.

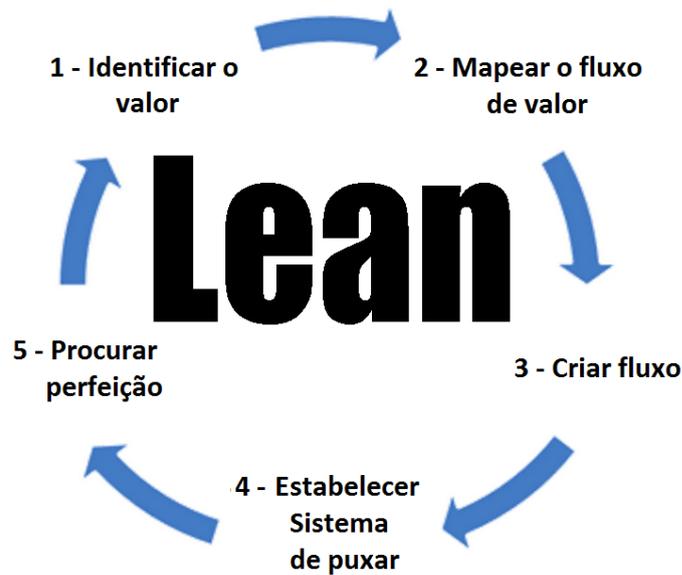
Empresas como a 3H Service & Consulting não só aplicam os princípios Lean às suas próprias operações, mas encontram benefícios substanciais na implementação do Lean Manufacturing em seus processos dos clientes (3H SERVICE & COLSULTING, 2017).

A produção em massa emprega trabalhadores não qualificados ou semiquilificados para executar as tarefas usando máquinas especializadas e caras, em busca de produzir grandes volumes, pois, se a produção parar, isso implica um alto custo. Já a manufatura enxuta, busca especializar a mão-de-obra para cada operação, onde a otimização dos processos e a melhoria da produtividade são foco (BARREIRA, 2011).

O sistema Toyota combina as vantagens da produção feito à mão e reduz a padronização de produtos e modelos de produção em massa. Para isso, os pequenos produtores ocupam equipes de trabalhadores versáteis em todos os níveis da organização e empregam máquinas muito flexíveis em geral para produzir pequenos lotes de produtos em grandes variedades. Diz-se que as bases de produção enxuta estão no nível da planta de produção (GOLDACKER e OLIVEIRA, 2008), onde o foco está na melhoria contínua de todo o processo de produção, eliminando desperdícios, prazos para projetar novos produtos sem negligenciar a qualidade e a eficiência do trabalho.

O sistema Lean Manufacturing é um método racional de fabricação, que busca eliminar elementos desnecessários para reduzir custos. Para Flinchbaugh, (2010), a integração destes princípios nas operações implica o uso de certas ferramentas e técnicas. Endler et. al. (2016), complementa, afirmando o Lean vem da produção enxuta e atende a 5 princípios, os quais são apresentados na figura 1 a seguir:

Figura 1: Cinco princípios da produção enxuta



Fonte: Coelho (2020)

Conforme apresenta a figura 1, o primeiro princípio do Lean é a identificação do valor da perspectiva do consumidor final. O segundo princípio Lean (fluxo de valor) é a identificação de famílias de produtos ou serviços que seguem caminhos de processos comuns para o consumidor. O terceiro princípio do Lean é "fluxo", um único produto deve fluir continuamente através processos criadores de valor sem interrupções ou intervalos. O quarto princípio é para permitir que apenas o valor flua na demanda do cliente. Valor que flui na força de cliente implica que nada é produzido grandes quantidades, a menos que alguém demande por isso. Isso é o oposto do pensamento em lotes e filas que sugere produção em massa e grandes estoques antecipadamente e com base na demanda prevista. O último princípio da produção enxuta persegue a perfeição continuamente. Isso significa que as empresas devem sempre procurar resíduos e encontrar novas formas de lidar com isso (FLINCHBAUGH, 2010, ENDLER et. al. 2016).

Koskela (1992) e Womack e Jones (1996) já haviam identificado os cinco princípios básico que mostra como os conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) podem ser aplicados para qualquer sistema produtivo, seja lá qual for o setor, o país ou a organização. São eles:

- **Valor:** O que o cliente está disposto a pagar e qual a sua real necessidade, definida a partir do próprio ponto de vista do interessado pelo produto.
- **Cadeia de Valor:** Identificando e eliminando os desperdícios recorrentes ao longo de toda a cadeia de valor, da matéria-prima ao cliente final. Há inúmeras atividades

resultantes em *outputs* dispensáveis para o cliente, empresas devem saber reconhecer essas etapas desnecessárias observando a cadeia produtiva de forma panorâmica.

- **Fluxo Contínuo:** Criar fluxo contínuo onde for possível. O fluxo contínuo ou *one-piece-flow* consiste em uma linha de produção ideal de um curso único ininterrupto, sem estoques intermediários e nem paradas durante o processo, minimizando o tempo de produção, gerando maior qualidade e eliminando desperdícios. O fluxo contínuo permite a redução do tempo de concepção do bem ou serviço, possibilitando a mais rápida resposta aos pedidos dos clientes
- **Produção Puxada:** Significa produzir na quantidade certa, na hora certa, para atender a uma demanda. Deve-se produzir somente quando demandado pelo cliente. Esta produção elimina suposições de falsa demanda, conforme dito anteriormente, e reduz os estoques ao mínimo (podendo, no caso da construção civil, ser estoque zero); ainda prevendo o contato constante com os clientes, permitindo identificar quais as necessidades antes do início da produção.
- **Perfeição:** A perfeição deve ser a meta constante dentro de uma companhia. Ao passar pelos princípios citados acima, a empresa consegue enxergar que as oportunidades de eliminação de desperdícios podem ser infinitas e essa busca deve ser incessante.

Verifica-se que a eliminação de resíduos requer a remoção do processo de todas as atividades que não geram valor. Para isso, deve-se identificar o fluxo de valor, que é o conjunto de ações específicas que o produtor deve executar para entregar um produto e eliminar atividades que não geram valor (WOMACK et al., 1992).

Os desperdícios normalmente são enquadrados dentro de oito categorias básicas presentes em uma cadeia produtiva. Sua eliminação está diretamente relacionada ao conceito de *Just-In-Time* - os recursos e processos são disponibilizados e finalizados exatamente no momento em que devem ser entregues/concluídos. A saber, os oito desperdícios estão explicitados a seguir, segundo Petenate (2016):

- A **superprodução** consiste em produzir mais do que a procura, ou fora do prazo de entrega. A produção deve basear-se na filosofia, já mencionada, *Just-In-Time*.
- Os **defeitos** são todas as irregularidades possíveis de se apresentar em um produto (reduzindo seu valor agregado) e todas as consequências relacionadas a essas

irregularidades. De um modo geral, defeitos demandam reparos, gerando custos adicionais para a produção. Além do desperdício tanto do material utilizado como do material adicional necessário para reparo. Há ainda os casos em que defeitos acarretam perda total do valor de um determinado produto ou serviço, nesses casos, nenhum retrabalho seria capaz de tornar o bem utilizável ou viável de ser oferecido novamente ao cliente.

- O **transporte** em si consiste em uma etapa que não agrega valor, porém se faz necessária. Essa atividade deve ser evitada ao máximo principalmente porque todo transporte está diretamente ligado a gastos, tanto fixos como variáveis. Por não agregar valor ao bem final e ainda gerar gastos, é a etapa a que mais se deve estar atento.
- **Excesso de processamento** é qualquer etapa do processo que não gere valor ao produto. Por exemplo, aquelas etapas resultado de inadequada utilização dos recursos como quebra, perda ou reparos do produto (má utilização de maquinário, ferramentas ou recursos). Na construção civil, é o causador de desperdícios mais presente e o mais responsável pelos altos índices de perda de material.
- **Tempo de espera** inclui desde as esperas de material, equipamento, mão-de-obra e informação, até as atividades intermediárias a etapas agregadoras de valor. Esse tempo de espera quebra o *one-piece-flow* e bate de frente com o *just-in-time*. Provoca inatividade nos processos, ociosidade dos envolvidos na etapa do processo seguinte e, conseqüentemente, variações de fluxo indevidas e completamente desnecessárias.
- O **Estoque** é composto por matérias-primas ou produtos (em curso ou acabados) desnecessários para satisfazer as encomendas dos clientes. Todo excesso que ultrapassa a necessidade. Aquilo que não foi puxado pelas etapas de produção seguinte ou pela demanda do mercado é considerado estoque e deve ser eliminado. Na prática, estoque é sinônimo de desperdício.
- **Movimento** compreende o excesso de movimentação de trabalhadores, equipamentos, informação, ferramentas e recursos de todos os gêneros que não geram valor ao produto final.
- **Talento** refere-se à má gestão de pessoas, ou seja, quanto o talento das pessoas dentro das organizações não é aproveitado, ele também pode ser considerado um desperdício, pois o negligenciamento, o ato de subestimar um profissional em um

processo produtivo já caracteriza por si só um desperdício. Normalmente isso ocorre quando pessoas são tratadas como robôs dentro de ambientes corporativos, quando não há o nivelamento da carga de trabalho entre os envolvidos em uma tarefa, quando não há o alinhamento das tarefas com o perfil de um funcionário ou até mesmo quando não são fornecidas orientações suficientes para a execução de uma determinada atividade. Trata-se do desperdício do potencial humano, na descrença ou negligência de que esse sempre pode ser superado.

Através da análise dos desperdícios, as empresas podem minimizar seus custos e aumentar a sua produtividade, gerando melhores resultados e envolvendo os colaboradores na busca de uma melhoria contínua nos processos de produção, gerando valor ao produto final.

2.2 SIX SIGMA

Para Vieira, Junior e Terra (2018), o Six Sigmas surgiu através da avaliação das gerações na qual a primeira geração tinha como foco a redução de defeitos. Podemos citar a Motorola que foi um exemplo muito bem-sucedido nesta geração, já a segunda geração, o foco estava na redução de custos, onde se destacaram a General Electric e Dupont e finalizando com a terceira geração onde o foco está voltado a satisfação do cliente. As empresas que aderiram a esta geração foram as Americanas, Samsung entre outras, empresas estas que atuaram fortemente na ideia de agregação de valor ao cliente.

A metodologia Six Sigma é uma abordagem bem disciplinada e estruturada usada para aprimorar o desempenho do processo e alcançar altos níveis de qualidade e baixos níveis de variabilidade (SALAH; RAHIM E CARRETERO 2010). Ainda segundo Salah e Rahim, (2019), a qualidade Six Sigma significa que apenas existem dois a três defeitos por bilhão de oportunidades.

A abordagem Six Sigma começa com a identificação da necessidade de uma iniciativa de melhoria (SALAH, RAHIM E CARRETERO, 2010). Para Salah, Rahim e Carretero (2010), a Motorola criou uma série de etapas para alcançar o Six Sigma, que posteriormente foram substituídas pelas quatro fases de medição, análise, melhoria e controle da General Electric (GE). Depois disso, a fase de definição foi adicionada antes da fase de medição para formar o conhecido processo de definir, medir, analisar, melhorar e controlar (DMAIC). Quando o produto ou serviço em questão estiver sob os principais requisitos de alteração de projeto ou ainda no início dos estágios de desenvolvimento, as cinco fases utilizadas tornam-se definir,

medir, analisar, projetar e verificar (DMADV). O objetivo do DMADV é lutar para alcançar um nível Six Sigma desde o início do projeto.

Sigma é uma letra grega utilizada como um desvio padrão, ou seja, medida relativa à variação, desenvolvido para um processo de melhoria. De acordo com Berlitz e Hauszen (2005), o conceito *Six Sigma* surgiu na Motorola, na segunda metade da década de 80, vindo a ser utilizado em empresas que ofereciam serviços por volta da década de 90.

A estratégia Six Sigma é monitorar o processo, mantendo-o sob estabilidade e controle efetivo, atuando sobre suas causas de variações, com o objetivo de reduzir o número de defeitos nos produtos finais do processo até valores próximos de zero. A métrica sigma, dessa forma, demonstra o grau no qual qualquer processo se desvia de sua meta, isto é, a capacidade do processo em gerar produtos dentro das especificações estabelecidas. (BERLITZ e HAUSSEN, 2005, p.302)

Esta ferramenta também pode ser utilizada para aumentar as receitas, com a finalidade de reduzir as perdas, auxiliando na tomada de decisões e indicando a frequência de prováveis falhas, com menor probabilidade para produzir itens defeituosos.

Segundo Marshall Junior (2006), os principais benefícios que uma organização pode obter através da aplicação do *Six Sigma* são:

- Redução no número de defeitos, falhas e erros;
- Redução na variabilidade dos processos;
- Melhoria dos produtos;
- Redução do tempo de ciclo;
- Otimização do estoque;
- Obtenção de custos mais baixos;
- Melhoria da qualidade;
- Satisfação dos clientes;
- Aumento da lucratividade.

O *Six Sigma* é capaz de identificar e quantificar os desperdícios, apontando passos para a melhoria destes. Estatisticamente, o termo *Sigma* (σ) é definido como desvio padrão, sendo utilizado para medir a variabilidade de um processo (BRUE, 2005; ABRANTES, 2009).

O *Six Sigma* trabalha três grandes objetivos: a redução de custos, a otimização de produtos e processos, e o aumento na satisfação de clientes. Pensando em iniciativas que envolvam estes objetivos, é apresentado projetos que irá no final entregar uma maior lucratividade, um melhor resultado para a empresa. É importante perceber que o *Six Sigma* é

muito diversificado e pode ser aplicado em diversos setores, inclusive o tipo de projeto que se faz no Six Sigma, engloba tanto os processos produtivos, industriais como também os processos administrativos (ABRANTES, 2009).

O Six Sigma sendo uma metodologia quantitativa exige uma preocupação em relação a base de dados e sempre que se define um tema de projeto, a esse tema será vinculado uma métrica e esse indicador será mensurado com dados confiáveis. Sendo assim uma das grandes preocupações no início do projeto é verificar se a base de dados é confiável. Segundo Pyzdek e Keller (2010), o *Six Sigma* está relacionado a uma implementação rigorosa e altamente efetiva, baseada em princípios e técnicas de gestão da qualidade, visando atingir um desempenho empresarial livre de erros.

A linha do *Six Sigma* é olhar para o processo e analisar qual o resultado que ele está entregando, bem como seus principais indicadores e variáveis, que são monitorados e mensurados detalhadamente. Ele ajuda a entender a variabilidade e estabilidade do processo, e a compreender seu comportamento através dos dados mensurados, a fim de entregar resultados melhores.

2.3 INTEGRAÇÃO DO LEAN MANUFACTURING E SIX SIGMA

Em iniciativas de qualidade anteriores ao Lean Six Sigma, foi focado em grande parte ao chão de fábrica de organizações maiores, onde os estatísticos do departamento de qualidade eram os responsáveis. Porém, o Lean Six Sigma introduz uma infraestrutura organizacional formal para diferentes funções de implementação de qualidade, emprestando terminologia do mundo das artes marciais para definir hierarquia e planos de carreira (LAUREANI E ANTONY, 2012, SALAH, RAHIM E CARRETERO, 2010)

Para Vieira, Junior e Terra (2018), o Lean Six Sigmas (LSS), buscou integrar a metodologia do Lean Manufacturing com as técnicas utilizadas no Six Sigma, ou seja, buscou a utilização dos pontos fortes de cada metodologia para juntos, atingirem melhores resultados do que se forem implementados individualmente. A partir destas técnicas, é possível resolver praticamente todas as oportunidades de melhoria de processos e produtos dentro das organizações (BUSSO, MIYAKE, 2009, VEIRA, JUNIOR E TERRA, 2018).

Segundo Walter e Paladini (2019), a implementação combinada de Lean Manufacturing e Six Sigma resultará em uma organização capaz de superar os desafios de cada metodologia quando implementadas separadamente, esta junção é chamada de Lean Six Sigmas (LSS), ou seja, o LSS é uma melhoria organizacional que visa expandir o valor do investidor, melhorando

a qualidade, a satisfação do cliente, a velocidade e a redução de custos. As duas metodologias se complementam, pois fornecem as ferramentas para problemas específicos que são identificados pela aplicação de cada uma das metodologias. Além disso, a aplicação de ferramentas e técnicas Lean permite a identificação de áreas-chave que podem ser aproveitadas pelas técnicas Six Sigma.

Os benefícios do Lean Six Sigma no mundo industrial, tanto em manufatura quanto em outros setores incluem o seguinte: garantir que os serviços / produtos estejam em conformidade com o que o cliente precisa ('voz do cliente'); remoção de etapas sem valor agregado (desperdício) em processos comerciais críticos; redução do custo de baixa qualidade; reduzir a incidência de produtos / transações com defeito, diminuir o tempo do ciclo e entrega do produto / serviço correto, na hora certa, no lugar certo (LAUREANI E ANTONY, 2012).

Observando a revisão da literatura apresentada, buscou-se entender as principais conclusões apontadas pelos autores, sendo assim, para Laureani e Antony (2012), Lean Six Sigma é uma prática de gerenciamento da qualidade em evolução que atraiu ambos os acadêmicos e profissionais, graças ao seu sucesso documentado. O estudo também tem implicações mais amplas para gerentes e profissionais de Lean Six Sigma que implantam programas de melhoria da qualidade na esperança de que esses programas, melhorará o desempenho e superará o investimento. Destaca a importância de colocar a liderança certa para garantir uma implantação bem-sucedida, juntamente com os principais talentos da organização envolvidos no Lean Six Sigma, fornecendo a eles as ferramentas certas de gerenciamento de projetos, e responsabilizá-los financeiramente pelo sucesso de suas iniciativas. No geral, as organizações precisam garantir que seus líderes sejam comprometidos em inspirar os funcionários e estabelecer a cultura certa para a melhoria contínua, garantindo a colheita dos benefícios da implantação do Lean Six Sigma.

Para Endler et. al. (2016), através de uma pesquisa bibliográfica sobre o Lean Six Sigma, apontou que não se pode apontar pesquisadores com histórico de pesquisa relevante, pelo contrário, a amostra apresentou uma dispersão considerável dentre vários autores. Tal fato induz a uma possível falta de maturidade da temática LSS. Evidencia-se que a literatura é dominada por estudos empíricos descritivos e como principais temáticas tem-se a área da saúde, seguida do emprego do LSS na gestão de serviços e áreas administrativas de um modo geral, e aplicações em pequenas e médias empresas.

Outro estudo bibliográfico foi apresentado por Walter e Paladini (2019), onde os autores analisaram as revisões de literatura do Lean Six Sigma, apresentando suas principais características, além de verificar o que foi discutido sobre o tema e apontar semelhanças entre

os achados da pesquisa. Este é o primeiro estudo sobre a revisão de artigos sobre a literatura LSS. Esta pesquisa contribuiu para o campo do conhecimento do LSS, condensando-o em evidências de trabalho únicas baseadas na literatura e em oportunidades de pesquisa que podem orientar estudos futuros sobre vários aspectos da fabricação e sustentabilidade.

Outro resultado importante foi encontrado na publicação de Salah, Rahim e Carretero, (2010), onde o artigo propõe uma nova abordagem enxuta do Lean Six Sigma (LSS) e fornece uma descrição detalhada de suas fases. O artigo também apresenta as opiniões sobre os benefícios de integração, bem como sobre como Lean Six Sigma se compara à inclinação. Six Sigma e Lean estão relacionados e compartilham motivos comuns em termos de esforço para alcançar a satisfação do cliente. A sua integração é concluída como possível e benéfica.

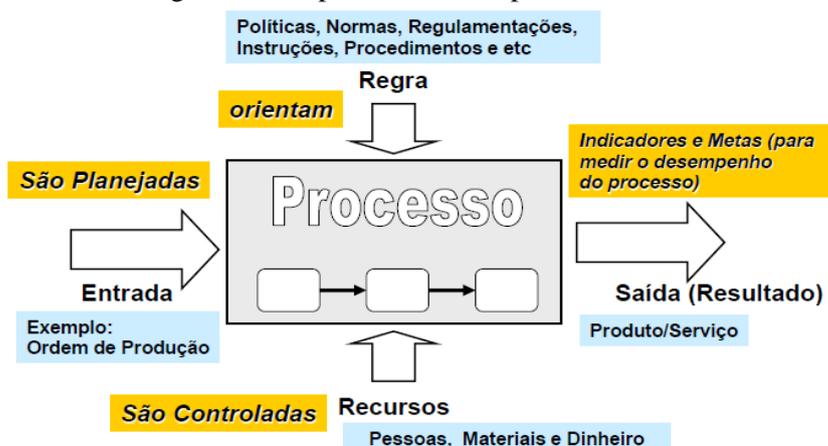
2.4 PROCESSOS DE NEGÓCIO

Segundo Gonçalves (2000) uma empresa é uma coleção de processos. Para se produzir qualquer coisa, bem ou serviço, necessita-se de um processo (Gonçalves, 2000). Isto vale para qualquer tipo e tamanho de empresa.

Segundo ABPMP (2013), processo é um conjunto de atividades ou comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar uma ou mais metas. São disparados por eventos específicos e apresentam um ou mais resultados que podem conduzir ao término do processo ou à transferência de controle para outro processo. Negócio é um conjunto de pessoas que interagem para executar um conjunto de atividades de entrega de valor a clientes e gerar retorno de investimentos às partes interessadas.

Na concepção mais frequente, processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um input, adiciona valor a ele, utiliza recursos, regras e procedimentos e fornece o output a um cliente específico. Na figura 2, a seguir, são apresentados os componentes de um processo estruturado. Assim, melhorar o funcionamento de uma empresa consiste basicamente em melhorar os seus processos.

Figura 2: Componentes de um processo



Fonte: Santos (2010)

Segundo Barros (2019), considerando um restaurante que atenda de forma presencial e pela internet, que permita reservas de mesa, que compra de terceiros refrigerantes e bebidas, sobremesas prontas, ingredientes e alimentos para a composição dos pratos conforme especificação no cardápio, que possua um sistema computacional para controlar os pedidos, as contas dos clientes e as comissões dos garçons e que forneça relatórios financeiros e gerenciais, que periodicamente atualiza e reimprime o cardápio. Em função das metas mensais, elabora campanhas de marketing, atualiza o site e faz promoções. Aceita cartões de crédito e controla pagamentos e recebimentos. Todos os serviços de recursos humanos, contábeis, fiscais e tributários terceirizados. Para um restaurante, com um funcionamento, conforme o acima descrito, os principais processos de negócio são:

- Manter cardápio atualizado
- Atender clientes no restaurante
- Reservar mesas
- Atender clientes remotos
- Apurar comissões de garçons
- Gerar relatórios
- Elaborar campanhas de marketing
- Elaborar promoções
- Controlar recebimentos
- Efetuar pagamentos
- Manter restaurante abastecido
- Enviar documentação de pessoal e fiscais para terceiro

- Definir metas mensais
- Acompanhar metas mensais

Segundo Capote (2012), os processos são classificados com relação à cadeia de valor, que é um agrupamento de alto nível para os processos de negócio de uma empresa, são classificados em:

- **Processos Primários ou Finalísticos** - São aqueles processos essenciais e que representam as atividades que uma organização desempenha para cumprir sua missão. Caracterizam a atuação da empresa. Estão associados à cadeia de valor da empresa. Por isso eles têm relação direta com o cliente, ou seja, são os processos mais palpáveis para o cliente.
- **Processos de suporte** - são aqueles que oferecem suporte para os processos primários, ou seja, são os processos que agregam valor ao produto final. Possuem como características marcantes a ausência de relacionamento direto com os clientes e um forte e evidente vínculo à visão funcional da organização. Possuem impacto direto na capacidade de realização e entrega dos processos primários. Portanto, são processos extremamente delicados e que devem ser alvo de avaliação conjunta com os processos primários. Aumentam a capacidade de efetividade dos processos primários. São exemplos de processos de suporte os setores de recursos humanos e tecnologia da informação, entre outros.
- **Processos Gerenciais** - os processos estabelecidos para coordenar e controlar as atividades da empresa. Os processos gerenciais garantem que os processos primários e os processos de suporte estejam sendo bem executados e traçam planos para a continuidade das operações. Esses processos também não agregam valor direto ao cliente, mas estão presentes antes, durante e depois do processo. É exemplo de processo gerencial a própria atividade de gestão empresarial, responsável pela coordenação geral do negócio.

Considerando o exemplo já mencionado de Barros (2019), atender clientes no restaurante; atender clientes remotos; elaborar campanhas de marketing e reservar mesas são exemplos de processos primários. Manter cardápio atualizado; apurar comissões de garçons; elaborar promoções e efetuar pagamentos são exemplos de Processos de Suporte. Enviar documentação fiscais para terceiro; definir metas mensais e acompanhar metas mensais são exemplos de Processos Gerenciais.

CAPÍTULO 3 – LEAN SIX SIGMAS (LSS)

3.1 INTRODUÇÃO

O Lean Manufacturing e o Six Sigma possuem semelhanças e, por isso, foi feita a fusão entre as duas metodologias aproveitando o que há de melhor em cada uma delas, ao mesmo tempo, cada uma permanece com sua história intacta, o que não obsta a existência de algumas diferenças. Embora o Lean Manufacturing e o Six Sigma tenham sido usados separadamente por muitos anos, sua integração como Lean Six Sigma (LSS) começou em 2000, inicialmente pela Motorola (WALTER E PALADINI, 2019).

Para Salah, Rahim e Carretero (2010), o Lean Six Sigma (LSS), pode ser descrito como uma metodologia que se concentra na eliminação de resíduos e variação, seguindo a estrutura do DMAIC, para alcançar a satisfação do cliente no que diz respeito à qualidade, entrega e custo. Ele se concentra em melhorar os processos, satisfazer os clientes e alcançar melhores resultados financeiros para o negócio.

Para Walter e Paladini (2019), o Lean Manufacturing e Six Sigma são estratégias amplamente utilizadas por empresas que buscam melhoria contínua, onde, essas metodologias são complementares, ou seja, o Lean busca otimizar processos, simplificando seu fluxo de trabalho e eliminando desperdícios, enfatizando velocidade e eficiência e o Six Sigma procura eliminar a variação do processo para gerar uma quantidade menor de defeitos, destacando a qualidade. São abordagens diferentes para a melhoria, mas são compatíveis porque se concentram nos clientes, enfatizam uma visão orientada ao processo e ajudam a reduzir custos. A implementação combinada de Lean e Six Sigma resultará em uma organização capaz de usar o que há de melhor em cada metodologia quando implementadas separadamente (SALAH, RAHIM E CARRETERO, 2010).

Ainda segundo Salah, Rahim e Carretero (2010), as ferramentas utilizadas no Lean e em Six Sigma não foram todas inventadas nessas metodologias, mas foram usadas em uma abordagem estruturada para formar cada uma delas. Assim, ambos podem ser pensados como caixas de ferramentas, onde certas ferramentas podem ser mais adequadas do que outras, dependendo da natureza do problema ou oportunidade enfrentada.

Piva, Prando e Morilla (2016), comentam que o LSS apresenta uma filosofia de trabalho que visa alcançar, maximizar e manter o sucesso de um negócio, buscando entender melhor as necessidades dos clientes, sendo está uma metodologia que incrementa a qualidade através da melhoria contínua dos processos. Sendo assim, a metodologia é baseada em “definir” (D)

problemas e situações, “medir” (M) para obter os dados, “analisar” (A) as informações, “incorporar” (I) e melhorar os processos e “controlar” (C) os processos e produtos existentes. Por este motivo, a metodologia LSS é comumente chamada de DMAIC quando fundamentada em processos existentes. Para novos processos, segundo Piva, Prando e Morilla (2016), deve-se “definir” (D), “medir” (M), “analisar” (A), “*design*” (D) e “verificar” (V), sendo sua sigla DMADV. A seguir será apresentado os conceitos da metodologia DMAIC, como também, outras que podem ser utilizadas para a aplicação do LSS.

3.2 METODOLOGIA DMAIC

O DMAIC é uma ferramenta de gestão do *Six Sigma*, também aplicada ao *Lean Six Sigma*, e não uma variante dele. Tende a ter uma visão holística com foco no detalhamento, conseguindo enxergar o todo, assim como de onde inicia e para onde vai, com uma apresentação fluida, e sem perder qualidade nem conteúdo. Trata-se de um método sistemático e disciplinado, baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas, sendo que em cada fase do DMAIC são utilizadas diversas ferramentas que ajudam a organização a alcançar os resultados desejados (WALTER; PALADINI, 2019).

A metodologia DMAIC consiste numa forma sequenciada em cinco fases: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*), dando origem a sigla DMAIC. Esse modelo tem como objetivo aperfeiçoar as pessoas e os processos para obter melhoria no desempenho e nos resultados (WILDAUER e WILDAUER, 2015).

- **Fase 1:** Definir (*define*): A Fase 1, que corresponde a letra D da sigla DMAIC e significa definir, ocorre para indicar onde está o problema e se pode ser melhorado. Serve para criar um projeto a ser realizado, que estudará os problemas indesejáveis, fazendo com que sejam eliminados do processo. De acordo com Werkema (2012), define-se também a meta a ser atingida, o impacto econômico do projeto e a maneira pela qual os clientes, ou consumidores, são afetados pelo problema. Para a fase inicial do DMAIC faz-se uso de algumas ferramentas como: *project charter*, mapeamento do processo, voz do cliente (VOC), entre outras (WERKEMA, 2012).
- **Fase 2:** Medir (*measure*): É preciso ter uma boa definição do projeto para que seja possível mensurá-lo, fazendo uma aquisição de dados de forma mais tranquila. Ocorre a partir da definição do problema, havendo um mapeamento do processo

para analisar se tem o levantamento das variáveis na matriz de causa e efeito, bem como a definição das variáveis críticas através dessa pontuação e da medição efetiva de quais variáveis afetam o resultado. Segundo Werkema (2012), as ferramentas utilizadas nesta etapa são: Diagrama de Pareto, histograma, folha de verificação, cartas de controle, entre outras.

- **Fase 3:** Analisar (*analyze*): O objetivo dessa fase é analisar as causas raízes do problema, e quais os motivos que levam as falhas de desempenho ou baixo desempenho, ou seja, interpretar os dados através de uma análise, para que se possa tirar informações, a fim de, posteriormente, implementar o que seja necessário. É uma ferramenta analítica para o levantamento de possíveis causas e validação das causas raízes. Segundo Marshall Junior *et.al* (2006), deve-se identificar as fontes de atrasos, desperdícios e a falta de qualidade dentro do processo, além de verificar os padrões a serem seguidos na fase seguinte. Algumas ferramentas que podem ser utilizadas nesta fase são: diagrama de Ishikawa, gráfico de dispersão e histograma (WERKEMA, 2012).
- **Fase 4:** Melhorar (*improve*): Esta fase está relacionada com a geração de ideias que venham a corresponder potenciais soluções, eliminando assim as causas do problema. É importante que não se modifiquem todas as atividades do processo-alvo, sendo necessário realizar um teste em um processo-piloto, que tem o objetivo de evitar a ocorrência de qualquer desperdício, caso as propostas de mudança não atinjam os objetivos (MARSHALL JUNIOR *et.al*, 2006). As ferramentas fundamentais para esta fase são: *brainstorming*, diagrama de Ishikawa, *failure mode and effect analysis* (FMEA), 5W2H, entre outras (WERKEMA, 2012).
- **Fase 5:** Controlar (*control*): É o controle das fases anteriores, o monitoramento com análise crítica, uma carta de controle com o acompanhamento contínuo pós-implementação das ações. O desafio da implementação do *Six Sigma* é sustentar os resultados alcançados, devido a fatores ligados às pessoas, como mudança de cargo, de emprego e fatores relacionados ao processo. Contudo, a sustentabilidade dos resultados exige que os métodos sejam padronizados, além de introduzir o mecanismo de monitoramento dos resultados (GIJO; SCARIA; ANTONY, 2012). As fases do DEMAIC estão representadas na figura 3 a seguir:

Figura 3: Metodologia Six Sigma - DMAIC

DEFINIR	MEDIR	ANALISAR	MELHORAR	CONTROLAR
<ul style="list-style-type: none"> - Definir o escopo do projeto com precisão; - Identificar a voz do cliente; - Desenhar o mapa do processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Obter/levantar dados atuais do processo; - Identificar os problemas prioritários; - Análise do sistema de medição. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar os dados coletados; - Identificar/Analisar os dados do problema; - Medir/quantificar a correlação entre variáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analise de alternativas; - Elaborar plano de ação; - Propor/Avaliar/Implementar mudanças no processo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo; - Padronizar as alterações; - Monitorar as variáveis críticas do processo para manter a capacidade estabelecida e indicar melhorias futuras.

Fonte: Penedo, Franco e Ferreira (2016)

Com o objetivo de monitorar a performance do processo e o alcance da meta, ferramentas como o índice de capacidade do processo, a folha de verificação e as instruções de trabalho podem ser utilizadas, evitando que ocorram problemas futuros (WERKEMA, 2012).

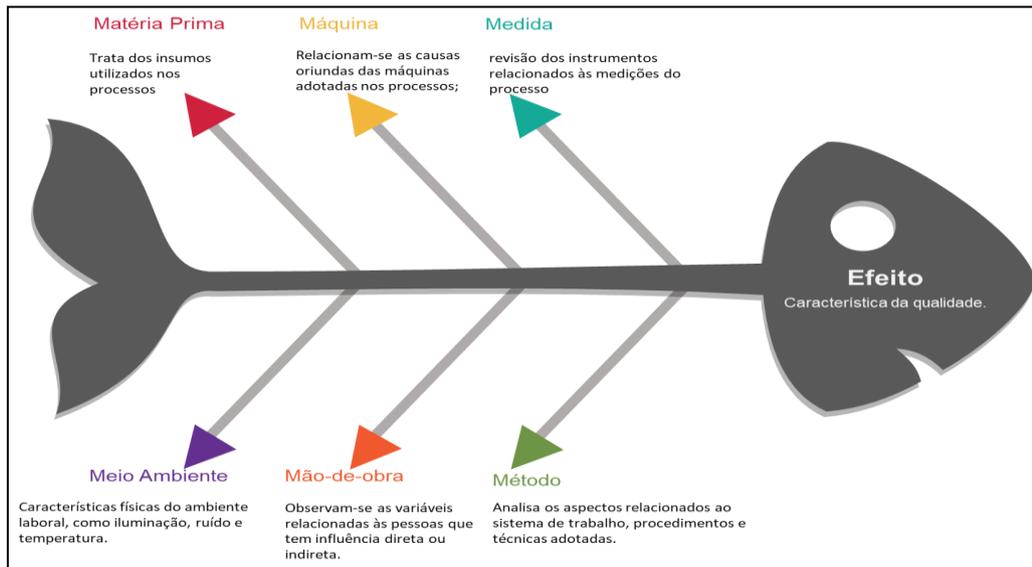
3.3 PRINCIPAIS FERRAMENTAS UTILIZADAS NO DMAIC

3.3.1 Diagrama de Causa e Efeito

Denominado também como Diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, essa ferramenta foi criada em 1943 pelo engenheiro japonês Kaouru Ishikawa. Seu objetivo principal é analisar as operações dos processos produtivos. O diagrama é utilizado para investigar causa e efeito de um determinado problema. Os fatores adotados como base para a investigação das causas são chamados de 6M, pois se tratam da matéria-prima, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e método. Por meio dessa análise minuciosa, torna-se possível encontrar as causas de um problema, de forma estruturada, e seus efeitos em relação aos processos e suas qualidades (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

Essa ferramenta geralmente é adotada em conjunto com a de brainstorming, isto porque o método de levantamento de ideias funciona adequadamente no processo de investigação das causas do diagrama. Em relação aos fatores investigados, conforme apresenta a figura 4, tem-se os seguintes desencadeadores para cada tipo:

Figura 4: Espinha de peixe.

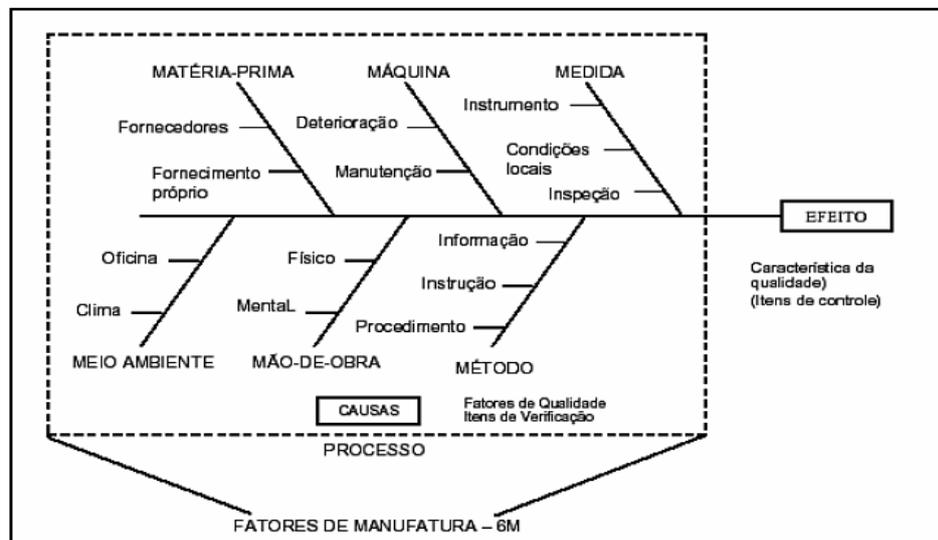


Fonte: Adaptado de Ballester-Alvarez (2010).

Carpinetti (2012) fundamenta o funcionamento do diagrama ao afirmar que este foi desenvolvido para demonstrar as relações entre um problema e todas as possíveis causas. Assim, essa ferramenta torna-se um guia para identificar as causas principais e as medidas necessárias para sua solução.

Observa-se na Figura 5 um exemplo detalhado do diagrama de causa e efeito. Além da presença de cada fator de investigação – 6M – também verifica as possíveis linhas de análise dentro de cada fator. No fator Método, por exemplo, pode-se adotar as causas relacionadas à informação, à instrução e ao procedimento.

Figura 5: Exemplo de diagrama de causa e efeito.



Fonte: Campos (2004).

3.3.2 5W2H

Ballestero-Alvarez (2010) aborda a técnica 5W2H como uma ferramenta de *check-list*, que pode ser aplicada a qualquer situação organizacional, sejam atividades, processos ou projetos.

De maneira bem prática, a ferramenta baseia-se nas respostas às sete perguntas, que em inglês dão origem à sigla técnica. São elas:

- What? (O quê?)
- Who? (Quem?)
- Where? (Onde?)
- When? (Quando?)
- Why? (Por quê?)
- How? (Como?)
- How much? (Quanto?)

A figura 6 a seguir oferece uma orientação para aplicação da técnica 5W2H, de forma a facilitar o entendimento:

Figura 6: Explicação da metodologia 5W2H.

Passos	Conteúdo das respostas	Exemplo de perguntas
What	Ações necessárias ao tema analisado	- O que deve ser ou está sendo feito? - Quais os insumos do problema? - O que se pretende extrair? - Quais os métodos utilizados?
Why	Justificativas das ações	- Por que ocorre este problema? - Por que executa desta forma? - Para que atuar neste problema?
Where	Locais influenciados pelas ações	- Onde ocorre o problema? - Onde é preciso atuar para resolvê-lo?
Who	Responsabilidades pelas ações	- Quem são os agentes envolvidos? - Quem conhece melhor o processo? - Quais pessoas deverão executar o plano de ação?
When	Definição de prazos	- Quando começar e terminar? - Quando deverão ser executadas cada etapa?
How	Métodos a serem utilizados	- Como será executado o plano? - Como registrar as informações necessárias? - Como definir as etapas do processo?
How much	Definição de orçamento	- Quanto será o custo envolvido? - Quanto custa corrigir o problema?

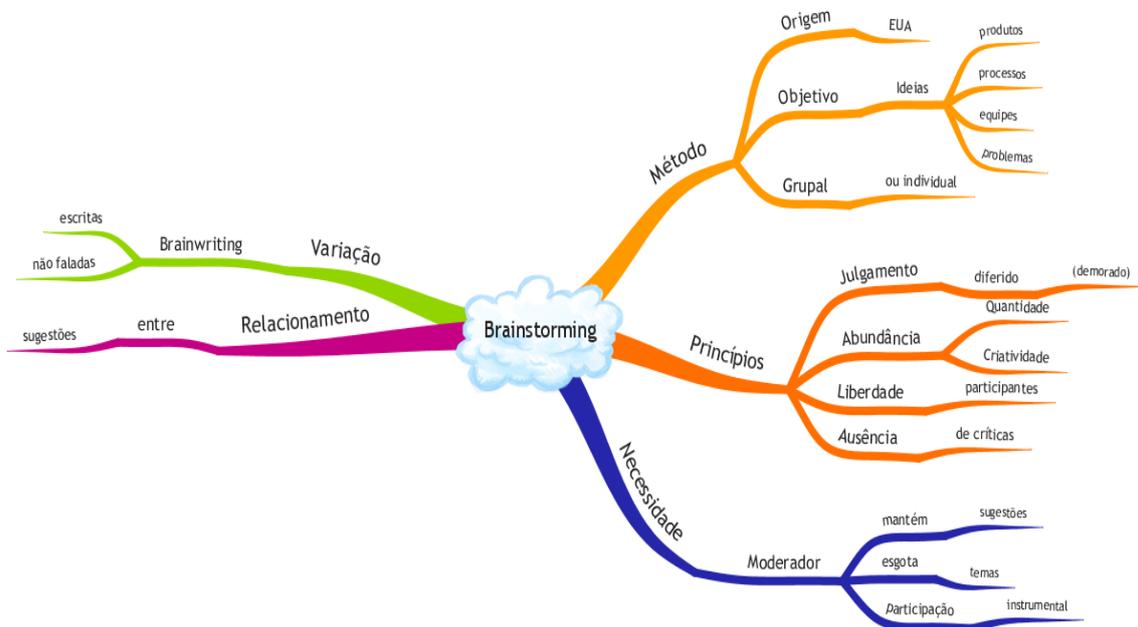
Fonte: Campos (2004).

3.3.3 Brainstorming ou Tempestade de Ideias

Desenvolvida em 1939 pelo publicitário americano Alex Osborn, que se vendo frustrado com seus funcionários pela falta de criatividade para desenvolver campanhas publicitárias desenvolveu um método criativo de “como pensar alto”. Uma das principais premissas desta ferramenta é a capacidade de difundir a sinergia em grupos de trabalho e, para tanto, deve-se focar no resultado desejado e evitar que problemas oriundos do ambiente organizacional exerçam sua influência durante a atividade. Recomendam-se um local amplo, bem iluminado, com vistas para paisagens naturais – como jardins (CAMPOS, 1995).

Arioli (1998) aborda o brainstorming como uma metodologia de levantamento de hipóteses, sem critérios aprofundados ou restrições, permitindo a livre expressão do grupo. Os pensamentos são lançados num ambiente informal, de modo que os componentes do grupo possam usar da criatividade para gerar o máximo de ideias possível. Ainda que as opiniões não possuam nexos, estas não devem ser destacadas, pois podem levar ao desencadeamento de ideias pertinentes e aplicáveis, a Figura 7 a seguir apresenta a ilustração do brainstorming.

Figura 7: Exemplo de tempestade de ideias



Fonte: Macedo (2012)

Segundo Sturari (2010) algumas etapas devem ser seguidas para o sucesso dessa ferramenta. Primeiramente, a equipe deve ser conduzida por um líder, que definirá o tema a ser discutido. A duração da reunião deve ser relativamente rápida, para que não se perca o foco. O

grupo deve ser formado preferencialmente por integrantes criativos, motivados e qualificados para que os resultados possam ser satisfatórios. Por último, a lista final deve ser analisada para a seleção das melhores ideias e, em seguida, definir os passos para implementação das soluções escolhidas.

3.3.4 Project Charter

O Project Charter, ou Carta do Projeto, também chamada de termo de abertura de projeto, descreve a visão e os objetivos do projeto. Resume em alto nível a estratégia, escopo, organização e implementação geral do projeto. Ajuda a definir a direção do projeto e obter a participação dos principais interessados sobre como o projeto será organizado e implementado, como também, ajuda a controlar o escopo do projeto, definindo exatamente o que você deve alcançar.

Segundo o manual PMBOK® (2017), o termo de abertura é o processo de desenvolver um documento que formalmente autoriza a existência de um projeto e dá ao gerente do projeto a autoridade necessária para aplicar recursos organizacionais às atividades do projeto. O principal benefício deste processo é um início de projeto e limites de projeto bem definidos, a criação de um registro formal do projeto, e uma maneira direta da direção executiva aceitar e se comprometer formalmente com o projeto.

O termo de abertura de um projeto, deve apresentar as entradas, as ferramentas e técnicas utilizadas e as saídas planejadas, ou seja, ele apresenta o objetivo do projeto, o histórico dos problemas existentes, as oportunidades de melhorias com o projeto, as metas a serem alcançadas, o retorno econômico para o projeto, o escopo do projeto para alinhamento das expectativas, a sugestão da equipe para o projeto e de suas responsabilidades e o cronograma inicial do projeto. Este termo deve ser apresentado a diretoria da empresa para buscar o patrocínio e a aprovação para a sequência do projeto.

O termo de abertura de um projeto apresenta o fluxo de informações, as quais iniciam pelas entradas, segue para definição das ferramentas e técnicas que serão utilizadas e o que se pretende como saída ao final do projeto.

O principal objetivo do termo de abertura é definir exatamente o que o projeto deve alcançar para ter sucesso, isso inclui a identificação da visão do projeto: a visão resume o objetivo do projeto e é focada nos negócios / benefícios, a identificação do objetivo estratégico e o alinhamento do projeto, a identificação dos objetivos do projeto e definição do escopo geral do projeto, o qual define os limites formais do projeto, descrevendo o que será feito pelo projeto

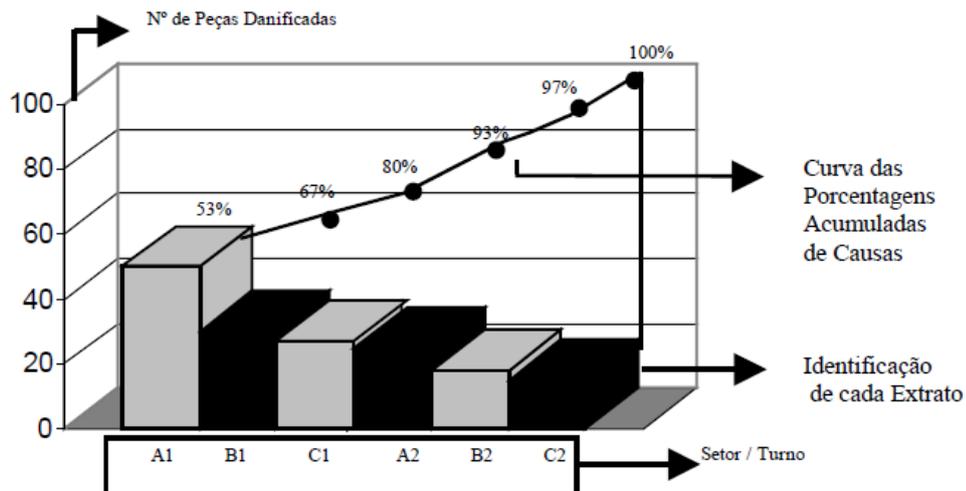
e o que não será feito pelo projeto. O que será feito deve ser descrito como entregas específicas (PMBOK (2017)).

3.3.5 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto, tem por objetivo estratificar os dados classificando-os de modo que permite priorizar quantitativamente os itens mais importantes. Este diagrama ou gráfico, classifica os problemas da qualidade nos poucos vitais e muitos triviais, é muito utilizado na estratificação de dados referentes a refugos nos processos produtivos (SALEM et al, 2006).

Segundo Salem et. al (2006) o gráfico de Pareto tem o aspecto de um gráfico de barras, onde as causas são quantificadas em termos da sua contribuição para o problema e colocada em ordem decrescente de influência ou ocorrência, como mostra a Figura 8 a seguir.

Figura 8: Gráfico de Pareto



Fonte: Adaptado de Silva (1995 p. 24)

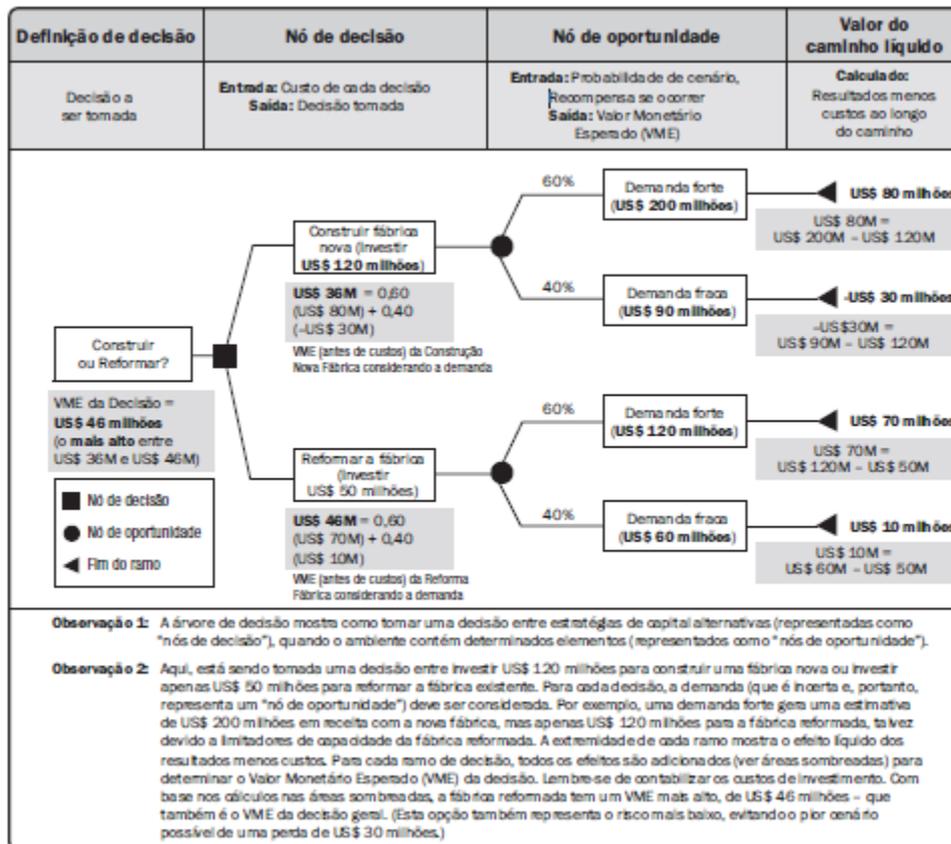
Segundo Silva (1995), o gráfico de Pareto serve para apontar e quantificar as causas mais significativas, em sua ordem decrescente, identificadas a partir da estratificação, a figura 5 apresenta um exemplo com a estratificação dos dados.

O gráfico de Pareto, foi desenvolvido pelo engenheiro e economista italiano Vilfredo Pareto, que examinou a distribuição de riqueza em seu país e buscou descrevê-la estatisticamente. Ao fazer isso, descobriu que apenas 20% da população possuía 80% da riqueza. Este gráfico passou a ser usado em muitos estudos, os quais, identificaram que 20% do esforço pode representar 80% dos resultados (COELHO, SILVA E MANIÇOBA, 2016).

3.3.6 Diagrama de Árvore

Diagrama de árvore, ou também chamado de árvore de decisão, é usada para apoiar a seleção do melhor entre vários cursos de ação alternativos. Caminhos alternativos pelo projeto aparecem na árvore de decisão que utiliza ramos representando os vários eventos ou decisões, e cada qual pode ter custos associados e riscos individuais de projeto relativos (incluindo ameaças ou oportunidades). Os pontos finais dos ramos da árvore de decisão representam o resultado de adotar esse determinado caminho, que pode ser negativo ou positivo (GUIA PMBOK, 2017). A figura 9 a seguir apresenta a ilustração da árvore de decisão:

Figura 9: Árvore de decisão



Fonte: Guia PMBOK (2017, p. 435)

Segundo o Guia PMBOK (2017), a análise quantitativa dos riscos visa analisar os efeitos dos riscos priorizados no processo, como também, realizar a análise qualitativa dos riscos. Ainda segundo o Guia PMBOK (2017), uma das técnicas mais comum utilizadas neste tipo de análise é a análise do valor monetário esperado (VME), que consiste no cálculo do resultado

médio avaliando os cenários futuros em que os eventos de riscos poderão acontecer, sendo analisados através do Diagrama da árvore de decisão, que apresenta como tomar uma decisão entre estratégias capitais de alternativas (nós de decisão) quando o ambiente contém elementos incertos (nós de probabilidade).

3.3.7 FMEA - Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos

Segundo Bastos (2006), a FMEA (análise dos modos de falha e seus efeitos) torna-se útil pelo fato de permitir a análise e detecção sistemáticas de possíveis falhas em um determinado produto ou em um processo, identificando as ações que possam reduzir ou eliminar as ocorrências de uma possível falha, traçando planos de ação que determinam as providências a serem tomadas. A figura 10 a seguir ilustra o processo da FMEA.

Figura 10: Exemplo de processo baseado em FMEA

Processo ou ação	Efeito da falha	Causa básica da falha	Meio de detecção
Tomar banho	Demora no banho	Pequeno fluxo de água no banheiro	Verificar sistema de bombeamento de água
			Inspeção do sistema de água
			Planejar a utilização de água através de escala
		Chuveiro sem pressão	Inspeção dos tipos de componentes utilizados no sistema

Fonte: Martins (2012)

Ainda segundo Bastos (2006), o FMEA de processo analisa detalhadamente os sistemas de manufatura que possam, ocasionalmente, afetar a confiabilidade prevista no produto, identificando os modos de falhas potenciais, no processo ou no produto e avaliando os seus efeitos no cliente. Esta análise auxilia também na identificação das variáveis de processo que devem ser controladas para priorizar as tomadas de ações preventivas ou corretivas.

3.3.8 Kaizen

Apesar de muitas vezes ser chamado de método é importante esclarecer que não se trata de uma metodologia. *Kaizen*, em japonês significa mudança para melhor, seja na vida pessoal, familiar, social ou profissional. É, portanto, mais um conceito, uma filosofia de que é sempre possível fazer melhor. Filosofia esta, que vem sendo cada vez mais aplicada no âmbito corporativo, pois contribui para o fortalecimento de uma cultura de redução de custos e

melhoria da produtividade. Neste sentido, o foco está em reconhecer e eliminar os desperdícios existentes em todos os departamentos e setores da empresa, aplicando-se pequenas mudanças em um espaço de tempo, relativamente curto (ROTHER & SHOOK, 1999).

O aprimoramento do trabalho em pequena etapa foi desenvolvido nos EUA no programa Treinamento na Indústria (TWI Job Methods). Em vez de incentivar mudanças grandes e radicais para alcançar os objetivos desejados, recomendava-se que as organizações introduzissem pequenas melhorias, preferencialmente aquelas que poderiam ser implementadas no mesmo dia. O principal motivo foi que, durante a Segunda Guerra Mundial, não houve tempo nem recursos para mudanças grandes e inovadoras na produção de equipamentos de guerra. A essência da abordagem se resumiu a melhorar o uso da força de trabalho e das tecnologias existentes (NATALI, 2004).

Segundo Rother & Shook (1999), há dois níveis de kaizen:

- *Kaizen* de fluxo (ou de sistema): foca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
- *Kaizen* de processo: foca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

Tratar de mudanças, no entanto, ainda que sejam para melhor, nunca é tarefa fácil, pois as pessoas tendem a apegar-se a uma zona de conforto e demonstram bastante resistência a qualquer alteração a seu *modus operandi*. Por este motivo, as mudanças devem ser graduais e plenamente comunicadas dentro da organização para não comprometer o equilíbrio da estrutura.

Segundo o IMAI (1994), o método *Kaizen* segue dez princípios específicos, que são descritos abaixo:

- Melhorar tudo continuamente;
- Abolir conceitos antigos e tradicionais;
- Não aceitar desculpas e fazer as coisas acontecerem;
- Dizer não ao status quando da implementação de novos métodos e supor que eles funcionem;
- Se algo estiver errado, corrigir;
- Capacitar todos a participar da solução de problemas;
- Obter informações e opiniões de várias pessoas;
- Antes de tomar decisões, perguntar "por quê" cinco vezes para chegar à causa raiz (Ferramenta 5 Porquês);
- Ser econômico. Economize dinheiro com pequenas melhorias e gaste o dinheiro economizado em outras melhorias; e

- Lembrar-se de que a melhoria não tem limites. Nunca parar de tentar melhorar.

Para o *Kaizen*, trabalha-se e vive-se de forma mais equilibrada e satisfatória possível, se pelo menos três quesitos forem atendidos: estabilidade financeira e emocional ao empregado; clima organizacional agradável; e ambiente simples e funcional.

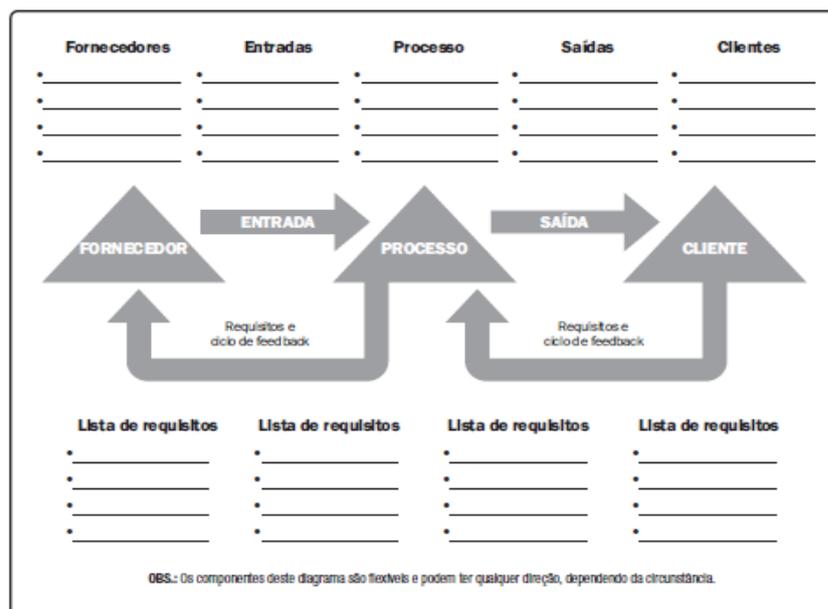
3.4 FERRAMENTAS DE ANÁLISE E DESEMPENHO DE PROCESSOS

3.4.1 SIPOC

Para Andrade et. al. (2012), o SIPOC em tradução a língua portuguesa, significa: Suppliers (fornecedores), Inputs (insumos), Process (processo), Outputs (saída) e Customers (consumidor), o qual tem por objetivo a melhoria e visualização de uma sequência de processos por todos os envolvidos no processo, onde o levantamento dos dados de entrada, saída, especificações e fluxo de cada parte é essencial para a apresentação do mesmo.

O Guia PMBOK (2017), apresenta um modelo para o desenvolvimento do SIPOC, apresentado na Figura 11 a seguir, onde, segundo o Guia, ele pode exemplificar uma cadeia de valor, apresentando fornecedores, entradas, processo, saídas e clientes.

Figura 11: Modelo SIPOC



Fonte: Guia PMBOK (2017, p. 285)

Segundo Andrade et. al. (2012), tendo uma visão mais clara do processo e de seu fluxo, permite a realização de melhorias, onde as ações futuras podem atingir a qualidade desejada no projeto, tendo como fatores as fronteiras do projeto que indicam onde começa e onde termina o campo de atuação, a listagem de entradas e saídas do processo e as especificações do processo com seus respectivos fornecedores e clientes.

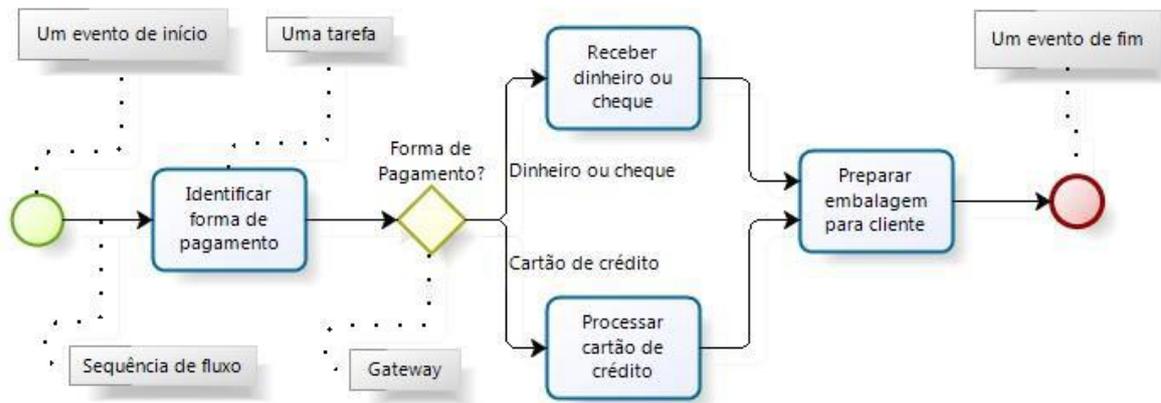
3.4.2 Diagrama de Modelagem de processos – BPMN

A gestão por processos ou Gerenciamento de Processos de Negócio (BPM - Business Process Management), é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivos de uma organização com expectativas e necessidades de clientes, por meio do foco em processos ponta a ponta. BPM engloba estratégias, objetivos, cultura, estruturas organizacionais, papéis, políticas, métodos e tecnologias para analisar, desenhar, implementar, gerenciar desempenho, transformar e estabelecer a governança de processos. (ABPMP, 2013)

Segundo Almeida e Salles (2019), a modelagem de processos, através da descrição de atividades e a mensuração dos resultados de seus processos, permite as organizações uma revisão constante dos mesmos, contribuindo assim para sua aprimoração. Dentre as notações utilizadas para sua representação gráfica, destaca-se o *Business Process Modeling and Notation* (BPMN), desenvolvido no intuito de padronizar a gestão de processos, descrevendo operações de forma a facilitar seu entendimento por toda a organização. A análise de processos de negócio através da notação BPMN é capaz de auxiliar na identificação e correção de problemas operacionais relacionados.

Para Tolfo, Medeiros e Mombach (2013), a notação BPMN possui um conjunto de elementos que são estruturados em um diagrama denominado de DPN – Diagrama de processos de negócio, onde setores de uma empresa, por exemplo, são organizados em raias por onde atividades e processos são descritos. Conforme pode ser observado na Figura 12 a seguir, alguns dos elementos básicos são as atividades, os eventos, gateways e os conectores.

Figura 12: Exemplo de processo utilizando a notação BPMN



Fonte: Tolfo, Medeiros e Mombach (2013)

Nos últimos anos, necessidade de uma linguagem de modelagem para processos de negócios que fosse expressiva e formal, além de facilmente compreensível pelos usuários corporativos, desde os analistas de negócios que esboçam os rascunhos iniciais dos processos até os desenvolvedores técnicos responsáveis por implementá-los. O atual estado da arte neste campo é representado pelo BPMN, notação líder no quadro de processos de negócios e linguagens de modelagem de fluxo de trabalho. Tal técnica é normalmente executada por analistas de negócios e gerentes que estão tentando melhorar eficiência e qualidade de processos (ALMEIDA E SALLES, 2019).

3.5 ESTUDOS CORRELATOS

Para melhorar o entendimento sobre o tema desenvolvido neste estudo, buscou-se estudos correlatos para analisar os objetivos e os resultados de outros trabalhos para comparar com os que aqui serão apresentados. Para tanto, a seguir, no quadro 1, são apresentados os estudos de Endler et. al. (2016), Piva, Prando e Morilla (2016), Walter e Paladini (2019) e Walter e Paladini (2018), os quais apresentam objetivos e resultados que podem ser comparados com as conclusões apresentadas neste estudo.

Quadro 1: Estudos correlatos

Autor(es)	Título	Ano Publicação	Objetivo geral	Principais conclusões
ENDLER, Kellen Dayelle et. al.	Lean seis sigma: uma contribuição	2016	Analisar Produção A	Ao final do estudo foram apresentados resultados de

	bibliométrica dos últimos 15 anos.		Científica Sobre Lean Seis Sigma De Maneira Quantitativa.	estatística descritiva com a identificação dos autores, artigos e periódicos mais referenciados por estudiosos em todo o mundo. Além das principais redes de relacionamento de autores e citações; nuvem de palavras-chave; e as abordagens metodológicas preferidas pelos autores. Este trabalho, então, torna-se um importante aliado no desenvolvimento de novas ideias, conceitos e perspectivas de abordagens sobre o LSS.
PIVA, Allan Michel Simões; PRANDO, Gerson; MORILLA, José Carlos.	Estudo comparativo entre as metodologias lean manufacturing e lean six sigma.	2016	Demonstrar os pontos de concordância e discordância entre as duas metodologias, ampliando os conhecimentos na área de gestão da qualidade.	Foi realizado um estudo comparativo entre os principais pontos de cada metodologia, onde, através de conceituados autores da área de produção, conclui-se que é possível utilizar as metodologias em sinergia com o intuito de melhorar a qualidade e a produtividade das empresas
WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; PALADINI,	Lean Six Sigma in Brazil: a literature review. International Journal of Lean Six Sigma	2019	Analisar de forma integrada a revisão da literatura sobre o tema LSS e sustentabilidade, a fim de	Os resultados mostram que existem poucas publicações sobre LSSS. Mesmo assim, existem semelhanças nos achados da pesquisa

Edson Pacheco.			apresentar as principais características dessas publicações	entre as revisões de literatura do LSS e LSSS, o que pode levar a muitas oportunidades de pesquisa sobre o tema.
WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; PALADINI, Edson Pacheco	Lean Six Sigma no Brasil: uma revisão de literatura	2018	Investigar o Lean Six Sigma (LSS) no contexto brasileiro, buscando identificar suas principais características e oportunidades para futuras pesquisas.	Os resultados mostram que o fator crítico de sucesso mais importante para a integração do LSS no Brasil é o apoio e o comprometimento da alta gerência. A integração do LSS ocorre predominantemente em grandes empresas industriais, sendo incipiente em pequenas e médias empresas. Em geral, não existe uma maneira estruturada de aplicar o LSS. Ainda falta uma estrutura padrão para o LSS.
SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J.A.	The Integration of six sigma and lean management. International Journal of Lean Six Sigma,	2010	Explicar como a lean se compara ao Six Sigma e delinear os benefícios para integrá-los. Além disso, este artigo discute os modelos que existem que descrevem como Six Sigma e lean se encaixam.	O artigo propõe uma nova abordagem enxuta de Six Sigma (LSS) e fornece uma descrição detalhada de suas fases. O artigo também apresenta as opiniões sobre os benefícios de integração, bem como sobre como Six Sigma se compara à inclinação. Seis Sigma e lean estão relacionados e compartilham motivos comuns em termos de esforço para alcançar a satisfação do cliente. A sua integração é concluída

				como possível e benéfica.
--	--	--	--	---------------------------

Fonte: Autores (2020)

CAPITULO 4 - UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IMPLANTAÇÃO DO LSS EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

A proposta do presente trabalho é estruturar uma sequência de etapas e atividades para possibilitar que pequenas e médias empresas possam usar as técnicas e ferramentas do Lean Six Sigma para a melhoria o funcionamento de seus processos. Para tal, estamos considerando que exista na empresa uma estrutura de tecnologia da informação, que tenha um software de gestão empresarial que atende aos principais processos de negócios da empresa e que tenha, no mínimo, dois profissionais em entendam de melhorias de processos de negócios de tecnologia da informação.

Assim, segundo o SEBRAE (2013), o foco são empresas de Comercio e Serviço de até no máximo 99 funcionários e para Indústria de no máximo 499 colaboradores. Quanto ao faturamento, o BNDES (2010) considera pequena empresa, faturamento até 16 milhões e empresa de médio porte até 90 milhões.

A estrutura das etapas e atividades a serem seguidas são resultados da consolidação dos trabalhos de Capote (2012), Barros (2019) e Werkema (2006) com as devidas contribuições dos autores.

A figura 13 mostra resumidamente a sugestão de etapas e passos para a elaboração de um projeto LSS em uma empresa pequena ou médio porte.

Figura 13. Etapas e passos para o projeto LSS.

Etapas	Passos	Identificação	Atividades
Processos de Negócio	1.	5.1	Identificar os Processos de Negócio
	2.	5.2	Descrever os Processos de Negócio
	3.	5.3	Classificar os Processos de Negócio
	4.	5.4	Estabelecer prioridade para os Processos de Negócio
DMAIC - define	5.	5.5.1	Definir os Processos a serem melhorado pelo projeto
	6.		Elaborar o SIPOC (<i>Supplier, Input, Process, Outputs e Customer</i>)
	7.		Construir o Termo de Abertura do Projeto (<i>Project Charter</i>)
DMAIC - measure	8.	5.5.2	Coletar dados dos processos
	9.		Analisar o impacto dos problemas identificados
DMAIC - analyse	10.	5.5.3	Obter e modelar o estado atual dos Processos
	11.		Identificar as causas raiz dos problemas associados aos processos
DMAIC - improve	12.	5.5.4	Analisar as alternativas de solução e escolher a melhor alternativa
	13.		Transformar a alternativa escolhida e elaborar um plano de ação
	14.		Elaborar o Diagrama de Processo - Proposta de Melhoria
	15.		Executar o Plano de Ação
DMAIC - control	16.	5.5.5	Colocar em Produção
	17.		Monitorar e controlar os resultados

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS

Como o nome sugere nessa etapa se faz necessário identificar os processos atuais que estão em funcionamento na empresa e elaborar uma descrição mínima dos subprocessos e das atividades associadas aos mesmos. Subprocessos são divisões dos processos constituído por um agrupamento de atividade.

Segundo Capote (2012) a quantidade de processos existentes nas empresas não deve ultrapassar poucas dezenas, caso se tenha identificado uma quantidade mais elevada é provável que tenha identificado muitos subprocessos e estes devem ser agrupados formando os processos.

4.2 DESCREVER OS PROCESSOS IDENTIFICADOS

Para cada processo identificado elaborar uma descrição texto do seu funcionamento deverá ser elaborada com o intuito de gerar um entendimento claro para a equipe de trabalho.

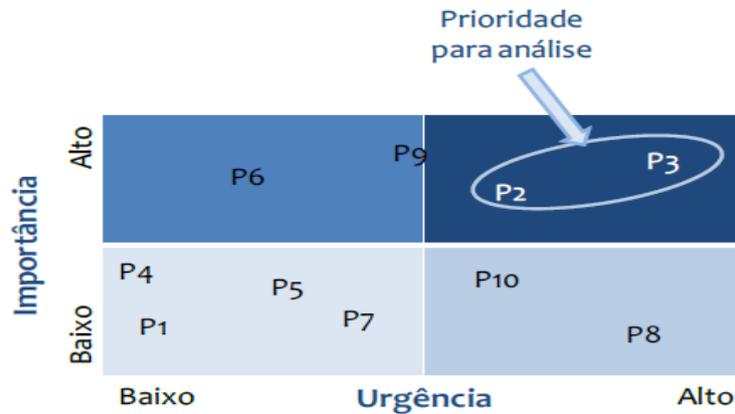
4.3 CLASSIFICAR OS PROCESSOS

De acordo com suas características os Processos de Negócio são classificados em: Processos Primários, Processos de Suporte e Processos de Gerenciamento. Eles interagem entre si, mas é apenas um agrupamento voltado para seu objetivo fim. Todos são importantes, mas os primários são especiais pois possuem como característica o relacionamento com os clientes.

4.4 ESTABELECEER PRIORIDADES PARA OS PROCESSOS

Os processos devem ser classificados priorizados quanto a importância para empresa, com foco nos clientes e nos resultados financeiros. Segundo ABPMP (2013), entre os critérios para priorização dos processos pode-se escolher Matriz de importância versus urgência, Matriz Processos versus fatores chaves de sucesso e Matriz de impactos sobre o negócio, que consiste basicamente em criar uma matriz de processos e atribuir notas aos atributos associados, estes critérios podem ser observados na Figura 14.

Figura 14: Exemplo de ABPMP



Fonte: ABPMP (2013)

E assim, sempre considerando os clientes e os processos mais importante para a empresa, estabelecer as prioridades e a sequência de processos que serão tratados através das ferramentas do Lean Six Sigma.

4.5 METODOLOGIA DMAIC

DMAIC é uma sigla em inglês que significa define, measure, analyze, improve e control (ou em português: definir, medir, analisar, melhorar e controlar) e representa um método de melhoria de processos de negócio. Possui cinco etapas, conforme ilustrado na figura 15, e um objetivo de conclusão para cada uma, a fim de garantir a progressão do projeto de melhoria.

Figura 15: Roteiro DMAIC



Fonte: Matsumota (2020)

4.5.1 Define (definir)

O primeiro passo é definir o processo ou os processos que serão trabalhados no projeto e para cada um definir um ciclo do DMAIC.

Na sequência elaborar a SIPOC para o processo em estudo pelo projeto. SIPOC é uma ferramenta utilizada para mapear processos. Com ele, é possível esclarecer melhor as etapas do processo, definindo e formalizando diversos fatores que impactam diretamente na execução do trabalho, sendo possível compreender melhor o trabalho executado e atuar em pontos específicos do processo, promovendo melhoria contínua (RAMOS, 2018). Estruturar o termo de abertura do projeto (Project Charter), contendo:

- O objetivo do projeto;
- O histórico dos problemas existentes;
- As oportunidades de melhorias com o projeto;
- As metas a serem alcançadas;
- O retorno econômico para o projeto;
- O escopo do projeto para alinhamento das expectativas;
- A sugestão da equipe para o projeto e de suas responsabilidades;
- O cronograma inicial do projeto.

Apresentar o Termo de Abertura do Projeto ou Project Charter para a alta direção da empresa e obter patrocínio e aprovação para as próximas fases do projeto. Caso não obtenha sucesso o projeto deve ser modificado até obter aprovação e patrocínio ou ser descartado.

4.5.2 Measure (medir)

Trata da documentação da situação atual do processo em estudo, validando como ele é medido. Consiste em mensurar e investigar os projetos por partes, certificando se todos os fatores foram considerados e determinar quais são as relações.

Para a coleta dos dados, torna-se necessário fazer um plano para a coleta de dados e identificar as fontes de entrada, o processo e as saídas. Serão analisadas as metas e as variáveis que implicam nos resultados esperados.

Perguntas que devem ser respondidas:

- Qual é o estado atual do processo?

- Quais as potenciais causas (fontes de variação) do processo?
- Os dados são confiáveis?
- Qual o comportamento dos dados históricos?

O objetivo é coletar todos os dados disponíveis e analisar os impactos dos problemas identificados.

Algumas ferramentas da estatística descritiva podem ser utilizadas para registro dos dados obtidos.

4.5.3 Analyse (analisar)

Consiste basicamente em analisar os dados medidos na etapa anterior e assim obter um cenário claro do estado atual do processo.

Perguntas que devem ser respondidas:

- Quais são as variáveis X prioritárias que devemos atacar para melhor o resultado de interesse (variabilidade do processo)?
- Quais são as causas raiz que podemos identificar e comprovar com os gráficos e/ou análise estatística?
- Quais são as causas raiz que podemos identificar através de uma análise de risco?

O principal objetivo é obter e modelar o estado atual dos Processos e Identificar as causas raiz dos problemas associados aos processos.

Também nesta fase deve-se usar ferramentas da estatística para tratar os dados, como por exemplo diagrama de dispersão, testes de hipóteses e regressão.

4.5.4 Improve (melhorar)

Consiste em gerar ideias e soluções potenciais para a eliminação das causas para os problemas que foram identificados, medido e analisado.

É a hora de melhorar e otimizar o processo e padronizar o trabalho para criar um novo estado para o processo. Escolher a solução a ser implementada avaliando as condições necessárias e os riscos.

Estruturar as respostas para as seguintes perguntas:

- Quais são as possíveis ações de melhoria?
- Todas as melhorias propostas podem ser transformadas em soluções com elevado potencial de implementação?
- Como testar as soluções escolhidas a fim de garantir o alcance da meta sem efeitos colaterais indesejáveis?
- Como medir os resultados financeiros do processo assim que o plano de ação for implementado.

As principais atividades dessa fase são: Analisar as alternativas de solução e escolher a melhor alternativa; transformar a alternativa escolhida e elaborar um plano de ação; elaborar o Diagrama de Processo - Proposta de Melhoria e Executar o Plano de Ação.

Principais ferramentas que você pode ser utilizada nesta etapa do DMAIC: Matriz de Priorização, Diagrama de Árvore, 5W2H, 5S e Diagrama de Processos no padrão BPMN 2.0.

4.5.5 Control (controlar)

Apresentar o projeto desenvolvido para a empresa, fazer uma análise do processo, identificar se o problema foi corrigido, mencionar o custo do projeto e se o cronograma foi cumprido.

Monitorar e controlar os resultados das melhorias implementadas e definir controles que irão manter estes resultados.

Perguntas que devem ser respondidas:

- A meta e os resultados financeiros foram alcançados?
- Quais controles foram estabelecidos para garantir a sustentabilidade das melhorias feitas?
- Quem será o “dono do processo” e como ele fará o acompanhamento do processo?
- Será necessário criar ou atualizar padrões e procedimentos?
- Quem são os envolvidos que serão treinados?

O controle é vital para garantir que a melhoria conquistada será sustentável e irá se manter na prática. É comum que os gestores foquem mais nos resultados obtidos e deixem de lado as práticas para garantir que eles continuem acontecendo.

A equipe do projeto deverá montar um “plano de controle”, que é composto de formas que garantem que os resultados obtidos sejam constantes. Alguns exemplos de planos são: treinamentos, revisões de procedimentos e medição de resultados.

4.6 RECOMENDAÇÕES

O projeto deve ser de conhecimento de todas as pessoas da empresa, ter o patrocínio de um alto executivo e o projeto envolver todos que poderão contribuir ou ser afetado pelo projeto. Possuir profissionais com conhecimento na metodologia e pelo menos um com experiência e participação de projetos semelhantes e que tenha condições de definir as estratégias, ensinar técnicas e ferramentas. Caso essa pessoa não exista na empresa sugere-se contratar um consultor com o mencionado conhecimento.

Para uma implantação bem sucedida, Ribeiro (2018), orienta considerar os seguintes Fatores críticos de sucesso para a implantação do LSS:

- O comprometimento e envolvimento da alta direção,
- A comunicação efetiva para toda a empresa,
- Escolher as pessoas certas,
- Escolher os projetos certos,
- Competências em LSS.

Após a leitura e proposta simplificada de uma metodologia LSS, observou-se que as organizações precisam de um guia/modelo para a implementação do LSS para cada segmento empresarial (público, de fabricação, de serviços, cuidados de saúde, ensino superior, por exemplo) e para diferentes tamanhos das organizações.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 - Conclusões

O presente estudo teve como objetivo propor uma metodologia simplificada para implantação do Lean Six Sigma em pequenas e médias empresas. Para tanto, foi desenvolvido um estudo bibliográfico em livros, artigos, teses, dissertações e sites, onde foi possível, além de entender o processo de implantação do Lean Six Sigma, propor um roteiro para sua implantação em pequenas e médias empresas.

O Lean Six Sigma, buscou integrar a metodologia do Lean Manufacturing com as técnicas utilizadas no Six Sigma, ou seja, buscou a utilização dos pontos fortes de cada metodologia para juntos, atingirem melhores resultados do que se forem implementados individualmente.

Observando a revisão da literatura apresentada, buscou-se entender as principais conclusões apontadas pelos autores, onde observou-se que o Lean Six Sigma é uma prática de gerenciamento e melhoria de processos nas empresas, onde o LSS colabora diretamente nos resultados organizacionais. Ferramentas como o DMAIC, são bem utilizadas para empresas que aplicam o LSS, pois a metodologia define os problemas, mede os dados, analisa as informações, incorpora a melhoria de processos, e se utiliza ferramentas diversas e de para estatísticas para alcançar os resultados almejados pelas organizações.

Através da revisão bibliográfica e da proposta de roteiro para implantação do LSS nas pequenas e médias empresas, os objetivos deste estudo foram alcançados, pois tal proposta apresenta o DMAIC como a ferramenta principal na implantação do LSS. O DMAIC é uma ferramenta de gestão do *Six Sigma*, também aplicada ao *Lean Six Sigma*, o qual é um método sistemático e disciplinado, baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas, sendo que em cada fase do DMAIC são utilizadas diversas ferramentas que ajudam a alcançar os resultados almejados pelas organizações.

Em relação ao roteiro, por ser simples pode ser implantado em pequenas e médias empresas, objetivo principal deste estudo, porém é necessário observar as características de cada empresa. Constatou-se que é necessário, inicialmente, identificar os processos, seguindo para a descrição do processo identificado, classificar estes processos, estabelecer as prioridades dos processos analisados e aplicar a ferramenta DMAIC para a efetivação das melhorias do processo de negócio.

Através da revisão bibliográfica e da proposta de roteiro para implantação do LSS nas pequenas e médias empresas, os objetivos deste estudo foram alcançados. Sendo assim, conclui-se que através do LSS, as pequenas e médias empresas, podem identificar processos que necessitem de melhoria e, através desta metodologia, consegue determinar alternativas e melhorias que vão reduzir custos, evitar desperdícios, aumentar receita como também, poderá gerar uma melhoria contínua de processos dentro destas empresas.

Porém, apesar do LSS ser utilizado em qualquer empresa, as pequenas empresas, como por exemplo, uma confeitaria que tenha poucos produtos e colaboradores, esta metodologia poderá encontrar limitações para sua aplicação, pois sem uma estrutura tecnológica de apoio, os gestores não terão condições técnicas para estruturar e implantar o roteiro proposto.

5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Entende-se que, devido ao grande volume de publicações sobre o Lean Six Sigma, o assunto não se esgota neste estudo, sendo assim, para trabalhos futuros, sugere-se que sejam aplicadas pesquisas em empresas, de preferencias do mesmo ramo de atividade e porte, que implantaram e que não implantaram o LSS em seus processos, a fim de analisar os resultados e comparar com a proposta de aplicação apresentada neste estudo.

Como também, sugere-se ao futuro pesquisador que o roteiro proposto seja aplicado a uma empresa de pequeno ou médio porte como base para um estudo de caso, o qual fornecerá informações práticas que poderão ser comparadas com os resultados aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

ABPMP. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio - Corpo Comum de Conhecimento - (BPM CBOK®)**. Versão 3.0, 2013.

ABRANTES, José. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ALMEIDA, Lucas da Costa; SALLES, Sérgio Augusto Faria. **BPMN e ferramentas da qualidade para melhoria de processos: um estudo de caso**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, nº 4, p. 156 - 175, 2019.

ANDRADE Gabriela Exupery Virga de; et. al. **Análise da aplicação conjunta das técnicas sipoc, fluxograma e fta em uma empresa de médio porte. xxxii encontro nacional de engenharia de produção**. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

ANTONY, J. **Some pros and cons of Six Sigma: an academic perspective**. The TQM Magazine, v. 16, n. 4, p. 303-306, 2004.

ANTONY, J.; BAÑUELAS, R. **A strategy for survival**. *Manufacturing Engineer*, v. 80, n. 3, p. 119-121, 2001.

_____. **Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program**. *Measuring Business Excellence*, v. 6, n. 4, p. 20-27, 2002.

_____. **M. Lean Six Sigma for higher education institutions (HEIs): challenges, barriers, success factors, tools/techniques**. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 61, n. 8, p. 940-948, 2012. <http://dx.doi.org/10.1108/17410401211277165>
Acessado: 12 janeiro de 2020.

ARAÚJO, C.A.C. **Sistemas de Controle Lean para Fluxos Puxados e Nivelados**. São Paulo: Hominiss, 2007.

ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão de qualidade, produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2010.

BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. **Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organizations**. *The TQM Magazine*, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

BARREIRA, Mauricio. **Aplicação das Ferramentas Enxutas: Lean Manufacturing**. Wise Consultoria e Treinamentos, 2011.

BARROS, Petrucio Antônio Medeiros. **Transformação de Processos de Negócio**. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Universidade Aberta do Brasil, Universidade Federal de Alagoas. Semestre 2016.2. Notas de aula, 2016.

BARROS, Petrucio Antônio Medeiros. **Identificação de Processos de Negócio**. Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação. Universidade Aberta do Brasil, Universidade Federal de Alagoas. Semestre 2019.2. Notas de aula, 2019.

_____. **Going from six sigma to design for six sigma: an exploratory study using analytic hierarchy process.** The TQM Magazine, v. 15, n. 5, p. 334-344, 2003.

_____. **Six Sigma or design for six sigma?** The TQM Magazine, v. 16, n. 4, p. 250-263, 2004.

BASTOS, André Luís Almeida. **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) como ferramenta de prevenção da qualidade em produtos e processos – uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem de engrenagem.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006

BERLITZ F. A.& HAUSSEN M. L. **Seis sigma no laboratório clínico: impacto na gestão de performance analítica dos processos técnicos.** J Bras Patol Med Lab , v. 41 , n. 5, p. 301- 12, outubro 2005.

BNDES (2010). **BNDES modifica classificação de porte de empresa.** Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20100622_modificacao_porte_empresa. Acesso em 04 de ago. 2020

BRUE, Greg, **Six Sigma for Managers- 24 Lessons to Understand and Apply Six Sigma Principles in Any Organization,** McGraw-Hill, 2005.

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. **Integração entre o lean e o six sigma pela análise de mapas estratégicos.** XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Salvador, BA, Brasil, 06 a 09 de outubro de 2009

CAPOTE, G. **BPM para todos - Uma Visão Abrangente, Objetiva e Esclarecedora sobre Gestão de Processos de Negócios.** 1. ed. Rio de Janeiro: Gart Capote, 2012.

CAMPOS, Vicenti Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total.** 2. ed. São Paulo: Editora UFMG, 1995.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e técnicas.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COELHO, Fabrício Pozzuto de Souza; SILVA, Adriano Maniçoba da; MANIÇOBA, Rafaela Ferreira. **Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura.** REFAS, v.3, n.1. Outubro de 2016.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: a revolução da Administração.** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

ENDLER, Kellen Dayelle et. al. **Lean seis sigma: uma contribuição bibliométrica dos últimos 15 anos.** Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v. 16, n. 2, p. 575-605, abr./jun. 2016.

FLINCHBAUGH, Jamie. **Beyond Lean: Lean Learning Center.** 2010. Disponível em: <https://leanlearningcenter.com/>. Acesso em: 28 jun. de 2020.

GIACON, Edivaldo; MESQUITA, Marco Aurélio. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. *Revista Gestão & Produção*, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.

GIJO, E. V.; SCARIA, Johnny; ANTONY, Jiju. **Application of Six Sigma methodology to reduce defects of a grinding process.** *Quality and Reliability Engineering International*, v. 27, n. 8, p. 1221-1234, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDACKER, Fabiano; OLIVEIRA, Hélio J. de. **Setup: Ferramenta para a Produção Enxuta.** *Revista da FAE, Curitiba*, v.11, n.2, jul./dez. 2008.

GONÇALVES, J. E. L. **As empresas são grandes coleções de processos.** *RAE - Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 40, p. p. 6-19, Jan/Mar 2000. Disponível em: <https://rae.fgv.br/rae/vol40-num1-2000/empresas-sao-grandes-colecoes-processos> >. Acesso em: 15 jul. 2020.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. **Processo, Que processo?** São Paulo, 2000.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo.** 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994. 235p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** CIFE Technical Report n. 72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2001.

LAUREANI, A.; ANTONY, J. **Standards for Lean Six Sigma certification.** *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 61, n. 1, p. 110-120, 2012. <http://dx.doi.org/10.1108/17410401211188560>: Acessado em 10 de janeiro 2020.

MARSHALL JUNIOR, Isnard *et.al*, **Gestão da Qualidade**, 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MATSUMOTA, Leonardo. **O roteiro DMAIC na melhoria de processos six sigma.** Disponível em: <https://leonardo-matsumota.com/2020/05/27/o-roteiro-dmaic-na-melhoria-dos-processos-six-sigma-parte-i/>. Acesso em 03 de ago. 2020

NARDI, Elton Luiz; SANTOS, Robson dos. **Pesquisa: teoria e prática.** Porto Alegre: EST Edições, 2003.

NATALI, Thanise Yara Silva. **A metodologia kaizen aplicada à indústria automobilística DaimlerChrysler do Brasil.** 2004 64f. Monografia no curso de Secretariado Executivo Trilíngue. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais. 2004.

PETENATE, Marcelo. **Como evitar os 8 desperdícios da produção.** Escola EDTI, São Paulo. 2016. Disponível em:<<http://www.escolaedti.com.br/8-desperdicios-em-empresas/>>. Acesso em: 15 jun. 2020..

PIVA, Allan Michel Simões; PRANDO, Gerson; MORILLA, José Carlos. **Estudo comparativo entre as metodologias lean manufacturing e lean six sigma**. Unisanta Science and Techonology, 2016.

PMBOK®. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos**. 6ª Edição. Pennsylvania, EUA: Project Management Institute, 2017.

PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul. **The Six Sigma Handbook: a complete guide for green belts, Black belts, and managers at all levels**. McGraw-Hill Companies, 2010.

RAMOS, Davidson. **O que é SIPOC (ferramenta para mapear processos)**. 2018. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-sipoc/>. Acesso em 05 de ago. 2020

RIBEIRO, Arthur Boeing. **Modelo de implementação de lean seis sigma baseado nos fatores críticos de sucesso para empresas de pequeno e médio porte**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/198263/PEMC1888-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em 06 de ago. 2020.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. Lean Institute Brasil. São Paulo, 1999.

SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J.A. **The Integration of six sigma and lean management**. International Journal of Lean Six Sigma, v.1, n.3, p. 249-274, 2010.

SALEM, O., SOLOMON, J., GENAIDY, A., MINKARAH, I., **Lean construction: From theory to implementation**, **Journal of Management in Engineering**, Volume 22, Issue 4, 168-175, 2006.

SEBRAE (2013). **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em 04 de ago. 2020

SILVA, Reinaldo Oliveira da, **Teoria da Administração**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 1995.

SLACK, Nigel; JONES, Alistair Brandon; JOHNSTON, Robert. **Princípios de Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2013.

STURARI, Raul. 2010 **Brainstorming**. Disponível em: <http://diegopiovesan.files.wordpress.com/2010/07/brainstorming.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

TAKTICA. Consultoria. **O que é Lean**. Alphaville, Campinas: Ed. Business Center I, 2008.

TOLFO, Cristiano; MEDEIROS, Thiarles Soares; MOMBACH; Jaline Goncalves. **Modelagem de processos com BPMN em pequenas empresas: um estudo de caso**. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

VIEIRA, Isabele Leite Monti; JUNIOR, Antonio Carlos Pacagnella; TERRA Leonardo Augusto Amaral. **Desafios do lean seis sigma na indústria de bebidas**. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brasil, V.10, N.19, P. 35-55, 2018.

WALTER, Olga Maria Formigoni Carvalho; PALADINI, Edson Pacheco. Lean Six Sigma in Brazil: a literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*. Vol. 10 No. 1, 2019

WERKEMA, C. Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Série Seis Sigma, Belo Horizonte, Werkema Editora, 2006.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2012. 259 p.

WILDAUER, Egon Walter; WILDAUER, Laila Del Bem Seleme. **Mapeamento de processos: conceitos, técnicas e ferramentas**. InterSaberes 1ª. Ed. 2015

WOMACK, J. P., JONES, D. T., & ROOS, D. *A Máquina que Mudou o Mundo*. Rio de Janeiro: 14ª Edição, Campus. (1992).

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking – banish waste and create wealth in your corporation**. Ney York, Simon & Schuster, 1996.

3H SERVICE & COLSULTING. **A História do Lean Manufacturing**. 2017. São Paulo. São Paulo: Hominiss, 2007.