



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HEGLANTINI KIDMAN RELMA GABRIELA ALVES FEIJÓ DA SILVA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA MELHORIA NO PROCESSO
DE PESAGEM DE MICRO INGREDIENTES EM UMA INDÚSTRIA DE
NUTRIÇÃO E SAÚDE ANIMAL**

Caruaru

2020

HEGLANTINI KIDMAN RELMA GABRIELA ALVES FEIJÓ DA SILVA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA MELHORIA NO
PROCESSO DE PESAGEM DE MICRO INGREDIENTES EM UMA
INDÚSTRIA DE NUTRIÇÃO E SAÚDE ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia da Qualidade.

Orientador: José Leão e Silva Filho

Caruaru

2020

Catálogo na fonte:

Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 -1242

S586a Silva, Heglantini Kidman Relma Gabriela Alves Feijó da.
Aplicação do método DMAIC para melhoria no processo de pesagem de micro ingredientes em uma indústria de nutrição e saúde animal. / Heglantini Kidman Relma Gabriela Alves Feijó da Silva. – 2020.
50 f. ; il. : 30 cm.

Orientador: José Leão e Silva Filho.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de produção, 2020.
Inclui Referências.

1. DMAIC. 2. Gestão da qualidade. 3. Processos. I. Silva Filho, José Leão e (Orientador). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-124)

HEGLANTINI KIDMAN RELMA GABRIELA ALVES FEIJÓ DA SILVA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA MELHORIA NO
PROCESSO DE PESAGEM DE MICRO INGREDIENTES EM UMA
INDÚSTRIA DE NUTRIÇÃO E SAÚDE ANIMAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 07 de Dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Leão e Silva Filho (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Cristina Pereira Medeiros (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Lucimário Gois de Oliveira Silva (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A vida toda vi minha mãe abdicar de coisas para investir na minha educação, ela sempre falava que não queria que eu me tornasse igual a ela, mas como não querer me tornar alguém que sempre foi tão batalhadora, honesta e amorosa? A minha mãe, Josilene Alves da Silva, obrigada por sempre acreditar em mim e incentivar minhas escolhas, sem você, eu seria nada. Te amo, é tudo por você!

Ao meu pai, Gilberto José Feijó da Silva, obrigada por tudo.

Aos meus avós, Maria das Dores Alves da Silva, e Manoel Alves da Silva (em memória), obrigada por terem cuidado de mim a vida toda, por toda ajuda e por todo amor que vocês sempre me deram.

O tempo todo as pessoas transformam a cabeça das outras em degraus, no colégio, faculdade, trabalho, na vida. Tive muita sorte de ter encontrado pessoas que escolheram crescer junto a mim, lado a lado, juntos! Aos meus amigos, Cibele, Maysa, Mayara, Jefferson, Túlio, Rita, Vinícius, Hercília, Rayra, Camilla, Raiane, Iago, Lucas, Thaise, Augusto, Jonhatam, Igor, Milena, todo o meu amor e agradecimento. Em meio a tantos momentos difíceis que enfrentamos, vocês tornaram tudo mais feliz. Encerro esse ciclo lembrando dos momentos que vivemos, dos nossos abraços, de todas as risadas, e de todas as vezes que mesmo no nervosismo, estávamos um ao lado do outro dizendo que tudo ia ficar bem. Cada um de vocês tem um papel no que sou hoje, obrigada.

RESUMO

A identificação de melhorias no setor de produção é uma das atividades necessárias para a manutenibilidade de produtividade em alto padrão (custos reduzidos e alta efetivação produtiva). Para se alcançar padrões de melhorias efetivas, faz-se necessário a utilização de ferramentas que possam alcançar tais objetivos. Dar-se, portanto, a utilização do método DMAIC (Definir – Medir – Analisar – Implementar – Controlar), utilizada para aplicação do processo Seis Sigma, como mecanismo necessário para se promover a implementação de alto padrão produtivo e gerencial. Dito isto, o presente trabalho se orienta em fomentar um projeto de aplicação, análise, implementação e avaliação de melhorias a partir de ferramentas auxiliares ao DMAIC. Assim, tendo por intuito alcançar, além de uma melhor compreensão do fluxo produtivo e dos problemas a ele relacionados com a resolução dos problemas encontrados, um arcabouço acadêmico para futuras pesquisas advindas do mesmo setor ou similares.

Palavras-chave: DMAIC. LEAN. MICROPESAGEM. SIPOC

ABSTRACT

The identification of improvements within the production sector is one of the necessary activities for maintaining high standard productivity (reduced costs and high productive effectiveness). In order to achieve effective improvement standards, it is necessary to use tools that can achieve these objectives. Therefore, the use of the DMAIC method (Define - Measure - Analyze - Implement - Control), used to apply the Six Sigma process, as a necessary mechanism to promote the implementation of a high standard of production and management. Therefore, in order to achieve the proposed objective, the present study is oriented towards promoting an application project, analysis, implementation and evaluation of improvements using auxiliary tools to DMAIC. Thus, aiming to raise, in addition to a better understanding of the production flow and the problems related to it with the resolution of the problems encountered, an academic framework for future research from the same or similar sector.

Keywords: DMAIC. LEAN. MICROWEIGHING. SIPOC

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala Sigma (desempenho)	18
Figura 2 – Desempenho entre níveis sigma	19
Figura 3 – Fluxograma de ferramentas	30
Figura 4 – Quadro ferramenta SIPOC	31
Figura 5 – Fluxograma do VSM	32
Figura 6 – Análise de stakeholders	32
Figura 7 – Estado Atual de Comprometimento.....	33
Figura 8 – Project Charter	34
Figura 9 - Fluxograma de ferramentas	35
Figura 10 - Cronometragem das misturas	36
Figura 11 – Gráfico de máximo de minutos por balde	36
Figura 12 – Base de Dados.....	37
Figura 13 – Fluxograma de ferramentas	39
Figura 14 – Descrição financeira do Business Case	40
Figura 15 – Fluxograma de ferramentas II	41
Figura 16 – Carrinho de transporte	41
Figura 17 – Demarcação no piso	42
Figura 18 – Balança de conferência fora da sala	42
Figura 19 – Balança de conferência fora da sala II	43
Figura 20 – Fluxograma de ferramentas III	44
Figura 21 – Resultados no Value Tracker	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Geral	11
1.1.2	Específicos	11
1.2	JUSTIFICATIVAS	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	A INDÚSTRIA DA ALIMENTAÇÃO E SAÚDE ANIMAL	14
2.2	PROCESSOS DE MICROPESAGEM INDUSTRIAL	15
2.3	SEIS SIGMA	16
2.4	DMAIC	20
2.4.1	Definir (D)	20
2.4.2	Mensurar (M)	23
2.4.3	Analisar (A)	24
2.4.4	Implementar (I)	25
2.4.5	Controlar (C)	26
3	METODOLÓGIA	27
3.1	TIPOLOGIA DO ESTUDO PARA A PESQUISA	27
3.2	COLETA DOS DADOS DA PESQUISA	28
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
4	ESTUDO DE CASO	30
4.1	ETAPA DEFINIR (<i>DEFINE</i>)	30
4.2	ETAPA MEDIR (<i>MEASURE</i>)	35
4.3	ETAPA ANALISE (<i>ANALYSE</i>)	38
4.4	ETAPA <i>IMPROVE</i> (MELHORAR)	40
4.5	ETAPA CONTROLAR (<i>CONTROL</i>)	43
5	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS	46
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O mercado industrial está cada vez mais competitivo, as empresas estão preocupadas em organizarem sistemas que as mantenham a frente das mudanças que a sociedade impõe. Para Marques *et al* (2018), isto deixa claro os motivos para se realizar e desenvolver inovações dentro de suas operações, centralizar os esforços, maximizar a produtividade, otimizar a capacidade de inferir maior qualidade aos produtos, além de reduzir perdas e custos dentro da cadeia de produção.

Para isso, as empresas são condicionadas a investir recursos para padronização dos seus métodos de trabalho, investir em ferramentas capazes de otimizar os sistemas de produção e do gerenciamento da produção (LIMA, CARVALHO JUNIOR, SANTA CATARINA, 2012).

Além disso, para os autores supracitados, entende-se que foco das empresas é induzir competência de aprimoramento e aproveitamento das oportunidades, tudo isto com foco na perspectiva de que os resultados serão convertidos em ganhos financeiros e na manutenção assertiva no mercado de consumo.

Com essa dinâmica do consumo impulsionada por esta competitividade, onde as organizações são medidas e selecionadas a partir da capacidade de preparação e adaptação coerente às mudanças, é exigido de tais empresas a busca pela identificação das oportunidades de melhoria para que o alto padrão produtivo seja mantido ou mesmo superado (MARQUES *et al*, 2018).

Assim, o autor ainda sustenta que o alto padrão é justificado pela busca da satisfação e superação das expectativas dos clientes, pelos quais as empresas são forçadas a adotar estratégias e ferramentas que agreguem valor ao produto ou serviço, para fomentar garantias de fidelização dos clientes

Dentre os nichos de mercado que estão preocupados em manter o alto padrão produtivo, encontra-se no setor de nutrição e saúde animal. Estima-se que em 2019 o setor fechou o ano com um saldo 3% maior do que o de 2018, superado a balança de 53 milhões de toneladas de insumos produzidos, o que sobrelevou a marca dos anos anteriores em 3% (REUTERS, 2019).

Tais números demonstram que, mesmo diante de crises econômicas, o mercado da área é lucrativo e, conseqüentemente, competitivo, já que há uma maior inserção de concorrentes interessados nos ganhos e as indústrias do setor obtêm

lucratividade a partir da eficiência da produção, ou seja, pela quantidade de produtos produzidos por hora (PENA, 2008).

Frente a este cenário, tais empresas são expostas a uma necessidade de aprimoramento de suas competências de produção, já que a sustentabilidade de uma empresa no mercado depende de sua capacidade de produzir com eficiência e qualidade (FORMIGONI, 2017). Portanto, as organizações se debruçam na busca por ferramentas e procedimentos capazes de fornecer o padrão de qualidade necessário para garantir fatias significativas do mercado.

Além do que, ao se preocuparem em aumentar sua capacidade competitiva, as empresas buscam por padrões de segurança e qualidade que se assemelham a padrões do setor de alimentação humana, tudo isto para garantir uma maior fatia de ganhos financeiros. (BELAVER, 2002; FORMIGONI, 2017).

Assim, dentro dos diversos instrumentos de aperfeiçoamento utilizados pelas organizações para garantir a Qualidade Total, tem-se os conjuntos de ações e instrumentos de melhoria dos processos que é comumente conhecido como *Seis Sigma* (WERKEMA, 2012).

Sendo o Seis Sigma uma ferramenta cuja a diretriz é o impulsionamento do desempenho de uma organização e a busca pela satisfação do cliente a partir de objetivos estratégicos e gerenciais claros, tais como: a aplicação de ferramentas estatísticas em todos os níveis, o uso de indicadores de desempenho para avaliação da evolução das atividades, sistematização das técnicas para otimização dos processos, e capacitação periódico do colaboradores e gestores da empresa (SANTOS; MARTINS, 2010).

Para isto a metodologia Seis Sigma se estende em diversos tipos de procedimentos que podem ser usados em processos específicos de sistemas produtivos complexos. Um desses instrumentos é a ferramenta de melhoria DMAIC (Definir – Mensurar – Analisar – Melhorar – Controlar) que se concretiza em ferramentas claras que auxiliam os tomadores de decisão no processo de melhoria, medição dos sistemas, análise para identificação e eliminação de erros de desempenho e controle de um novo sistema operacional criado.

Portanto, o presente trabalho de conclusão de curso sustenta-se na aplicação do método DMAIC dentro de um sistema produtivo complexo – de micropesagem - para alimentação e saúde animal. O referido estudo se organiza em desenvolver um estudo de caso dentro de uma empresa do ramo de produção de aditivos para ração

animal de diferentes tipologias. Tal trabalho de conclusão de curso será organizado a partir de extensa verificação bibliográfica sobre o tema para que haja sustentação no processo de análise e repercussão dos resultados.

Para isto o trabalho de conclusão de curso se divide em quatro capítulos, com introdução e análises conclusivas, apresentando o seguinte escopo:

A primeira parte se debruça em vasta elucidação sobre os processos que definem a metodologia Seis Sigma, com inclusão de seu histórico e dos passos que podem ser utilizados dentro das atividades gerenciais e produtivas de uma empresa. Também, o presente estudo compreende uma fundamentação sobre processos de micropesagem, além de fazer um apanhado histórico sobre a indústria de alimentação animal. Ademais, discute-se as ferramentas de análise que estão incluídas na metodologia Seis Sigma, a saber o processo metodológico DMAIC, com a explanação de suas atividades e processos utilizados no estudo de caso subsequente.

O capítulo segundo esclarece os caminhos metodológicos trilhados para se chegar a aplicação das ferramentas supracitadas, com a historicidade da empresa selecionada, a descrição dos processos de micropesagem produtiva escolhida para a aplicação do método, além da explicação sobre o tempo escolhido para implementação metodológica e da ilustração sobre como se organizou as etapas aplicadas dentro da empresa, ponto de ação para o estudo de caso.

Ademais, o capítulo terceiro se estende para relatar os resultados colhidos no tempo de aplicação do método, o desempenho das ferramentas dentro de uma aplicação real, os pontos de melhorias alcançados a partir da aplicação do método DMAIC, os efeitos esperados e não esperados do processo produtivo, e as respostas objetivadas pela gestão responsável na busca da melhoria solicitada.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Melhorar o desempenho do processo de pesagem a partir do método DMAIC.

1.1.2 Específicos

- Mapear o processo de micropesagem;

- Identificar os pontos de melhoria do processo estudado;
- Avaliar se a metodologia das ferramentas utilizadas para melhoria é compatível com o problema proposto;
- Fomentar a melhoria contínua no processo.

1.2 JUSTIFICATIVA

É nítida a necessidade empresarial em buscar formas para implementação de melhorias que possam trazer, não somente ganhos em produtividade e o subsequente aumento da capacidade no atendimento das necessidades do cliente, mas também na facilitação da forma como os colaboradores lidam com problemas diários dentro do setor de produção (SATOLO, 2009).

Empresas que procuram desenvolver projetos para as melhorias estão sempre a frente de seus concorrentes e são capazes, inclusive, de responder rapidamente as mudanças bruscas que ocorrem constantemente no mercado (SANTOS; ANTONELLI, 2011).

Além disso, o autor sustenta que as organizações que compreendem a necessidade de implementar os seus processos produtivos são capazes de identificar com mais velocidade erros que possam ser prejudiciais a curto, médio ou longo prazo, ou mesmo encontrar pontos para otimizar estoques, reduzir custos, evitar fadiga excessiva dos colaboradores e mitigar a necessidade de retrabalho.

Apesar da compreensão da necessidade do aperfeiçoamento dos processos dentro do setor de produção, ainda existe a resistência empresarial para as mudanças necessárias, conjuntamente a tal resistência, ainda é comum o desconhecimento das práticas metodológicas assertivas para a resolução dos problemas encontrados dentro dos setores analisados. Por isso, é necessário fazer as escolhas assertivas com relação aos procedimentos e ferramentas a serem implementadas dentro da organização.

Dito isto, nota-se que dentro do arcabouço de ferramentas com capacidade de adaptabilidade a diferentes problemas encontrados no setor produtivo, a ferramenta DMAIC possui uma capacidade de imersão e correção dos problemas propostos (ESTELAI, 2018). O DMAIC é uma ferramenta que se utiliza de métodos estatísticos para obter informações revelantes sobre determinado ponto crítico do processo a ser otimizado (SOLA, 2017).

Além disso, uma das características cruciais do DMAIC é sua capacidade de destacar elementos considerados principais dentro do processo Seis Sigma, que são os clientes e as medições. Assim, o que se espera com a utilização da ferramenta é chegar a um desempenho desejado a partir de variações discrepantes do desempenho atual do processo.

Portanto, ao se aplicar o método DMAIC em um sistema fabril onde encontra-se problemas complexos, como: erros no processo de micropesagem, retrabalho devido ao excesso de falhas, simultaneidade e sazonalidade das atividades, além de deficit no fluxo de informação; espera-se fomentar saídas viáveis para a melhoria dos processos do setor produtivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Destaca-se no referencial teórico a fomentação bibliográfica sobre o tema exposto e analisado no estudo. Sustenta-se que as aplicações das ferramentas dentro do setor de micropesagem da empresa em estudo tem arsenal acadêmico robusto para corroborar os resultados assertivos expostos nos capítulos posteriores.

2.1 A INDÚSTRIA DA ALIMENTAÇÃO E SAÚDE ANIMAL

Estimativas populacionais da ONU, projetam que em 2050 estará com perspectiva de 10 bilhões de habitantes no mundo (ALVES, 2010), significativamente ocorrerá um aumento na demanda alimentar de 70%. Isso exige mudanças no sistema de produção agropecuário.

Levanta-se a questão sobre como fazer com que os animais possam produzir em maior escala e qualidade com um menor espaço de tempo. Considerando que fatores externos influenciam na sua produtividade, a indústria de ração tem um papel fundamental nessa jornada.

O bem estar animal e a genética complementam a resposta dessa questão. A nutrição de precisão e qualidade são o posto-chave para o direcionamento da produção da proteína animal e para alcançar as metas estabelecidas, visto que a alimentação representa 70% dos custos do negócio (SILVA *et al.* 2019). Sendo assim, o mercado de fabricação de ração exerce grande importância tanto socioeconômica quanto a oferta de oportunidades.

Fábricas de rações tem como objetivo garantir um alimento com segurança alimentar e nutricionalmente equilibrado. O processo está voltado para atingir um produto de qualidade dentro da meta produtiva em busca do melhor custo-benefício. Contudo, os custos de fabricação representam entre 2,2% a 4% do total de custos da ração no comedouro (incluindo depreciação) (MANSKE; PALHARES; LIMA, 2016).

Segundo a associação de indústrias e entidades de nutrição animal da região latino-americana, a nutrição animal tem uma responsabilidade no mundo, além de satisfazer as demandas de necessidades alimentícias dos animais, o setor também visa complementar as necessidades de proteínas da população mundial.

Segundo projeções verificadas pelo Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal – Sindirações (GLOBO, 2020), o setor de alimentação e saúde

animal, projetou um crescimento de 2,5% em 2019 na região Latino-americana que vivenciou um processo de mudanças por razões os fatores sociais, ambientais e políticos.

Em primeiro lugar estão as mudanças climáticas, que nos últimos anos está sendo um desafio para as indústrias produtoras mundialmente. O aumento de custo de produção é um obstáculo enfrentado por as empresas que está alinhado com a busca em redução de matérias primas, como resultado buscam novas práticas industriais para otimização de processos e ofertas de produtos com melhor qualidade para a população.

2.2 PROCESSOS DE MICROPESAGEM INDUSTRIAL

O sistema de pesagem tem como finalidade medir a massa de um determinado material, empregando os princípios de balanças eletrônicas que utilizam células de carga e estão presentes em vários processos industriais, em formatos e modelos diversos. (SANTOS *et al.* 2013). Nas indústrias são usados diversos modelos de balança, sendo algumas principais são:

1. Balança analítica, instrumento capaz de medir com precisão pequenos ingredientes;
2. Balança semianalítica, modelo com precisão inferior, mas que possibilita medições precisas de até três casas decimais, após a vírgula;
3. Balança eletrônica de precisão, modelo normalmente construído com celular de cargas, que podem apresentar variações nas medidas;
4. Balança dosadora, empregada na dosagem de produtos utilizados na fabricação de misturas industriais.

Para as pesagens de microingredientes as balanças utilizadas são as eletrônicas, projetadas para acúmulo sequencial de produtos ou não (cada pesagem pode ser descarregada antes de ocorrer a próxima) com células de carga de alta resolução e sensibilidade são utilizadas (normalmente com mínimo de 10.000 DIV) (AUGUSTO; ALEM; TOSO, 2016).

São dispositivos com fundo de abertura plena, internas pulsantes e simples elementos de aeração durante a descarga. Abaixo da balança pode ser instalado equipamentos que auxiliam na selagem e identificação dos produtos, facilitando assim

a linha de produção manual do operador que pode dispor de equipamentos automáticos para ensacamento e identificação de cada item, além de seu transporte e armazenagem.

Os sistemas de formulação e pesagem de microingredientes são projetados para que o atendimento da demanda seja específico de cada planta e, portanto, variam sua configuração em função desta necessidade.

2.3 SEIS SIGMA

A metodologia Seis Sigma surgiu nos anos de 1980 a partir dos estudos gerenciais promovidos pela Motorola nos EUA. O objetivo principal da criação da metodologia estava na busca pela capacidade de ganhar competitividade em relação aos produtos de eletrônicos advindos do Japão, que detinham o *status* de produtos com maior qualidade e preço em comparação com os produtos norte-americanos (CANCADO; CANCADO; TORRES, 2019).

Assim, a Motorola compreendeu que havia perda de mercado e custos inseridos na baixa produtividade e na não qualidade dos produtos oferecidos. Portanto, fazia-se necessário um esforço organizacional para se garantir a resolução do problema exposto (CARDIEL-ORTEGA; BAEZA-SERRATO; LIZARRAGA-MORALES, 2017). Para isto, criou-se o nível Seis Sigma como uma estrutura sistêmica de padrão de qualidade.

A diferenciação obtida pela metodologia se encontrava na modificação cultural baseada no incentivo e no engajamento dos gestores e executivos da organização. Além disto, o Seis Sigma se engajava em processos para obtenção de ganhos financeiros a partir da melhoria da qualidade (CANCADO; CANCADO; TORRES, 2019).

Com a criação da metodologia a empresa Motorola recebeu, no fim da década de 1980, o Prêmio Norte-americano de Qualidade *Malcolm*, o que foi capaz de difundir o programa para outras empresas do país. Atenta-se, porém, que, mesmo sendo a Motorola a responsável pela criação do Seis Sigma, foi a *General Electric* (GE) que ficou famosa com a divulgação dos resultados financeiros a partir da aplicação das ferramentas do programa (CARDIEL-ORTEGA; BAEZA-SERRATO; LIZARRAGA-MORALES, 2017).

No Brasil, porém, a ferramenta só obteve sucesso de uso a partir dos anos 2000 (SANTOS; MARTINS, 2008). As organizações brasileiras estavam interessadas com os resultados alcançados com aplicação da ferramenta em reduzir os custos, mitigar erros dos processos de produção e obter uma capacidade de produção elevada para os padrões aceitáveis do começo do século.

O Seis Sigma é capaz de promover uma modificação na forma de gerenciamento da empresa, com a implementação de um ambiente capaz de incrementar uma melhoria contínua (GOMES; MARQUES; GUERRINI, 2017). O que se espera, portanto, do programa é:

1. Direcionar a gestão para atender assertivamente as necessidades dos clientes;
2. Gerenciar as metas para se alcançar retorno financeiro, mesmo que pequeno;
3. Modificar a cultura organizacional a fim de encontrar o ponto de inflexão para alcançar a cooperação entre todos os colaboradores;
4. Padronizar os modelos de resolução de problemas dos sistemas gerenciais e produtivos;
5. Treinar e aperfeiçoar os métodos para se alcançar a melhoria contínua.

Assim, a compreensão do Seis Sigma consiste na busca pela melhoria contínua e na satisfação das necessidades dos clientes, dos quais se orientam a redução dos defeitos, a melhoria dos procedimentos de produção, a otimização dos processos.

Outra definição que pode ser direcionada a explicação sobre o Seis Sigma é defendida por Werkema (2004), ao elucidar que o programa deve ser observado como uma estratégia disciplinada e quantitativa para se alcançar lucratividade expressiva, a partir da implementação de qualidade de produtos e processos e no aumento da satisfação das expectativas dos clientes e consumidores.

Outros pontos que o autor supracitado destaca ao analisar o conceito Seis Sigma, sustenta-se em definir:

1. **Escala** – mede o nivelamento da qualidade direcionado a um processo e é quantificado por um número em escala sigma;
2. **Meta** – o programa Seis Sigma se orienta na busca pelo “zero defeito”. Exemplificado em 3.4 defeitos por cada milhão de produtos produzidos em uma determinada escala de tempo;

3. **Estatística** – utiliza-se para identificar pontos críticos novios a qualidade do produto. Além fornecer base para melhoria nas especificações;
4. **Visão estratégica** – institui-se nos objetivos da busca pela melhoria empresarial, além de compreender as relações de todos os processos da empresa (projetos, qualidade final, atendimento, entrega).

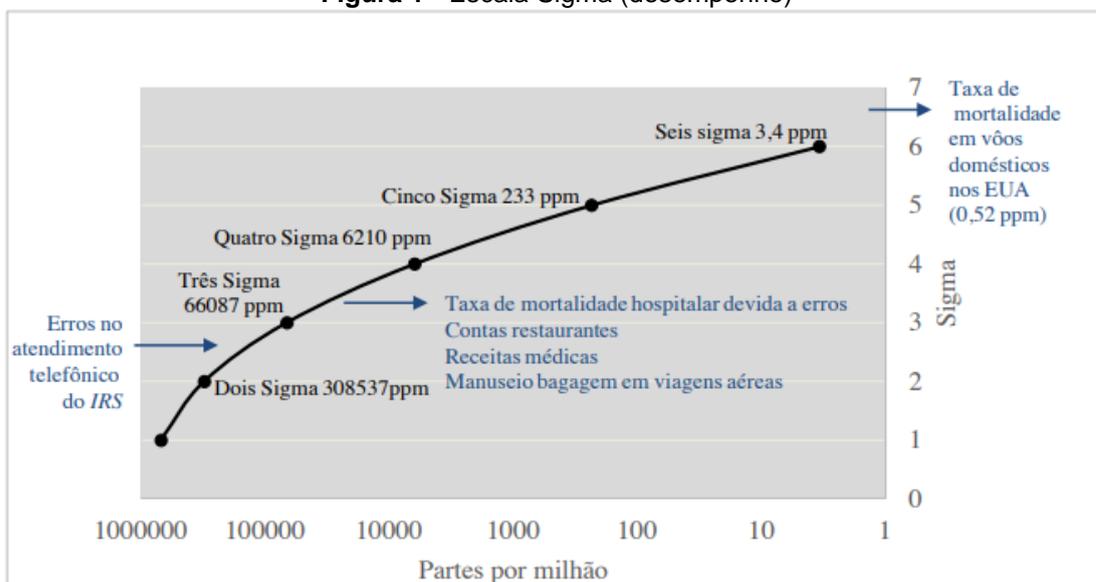
Portanto, compreende-se o Seis Sigma como uma filosofia disciplina e estratégica que se direciona na prospecção contínua para a redução da variabilidade de um processo e a mitigação dos defeitos e falhas dos produtos e serviços a partir de ferramentas predefinidas (GOMES; MARQUES; GUERRINI, 2017)

O que está por orientação da terminologia sigma, cuja a representação está focada no desvio padrão par medir variabilidade, é a sua capacidade de definir o nível de qualidade do produto ou a chance que o mesmo produto tem de apresentar defeitos por erros apresentados em alguma etapa do processo.

Em vista disso, é necessário a compreensão de que o nível relacionado a qualidade demandada pelo sigma não tem comportamento de linearidade diante das quantidades de defeitos encontrado a cada milhão de produtos produzidos.

Então, o que se entende é que dentro da configuração sigma existem nivelamentos de qualidade que acompanham os processos a partir de desvios considerados insatisfatórios, até chegar a nível de qualidade de “classe mundial” considerado serviço de alto nível de valor, com a superação das expectativas do cliente e a custo coerente com o que é oferecido (Figura 1).

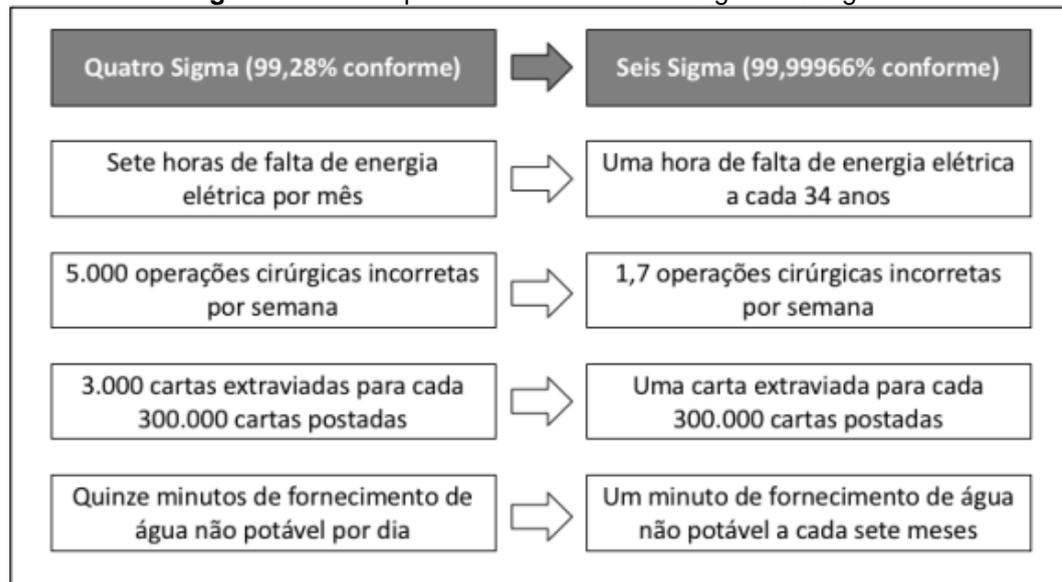
Figura 1 - Escala Sigma (desempenho)



Fonte: adaptado Werkema (2004)

A figura 2 ilustra os níveis de qualidade que são comumente encontrados no mercado, observa-se que a grande maioria dos estabelecimentos de produtos ou serviços encontrados no mercado estão dentro da escala quatro sigma, onde se percebe que há defeitos e erros advindos do processo na base 6210 partes por milhão. O nível Seis Sigma, porém, estabelece-se como nível de excelência operacional e pode ser representado por produtos ou serviços que relatam 3,4 defeitos a cada milhão de produtos ou serviços realizados (Figura 2).

Figura 2 – Desempenho entre os níveis 4 Sigma e 6 Sigma



Fonte: adaptado Werkema (2004)

Atento a isto, observa-se que o interesse do Seis Sigma é garantir a qualidade do produto ou serviço ao menor custo possível, para qualquer nível organizacional, ou seja, mitigar dos processos qualquer atividade que não agrega valor ao produto ou serviço e estes custos estão relacionados aos custos de erros (interno ou externo), custo de prevenção ou custos relacionados a retrabalho, custos direcionados a perda do cliente ou aos relacionados a qualidade do produto (CANCADO; CASCADO; TORRES, 2019).

O sucesso da metodologia Seis Sigma é conferido a partir do método da abordagem que o programa implementa e realiza as atividades. Assim, para garantir o sucesso metodológico do Seis Sigma, relata-se os fatores de sustentação que acompanham o processo, a saber: o compromisso dos gestores e líderes da organização para executar as etapas do processo, o foco no aumento da lucratividade empresarial e a ferramenta DMAIC.

2.4 DMAIC

A ferramenta DMAIC é um modelo disciplinado de atividades que irão compor um processo de etapas para auxiliar a empresa no alcance da excelência Seis Sigma (MUNOZ, 2018). O DMAIC tem por objetivo a definição estruturada dos problemas ou situações a serem resolvidos, a medição para dos problemas a fim de se obter dados e informações relevantes sobre os problemas, a análise dos dados e das informações a fim de inferir importância ao que obtido e dar orientação as etapas subsequentes de forma assertiva e disciplinada, o processo de implementação das melhorias mais indicadas para cada ponto analisado do problema, além de controlar todo o processo de implementação para incorporar conhecimento e retroalimentar novos objetivos.

O método DMAIC surge com o intuito de mitigar ou reduzir variabilidade dos processos de fabricação. Além disso, o DMAIC tem uma semelhança forte ao ciclo de melhoria gerencial PDCA - que se estabelece como ferramenta de melhoria contínua dentro de ações gerenciais e rotineira da empresa (DE MAST; LOKERBOOL, 2012).

Portanto, o interesse da ferramenta é a melhoria dos processos de fabricação de forma continuada, isso se dá pela seleção de projetos de forma assertiva, com etapas de trabalho bem definida, responsabilidades bem claras e objetivas, implementação de ações de forma cíclica, além de observações periódicas e ações integradas de forma contínua (MUNOZ, 2018).

Para Werkema (2013), é necessário também está consciente sobre o passo a passo a ser seguido, pois cada etapa irá configurar no entendimento mais assertivo das Características Críticas para a Qualidade (CTQ). O que sugere que a identificação dos CTQs são os responsáveis pelo sucesso ou insucesso dos programas aplicados para o alcance do nível Seis Sigma.

2.4.1. Definir (D)

A primeira etapa se esclarece pela descrição detalhada do problema a ser resolvido. Nesta etapa é indicado o maior número possível de informações que sejam relevantes para os processos posteriores. Aqui o que se espera não é somente uma avaliação superficial das causas que estão relacionadas aos problemas que serão mais a elaboração de: 1) avaliação do histórico dos problemas de determinado processo em análise; 2) identificação das necessidades dos clientes que são

prejudicadas a partir dos problemas encontrados; 3) avaliar os impactos económicos, ambientais e sociais que o problema pode causar para a empresa; 4) verificar os impactos que incidem nos consumidores causados pelos problemas analisados dentro do processo (ESTELAI, 2018).

Atenta-se que o foco da resolução dos problemas é agregar valor aos produtos para satisfação das expectativas dos clientes nos quesitos relacionados aos preços, prazos de entrega, qualidade percebida do produto, entre outros fatores que possam ser inseridos na análise (CANCADO; CANCADO; TORRES, 2019).

Explica-se, também, que os clientes ao qual se refere o presente texto, são os diretamente afetados ao não serem satisfeitos em algum dos quesitos supracitados, entre os clientes que compõem o hall estão: os clientes de departamentos subsequentes ao processo analisado, clientes internos, os colaboradores, fornecedores e, principalmente, os clientes finais.

A etapa de definição também é a fase de priorização dos problemas a serem trabalhados, a seleção deve ser realizada a partir da observação da estratégia organizacional vigente. Além disso, deve-se levar conta os fatores do ambiente interno e externo da organização, além das ameaças e oportunidades que podem acometer a empresa (ESTELAI, 2018).

A partir das observações dos pontos supracitados, tem-se a base para tomada de decisão de se o processo vai receber projetos de melhoria ou não, e o quanto o processo será melhorado. Para mais, são estabelecidas metas para o projeto elaborado que devem ser direcionadas para alcançar maior participação do mercado, mitigação de falhas ou defeitos, aumento da produtividade, melhoria do nível de satisfação do cliente, melhoria da previsibilidade da demanda, entre outros fatores.

Outro ponto a ser observado nesta etapa é a definição da equipe de trabalho que executará o projeto, deve-se levar em conta as habilidades de cada colaborador, nível de responsabilidade, a clareza e o entendimento da necessidade de resolução do problema. Toma-se também por objetivo de equipe as responsabilidades individuais de cada colaborador.

Após a seleção da equipe de trabalho, faz-se necessário definir o escopo do projeto e as ferramentas mais assertivas para a execução das atividades (ESTELAI, 2018). Dentro do escopo do projeto deve conter o nome do projeto, líder, cronograma de atividades, identificação do processo a ser melhorado, limites do projeto, recursos,

entre outros pontos que podem ser julgados relevantes para a execução do projeto de melhoria.

Já ao que se refere as ferramentas, a seleção dar-se pela imposição advinda das necessidades dos clientes, entre as ferramentas que podem ser utilizadas (ESTELAI, 2018), estão:

1. **Mapa de Raciocínio** – Estabelece-se como ferramenta que registra o processo de racionalização da equipe de trabalho durante a execução das atividades do projeto, com a descrição detalhada de cada etapa e ferramenta subsequente para realização da análise de dados (ESTELAI, 2018);
2. **Voz do Cliente** – Ferramenta que estabelece as necessidades dos clientes a serem satisfeitos pela aplicabilidade do programa. A ferramenta configura as informações pertinentes advindas dos clientes, e tais informações podem ser adquiridas por diversos tipos de fontes de pesquisas (ESTELAI, 2018). É por meio da ferramenta que são identificados os CTQs;
3. **Matriz de Escopo** – Ferramenta utilizada para descrever detalhadamente as ações propostas para a resolução dos problemas encontrados nos processos analisados. É uma ferramenta de controle que auxilia de forma funcional no processo de planejamento.
4. **Análise de Riscos do projeto** – Se estabelece na descrição da viabilidade do projeto, a partir da busca pelas oportunidades e os riscos inerentes a cada projeto elaborado (KIMURA, 2002). A compreensão do custo/benefício do projeto trará a indicação da viabilidade do mesmo.
5. **Indicadores** – são considerados parâmetros quantitativos ou qualitativos que orientam e detalham os objetivos de um determinado projeto ou proposta de projeto. A função de um indicador é avaliar o processo durante sua execução ou avaliar os resultados de um projeto ao fim de sua execução (MINAYO, 2009). Os indicadores fomentam um mapa da realidade e orientam no processo de tomada de decisão.
6. **SIPOC** – Ferramenta que auxilia na visualização do escopo do trabalho, a partir de um mapa de definição dos objetivos principais do processo (macrologicamente), o diagrama SIPOC define os

fornecedores, entradas, etapas do processo, saídas e os clientes que fazem parte do processo analisado (ESTELAI, 2018);

7. **Análise de Stakeholders** – Aqui define a análise dos interessados na resolução dos problemas relacionados aos processos prioritários a serem solucionados. Aqui se dá a priorização dos entes interessados.
8. **Mapa de processo (VSM)** – Mapa de Fluxo de Valor (VSM) é uma diagramação simples dos processos e das etapas envolvidas para os fluxos das informações e dos materiais. Aqui se identifica os pontos que realmente agregam valor ao produto em níveis de importância. Além disso, o VSM auxilia na identificação dos processos chaves, na estrutura da fomentação dos indicadores e na capacitação para resolução dos desperdícios.

Ressalta-se que todo o processo deve estar atento ao ponto de vista do cliente, pois é a partir dele que todos os projetos irão se sustentar, e as resoluções e simplificações serão procuradas e expostas.

2.4.2. Mensurar (M)

Nesta etapa se faz a mineração do problema ou problemas analisados. O que se espera desta fase é um maior detalhe e identificação do foco dos problemas, em sua análise dos pontos críticos que serão resolvidos (ESTELAI, 2018). As etapas para a realização da mensuração é a decisão da necessidade de coletar novos dados ou não, seleção dos métodos de estratificação para o problema.

Plano de coleta de dados, teste das ferramentas para coleta de dados, coleta dos dados, identificação dos problemas prioritários, estabelecimento das metas para cada problema e da equipe de atuação.

Compreende-se que os dados utilizados são os dispostos pela própria organização ou a partir de uma coleta de dados, este último só executado diante da inconsistência dos dados dispostos primariamente pela organização. Faz-se a necessidade de verificação da confiabilidade dos dados dispostos.

Para Werkema (2013), ao se observar o processo de estratificação do problema, tais como tempo, estado, local, ou outra grandeza que identifique o objeto em estudo de forma clara. A estratificação é a parte anterior a priorização dos problemas e a priorização se dará a partir dos problemas críticos, e, quanto maior o

problema estratificado, maior será o processo de facilitação de resolução. Um dos métodos de estratificação do problema pode ser a partir da cronometragem do processo a fim de estabelecer o tempo de execução do processo.

O problema deve ser, também, destrinchado em problemas menores. O objetivo é estabelecer facilidade no processo de resolução pela equipe de trabalho (ESTELAI, 2018). Além disso, os resultados obtidos serão parte de dados de análise para projetos posteriores e quanto mais fácil a compreensão da etapa, maior facilidade para implementação da melhoria contínua.

2.4.3. Analisar (A)

Nesta etapa já se tem o problema principal, o que se espera é a fundamentação de suas causas chaves e quantificação delas. Nesta fase se faz a análise dos dados adquiridos na etapa de mensuração a partir do uso de ferramentas estatísticas e/ou ferramentas da qualidade (ESTELAI, 2018). O que se entende é que todas as causas, independentes de suas obviedades, devem ser relatadas no processo, e as fontes causadoras, conjuntamente com as variações, devem ser identificadas.

As etapas da fase analítica se estendem em: 1) análise do processo que gerou o problema prioritário; 2) análise dos dados advindos do problema prioritário; 3) prospecção das causas raiz do problema; 4) determinação das causas fundamentais a partir da análise das causas raiz e dos potenciais (ESTELAI, 2018).

A identificação dessas causas pode ser realizada a partir de diferentes tipos de ferramentas analíticas ou de qualidades (WERKEMA, 2013), dentre elas se destacam:

1. **Brainstorming** – Dinâmica grupal como técnicas para resolução específicas de problemas. Dentro do DMAIC, a ferramenta se sustenta na análise de fomentação de possíveis soluções advindas da equipe responsável para resolução do problema.
2. **Diagrama de Causa e Efeito** – Auxilia o tomador de decisão na identificação das causas – raízes do problema. A ferramenta observa todos os aspectos relacionados ao problema como matéria prima, ambiente, operacionalidade, recursos humanos ou qualquer outro fator que seja de interesse para a equipe de resolução

3. **Diagrama de afinidades** – O objetivo da ferramenta é o agrupamento do maior número de ideias, informações que tenham afinidade entre si. O diagrama é construído em equipe e se sustenta na análise das causas do problema exposto.
4. **Gráficos de Controle** – mostra graficamente o comportamento do processo e o seu estado operacional, com informações da presença de causas que influenciam na variabilidade do processo. Além disso, demanda informações claras e quantitativas para auxiliar nas tomadas de decisão. São os gráficos do controle que identificam possíveis sazonalidades, possíveis causas, erros padrão, entre outras questões importantes para análise e resolução do problema exposto.

Ressalta-se, também, que no momento da identificação e priorização do problema deve-se ter certeza que a avaliação foi realizada assertivamente, e apenas com explanação em equipe é possível obter resultados mais assertivos sobre a análise executada.

2.4.4 Implementar (I)

Nesta etapa as soluções analisadas e levadas nas fases anteriores são colocadas em ação. Primeiramente, em pequena escala, para medir a real efetividade dos resultados. O que se espera é a compreensão clara de que a solução proposta tem efeito reais mensurais (ESTELAI, 2018). Na verificação em escala reduzida executa-se os indicadores de desempenho, que são responsáveis de fornecer uma visão mais apurada sobre a capacidade assertiva da solução proposta.

A partir da implementação em pequena escala do processo, observam-se os resultados e ajustam-se os mecanismos caso necessário, a perspectiva é identificar se a meta discriminada foi atingida, caso não, faz-se a necessidade de reavaliar o projeto e reexecutar etapas anteriores (WERKEMA, 2013).

A partir da verificação da capacidade da solução em atingir as metas, tem-se a criação de um Plano de Ação para a Solução do Problema, plano este que será responsável por fornecer a identificação das variabilidades, conjuntamente com os métodos de resolução de tais variabilidades. Além disto, o plano terá como objetiva o refinamento das ações propostas e as etapas que devem ser executadas para implementação em larga escala.

Ressalta-se, também, a necessidade de padronização dos processos utilizados para resolução dos problemas. Padronizar para que a solução possa ser replicável em outras etapas e processos do sistema produtivo da empresa.

2.4.5 Controlar (C)

A etapa de controle se configura na avaliação dos processos existentes, aqui se aplica medição para monitorar os passos realizados pela aplicação da melhoria. Espera-se, portanto, antecipar ações de mitigação de erros e previsibilidade dos desvios padrão que possam ocorrer (ESTELAI, 2018). Nesta etapa se orienta a padronização das melhorias, a partir da reconfiguração dos sistemas produtivos e gerenciais, com a modificação das estruturas de trabalho e dos processos, para que todo o sistema se adapte a solução encontrada para o problema chave.

Para Werkema (2013), conjuntamente a tudo isto, faz-se necessário o registro sistemático das ações e dos caminhos trilhados para a solução do problema chave, com a identificação dos responsáveis, a identificação do que foi mensurado, os indicadores de desempenho e as métricas para abordagens corretivas.

A avaliação da solução em larga escala também faz parte do processo de controle, o objetivo é acompanhar a melhoria para que os problemas não retornem, dados possam ser adquiridos para novas soluções e observações realizadas para que o processo seja transmitido padronizado para todos os envolvidos (ESTELAI, 2018).

Por fim, um reporte final do projeto deve ser elaborado. Isto para dar informações para futuros trabalho realizados sobre novos problemas encontrados, além de desenvolver um banco de dados seguro sobre a aplicabilidade do método DMAIC.

3 MÉTODO

O capítulo subsequente estabelece as diretrizes metodológicas utilizadas como ferramentas para a elaboração do trabalho de conclusão de curso. Para isto, utilizou-se seções para a descrição da tipologia do estudo apresentado, a definição da amostragem, a instrumentalização e as técnicas usadas para abordagem e coleta de dados, além da análise das delimitações do estudo.

3.1 TIPOLOGIA DO ESTUDO PARA A PESQUISA

Primeiramente, estabelece-se como classificação do referido trabalho a organização de um estudo de caso para otimização de processos dentro da indústria de nutrição e saúde animal. Para isto, define-se estudo de caso como um processo modal de pesquisa que se utiliza de ferramentas para investigação de acontecimentos reais, respeitando o contexto pelo qual o fenômeno ocorre (SEVERINO, 2017).

Para corroborar com o relato do autor supracitado, Gil (2002) relata que o estudo de caso deve ser observado como um modelo de pesquisa que se abarca dentro das ciências sociais para realização de um estudo exaustivo sobre especificidades e que abre espaço para a construção em detalhes sobre o tema exposto.

Portanto, o trabalho realizado deve ser observado, em seu objetivo, como um estudo de caso com uma implementação na melhoria de processos, de cujo interesse em descrever em detalhes a construção da análise a implementação de todo conhecimento para a indústria de nutrição e saúde animal

Por referência ao objetivo do trabalho, a definição de um projeto de cunho descritivo. A descrição dos processos se organiza de modo que os métodos e ferramentas utilizados possam estar alinhados com os problemas considerados, portanto, a partir da observação das características do fenômeno estudo.

Em relação a abordagem, entende-se a construção do projeto em caráter de pesquisa qualitativa, há interpretação indutiva dos dados (GIL, 2002). O que compõe o texto da pesquisa com características descritivas qualitativa. Isto é, a partir da interpretação do mundo real se pode inferir significação básica ao ambiente, sem a necessidade de usar procedimento estatísticos de análise.

3.2 COLETA DOS DADOS DA PESQUISA

Como base essencial para a construção do presente trabalho, houve uma extensa introdução bibliográfica (GIL, 2007), ou seja, a partir de pesquisas em revistas, publicações acadêmicas e livros. Isto tem por objetivo, colocar o autor (pesquisador) diante dos escritos das mais diversas áreas e dos mais diversos pesquisadores sobre o tema pelo qual disserta.

Ainda segundo Gil (2007), é necessário compreender que os locais onde se vai buscar orientação sobre tema deve ser entendido para que o autor possa se diversificar na pesquisa e utilizá-la da melhor maneira possível. Assim, o local de onde se coleta referencial bibliográfico deve possibilitar a assimilação assertiva de informação sobre o tema dissertado.

O estudo de caso foi realizado em uma Unidade de nutrição e saúde animal. Através do estágio na empresa foi possível o levantamento dos dados assim como acompanhamentos rotineiros dos resultados em análise. Interação e entrevistas com os colaboradores de vários setores e unidades como coordenadores, supervisores, analistas teve um vasto plano de conhecimento do tema escolhido, sendo possível coletar dados importantes e de relevância para este projeto desenvolvido.

Os dados primários do referido trabalho de conclusão de curso foram obtidos através do Business Case, ferramenta de indicadores e cálculos dentro da indústria de estudo, com banco de dados para extrair dados de parada de produção por micropesagem, requerimentos de avarias para controle de erros e observação in loco do ambiente de desenvolvimento do negócio (GIL, 2007).

Quando se infere trabalho de observação, o autor pôde se pôr como agente externo que não interfere na execução do trabalho construído no ambiente. Com relação à pesquisa direta, o pesquisador se pôs diretamente em condição de ação junto ao trabalho desenvolvido.

Além disso, utilizou-se a observação de poder haver informações conflituosas entre o que é observado e aquilo que está sendo relatado para o autor (DIAS, 2003), o que sugere a necessidade de assertividade na análise final, utilizando-se de organização e ponderação.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho visa propor uma metodologia para aplicação de ferramentas de qualidade seguindo a estrutura DMAIC com foco na melhoria de indicadores no setor industrial, como objetivo otimizar os processos de micropesagem para os colaboradores.

Na primeira etapa do trabalho desenvolveu-se uma análise do setor como melhorias de processo, definiu-se que o presente estudo trataria de uma proposta para melhoria de indicadores baseando-se na estrutura DMAIC do Lean Seis Sigma. Portanto, o tema escolhido foi “Aplicação do Método DMAIC para melhoria no processo de pesagem de microingredientes em uma indústria e nutrição e saúde animal”.

Realizou-se, também, uma extensa pesquisa científica para uma melhor compreensão da metodologia Lean Seis Sigma e as ferramentas utilizadas em cada etapa do DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*). Os materiais como: livros, teses, dissertações, monografias, trabalhos de conclusão de cursos e artigos foram utilizados como base para o desenvolvimento da revisão de literatura, bem como o desenvolvimento de cada etapa deste trabalho.

Essa estrutura de trabalho e ferramentas sugeridas seguem uma exemplificação proposta por DOMINGUES (2019) onde estudo de caso é um método de pesquisa que utiliza, em maior parte, dados qualitativos, coletados a partir de eventos reais, com o objetivo de auxiliar a explicação e tornar o estudo visualmente organizado. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado com um ou mais único objetivo, fornecendo conhecimentos profundos.

4 ESTUDO DE CASO

A aplicação do método de melhoria DMAIC segue a primeira parte de Definição, algumas perguntas devem ser respondidas para maior compreensão e um planejamento de atividades do projeto. A empresa estudada se aplicava ao método DMAIC por seu porte e variedade de processos e operações. As figuras mostram as principais ferramentas de qualidade sugeridas para utilização em cada etapa.

4.1 ETAPA DEFINIR (*DEFINE*)

Figura 3 – Fluxograma de ferramentas



Fonte: Autor (2020)

Conforme o exposto na base conceitual, esta etapa obteve o desenvolvimento de um Contrato de Projeto (*Project Charter*), definindo as pessoas envolvidas, o objetivo do trabalho, seu escopo e possíveis ganhos financeiros. É necessário o conhecimento da situação atual do processo, ou serviço, analisando dados de ocorrências e anomalias passadas.

Nesta fase, reuniões de *brainstorming* com operadores e *stakeholders* foram essenciais na construção de planilhas e *dashboard* para fazer o tratamento de dados sendo de suprema importância o levantamento das possibilidades de anomalias e suas possíveis causas, utilizando os momentos de sessões de *Brainstormings* para obter uma transparência e entendimento de como cada ponto poderia influenciar.

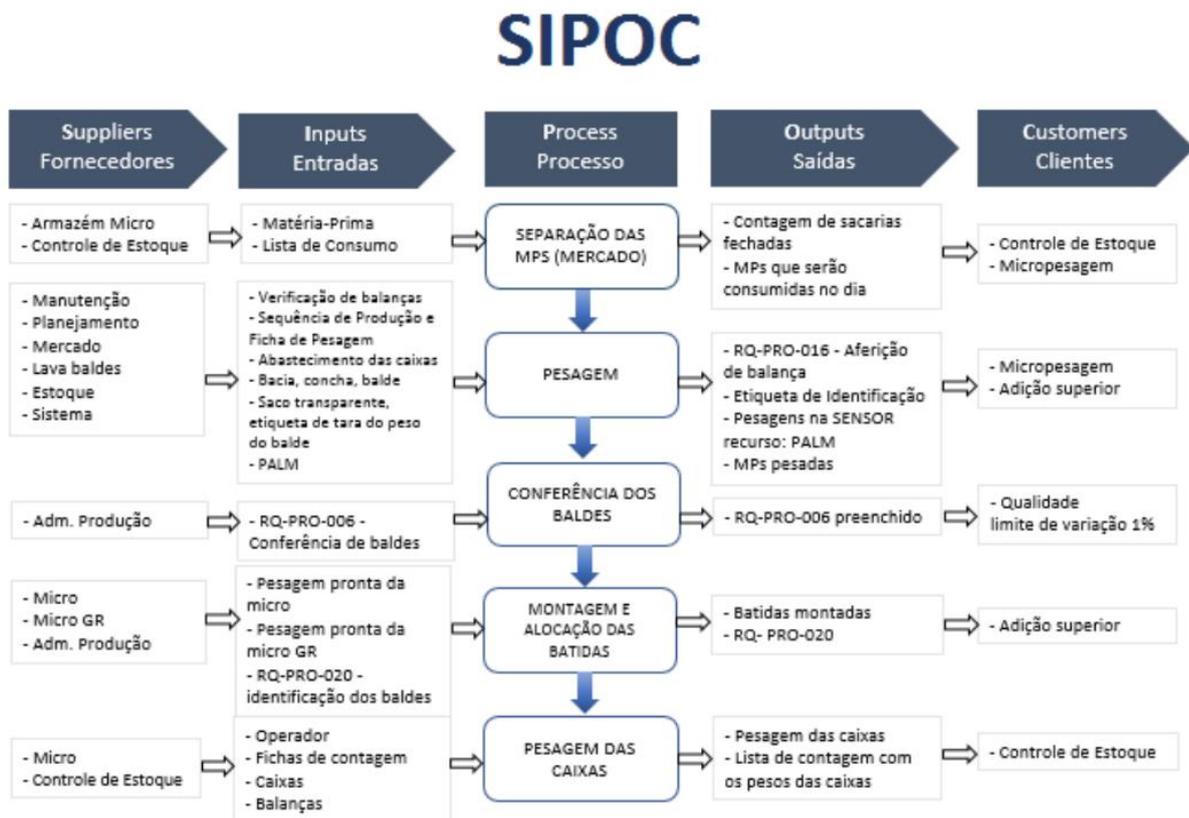
A aplicação do *Project Charter* ocorreu de forma paralela com a construção das outras ferramentas da etapa de Definição, e ao final da etapa, houve a apresentação do mesmo para os *stakeholders*.

Como o projeto foi construído por pessoas envolvidas no processo, a Voz do Cliente foi feita através de reuniões, e registrado diretamente no *Project Charter*.

De início, deve-se mapear o processo envolvido no problema em questão, por meio do uso da ferramenta SIPOC, analisando os processos de pesagem dos microingredientes, Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processos (*Process*), Saída (*Outputs*) e Clientes (*Customers*).

Na figura 4, pode-se perceber que está descrito todo o processo para a pesagem dos baldes até seu cliente final, com a etapa do processo sendo: separação das MPS, pesagem, conferência dos baldes, montagem e alocação dos baldes e pesagem da caixa onde cada etapa tem sua influência de acordo com a sua categoria.

Figura 4 – Quadro ferramenta SIPOC

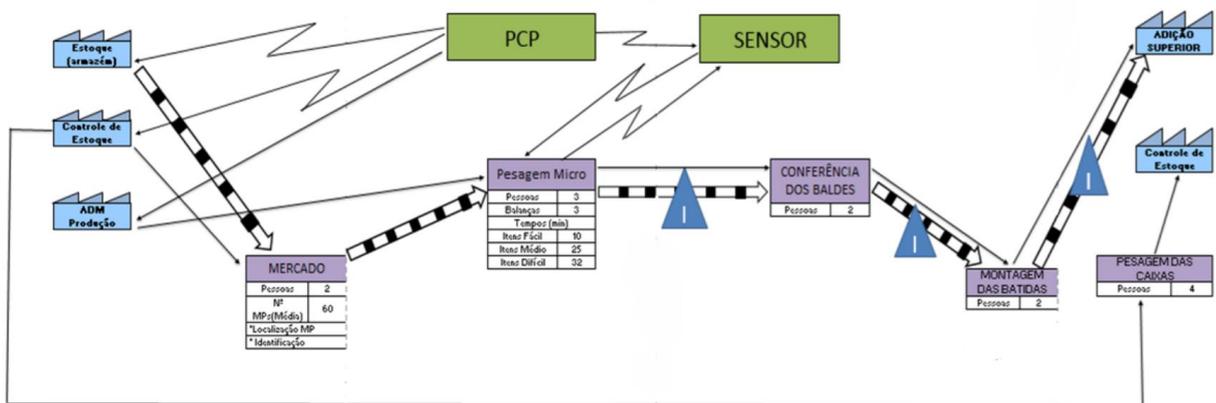


Fonte: Autor (2020)

Esta ferramenta auxilia no conhecimento das fronteiras do projeto (entradas, saídas e fornecedores), no mapeamento dos pontos de processos de coleta dos dados relevantes, identificação de oportunidades de melhoria no processo (TAGHIZADEGAN, 2010). O SIPOC pode ser utilizado em trabalhos de diversos setores e aplicações (Figura 4).

Após a construção do SIPOC, sentiu-se a necessidade de mapear o processo de uma forma mais visual, nesse processo utilizou-se o VSM (Mapa de Fluxo de Valor), uma ferramenta que tem como objetivo facilitar a identificação de pontos de melhorias eficiente e preciso, sempre sendo o seu ponto de vista a partir de clientes, *stakeholders* e operadores envolvidos no projeto (Figura 5). Através do VSM foi possível observar onde existiam estoques intermediários, como era o fluxo de informação e de materiais, quantas pessoas eram envolvidas no processo, e qual era o *lead time*.

Figura 5 – Fluxograma do VSM



Fonte: Autor (2020)

Outra ferramenta utilizada para avaliação foi a Planilha Resumo de Gestão de *Stakeholders* (Figura 6). Com ela é possível determinar as pessoas que estarão envolvidas diretamente e indiretamente, qual o impacto delas no projeto e qual ação os líderes terão que criar para torná-las comprometidas com o projeto.

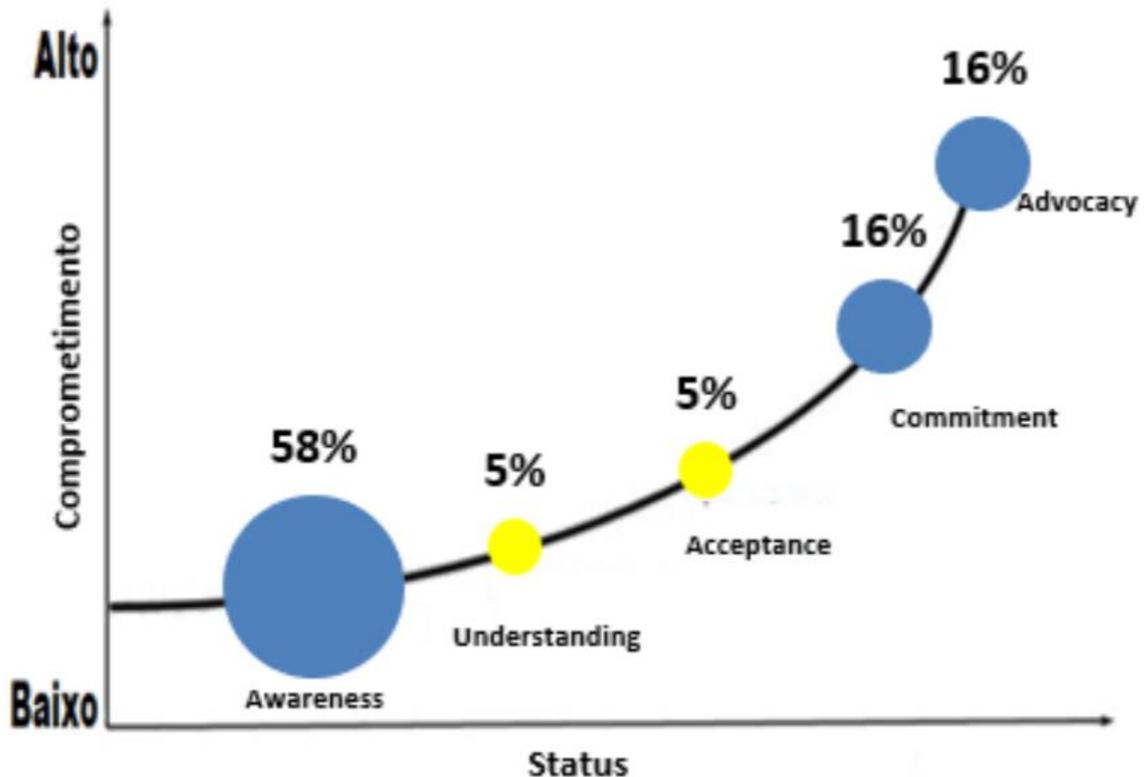
Figura 7 – Análise de stakeholders

Planilha Resumo Gestão de Stakeholders					
Nome/ Grupo	Papel na Mudança Dono da mudança - DM Lider da Mudança - LM Agente da Mudança - AM Usuário final/ Participante da Mudança - UF	Estado atual de comprometimento	Estado desejado de comprometimento Consciência - AW Entendimento - UD Aceitação - AC Comprometimento - CM Defensor - AD	Nível de Resistência Alto / Médio / Baixo	Importancia da Influenciais risco das partes interessadas Alta / Média / Baixa Partes interessadas influenciam efetivamente a mudança

Fonte: Autor (2020)

Após listar cada *stakeholder*, foi criado um gráfico para observação do Estado Atual de Comprometimento (Figura 7), mostrando a porcentagem de envolvimento dos colaboradores no projeto.

Figura 7 – Estado Atual de Comprometimento



Fonte: Autor (2020)

Das classificações do gráfico, Consciência (Awareness), Entendimento (Understanding), Aceitação (Acceptance), Comprometimento (Commitement), e Defensor (Advocacy), observou-se que a maioria dos colaboradores possuíam consciência sobre o projeto, mas isso não significa que estavam envolvidos com o mesmo. Então, criou-se planos de ação individuais para cada, com o objetivo de transformar a maior porcentagem em pessoas comprometidas ou defensoras do projeto.

Após a aplicação de todas as ferramentas anteriores, definiu-se qual era o objetivo do projeto, e registrou-se estas informações de forma documental e formalizada, tendo suas devidas aprovações. Assim as informações mais relevantes ao trabalho foram concentradas no Contrato de Projeto, como mostrado na figura 8.

Figura 8 – Project Charter

Contrato de Projeto <i>Project Charter</i>			
Projeto:	Melhoria no processo de micropesagem	Líder:	Analista de Operações, Estagiária
Cliente:	Indústria de Nutrição e Saúde Animal	Patrocinador:	Gerente da Unidade
Área:	Micropesagem	Data:	19/12/2020
Objetivo do Projeto			
Aumentar a produtividade da pesagem de micro ingredientes, utilizando ferramentas e metodologias do Lean e treinamentos de padronização do processo, em busca de uma eliminação de atividades desnecessárias, ganhos de tempo e redução de erros no processo de pesagem. O projeto garante o crescimento sustentável, trazendo ganhos de tempo e reduzindo custos para a empresa. Assim, respeita o tripé econômico, social e ambiental, e vai de encontro com a segurança plena do negócio, reduzindo os erros que ocorrem, garantindo assim, uma maior segurança dos alimentos.			
Justificativa / Histórico			
A Micropesagem é uma área de fundamental importância, que influencia diretamente no tempo do processo de produção. Como a pesagem das MPs são realizadas em pequenas quantidades, e muitos dos itens possuem um grande número de micro ingredientes em sua fórmula, caso os operadores não comecem a pesar antes ou no dia anterior, acarretam atrasos nos processos seguintes. Outros problemas encontrados são: Por ser uma área de quantidades fracionadas e detalhes, acontecem muitos erros, trazendo elevados custos de descartes ou reprocesso à empresa. No mês de Agosto/19 ocorreram 4 erros de pesagem, resultando um custo de R\$16.198,11; Paradas de linha, de jun/2019 a dez/2019 houveram 22,24h de paradas por aguardo da pesagem de micro; Stress emocional, ligados a pressão de entrega; O Layout da sala é desproporcional a capacidade de batidas que podem ser produzidas, permitindo apenas o manuseio 10 baldes.			
Definição da Meta			
Redução do tempo mensal de parada por micropesagem; Redução da quantidade e do custo de erros operacionais;			
Limites do Projeto (Inclui Exclui)			
Dentro: Micropesagem Fora: Recebimento, Macropesagem, Adição Inferior, Adição Superior, Misturador, Ensaque e Expedição			
Cronograma			
Define: 05/11/2019 - 20/12/2019 Measure: 26/12/2019 - 21/02/2020 Analyse: 02/03/2020 - 27/03/2020 Improve: 01/04/2020 - 22/05/2020 Control: 01/06/2020 - 01/06/2021			
Equipe de Trabalho			
	Nome	Cargo	Área / Empresa
Líder:	x	Analista; Estagiária	Operações
Patrocinador:	x	Gerente da Unidade	Gerência
Membros da equipe:	x	Operadores da Micropesagem; Líder do turno	Operações
Especialistas para suporte técnico:	x	Especialista em CI	Melhoria Contínua

Fonte: Autor (2020)

4.2 ETAPA MEDIR (MEASURE)

A Etapa busca a mensuração do problema selecionado, algumas ferramentas que são propostas. Para essa etapa tem como recomendação que os dados possam ser explorados com maior imersão, utilizando do controle de dados e sua manipulação por meio de diagramas de Pareto, gráficos de dispersão ou histogramas como demonstrado (Figura 9).

Figura 9 – Fluxograma de ferramentas



Fonte: Autor (2020)

A medição dos tempos ocorreu de duas formas, através de cronometragem e do uso de banco de dados SQL, retirado do sistema que é utilizado na operação. Utilizando a cronometragem, obteve-se os tempos de atividades que são complementares ao processo de pesagem (Figura 10).

Figura 10 - Cronometragem das misturas

Campanha	Quantidade de batidas	Bancada	Conferência de baldes	RQ-PRO-006	Total
10841	1	00:47	01:01	00:10	01:58
10841	1	00:27	01:01	00:10	01:38
10845	3	00:57	02:40	00:42	04:19
10846	10	01:45	07:21	02:30	11:36
10847	10	01:36	07:18	02:06	11:00
10853	2	00:49	02:14	00:22	03:25
10848	1	00:37	00:57	00:09	01:43
10849	1	00:44	01:04	00:12	02:00
10854	4	00:47	02:47	00:56	04:30
10842	7	01:21	04:36	01:28	07:25
10851	3	02:17	02:44	00:40	05:41
10852	1	00:36	00:47	00:15	01:38
10850	6	01:05	03:57	01:07	06:09
10857	2	00:42	01:09	00:28	02:19
10855	1	00:33	00:47	00:14	01:34
10856	1	00:24	00:53	00:15	01:32

Fonte: Autor (2020)

Com os tempos cronometrados, foi possível observado que as atividades complementares levavam entre 1 e 2 minutos por balde (Figura 11). A batida é uma linguagem utilizada na operação, sendo assim, um balde corresponde a uma batida. Com quatro batidas houve o decaimento no gráfico resultado de uma ajuda temporária de outro colaborador, porém com seis batidas e sem a ajuda, o gráfico volta a crescer e seguir o mesmo fluxo do começo.

Figura 11 - Gráfico de máximo de minutos por balde



Fonte: Autor (2020)

Em relação ao tempo de pesagem, todos foram retirados de um banco de dados SQL que é utilizado na operação. Para todas essas análises com o uso do banco de dados, utilizou-se um horizonte de tempo de 6 meses.

O índice de performance do processo em questão, pode ser determinado utilizando o software MINITAB que é uma métrica do Seis Sigma baseada em unidades de produtos finais (ADAMS, 2007). Um programa de estatística, com a capacidade de realizar análises mais complexas, do que as possibilitadas por planilhas de Excel.

Como existem vários produtos, e dentro desses produtos a fórmula varia, dividiu-se em três grupos (fácil, médio e difícil). Através da utilização do Minitab, calculou-se o Q1, Q3 e média de cada grupo (Figura 12), identificando qual o tempo de pesagem dos baldes de acordo com a quantidade de matérias primas na fórmula.

Figura 12 – Base de Dados

ATÉ 5 ITENS POR BATIDA		DE 6 A 11 ITENS POR BATIDA		ACIMA DE 11 ITENS POR BATIDA	
Q1	2,72	Q1	8,31	Q1	12,3
Q3	9,62	Q3	24,21	Q3	31,9
Média	6,17	Média	16,26	Média	22,1

Fonte: Autor (2020)

Com o banco de dados também foi possível extrair quais são os tempos de Paradas não Programadas (Tabela 1). Essa informação trouxe por quanto tempo a operação parava devido a espera pela área de Micropesagem.

Tabela 4 – Soma de tempo de paradas

Rótulos de Linha	Soma de Tempo de Parada (min)
Aferição da Balança	3649,9
Ag. Adição Inferior	1382,3
Ag. Adição Superior	1420
Ag. Mistura	2742
Ag. Pesagem de Micro	1334,3
Ag. Pesagem de Silio	306,3
Ag. QAS/TQA	352,4
DQS/Laboral	6920,4
Elétrica – Manutenção	105,6
Entre semanas 1	234851,6
Entre turnos 1	189879
Falha operacional	185,8
Falta de demanda para a	21886,7
Falta de embalagem	38,8
Falta de energia	344,8
Limpeza e organização da	2009,2
Limpeza Flushing	1202,3
Limpeza Mecânica	226,8

Mecânica – Manutenção	706,1
MIT	1901,7
Pequena parada	6030,3
Produção de BIG BAG	2796,3
Projeto de Linha	73,1
Quebra de linha de costura	5423,5
Refeição	482,2
Set – Up	423,7
Set – Up (N)	7,1
Treinamento	3469,3
Troca de sacaria rejeitada	339,5
Vestiário	5436,2
TOTAL GERAL	500127,7

Fonte: Autor (2020)

Com o levantamento desses tempos, foi possível desenvolver o cálculo do valor que a empresa estava perdendo monetariamente com a situação de parar a linha de produção por estar aguardando micro, e os erros ao longo da linha de processo.

Sempre que ocorre um erro de operação, é aberto um requerimento. Então, pegou-se todos os requerimentos abertos entre o mês de Junho/2019 e Dezembro/2019, e calculou-se a quantidade de erros e o custo de retrabalho ou descarte que eles traziam.

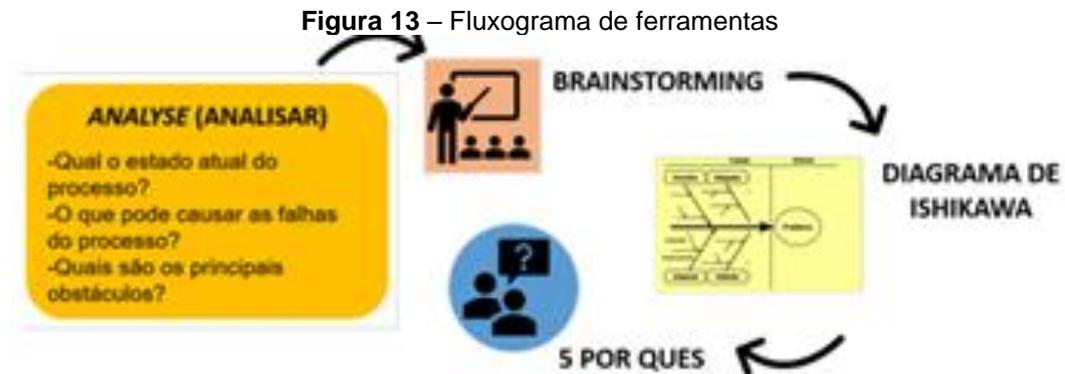
Com essa análise aprofundada, iniciou-se o requerimento de melhoria com apresentação de todo o levantamento de custos e benefícios para aumentar a produtividade da Micro, utilizando ferramentas e metodologias do Lean, e treinamentos de padronização do processo, em busca de uma eliminação de atividades desnecessárias, ganhos de tempo e redução de erros no processo de pesagem. Todos esses dados foram inseridos na planilha de *Business Case* na próxima etapa do método DMAIC.

4.3 ETAPA ANALISE (ANALYSE)

Na etapa Analisar as hipóteses de causas raízes dos problemas são identificadas por meio dos dados e dos processos (WERKEMA, 2013; RODRIGUES, 2015a; PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2007) o comportamento dos dados.

Na Figura 13 está um demonstrativo sobre o ponto de partida para acompanhar esse comportamento e identificar causas raízes, podendo ser utilizadas

as sessões de *brainstorming* com os membros da equipe, supervisores e *stakeholders* que de acordo com o mapeamento tenham uma influência direta no projeto.



Fonte: Autor (2020)

A partir das ideias geradas nos *brainstormings*, podem ser retiradas estratégias para que os dados não sofram variações que impactem negativamente no processo final. Utilizando a planilha Business Case, podemos apresentar detalhadamente o desenvolvimento do projeto e analisar seu retorno financeiramente, como citado na etapa de mensuração (Figura 14).

Figura 14 – Descrição financeira do Business Case

Riscos do projeto	Impacto aos objetivos do negócio	% de Probabilidade de ocorrência	Ações mitigadoras
Valor do item interdito alto	Médio	50%	Acompanhar nº de desvios
Falha de planejamento da capacidade de Micropesagem	Médio	50%	Acompanhar gráfico para estabilidade da pesagem e cobrar

KPIs	Unidade de	Área responsável pela medição	Fonte da informação (relatórios oficiais)	Valor de referência	Meta
Erro Operacional	n°	Produção	Relatório de desvio	2,0	1,0
Custo Erro Operacional	R\$	Produção	Relatório de desvio	11.195	10.075
Tempo de parada de linha	Hrs	Produção	Sensor	3,7	3,0
Volume de pesagem Micro	Ton	Produção	Sensor	1700	1870
Volume de pesagem Micro GR	Ton	Produção	Sensor	5100	5610

Use o espaço abaixo para mostrar os números e cálculos detalhados do retorno financeiro do projeto, utilizando os KPIs incluídos

Disponibilidade da linha		Interdição	
horas disponíveis (média jun-dez 19)	144,66	Custo Erro Operaci	11.194,75
Volume produzido (média jun-dez 19)	1492,34	Redução 10%	10.075,28
Ton/hora	10,32	Ganho mês R\$	1.119,48
MD \$ (média set-dez 19)	58,61	Ganho Anual \$	3.095,32
base line parada micro (média jun-dez 1	3,71		
horas paradas micro (meta redução 20%	2,97		
		Ganho total do projeto \$	8.478,96
Ganho hrs	0,74		
Ganho ton	7,65		
Ganho mês \$	449		
Ganho Anual \$	5.384		

Fonte: Autor (2020)

O *Business Case* é um documento padrão dentro da indústria onde todos os dados do projeto são detalhados, suas melhorias e os resultados que estão sendo propostos com seu impacto direto no âmbito financeiro e operacional para a indústria, mostrando assim a relevância da implementação do projeto dentro da indústria.

Nesta etapa de Análise utiliza-se uma das vertentes do *business*. O levantamento dos KPIs, Erro Operacional, Custo Erro Operacional e Tempo de parada de linha, e seus valores de referências juntamente com as metas desenvolvidas após uma sessão de *brainstorming* com a especialista de melhoria contínua, onde foi aconselhado em não reduzir drasticamente o percentual.

4.4 ETAPA *IMPROVE* (MELHORAR)

Na Etapa *IMPROVE* são desenvolvidas ações que buscam reduzir e/ou eliminar as causas raízes do problema, reduzindo o custo de produção, com diminuição do valor não agregado e a variação do processo do sistema (RODRIGUES, 2015a; TAGHIZADE- GAN, 2010). Como indica-se que as ferramentas mostradas na figura abaixo possam ser aplicadas nessa etapa (Figura 15).

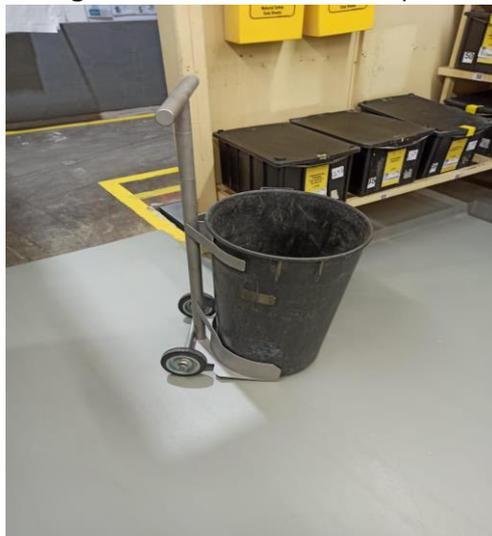
Figura 15 – Fluxograma de ferramentas II



Fonte: Autor (2020)

Com todos os dados extraídos e causas raízes identificadas, implementou-se algumas ações, como automatização de planilhas, que custavam tempo sendo feitas manualmente, deslocamento da balança de conferência para fora da sala, oferecendo mais espaço, o que ocasionou liberação de espaço dentro da sala e criação de um novo posto de trabalho, demarcação do piso com numeração localizando onde cada balde deve ficar, evitando matérias primas sobrepostas, aquisição de um carrinho para locomoção dos baldes, e criação de um quadro de gestão visual.

Figura 16 – Carrinho de transporte



Fonte: Autor (2020)

Figura 17 – Demarcação no piso

Fonte: Autor (2020)

Figura 18 – Balança de conferência fora da sala

Fonte: Autor (2020)

Figura 19 – Balança de conferência fora da sala II



Fonte: Autor (2020)

As etapas seguintes são desenvolvidas a título de indicações, já que não se obteve tempo hábil necessário para a aplicação do sistema nos processos analisados. Assim, a etapa de controle sustenta um arcabouço de indicações viáveis para a continuidade do processo realizado.

4.5 ETAPA CONTROLAR (*CONTROL*)

Após a revelação das causas raízes, deve-se desenvolver um plano de ações para serem usadas na redução das potenciais causas que pode envolver a aplicação do 5S (utilização, organização, limpeza, saúde e autodisciplina), padronização de atividades, utilização de círculos de qualidade envolvendo vários departamentos e o cálculo do resultado obtido por meio do Business case e o Nível Sigma.

Como o desafio principal da última etapa é que se desenvolva um plano de controle monitoramento para que os resultados obtidos sejam mantidos, propõe-se que nesta etapa faça uso das ferramentas de qualidade (Figura 19).

Figura 20 – Fluxograma de ferramentas III



Fonte: Autor (2020)

Desta maneira, esta última etapa pode ser realizada pelo acompanhamento dentro do Business Case, onde os resultados atingidos são descritos após todo preenchimento e atualização da planilha, seja em manutenção das atividades, reatividade dos defeitos. Além disso, em indústrias de fabricação com áreas de reparo e qualidade deve-se manter ações de reatividade para que os resultados obtidos no projeto tenham continuidade.

Assim, tem-se o *Value Tracker* (Figura 21) a planilha de controle de resultados dentro do Business Case, podendo acompanhar o retorno mensal que o projeto está gerando. O registro dos requerimentos de qualidades e dados do Excel complementam a planilha que demonstra detalhadamente o valor do projeto por mês, sendo a primeira linha quantidade total e os inferiores o preenchimento de acordo com a rotina de produção.

Figura 21 – Resultados no Value Tracker

Observation Start Date	Observation End Date	Observation ID	Total Days in Time Frame	Custo Erro Operacional	PNP - Ag Micro	CALCULATION /FORMULA	CALCULATION /FORMULA	Target Value (\$/mo)	Value Capture \$/month	Total YTD Value (\$/yr)
								BASELINE	BASELINE	BASELINE
01/06/2019	31/12/2019	BASELINE	213	11194,75	3,71					
01/06/2020	30/06/2020	Jun-20	29	0,00	0,19	11.194,75	2.126,29	\$ 4.000	\$ 4.706	\$ 4.706
01/07/2020	31/07/2020	Jul-20	30	0,00	0,910	11.194,750	1.692,97	\$ 4.000	\$ 4.272	\$ 8.978
01/08/2020	31/08/2020	Aug-20	30	0,00	0,332	11.194,750	2.042,65	\$ 4.000	\$ 4.622	\$ 13.600
01/09/2020	30/09/2020	Sep-20	29	0,00	1,847	11.194,750	1.126,63	\$ 4.000	\$ 3.706	\$ 17.306
01/10/2020	31/10/2020	Oct-20	30	11409,00	0,000	(214,250)	2.243,18	\$ 4.000	\$ 2.194	\$ 19.500
01/11/2020	30/11/2020	Nov-20	29							
01/12/2020	31/12/2020	Dec-20	30							
01/01/2021	31/01/2021	Jan-21	30							
01/02/2021	28/02/2021	Feb-21	27							
01/03/2021	31/03/2021	Mar-21	30							
01/04/2021	30/04/2021	Apr-21	29							
01/05/2021	31/05/2021	May-21	30							

Fonte: Autor (2020)

5 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para se obter as melhorias propostas com a utilização do ciclo de melhoria DMAIC, por meio de cada etapa é possível descrever os problemas encontrados na fábrica, analisa-los e proporcionar a sugestão de melhorias para a empresa.

Considerando os resultados encontrados através do método DMAIC foi possível identificar alguns problemas de layout, ergonomia e pesagem dos ingredientes que ocorriam durante o processo de produção das rações, como por exemplo a mudança da balança para fora da sala, possibilitando assim um espaço maior.

Com a mudança de layout e aquisição de mais uma balança pequena de 6kg para a sala, automaticamente foi necessário mais um posto de trabalho que impacta na produtividade da operação. Ainda em melhorias, a aquisição do carrinho para locomover os baldes após as pesagens, a demarcação no piso como auxílio na organização dos baldes e consequentemente evitando a mistura de ingredientes errados em cada balde.

A ação de otimizar as planilhas para reduzir o tempo de preenchimento manual e manter uma organização maior com o decorrer do tempo. E para finalizar a mudança de layout, criou-se um quadro de gestão visual para que os operadores conseguissem ter um controle maior do estoque de matéria prima.

Diante dos resultados apresentados pelo estudo de caso, é possível concluir que a aplicação do método DMAIC alinhado com a metodologia Seis Sigma na identificação das causas da variabilidade e em seu controle, proporcionando a melhoria dos processos e, consequentemente, o aumento de confiabilidade e qualidade dos seus produtos ao cliente final.

Para obter um resultado com maiores valores é necessário que as etapas do DMAIC sejam seguidas corretamente com o auxílio das ferramentas criadas e utilizadas durante todas as etapas do estudo. Por meio da análise levantada nesse estudo foi possível concluir que apesar do alto volume de ingredientes a divisão de grupos entre: fácil, médio e difícil possibilitou aplicar um cálculo mais assertivo com resultante de Q1, Q3 e a média de todos.

Desta maneira, conclui-se que este trabalho atingiu seu objetivo desenvolvendo uma proposta de método baseado na estrutura DMAIC que pode ser utilizada em outros setores da empresa para melhoria de indicadores de qualidade,

de produtividade e *layout* ergonômico para os operadores, proporcionando um ambiente organizado e eficiente.

Como possíveis trabalhos futuros, indica-se a continuidade desse método dentro do setor de Operações para ampliar a sua eficácia e desenvolver metas com maior taxa de percentual. Entretanto, é indicável um maior número de operadores para o desenvolvimento na etapa de mensuração de dados, o que é proposto pelo método DMAIC que esse levantamento seja concluído entre 15 á 20 dias, sendo que nesse estudo de caso levou-se em média 60 dias para a conclusão de dados.

Além do desenvolvimento do método DMAIC propõe que se incluam novas ferramentas que poderão complementar este trabalho e tornar a análise ainda mais acurada. Essas ferramentas estão desenhadas no fluxograma de cada etapa para se obter resultados melhores dentro de cada processo e acompanhar o espaço de tempo entre cada etapa do DMAIC, para que não se perca o pico de desenvolvimento e estagnando o restante do projeto.

REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, Diego Barreiros; ALEM, Douglas; TOSO, Eli Angela Vitor. Planejamento agregado na indústria de nutrição animal sob incertezas. **Production**, v. 26, n. 1, p. 12-27, 2016.
- ALVES, José Eustáquio Diniz. A Terra no limite. **Revista VEJA–Edição Especial Sustentabilidade**, v. 2, p. 24-27, 2010.
- BELAVER, C. A qualidade dos ingredientes e dos itens importantes na produção de rações. **Revista A Lavoura**, nº 642, p.13-15. Rio de Janeiro, 2002.
- CANCADO, Thais Orrico de Brito; CANCADO, Fernando Brito; TORRES, Marcelo Luis Abramides. Lean Seis Sigma e anestesia. **Rev. Bras. Anesthesiol.**, Campinas, v. 69, n. 5, p. 502-509, Oct. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-70942019000500502&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 maio 2020
- CARDIEL-ORTEGA, J. J; BAEZA-SERRATO, R; LIZARRAGA-MORALES, R. A. **Development of a system dynamics model based on Six Sigma methodology**. Ing. Investig., Bogotá , v. 37, n. 1, p. 80-90, Apr. 2017. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092017000100011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 26 abril 2020
- DE MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the six sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. **International Journal of Production Economics**, v. 139, p. 604-614, 2012.
- DOMINGUES, João Pedro Diogo. **Aplicação de ferramentas lean e seis sigma numa indústria de sistemas de fixação**. 2013. Tese (Doutorado) — Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2013.
- ESTELAI, Angela dos Santos. **Aplicação da metodologia DMAIC para redução de refugo em uma indústria de embalagens flexíveis**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2134>. Acesso em: 15 mar. 2020
- FORMIGONI, I. **Os resultados de 2017 do mercado de alimentação animal revelam crescimento e as perspectivas seguem otimistas para 2018**. 2017. Disponível em: <http://www.farmnews.com.br/mercado/alimentacao-animal-2/>. Acesso em: 26 abr. 2020
- GLOBO, Imprensa. Sindirações prevê crescimento de 3,8% em 2020. **Globo Rural**. 2019. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Criacao/Suinos/noticia/2020/06/sindiracoes-preve-crescimento-de-38-em-2020.html#:~:text=Para%20o%20ano%2C%20a%20previs%C3%A3o%20do%20Sin>

dira%C3%A7%C3%B5es%20%C3%A9%20de%20um,custos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20neste%20ano.&text=Para%20a%20pecu%C3%A1ria%20leiteira%20C%20a,ante%20igual%20per%C3%ADodo%20de%202019. Acesso em: 14 dez 2020.

GOH, TN. Six triumphs and six tragedies of six sigma. **Quality Engineering**, Taylor & Francis, v. 22, n. 4, p. 299–305, 2010.

GOMES, Lucas Portilho Camargos; MARQUES, Dani Marcelo Nonato; GUERRINI, Fábio Muller. Programa Seis Sigma Auto-organizado: modelo da situação atual e necessidades de mudanças. **Gest. Prod.**, São Carlos , v. 24, n. 1, p. 95-107, Apr. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2017000100095&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 ma. 2020

LIMA, Bruno Thomazini Pavanello; CARVALHO JÚNIOR, Luiz Carlos; SANTA CATARINA, Universidade Federal. A importância da padronização de processos e gerenciamento no setor de fast-food em Florianópolis. **VI EEC. Joinville, Abr**, 2012.

KIMURA, Herbert. **Ferramentas de análise de riscos em estratégias empresarias**. RAE electron., São Paulo, v. 1, n. 2, p. 1-14, Dec. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482002000200018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 03 maio 2020.

PENA. H. C. **Fabricação de Rações e Suplementos para Animais**; Ed Aprenda Fácil; 2008.

MANZKE, N. E.; PALHARES, JCP; DE LIMA, G. J. M. M. Nutrição de precisão e manejo alimentar como formas de reduzir a poluição ambiental dos resíduos gerados na produção de suínos e aves. **Embrapa Suínos e Aves-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

MARQUES, Alexandre Barbosa et al. **A relação entre competências para inovar e competitividade na indústria de eletromédicos no Brasil**. Gest. Prod. São Carlos, v. 25, n. 3, p. 545-556, Sept. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2018000300545&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 mar. 2020

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. **Rev. bras. educ. med.**, Rio de Janeiro , v. 33, supl. 1, p. 83-91, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022009000500009&lng=en&nrm=iso. Acesso em 30 abri. 2020

MUNOZ, William Zuluaga. Development projects of suppliers using Six Sigma: a case study analysis made in Schneider Electric Colombia S.A. **Rev. esc. adm. neg**, Bogotá, n. spe, p. 173-184, Dec. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602018000300173&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 abri 2020

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo qualidade padrão seis sigma**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2015. Citado 4 vezes nas páginas 28, 34, 53 e 56.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2015. Citado 7 vezes nas páginas 15, 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

SANTOS, Adriana Barbosa; MARTINS, Manoel Fernando. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. **Gestão & Produção**, v. 15, n. 1, p. 43-56, 2008.

SANTOS, Adriana Barbosa; MARTINS, Manoel Fernando. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. **Prod.** São Paulo, v. 20, n. 1, p. 42-53, mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132010000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 mar. 2020

SANTOS, Adriana Barbosa; ANTONELLI, Stella Carrara. Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey b com indústrias de alimentos de São Paulo. **Gest. Prod.**, São Carlos. v. 18, n. 3, p. 509-524, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2011000300006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 16 mar. 2020.

SATOLO, Eduardo Guilherme et al. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. **Prod.**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 400-416, 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132009000200014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 16 mar. 2020

SILVA, G. P.; CONTIN, T. L. M.; SANTOS, A. C. R. dos. Custos de confinamento de bovinos de corte no município de Colômbia, SP. **Revista Ipecege**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 7-15, 2019. DOI: 10.22167/r.ipecege.2018.4.7. Disponível em: <https://revista.ipecege.org.br/Revista/article/view/180>. Acesso em: 14 dez. 2020

SOLA, Filipe Santana. **Análise crítica da teoria das restrições aliado a melhoria contínua da metodologia seis sigma**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14471>. Acesso em: 15 mar. 2020.

TAGHIZADEGAN, Salman. **Essentials of lean six sigma**. [S.l.]: Elsevier, 2010. Citado 5 vezes nas páginas 26, 29, 45, 50 e 56.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013