

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOÃO PEDRO SANTOS VIANA DA CRUZ

**PROPOSTA DE MELHORIA BASEADA NA METODOLOGIA DMAIC
NO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE ENSACADOS DE UMA
COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL**

GUARAPUAVA

2022

JOÃO PEDRO SANTOS VIANA DA CRUZ

**PROPOSTA DE MELHORIA BASEADA NA METODOLOGIA DMAIC
NO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE ENSACADOS DE UMA
COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL**

*Proposal for improvement based on the DMAIC methodology in the bag
dispatch sector of na agroindustrial cooperative*

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a. Franciele Bonatto

GUARAPUAVA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

JOÃO PEDRO SANTOS VIANA DA CRUZ

**PROPOSTA DE MELHORIA BASEADA NA METODOLOGIA DMAIC
NO SETOR DE EXPEDIÇÃO DE ENSACADOS DE UMA
COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 07/12/2022

Professora Dr^a. Franciele Bonatto
Membro 1
Universidade Tecnológica federal do Paraná (UTFPR)

Professor Dr. David Lira Nuñez
Membro 2
Universidade Tecnológica federal do Paraná (UTFPR)

Professor Dr. Aldo Przybysz
Membro 3
Universidade Tecnológica federal do Paraná (UTFPR)

GUARAPUAVA

2022

Dedico esse trabalho aos meus pais que nunca mediram esforços para chegarmos a
essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar a oportunidade de estar finalizando esse curso, aos meus pais Roni Cleber Viana da Cruz e Daniela Cristina dos Santos Viana da Cruz pelos ensinamentos e suporte dados durante toda minha vida, em especial esses anos longe deles, também aos meus irmãos Leticia Santos Viana da Cruz e Antonio Sabino Viana da Cruz Bisneto por serem meus companheiros de vida.

Agradeço aos meus avós por me mostrarem quem eu sou e me inspirarem a ser cada dia melhor, aos meus tios por me tornarem um homem melhor e me mostrarem outras formas de ver o mundo. Em especial ao meu tio Wesley Marcos Santos (in memoriam) que não pode me ver formando, mas foi minha maior inspiração pra ser engenheiro e por não ter me deixado desistir da faculdade. A tia Maria e sua família que me receberam de braços abertos no início dessa caminhada e viabilizaram essa conquista.

A minha namorada Taynara que me ajuda e me acompanhou durante boa parte dessas conquistas e me ajuda diariamente.

Agradeço aos meus amigos de festas e estudos em Guarapuava: Guilherme Guedes, Guilherme Patricio, Leonardo Sbroggio, Letícia Stresser, Caio Oliveira, Gabriel Rissi, Fernando Wirgues, Wendell Carvalho, Kaluan Moreira, Bernardo Amarante, Michel Frasson, Edgar Altamirano, Karen Moraes, Leonardo takahashi e muitos outros que fizeram parte dessa jornada.

Aos meus chefes Antonio Carlos Cunico Neto e Guilherme José Mattes, por me conceder a oportunidade de participar desse projeto e por todos os ensinamentos que me dão todos os dias.

A UTFPR por me dar a oportunidade de me tornar engenheiro e me preparar para conquistas maiores.

RESUMO

Numa análise do contexto da pesquisa e do que é apresentado no cotidiano do comércio e indústria, o agronegócio é um setor em constante evolução a nível global. Este é responsável por produzir grãos, cereais, frutas entre outros. As agroindústrias tem por objetivo principal transformar os produtos, de cadeia primária, padronizando-os e assim agregando mais valor. Em um parque industrial onde há três indústrias distintas, foi identificada uma problemática que é comum para as três: a variabilidade do tempo de carregamento no processo de expedição dos produtos ensacados. Este estudo buscou otimizar esses processos reduzindo a variação desses tempos. Neste contexto utilizou-se o método DMAIC, em conjunto com diversas ferramentas de qualidade. O presente trabalho utilizou-se de entrevistas com colaboradores das áreas mais afetadas por esses problemas e dados do sistema interno da empresa aplicados as ferramentas de melhoria. Esse melhoramento foi proposto utilizando esses dados estratificados em tipos de causas, que fossem relevantes para as análises. Dessa forma foi identificado as causas raízes que deveriam ser tratadas. Por fim, foi apresentada uma proposta de melhoria identificando o motivo da maior variabilidade desse processo, o que permitiu realizar o tratamento da causa raiz que afetava a indústria em questão, logo se tornou viável retirar essa causa de dentro da indústria e transferir para um outro setor que esteja preparado para essas sazonalidades e assim padronizando os tempos de carregamento da indústria, otimizando toda a cadeia produtiva.

Palavras-chave: Agronegócio; DMAIC; Expedição; Qualidade; Veículo.

ABSTRACT

In an analysis of the context of the research and of what is presented in the daily life of commerce and industry, agribusiness is a sector in constant evolution on a global level. It is responsible for producing grains, cereals, fruits, among others. The agribusinesses' main objective is to transform the products, from the primary chain, standardizing them and thus adding more value. In an industrial park where there are three distinct industries, a common problem was identified for all three: the variability of the loading time in the dispatch process of the bagged products. This study sought to optimize these processes by reducing the variation of these times. In this context, the DMAIC method was used, together with several quality tools. This work used interviews with employees in the areas most affected by these problems and data from the company's internal system applied to the improvement tools. This improvement was proposed using these data stratified in types of causes that were relevant to the analysis. This way the root causes that should be treated were identified. Finally, an improvement proposal was presented, identifying the reason for the greater variability of this process, which allowed the treatment of the root cause that affected the industry in question, and then it became feasible to remove this cause from within the industry and transfer it to another sector that is prepared for these seasonalities and thus standardizing the loading times of the industry, optimizing the entire production chain.

Keywords: Agribusiness; Dmaic; Expedition; Quality; Vehicle;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem ilustrativa representando os sete desperdícios.....	16
Figura 2 – Folha de estratificação.....	17
Figura 3 – Imagem ilustrativa representando o Diagrama de Ishikawa.....	18
Figura 4 – Os cinco porquês	19
Figura 5 – Fluxograma	19
Figura 6 – Fases do DMAIC.	22
Figura 7 – Mapeamento dos processos	29
Figura 8 – Diagrama de Ishikawa do processo.....	31
Figura 9 – Toneladas de farinha expedidas por hora.....	39
Figura 10 – Toneladas de malte expedidas por hora	40
Figura 11 – Toneladas de ração expedidas por hora	41
Figura 12 – Toneladas de expedidas por hora.....	44
Figura 13 – Quantidade de cargas	45
Figura 14 – Estimativa de cargas com projeto implementado	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Indicadores relevantes para a Matriz GUT	20
Tabela 2 – Média de tempo de carregamento	36
Tabela 3 - Quantidade de produtos	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Notas Matriz GUT.....	27
Quadro 2 – Matriz GUT.....	32
Quadro 3 – 5 “Porquês” - Causa 1.....	34
Quadro 4 – 5 “Porquês” – Causa 2.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DECOM	Departamento de Computação
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve and Control</i>
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GUT	Gravidade Urgência e Tendência
KPI	Key Performance Indicator
LM	<i>Lean Manufacturing</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivo específico	14
2 REVISAO DE LITERATURA	15
2.1 LEAN MANUFACTURING	15
2.2 GESTÃO DA QUALIDADE	16
2.3 SEIS SIGMA	21
2.3.1 DMAIC	22
2.3.2 Lean Six Sigma	24
3 METODOLOGIA	25
3.1 EMPRESA ESTUDADA	25
3.2 COLETA DE DADOS	26
3.3 ANÁLISE DE DADOS	28
3.4 PROPOSTA DE MELHORIA	29
4 RESULTADOS	30
4.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS	31
4.2 ANÁLISE DE DADOS	38
4.3 PROPOSTA DE MELHORIA	44
5 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária é a atividade que busca produzir grãos, cereais, carnes, leite, celulose, frutas entre outros, e segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), somente no Brasil, no ano de 2021, foram produzidas 268,2 milhões de toneladas de grãos (CANAL AGRO, 2022)

No século XX essa produção foi utilizada somente com exploração dos produtos primários, com o avanço das tecnologias e a industrialização no Brasil, o agronegócio viu a necessidade de agregar mais valor à produção, potencializando os ganhos, gerando mais empregos e substituindo importações, que levavam o capital para fora do país (EMBRAPA, 2022).

As agroindústrias no cenário nacional contribuem significativamente para o crescimento da economia brasileira. Segundo a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), este tipo de atividade corresponde a aproximadamente 5,9% do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. A transformação, beneficiamento e o processamento de matéria-prima originada da agricultura e pecuária realçam a importância do agronegócio e o integram à economia mundial.

Este tipo de atividade busca garantir segurança e padronização a produtos que, sem o processamento, não conseguem atingir especificações necessárias para consumo, sendo em sua maioria alimentos (EMBRAPA, 2022).

Com diferentes fábricas, a Cooperativa Agroindustrial em estudo tem um processo de expedição muito diferente em cada unidade, porém existe um problema que é comum em todas, a variabilidade do tempo de carregamento no processo de expedição dos produtos ensacados.

No seguimento de agroindústrias, a gestão de estoque e um processo de expedição assertivo são de suma importância, pois refletem diretamente na visão do cliente com relação à empresa, já que, desta forma, estes processos alinhados podem garantir um produto com validade prevista e entrega no prazo estabelecido.

O presente trabalho busca auxiliar três indústrias, sendo elas, indústria de Nutrição Animal, de Farinhas e de Malte, na liberação dos produtos finalizados modificando, assim, a forma como o planejamento e controle de produção de cada indústria trabalha, reduzindo estoque, ociosidade dos funcionários da expedição, setups de máquinas, com conseqüente redução de custos e tornando mais eficientes a produção e a expedição.

Para chegar aos resultados necessários, serão utilizadas ferramentas da qualidade, como estratificação, diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto e entre outros, se utilizando da metodologia DMAIC, como direcionamento para redução da variabilidade dos processos e desperdícios.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor melhorias ao processo de expedição dos produtos ensacados de uma cooperativa agroindustrial por meio da aplicação da metodologia DMAIC.

1.1.2 Objetivo específico

- Mapear o processo de expedição dos produtos ensacados da empresa em estudo;
- Coletar dados referentes ao processo de expedição de produtos ensacados, tais como, tempo de carregamento, quantidade expedida, tipos de veículos, entre outros;
- Identificar desperdícios e suas causas no processo de expedição de produtos ensacados; e
- Propor melhorias para o processo de expedição de produtos ensacados, visando a redução de desperdícios.

2 REVISAO DE LITERATURA

2.1 LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing* (LM) surgiu por necessidade das empresas. O termo Lean tem o princípio da sua história nos anos 80, na qual em uma pesquisa do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) uma indústria de automóveis começou a buscar melhorias, fazendo o mapeamento das práticas que aconteciam dentro da sua indústria entrevistando funcionários, sindicalistas e pessoas do governo. Esse estudo apontou significativa superioridade para com a Toyota, pois a empresa havia desenvolvido um sistema de gestão bem eficaz (HINO, 2009).

Foi definido então como LM um sistema de melhoria de processos, diminuição de desperdícios e otimização de processos, visando a fácil identificação de melhoria e gestão inteligente, ágil e eficaz (ANTONY, 2011; GEORGE, 2003). Os principais conceitos voltados à metodologia LM são os chamados *Just in Time* e *autonomação*, que visam atender às demandas de melhoria.

O *just in time* é direcionado para redução do tamanho do lote produzido, visando mostrar produtos com defeitos e melhorias voltadas a produtos (OAKLAND, 1994). Já a *autonomação* é voltada mais para automação inteligente, pois busca programar a máquina para visualizar e apontar possíveis defeitos e/ou anormalidades, dessa forma evitando produtos acabados defeituosos (SHINGO, 1996; OHNO, 1997).

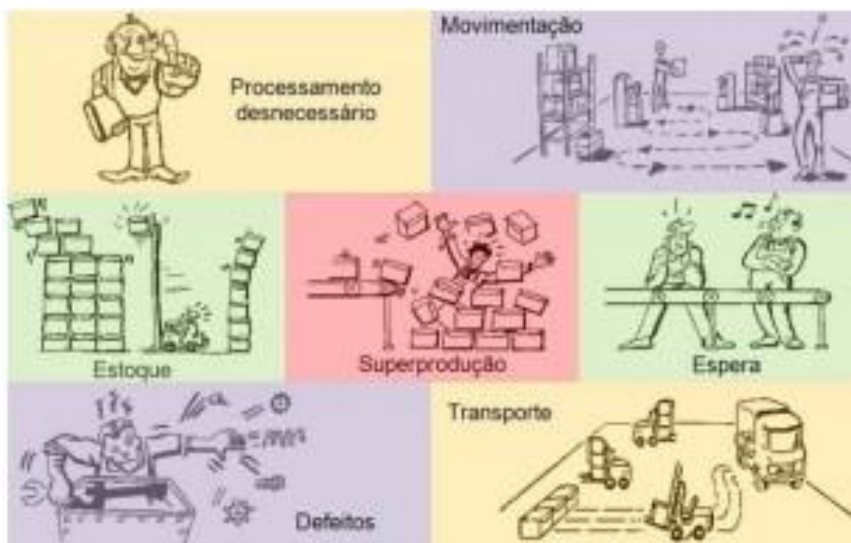
Deve-se destacar o uso da ferramenta denominada “os oitos desperdícios”. No LM, algumas atividades que não agregam valor ao produto final, assim dizendo, são atividades que o cliente não vê valor e não está disposto a pagar. Essas atividades geram custos, que devem ser evitados, e são tratadas como desperdícios. Elas são divididas em oito tipos (OHNO, 1997; JUGULUM; SAMUEL, 2008).

A superprodução consome espaço e capital para manter os estoques. Além disso, os materiais e produtos estocados podem sofrer avarias e tornarem-se obsoletos com o passar do tempo (JUGULUM; SAMUEL, 2008).

O processamento inclui atividades consideradas desnecessárias e que não agregam valor ao produto final (JUGULUM; SAMUEL, 2008). Armazenagem mal planejada gera custos elevados, criando falta de espaço, custos com equipamentos

e mão de obra. A demora se dá quando ocorre algum gargalo na produção, onde o processo fica aguardando a etapa anterior, alguma parada na produção ou até mesmo escolha de matéria-prima. Essa espera influencia diretamente o Lead time, isto é, o tempo entre a solicitação do cliente e a entrega do produto (SAYER; WILLIAMS, 2012).

Figura 1 – Imagem ilustrativa representando os sete desperdícios.



Fonte: LIMA (2019).

As movimentações onde não ocorre a alteração na forma e na característica final do produto, é trabalho sem eficácia, tornando o processo um desperdício (Figura 1). Todo produto que não atendeu às especificações e exigências e que deve ser descartado ou voltar para o início do processo, também é chamado de sucata. Este desperdício gera retrabalho. Toda movimentação de peças, matérias-primas e mão de obra em processo que não agrega valor ao produto final pode acarretar em avarias quando esses recursos são deslocados dentro do processo produtivo (JUGULUM SAMUEL, 2008).

2.2 GESTÃO DA QUALIDADE

Este conceito de qualidade está evoluindo ao longo do tempo. Até a segunda guerra mundial, esta ideia era fundamentada na produção para sociedade monopolista, logo o foco era as características físicas do produto, pois a demanda era muito maior que a oferta, logo qualidade era baseada em inspeção. Com o

passar dos anos, a concorrência e as empresas aumentaram e logo se fez necessário um novo modo de gerir qualidade (RIBEIRO, 2016).

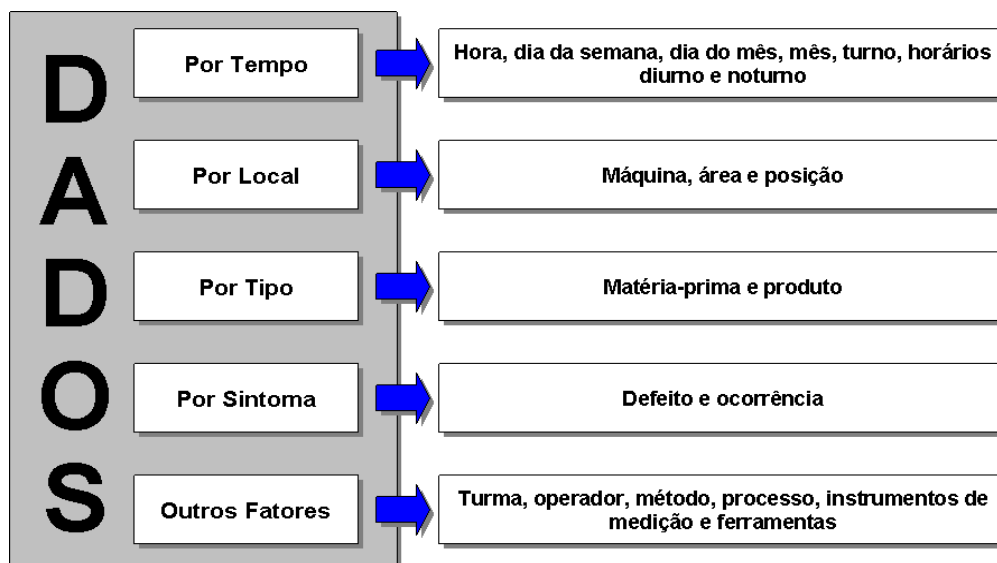
Com os consumidores se questionando cada vez mais sobre utilidade dos produtos, se fez necessário um estudo sobre o mercado, visando que qualidade também está ligada à distribuição, direcionamento de público alvo e pós venda. Mas, mesmo assim, o setor produtivo não entendia que seria preciso uma adequação para melhoria, então continuou-se a seguir inspeções dos produtos, visando a qualidade. Porém, com padrões mais precisos, a rejeição aumentou e, assim, os custos também aumentaram (LOBO,2019).

Com um conceito socioeconômico novo, no qual os monopólios acabaram, e com uma crise de petróleo, a qualidade se direcionou para reduzir custos, mantendo alta qualidade. Assim, o processo de inspeção final foi substituído por um processo onde a havia etapas e no final de cada uma delas era realizada uma inspeção, não deixando um produto defeituoso chegar em final da cadeia produtiva, reduzindo as não conformidades e custos (LOBO,2019).

2.2.1 Ferramentas da qualidade

A estratificação (Figura 2) tem como propósito separar e identificar de que forma as variações nas atividades interferem no processo final. Para isso são separados os dados e definidos tipos para se agrupar. Esses critérios devem ser divididos em tempo, local, tipo, sintoma e outros fatores como pode ser visto na folha de estratificação (PEINADO; GRAELM, 2007).

Figura 2 – Folha de estratificação.

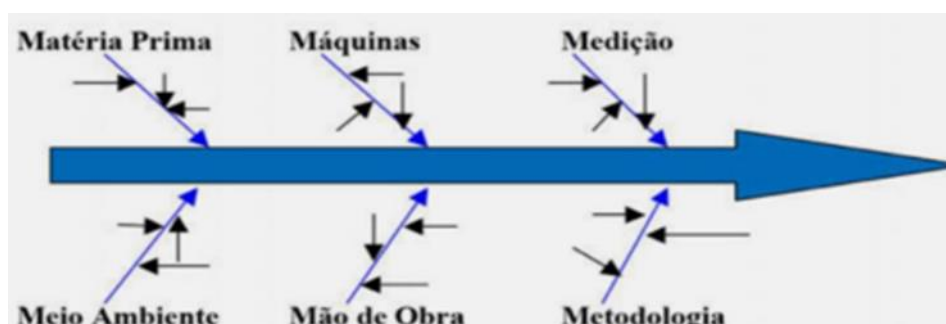


Fonte: PESSOA (2007).

Conhecido como diagrama de causa e efeito, o diagrama de Ishikawa foi criado a partir de uma necessidade de se observar graficamente a ligação entre os problemas e os seus potenciais causadores (RIBEIRO, 2016).

O diagrama de Ishikawa (Figura 3) é uma ferramenta que possibilita identificar a causa-raiz, podendo assim explorá-la. É usado a partir de uma divisão de efeitos, sendo eles método, mão de obra, máquina, medidas e meio ambiente. Com o problema definido, é preciso buscar todas as suas possíveis causas. O propósito de se descobrir as possíveis causas é vasculhar e encontrar as causas fundamentais para este problema, elencando nível de importância de cada causa com base em dados (RIBEIRO, 2016).

Figura 3 – Imagem ilustrativa representando o Diagrama de Ishikawa.



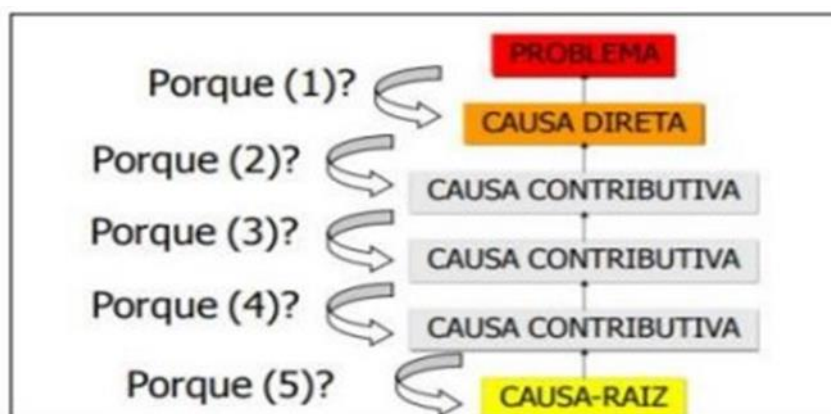
Fonte: BRITTO (2015).

Os cinco porquês (Figura 4) são usados após se identificar as causas e efeitos do diagrama Ishikawa, no qual, para cada um, se questiona 5 vezes o porquê de os problemas estar acontecendo, até se chegar a um resultado que pode ser a

causa raiz daquele efeito. É utilizado para achar a causa inicial do problema para corrigi-la, isto é, ao invés de corrigir superficialmente, chegar ao principal problema no início (LOBO, 2019).

Embora sejam cinco os porquês, pode se utilizar um número menor, desde que a causa raiz do problema seja identificada. Então o número de porquês varia de acordo com a necessidade (LOBO, 2019).

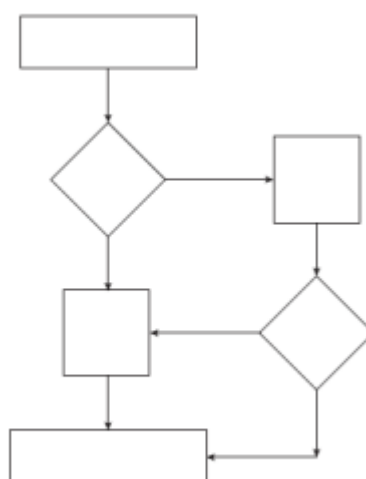
Figura 4 – Os cinco “porquês”.



Fonte: MENEZES (2013).

O fluxograma é um tipo de representação gráfica das etapas que fazem parte de um processo, sendo possível ter uma visão geral do fluxo produtivo. Com esse tipo de ferramenta é possível visualizar as características que compõem cada uma das etapas e como elas se relacionam, além de uma visão para as atividades críticas visualizando gargalos (PALADINI, 2019). A Figura 5 abaixo exemplifica a ferramenta fluxograma.

Figura 5 – Fluxograma.



Fonte: PALADINI (2019).

Em muitas empresas e instituições, o fluxograma é utilizado como documento para formalizar as atividades e procedimentos, o mesmo é muito utilizado por possuir muitas vantagens sendo algumas delas: permitir a verificação

dos componentes de um sistema, compreensão simplificada e objetiva do processo, facilidade de localização de problemas do processo e aplicação em qualquer tipo de sistema (LOBO, 2019).

A Matriz GUT é uma ferramenta muito utilizada por empresas para priorizar a identificação dos problemas, como também as atividades que devem ser desenvolvidas, sendo que uma das suas grandes vantagens é auxiliar os gestores, através de uma avaliação quantitativa dos problemas, fazendo com que ocorram ações mais assertivas e preventivas (PERIARD, 2011). A sigla GUT é composta por três aspectos principais Gravidade, Urgência e Tendência (Tabela 1), e responde a duas principais perguntas: por onde começar, e o que deve ser feito primeiro (HÉKIS et al., 2013).

Tabela 1 – Indicadores relevantes para a Matriz GUT.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	Urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: PERIARD (2011).

Segundo Periard (2011), para a montagem da matriz GUT é necessário analisar e listar todos os problemas, posteriormente avaliando-os seguindo os aspectos principais. A gravidade analisa características como tarefas, pessoas, processos, resultados, e aponta o impacto do problema avaliado, caso ele ocorra, como também seus efeitos a médio e longo prazo. A urgência corresponde ao prazo, qual o tempo necessário ou disponível para solucionar determinado problema, e quanto maior a urgência menor é o tempo.

A tendência mostra a possibilidade de o problema aumentar conforme o decorrer do tempo, ou seja, seu potencial de crescimento, sendo que a pergunta que deve ser realizada é “caso o problema não seja solucionado, ele vai aumentar pouco a pouco ou bruscamente?” (PERIARD, 2011).

2.3 SEIS SIGMA

A metodologia Seis Sigma surgiu na década de 80 na fábrica da Motorola para dinamizar e produzir mais produtos e serviços com menor custo e energia

possível, ou seja, tornar todos os processos possíveis mais eficientes. Esta ferramenta foi difundida por meio de um prêmio chamado *Malcolm Baldrige National Quality Award*, este reconhecimento dado à Motorola gerou atenção de empresas de diferentes setores que buscaram sua replicação, adaptação e adoção em processos distintos, definindo então este recurso como universal para processos de melhoria (ABOELMAGED, 2010).

As economias registradas pela empresa Motorola foram mais de 16 milhões de dólares, colecionando mais empresas interessadas, como a *Allied Signal*, IBM e *General Electric*, que adotaram o Seis Sigma como requisito corporativo para as operações estratégicas e táticas em projetos de melhoria (ABOELMAGED, 2010).

Projetos Seis Sigma estão estritamente próximos à estratégia gerencial das organizações, que têm como objetivo aumentar, de modo drástico, sua lucratividade por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos, do aumento da satisfação dos clientes e, também, dos consumidores (WERKEMA, 2012).

O Seis Sigma é uma metodologia que está presente em diversas empresas sendo utilizada baseada no DMAIC, que é uma metodologia de melhoria contínua para aplicação do Seis Sigma, do inglês define, *measure, analyse, improve e control*, ou seja, definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Para aplicação dessa sistemática deve-se buscar um processo que se encaixa em cada fase, isto é, que se consiga definir qual é a atividade a ser melhorada, quais indicadores devem ser medidos e como analisar (WERKEMA, 2012).

Segundo o estudo de Liderman, Schroeder, Zaheer e Choo (2003), o Seis Sigma é uma ferramenta para melhoria estratégica de produtos e serviços definidos de forma organizada e sistemática baseada em estatística e redução de defeitos definidos pelos clientes. Já Marchwinski, Shook e Schroeder (2008) apontam de forma semelhante o embasamento, mas definem o objetivo como redução da variabilidade nos processos. Se for definido redução da variabilidade, tem-se que variabilidades em processos apontam defeitos, logo é possível definir que os estudos apontam para o mesmo caminho.

2.3.1 DMAIC

O método DMAIC (Figura 6) é o alicerce para o desenvolvimento de projetos que contribuem para que as metas estratégicas das empresas sejam atingidas

(WERKEMA, 2012). Para efetivamente se obter resultados no Seis Sigma, deve-se entender o DMAIC definindo suas fases.

Figura 6 – Fases do DMAIC.



Fonte: WERKEMA, 2013.

Definir o problema é o ponto de início que irá influenciar todos os outros. É neste momento em que é possível entender a problemática, bem como o que é aceitável no processo e como medi-lo (SILVA; OLIVEIRA; SILVA 2017).

Para mensurar os indicadores é necessário entender todas as atividades que influenciam e então definir mais ferramentas para analisar quais KPI's (*Key Performance Indicator*, em português, Indicador-chave de desempenho) são os mais indicados para medir o processo. O diagrama Ishikawa e os 5 porquês são ferramentas para definir o problema, o diagrama de Pareto, matriz de causa e efeito e algumas outras ferramentas serão utilizadas para definir o que será medido, analisar os dados e verificar as partes do processo que devem ser melhoradas (SILVA; OLIVEIRA; SILVA 2017).

Com os indicadores definidos no processo, é feita análise com o objetivo de identificar as principais causas dos defeitos e variabilidades dos processos. Esse é o ponto crucial do projeto, pois irá influenciar diretamente no resultado, já que apresenta o que deve ser melhorado. Logo, se o resultado da análise apontar um problema que não influencia no processo, não teremos melhoria (SILVA; OLIVEIRA; SILVA 2017).

Com o problema definido, o estudo será em como solucioná-lo, isto é, buscar ferramentas que apontem, por métodos estatísticos, quais serão as tratativas que devem agir no processo para que se diminuam os desperdícios e defeitos. Após

implementada a melhoria, a mesma será controlada, ou seja, estará mapeada, padronizada e documentada, verificando os dados e estipulando metas para serem atingidas (SILVA; OLIVEIRA; SILVA 2017).

2.3.2 Lean Six Sigma

Notando que as metodologias Lean Manufacturing e Seis Sigma se assemelham em muitos pontos e se completam em outros, foi criada a *Lean Six Sigma*, na qual são utilizadas ferramentas dispostas em duas metodologias diferentes, *Lean Manufacturing* e Seis Sigma, visando melhoria contínua de produtos e processos. O objetivo central das empresas é otimizar tempo e economizar dinheiro. O Seis Sigma auxilia no desempenho da qualidade buscando reduzir variabilidade e o Lean Manufacturing ajuda a atingir a performance mundial (TAGHIZADEGAN, 2010).

Buscando aplicar o Lean Seis Sigma da melhor forma, dever-se aplicar o DMAIC, juntando as ações na qualidade dos processos, produtos e dos custos. Ainda é necessário garantir a entrega do produto dentro do prazo, para isso a produtividade deverá melhorar e o foco deve ir para segurança e meio ambiente em cada fase do projeto. Aplicando as ferramentas do Lean Seis Sigma, também se analisa os desperdícios lembrando cada um dos sete (ADAMS; GUPTA; WILSON, 2007; WERKEMA, 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 EMPRESA ESTUDADA

Este estudo se inicia entendendo que poderia haver uma melhoria no processo de carregamento dos produtos ensacados. Para chegar a um resultado, foi definido que não se realizaria a fase de controle do DMAIC, pois não foi possível a implementação da solução de forma imediata, inviabilizando esse controle que deve ser feito com o projeto implementado. Em contrapartida a definição do problema, medição dos dados, análises e melhorias são mostradas de forma objetiva.

Este trabalho estudou o processo de expedição de três indústrias de uma mesma empresa: unidade de nutrição animal, unidade de malte e unidade de farinhas. Cada uma delas tem processos semelhantes em algumas etapas e diferentes em outras. As diferenças podem ser citadas como estrutura física, tipo de veículo, tipo de carga e tipo de produto. As semelhanças como o tipo de sacaria, o processo de entrada no parque industrial, a maneira como é vendida e os processos de planejamento logístico.

Em um projeto complexo e que envolve muitas áreas, foi definido que seriam divididos em projetos menores focando em cada um dos setores envolvidos. Este trabalho se iniciou visando melhorar dois setores dessa cooperativa: planejamento logístico e comercial, sendo esses os motivos do porquê foram os dois departamentos com mais foco na investigação. O estudo foi realizado visando somente as cargas ensacadas, isso é, cargas que têm embalagem, sejam em sacos de 25 quilogramas, fardos maiores em paletes ou cargas fracionadas em embalagens menores.

A unidade de negócio Nutrição Animal dispõe de mais de 50 tipos diferentes de rações, produzindo anualmente 200 mil toneladas de rações. No ano de 2021 foi expedido cerca de 36 mil toneladas somente nas cargas ensacadas e os produtos são vendidos para os estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo.

A unidade de farinhas possui capacidade de produção de 150 mil toneladas por ano, sendo por volta de 30% cargas ensacadas. Com foco maior em pesquisa e desenvolvimento, existe uma área somente para esses estudos com laboratórios focados em certificações e qualidade.

A unidade de malte tem um produto como carro-chefe chamado malte pilsen e esta empresa abastece aproximadamente 30% do mercado nacional. Produzindo também outros tipos de malte, a unidade produz 360 toneladas anualmente e ainda possui venda de maltes importados. A maltaria tem menor percentual de cargas ensacadas. No ano de 2021 foram expedidas 14,5 mil toneladas, totalizando as 3 unidades quase 100 mil toneladas por ano.

Esta empresa tem em seu parque industrial as 3 unidades, cada indústria tem seu processo de expedição e espaço destinado para essa atividade. Por isso o primeiro passo foi mapear como os processos para que o veículo entre para carregamento funcionam, isso porque os processos anteriores e posteriores ao carregamento são iguais para todas as cargas dessa indústria.

Para mapear o processo de expedição, foram realizadas entrevistas informais e reuniões formalizadas com trabalhadores que estão ligados diretamente ao processo, durante agosto de 2021 até outubro de 2022, como também visitas para acompanhamento durante o expediente. A coleta de dados foi feita com o auxílio dos colaboradores da área, gerando assim relatórios do sistema de cada indústria.

Na próxima etapa, com os processos entendidos utilizou-se ferramentas da qualidade que puderam auxiliar na análise dos dados, nas tomadas de decisão e na leitura dos problemas.

3.2 COLETA DE DADOS

As visitas contaram com a presença de colaboradores das áreas, sendo eles os responsáveis pelo planejamento e controle da produção, planejadores comerciais e logísticos e operadores de expedição. Foram feitas sugestões e então se entendeu os processos, as diferenças e suas semelhanças.

Para coleta de dados, foi analisado o sistema SAP, esse usado em todas as 3 unidades. Buscando todas as cargas até outubro de 2022. Os dados coletados são estratificados em tipo de veículos. Com todos os horários de cada processo mapeado, foi possível gerar gráficos, realizar cálculos e se iniciar a análise dos dados.

Através desses dados e do mapeamento de processos, o primeiro passo foi a realização de um *brainstorming*, utilizando essa metodologia foi empregado em

conjunto o Ishikawa. Reuniu-se os planejadores comerciais e logísticos e em conjunto, elencou-se os aspectos que seriam relevantes para otimizar os processos de expedição. A ferramenta foi utilizada definindo suas ramificações entre os “6m” da metodologia sendo eles: material/preço, mão de obra/produto, máquina/praça, meio ambiente/promoção, método/pessoal, medida/produção. Usou-se para cada um dos “6m” a definição da metodologia aplicada ao negócio.

- Em material/preço buscou-se como a qualidade e a diversidade de materiais influencia o problema causado, assim observou-se que para isso deveria olhar para os diferentes tipos e tamanho de sacarias;
- Na mão de obra/produto entendeu-se que se deve apontar como as pessoas podem influenciar e/ou tomar decisões no processo a ser estudado, observou-se alguns aspectos do carregamento e do planejamento do controle de produção em conjunto com a logística;
- Máquina/praça identificou-se quais equipamentos são utilizados nessas atividades envolvidas, os diferentes tipos de veículos foram identificados como um aspecto e então apontou-se um problema gerado dessa forma;
- Meio ambiente/promoção analisou-se como o meio que o processo ocorre influencia no problema, sendo identificados custos logísticos e operacionais por causa do meio;
- Método/pessoal aponta como os processos são desenvolvidos e então define quais influenciam negativamente, então observou-se um método de planejamento de produção deficiente;
- Medida/produto identifica-se como as métricas usadas apontam para o problema e assim mostram uma causa raiz para o mesmo, desta forma apresentou-se um problema envolvendo descentralização desses carregamentos.

Dessa forma encontrou-se os pontos relevantes em cada uma das ramificações dessa metodologia. Posteriormente a realização do Ishikawa, reuniu-se um grupo de pessoas envolvidas no processo para realizar a priorização dessas atividades. Destacando os pontos que serão estudados e definindo uma solução

para os mesmos neste trabalho, utilizando Matriz GUT, elencando notas de gravidade urgência e tendência em cada um dos pontos definidos no brainstorming.

Na matriz GUT, foram elencadas as possíveis causas do problema, que foram descritas no diagrama Ishikawa e então realizou-se uma avaliação de cada uma por meio dessa matriz, isso é feito por meio da metodologia que dita que as notas deverão ser dadas, conforme evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 – Notas Matriz GUT.

Peso	Nota
Fraca	1
Moderada	3
Forte	10

Fonte: Autoria própria.

Com os principais aspectos a serem melhorados, foi necessário entender qual a causa-raiz desses dois problemas. Para isso foi usada a ferramenta chamada cinco porquês, levantando assim onde está o foco para se resolver o problema.

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Com os problemas descritos e entendendo o foco do estudo, os dados foram analisados para então definir em quais variáveis são necessárias ações para correção de problemas. Todos os cálculos de tempo levaram em consideração o momento que o veículo é chamado para primeira pesagem até o momento onde é faturada a nota fiscal, pois o foco do trabalho é todo o período que o veículo fica a serviço da cooperativa no seu pátio interno. Focando nas variabilidades dos processos os primeiros dados avaliados foram os tempos de carregamento e a quantidade média em toneladas expedidas por hora.

Para analisar quais dados são efetivamente relacionados, buscou-se avaliar juntamente com os colaboradores quais seriam os indicadores que poderiam refletir naqueles problemas e então analisa-los.

A partir dos dados coletados, a primeira análise foi feita entendendo o porquê de as variabilidades em cada uma das estratificações feitas. As primeiras divisões foram as unidades de negócio estudadas e então aprofundou-se o estudo subdividindo em mais dados para buscar a principal variabilidade.

Dessa forma foi possível chegar a um resultado que aponte a ineficiência do processo e definir o principal motivo do ponto de vista logístico e comercial, tornando possível propor uma melhoria.

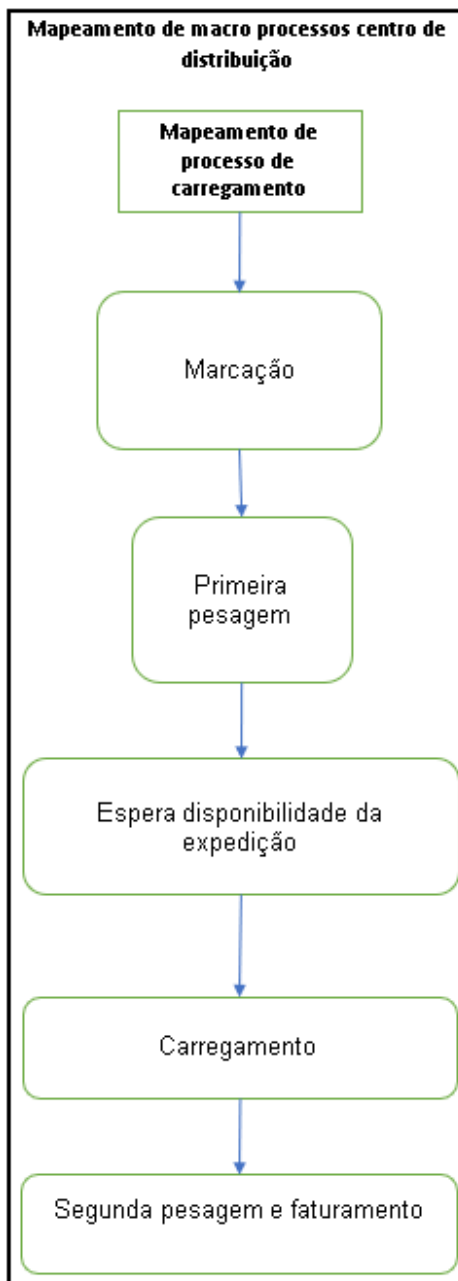
3.4 PROPOSTA DE MELHORIA

Com os itens a serem melhorados elencados e com os dados analisados, a solução direcionou para um resultado e a proposta foi apresentada para alguns colaboradores do processo que viabilizaram o projeto e entenderam o mesmo como uma solução viável. Dessa forma levantou-se cada similaridade entre as unidades e foi possível identificar como essa solução foi proposta.

4 CONCEPÇÃO E RESULTADOS

Nesta etapa são desenvolvidas as etapas da metodologia aplicadas no problema. O primeiro passo foi a realização do mapeamento do processo de carregamento, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Mapeamento dos processos.



Fonte: Autoria Própria.

A primeira atividade que o motorista deve seguir para carregar é realizar a marcação. Esta etapa consiste na apresentação em pessoa do colaborador que irá conduzir o veículo com os dados e documentos em mãos na portaria da cooperativa, dessa forma a indústria sabe quais veículos já estão aguardando no pátio para carregar. Esta marcação é feita com base nas chamadas “janelas”, que são as divisões de horário que cada veículo deve se apresentar.

Após isso a responsabilidade passa à indústria, que deve verificar a disponibilidade de carregamento e informar ao motorista, por meio do sistema, quando deve entrar para carregamento. Para entrar na expedição o veículo deve antes passar por uma balança para realizar a “tara zero” desse caminhão, ou seja, verificar quanto ele está pesando sem nenhuma carga, este processo é denominado primeira pesagem.

Com o veículo já pesado e com os documentos em mãos, o motorista se dirige para um pátio interno, próximo à expedição da sua respectiva unidade industrial e aguarda disponibilidade da indústria, pois esse processo de pesagem pode demorar e a expedição não deve ficar aguardando, logo pode haver um acúmulo de veículos.

Ao finalizar um carregamento, o veículo que está aguardando no pátio é chamado e segue para estacionar, apresenta a documentação e realiza o carregamento efetivamente. Com os produtos na carroceria, o caminhão se dirige à balança para realizar a segunda pesagem. É feito o comparativo com a primeira e mostra a quantidade carregada, para assim ser faturada a nota fiscal e demais documentos para o veículo seguir viagem. A partir desse ponto, o veículo está liberado para seguir viagem.

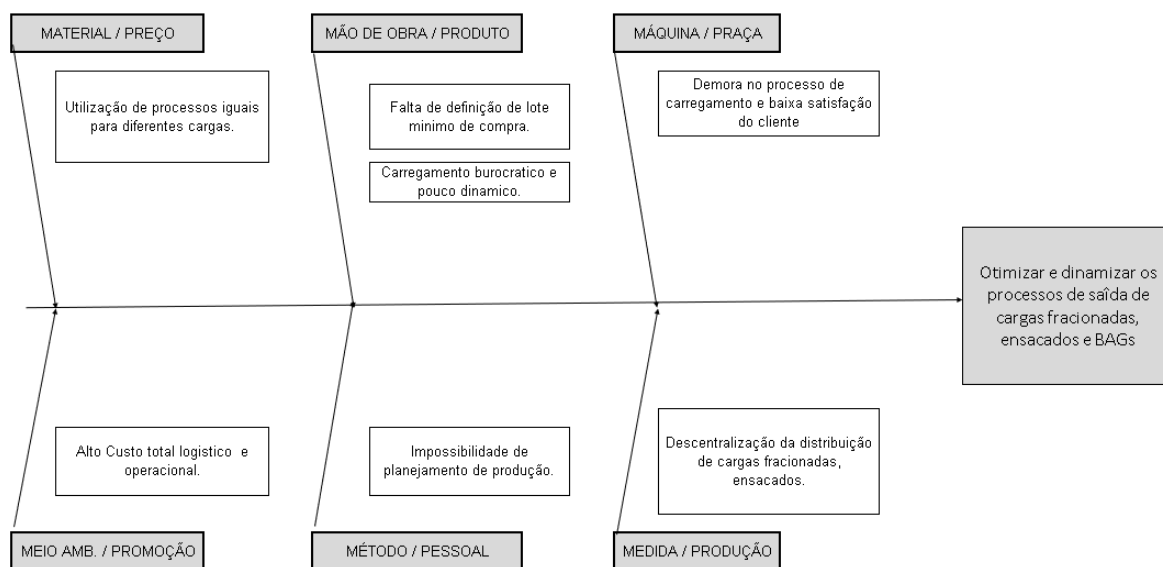
4.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Com o problema identificado, iniciou-se o estudo, definindo o estudo como “Otimizar e dinamizar os processos de saída de cargas fracionadas e ensacadas”. Para efetivamente buscar uma solução, o primeiro passo foi a realização de um brainstorming utilizando a ferramenta diagrama Ishikawa para levantar os principais aspectos que influenciavam negativamente o processo.

O estudo contou com a presença dos colaboradores dos setores que atuam em diferentes áreas do processo, sendo eles: setor que lida com a programação de

veículos para carregar e o setor comercial que tem feedbacks frequentes da indústria e dos clientes, então discutiu-se sobre os pontos que influenciam na ineficiência dos processos. O Ishikawa construído durante o brainstorming é apresentado na Figura 8.

Figura 8 – Diagrama de Ishikawa do processo.



Fonte: Autoria Própria.

Com esse diagrama foram encontrados vários aspectos que podem influenciar negativamente o processo estudado em cada ramificação. Para definir quais deveriam ser atacados, os colaboradores do processo que já estavam reunidos definiram que precisariam priorizar. Por isso foi utilizada a matriz GUT, reunindo todos esses problemas e definindo notas com base na metodologia, definindo notas de gravidade, urgência e tendência em cada uma delas.

O Quadro 2 é formado pelas causas em suas linhas e colunas de gravidade urgência e tendência. As notas foram dadas conforme manda a metodologia, isto é, em gravidade se leva em consideração o dado daquela determinada causa, se é muito grave (nota 10), pouco grave (nota 3) ou desprezível (nota 1). Em urgência deve-se pensar sobre as pressões externas para se resolver aquela causa, caso tenha muita pressão (nota 10), alguma pressão (nota 3) ou nenhuma pressão (nota 1), e a tendência é utilizada pensando em como seria se a causa não fosse corrigida, ela pioraria o cenário (nota 10), permaneceria como está (nota 3), melhoraria (nota 1).

Dessa forma, foi reunido e preenchida a matriz para então entender quais serão as prioridades do projeto de melhoria. Em reunião prévia, foi definido que seria priorizado duas causas, ou seja, das setes causas apontados no Ishikawa, inicialmente serão atacadas as duas que a matriz GUT definiu como mais importantes no momento, como mostra o Quadro 2, definindo assim as prioridades seriam os itens 1 e 2, que devem ser solucionadas no final deste projeto.

Quadro 2 – Matriz GUT.

Problemas Influentes	1-NOME: Setor 1			2-NOME: Setor 2		
	GRAVIDADE	URGENCIA	TENDENCIA	GRAVIDADE	URGENCIA	TENDENCIA
1 Demora no processo de carregamento e baixa satisfação do cliente	10	3	3	10	10	3
2 Descentralização da distribuição de cargas fracionadas, ensacados e BAGs	3	3	10	3	3	10
3 Impossibilidade de planejamento de produção.	3	10	1	3	3	3
4 Alto Custo total logístico e operacional	1	1	3	1	1	1
5 Utilização de processos iguais para diferentes cargas	1	1	1	1	1	1
7 Falta de definição de lote mínimo de compra.	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autoria própria.

A demora no processo de carregamento é definida como gravidade forte nos dois setores, isto ocorre pois com o carregamento lento se acumulam veículos e os intervalos entre eles se tornam imprecisos, tornando assim o processo de programação logística muito incerta, gerando insatisfação dos motoristas e também dos colaboradores envolvidos no processo de carregamento, já que se acumulam veículos e motoristas no pátio. No setor comercial isso abala a relação com o cliente, pois o atraso no carregamento, muitas vezes, se forma um efeito cascata, no qual o produto chega até o cliente após a data prevista, podendo prejudicar financeiramente o negócio do consumidor final.

Na urgência houve uma divergência entre os setores. Na logística é preciso que seja resolvido este problema, porém é um contratempo que o setor entende que terá que lidar e então há processos internos para resolver isso pontualmente. Já o setor comercial tem uma visão diferente, pois essa situação afeta diretamente o seu

negócio e impacta de forma negativa e significativa em retrabalho e processos que não deveriam existir, como, por exemplo, reprogramação de entrega com os clientes.

Com os produtos sendo carregados pelos clientes e por transportadores terceiros, em cada uma das expedições da indústria notou-se que poderiam ser realizados esses carregamentos em apenas um local, logo essa descentralização dos carregamentos é a causa 2 que será abordada.

Para o setor logístico, esse problema é moderado, pois o dano para o departamento é pouco grave e o processo logístico está estruturado descentralizado. Nos setores comerciais foi abordado este tema como moderado também, avaliado assim por ainda não estar claro como isso poderia ajudar nos processos internos e por entenderem que a indústria atende à demanda, mesmo que com problemas.

Na urgência, o tópico também recebe a mesma nota, pois a divisão que trabalha com a formação da carga e contratação de veículos não sofre pressão dos seus terceiros para que seja centralizado e os setores que lidam diretamente com o cliente conseguem lidar com as situações abordando assunto de forma que este problema não os afeta diretamente.

Quando se refletiu sobre tendência, os dois departamentos entenderam que se este problema não for resolvido, o mesmo pode gerar piora em todos os processos. No setor logístico existem dificuldades em contratação e um dos assuntos levantados pelos motoristas é esse problema e com isso tende-se a aumentar valor do frete e ainda assim conseguir veículos piores. No comercial existe uma demanda maior em cargas a granel e essas janelas dos ensacados acabam influenciando carregamentos com giro financeiro mais alto. Também existe uma dificuldade de clientes que contratam seus próprios serviços logísticos, podendo acarretar em perda de cliente para concorrentes.

Com os principais aspectos a serem melhorados, foi necessário entender quais são as causas-raiz desses dois problemas. Para isso foi utilizada a ferramenta chamada 5 porquês, levantando assim onde deve estar o foco para se resolver o problema. Esta ferramenta foi aplicada em conjunto com colaboradores ligados diretamente nos processos. Para cada um dos itens do Ishikawa foi aplicado a ferramenta. No quadro 3 é apresentado o quadro com os 5 porquês para a causa 1.

Quadro 3 – 5 Porquês – Causa 1.

5 Porquês – Causa 1	Motivo
Demora no processo de carregamento e baixa satisfação do cliente	Pois os veículos seguem os mesmos processos das cargas granel
Pois os veículos seguem os mesmos processos das cargas granel	Porque as indústrias usam a mesma balança
Porque as indústrias usam a mesma balança	Pois os veículos que carregam são diversos e não se tem conhecimento do tipo de veículo até o momento do carregamento
Pois os veículos que carregam são diversos e não se tem conhecimento do tipo de veículo até o momento do carregamento	Pois não existe um planejamento de expedição por tipo de veículo
Pois não existe um planejamento de expedição por tipo de veículo	Não foi feito um estudo de um centro de distribuição focado em ensacados

Fonte: Autoria própria.

O carregamento quando tem alta variabilidade de tempo gera contratempos para os setores planejadores, dessa forma a logística não consegue manter um padrão de quantidade de veículos que devem se apresentar pois se for planejado um veículo por hora pode-se ter carregamento em 30 minutos, gerando assim ociosidade da expedição ou também pode-se ter veículos que demoram duas horas para carregar, gerando assim um acúmulo de veículos, atrasando entregas e muitas vezes atrapalhando o serviço comercial da empresa.

Esse fator está ligado com o fato que essas cargas fazem os mesmos caminhos das cargas granel, ou seja, passam pela mesma balança antes e depois do carregamento, essa balança é utilizada por todas as unidades de negócio, gerando assim uma fila de veículos, em sua maioria veículos que irão carregar granel, ou seja, enquanto um está pesando tem outro na expedição pronto para ser carregado, porém quando falamos de cargas ensacadas isso não acontece pois o volume de veículos é menor, causando ociosidade na expedição.

Sem espaço para armazenagem, a maltaria tem sistema de ensacamento no momento que o veículo está aguardando, isto é, malte é ensacado, costurada e a esteira vai direto para o veículo, onde um colaborador fica dentro do veículo organizando essas sacarias. Nas outras duas unidades também há problemas de armazenagem, porém existe um local para isso.

Na unidade industrial de ração existe um local amplo para armazenagem, porém com 60 produtos, existem alguns que tem procura muito grande e, por isso, deve-se ter estoque do mesmo. Por outro lado, há produtos que não tem demanda

frequente e por isso não são armazenados e são produzidos sob demanda, no momento que o veículo está em processo de carregamento.

Esses problemas se tornam ainda maiores quando o veículo tem características que impedem uma empilhadeira ou outros equipamentos de serem usados até a sua parte interna, isto é, veículos com carrocerias com portas e acessos menores tendem a demorar mais nos carregamentos, enquanto carrocerias mais acessíveis tendem a carregar mais rápido.

É notório que para cada tipo de veículo deveria ser preparado uma saída de expedição diferente, visando tornar mais eficiente a carga e descarga. Para isso deve-se conhecer o veículo antes do carregamento e modificar os pátios de expedição.

Para analisar causa 2 foi elaborado os 5 porquês como é apresentado no quadro 4.

Quadro 4 – 5 “Porquês” – Causa 2.

5 Porquês – Causa 2	Motivo
Descentralização da distribuição de cargas fracionadas, ensacados e BAGs	Porque cada indústria lida com suas cargas individualmente
Porque cada indústria lida com suas cargas individualmente	Pois na construção dos negócios cada indústria tem suas particularidades e não enxergavam o porquê deveriam juntar
Pois na construção dos negócios cada indústria tem suas particularidades e não enxergavam o porquê deveriam juntar	Porque os produtos ensacados tem vazão menor e as melhorias muitas vezes focam na expedição granel
Porque os produtos ensacados tem vazão menor e as melhorias muitas vezes focam na expedição granel	Porque não foi estudado que se o carregamento do ensacado for mais eficiente o carregamento granel se torna mais eficiente

Fonte: Autoria própria.

Com os planejamentos e carregamentos sendo geridos individualmente os processos ocorrem de maneira pouco eficiente. O parque industrial formado por essas unidades de negócio permite que essa gestão seja efetuada em conjunto, tornando as atividades mais eficientes e interligadas.

Mesmo que cada uma tenha suas particularidades, as expedições, carregamentos e os processos anteriores ao carregamento são muito similares.

Com o foco dos colaboradores que fazem planejamento em cargas granel, pode-se criar uma nova área intelectual que gerencia cargas ensacadas da cooperativa e então integrar esse tipo de embalagem em somente uma logística.

4.2 ANÁLISE DE DADOS

Buscando as variabilidades das atividades que compõem o processo de carregamento, iniciou-se as análises buscando indicadores que tenham relação com os problemas a serem solucionado. O primeiro que foi abordado é o tempo de carregamento e a tonelada expedida por hora em cada uma das unidades de negócio, podendo analisar como cada unidade pode contribuir para um projeto de descentralização. Na Tabela 2 pode-se observar como esses indicadores variam em cada unidade.

Tabela 2 – Média de tempo de carregamento.

Unidade de negócio	Média de Tempo de carregamento (Horas)	Média de Ton. Expedida por hora
Farinhas	4:30:55	1,221254344
Malte	10:29:46	0,570632663
Ração	6:53:38	0,295534332

Fonte: Autoria própria.

A unidade de ração tem tempo de carregamento menor que o malte, porém carrega menos toneladas por hora. Isto explica também como cada fabrica expede seus produtos, já que, na atual conjuntura, cada uma tem processo diferente e estruturas preparadas de forma diferente.

A ração tem um volume maior de SKU's (*Stock Keeping Unit*, em português Unidade de Manutenção de Estoque está ligado à logística de armazém e designa os diferentes itens do estoque, estando normalmente associado a um código identificador) se comparado ao malte ou farinhas, isto é, há mais tipos de ração do que outros produtos.

Dessa forma o planejamento e controle de produção é mais preciso e exige uma armazenagem maior, porém esse depósito não existe. Muitas vezes isso acarreta em produção no momento que o veículo está carregando, gerando assim uma ociosidade de colaboradores do processo, incluindo motoristas e operadores de expedição. Os números da Tabela 3 comprovam o que foi exposto.

Tabela 3 – Quantidade de produtos.

Unidade de negócio	Quantidade de produtos ensacados
Farinhas	35
Malte	31
Ração	60

Fonte: Autoria própria.

Observa-se que somente estes dados não explicam a diferença entre tempo de carregamento em cada indústria, e entendendo a expedição de cada indústria, deve-se entender como funciona a indústria que carrega mais toneladas em menos tempo.

A unidade de produção de farinhas aparece como fábrica mais eficiente neste quesito, isto pode ser explicado pelo tipo de expedição dessa fábrica. Com processo diferente das outras unidades, esta tem local priorizado para cargas ensacados, onde as mesmas não ocupam o mesmo espaço do carregamento granel. A mão de obra especializada em carregamento ensacado carrega geralmente veículos, onde é possível irem cargas paletizadas, ou seja, o operador não carrega nenhuma sacaria, o que é feito por empilhadeira.

Em fardos maiores, o resultado é carregar maior volume em menos tempo, além disso a estrutura da fábrica recebe o pedido antes do veículo chegar e deixa em local específico para carregamento, reduzindo o tempo que o veículo fica parado na expedição.

Na unidade de produção de ração, esse número pode ser explicado entendendo como funcionam os processos envolvidos. Como citado anteriormente, a grande quantidade de produtos impossibilita, no espaço físico que se tem atualmente, a armazenagem antes do carregamento.

Sendo assim, o veículo que irá carregar mais de um tipo de ração, carrega as que estão prontas e aguarda trocas de produção e envase, o que faz o processo lento, muitas vezes deixando colaboradores ociosos. Também há muitos tipos diferentes de carrocerias que se apresentam para carregamento e esse fator também ocasiona maior demora, já que é necessária uma adaptação a essas variações.

Entende-se então que os tipos de carroceria e tipos de veículos estão relacionados diretamente ao tempo de carregamento, ou seja, para avaliar cada

indústria foi realizado uma estratificação da média de toneladas expedidas por hora, cada indústria e os tipos de veículos e carrocerias que mais carregam em cada uma.

O prefixo “m” na frente dos veículos é padrão de sistema da empresa, deve-se entender as denominações dos tipos de veículos.

- Veículos tipo bitruck são veículos 8x2 ou 8x4, ou seja, são veículos com 4 eixos, podendo tracionar apenas um ou dois dos eixos, este tipo de caminhão pode levar até 22 toneladas;
- Tipo truck são menores, 6x2, com 3 eixos esses tipos de caminhão podem carregar até 14 toneladas;
- As carretas são veículos articulados, ou seja, possuem unidade de tração e carroceria em módulos separados, podendo carregar até 32 toneladas dependendo da sua carroceria;
- Os Bitrem são semelhantes as carretas, possuem um módulo somente de tração, a diferença se dá pelo fato de que se tem dois semirreboques sendo transportados, por isso sua capacidade de carregamento é maior, podendo chegar a 40 toneladas; e
- O tipo vanderleia é uma variação da carreta, porém a sua variação se dá no posicionamento dos eixos do semirreboque, fazendo com que o veículo suporte mais peso, podendo chegar à capacidade de 36 toneladas.

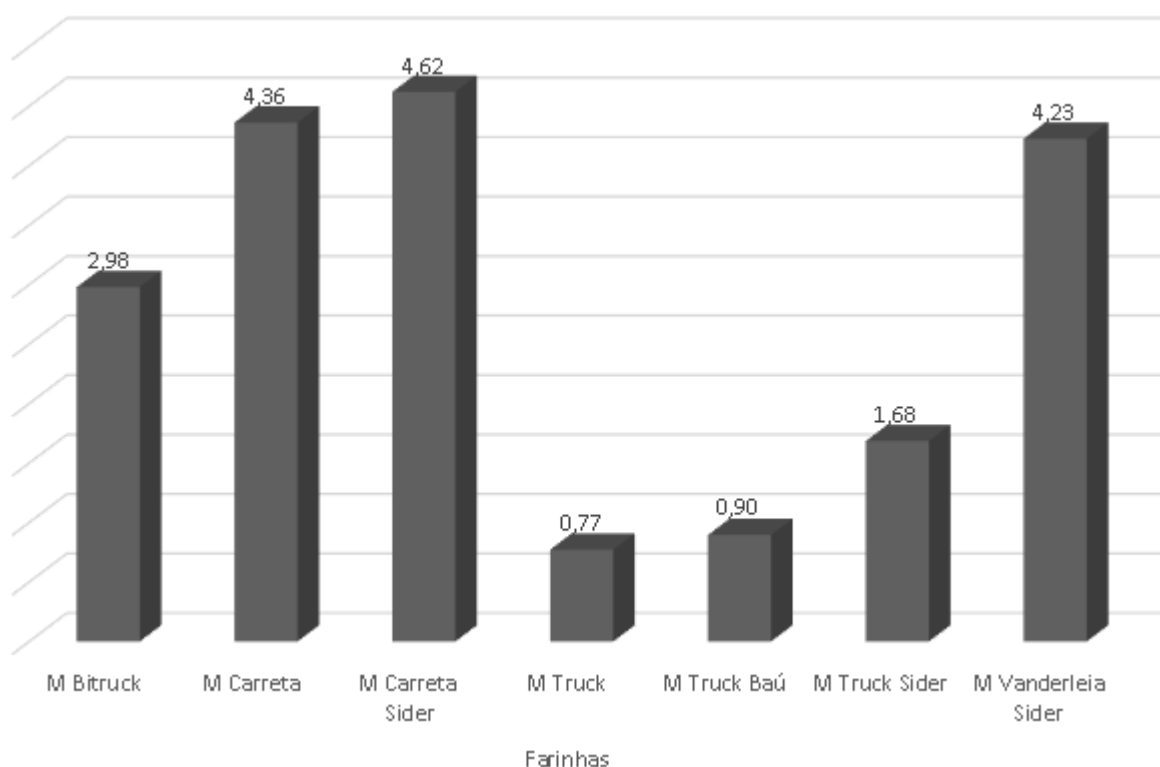
Essas definições se dão nos tipos de veículos, porém nas denominações dos sistemas estudados se tem o tipo de veículo e em seguida o tipo de carroceria. Quando não está especificado o tipo de carroceria, subentende-se que seja do tipo graneleiro. Pode-se classificar cada carroceria como:

- Tipo graneleiro (a mais utilizada), tem por característica grades altas, geralmente feita de madeira;
- Sider é um modelo com aberturas nas laterais, que são cobertas somente com lonas; e
- Baú é completamente fechada, geralmente metálica onde a carga e descarga são realizadas por uma porta lateral ou nos fundos da carroceria.

Deve-se então analisar como cada um desses conjuntos de veículos e carrocerias se comportam no carregamento, na Figura 9 é demonstrado as estratificações realizadas, na unidade de farinhas, e como cada um dos conjuntos tem particularidades que poderiam ser avaliadas no momento do planejamento logístico.

Os veículos que tem capacidade de peso menor serão menos eficientes, se observado o indicador “média de toneladas expedidas por hora”. Isso se dá pelo fato de que esses veículos passam pelos mesmos processos antes e depois do carregamento, fazem pesagens e se apresentam em filas da mesma forma que os maiores, então o tempo que levam para carregar efetivamente não os torna mais eficientes que caminhões maiores.

Figura 9 – Toneladas de farinha expedidas por hora.



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 9 fica explícito que os veículos de carroceria aberta (graneleiros e sider) tendem a ser mais eficientes nos carregamentos, isto pois conseguem carregar mais peso em uma hora. São resultados explicados, pois no carregamento

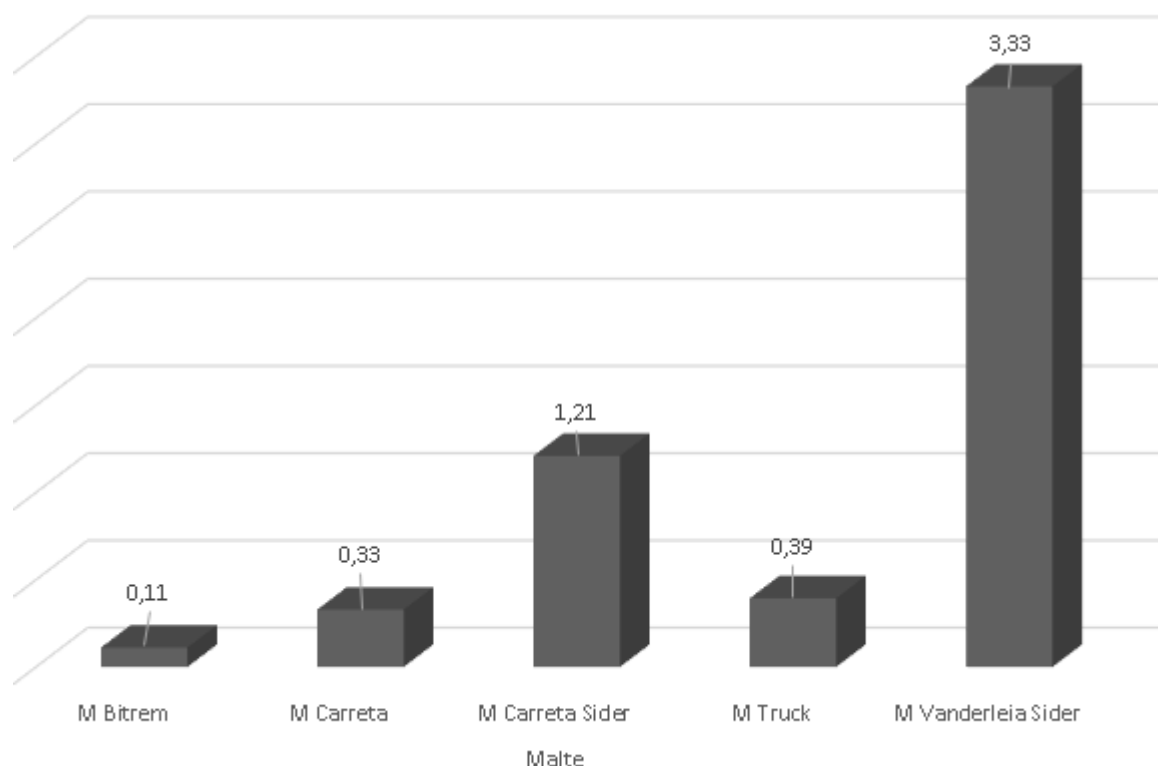
os operadores tem acesso total à parte interna do veículo, facilitando a operação com máquinas e equipamento maiores.

Por esse mesmo motivo, se tem carrocerias tipo baú como sendo menos eficientes neste processo, no qual geralmente a operação com máquinas não é possível. Nesses veículos, muitas vezes um colaborador vai para dentro da carroceria organizando saco por saco até chegar na quantidade total.

É relevante que na expedição dessa indústria a carroceria do veículo fica próxima à altura do piso, facilitando o trabalho de carregamento. E a forma como são vendidos esses produtos torna o processo mais eficiente, pois muitas das cargas são de um só item, podendo ser carregadas paletizadas, de forma que facilite até mesmo a descarga no cliente.

Na Figura 10 pode-se ver a mesma estratificação usada na Figura 9 aplicada a unidade de malte.

Figura 10 – Toneladas de malte expedidas por hora.



Fonte: Autoria Própria.

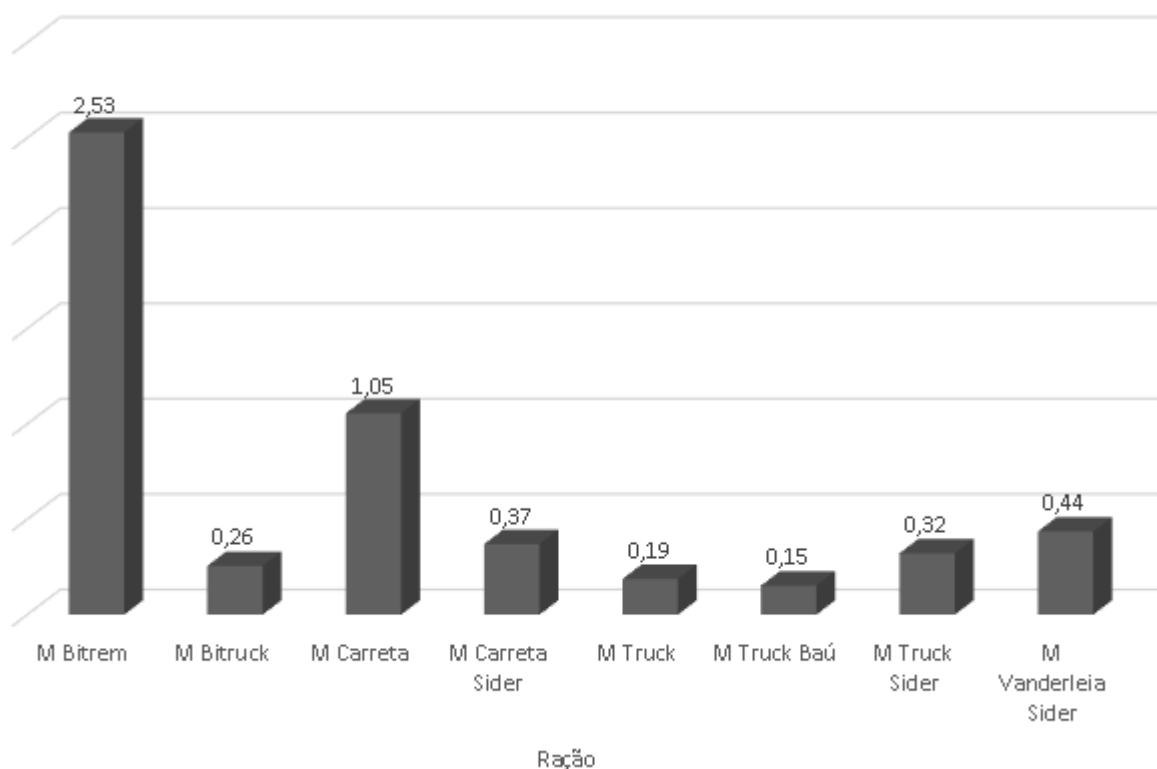
As indústrias têm diferenças de tempo no carregamento pois os processos internos são específicos de cada unidade. Por característica de mercado, o malte tem vendas muito superiores a granel. Dessa forma, há mais investimento nesse tipo

de carregamento. A distribuição em produtos ensacados ocupa um local que é destinado para carregamentos a granel, tornando os dois tipos de carregamentos ineficientes.

Essas cargas são feitas sacaria por sacaria. No momento que o caminhão estaciona na expedição as sacarias são preenchidas pelo produto, costuradas e em seguida vão para uma esteira onde um colaborador organiza os produtos na carroceria. Este carregamento pode ocupar o tempo de carregamento de até 6 cargas a granel e por isso este estudo deve ser viabilizado para essa indústria.

Nesta indústria é notório que o tipo de carroceria não varia como nas outras, isto é, na Figura 10 temos menos diversidades de conjuntos de carretas, porém se observa que tipos sider são mais eficientes que tipos graneleiros. Em especial os do tipo vanderleia sider que carregam 3,33 toneladas por hora enquanto o conjunto graneleiro mais eficiente carrega 0,39 toneladas por hora.

Figura 11 – Toneladas de ração expedidas por hora.



Fonte: Autoria Própria.

Nesta indústria a característica de cargas ensacadas se torna mais relevante, já que há muitos produtos e, por tipo de negócio, existe uma procura alta desse tipo de embalagem, isso porque muitas vezes as outras unidades têm como

clientes pequenas, medias e grandes indústrias e/ou empresas estruturadas. Porém os clientes que compram ração não são somente esses, muitas vezes grandes produtores e empresas compram a granel e clientes menores que necessitam de formas de armazenagem com investimento menor optam por ração em sacarias.

Então nesta indústria a parte comercial é muito afetada por falhas de planejamento, ou seja, a demora no carregamento e a burocracia de uma grande indústria afeta diretamente a forma de vender a imagem da marca. Pode-se ver que por perfil de cliente a variabilidade dos tipos de conjuntos de veículo é maior que nas outras industrias, porém os números indicados nas Figuras 9, 10 e 11 mostram exatamente as mesmas respostas nas 3 unidades: as carrocerias abertas e veículos com capacidade de carga maior carregam em menor tempo.

4.3 PROPOSTA DE MELHORIA

Visando solucionar os dois itens levantados no Ishikawa, a demora no processo de carregamento e baixa satisfação do cliente e a descentralização da distribuição das cargas ensacadas, foi possível ver nas Figuras 9, 10 e 11 que existe uma correlação entre variabilidade dos tempos de carregamentos e a descentralização desse tipo de carga, pois os dados de cada indústria diferem muito por seus processos e estruturas físicas conforme explicado no item 4.2.

Os processos que são obrigatórios no parque industrial como marcação, pesagem, entre outros, se mostram ineficientes em cargas de embalagem ensacadas. Isso porque cada sacaria tem seu peso definido na produção e por isso o veículo não precisaria passar por balança para aferir a quantidade carregada para ser faturada.

Isto diminuiria a fila que concorre com os graneis e dinamizaria esses carregamentos dentro do parque industrial, porém os indicadores mostram que somente a retirada desses processos não seriam eficazes, a variabilidade dos tipos de veículos influencia muito nos resultados de tempos nas expedições.

Para solucionar foi proposto a centralização dessas distribuições para o cliente. Para isso serão criadas novas atividades para esses setores, modificando todo a forma como é feito atualmente, visando reduzir as variabilidades focando em ser o mais constante possível.

Diminuir a variabilidade requer controle do processo, por isso a proposta inicial foi retirar os carregamentos dos clientes finais da indústria e levar para um tipo de centro de distribuição focado em cargas ensacadas. Para isso o primeiro passo foi a aquisição de um número determinado de veículos, que serão da própria cooperativa para fazer uma operação dedicada, ou seja, este número determinado de caminhões irá carregar em horas programadas nas expedições das indústrias e irá descarregar em horário programado em um local que também é controlado por essa mesma empresa.

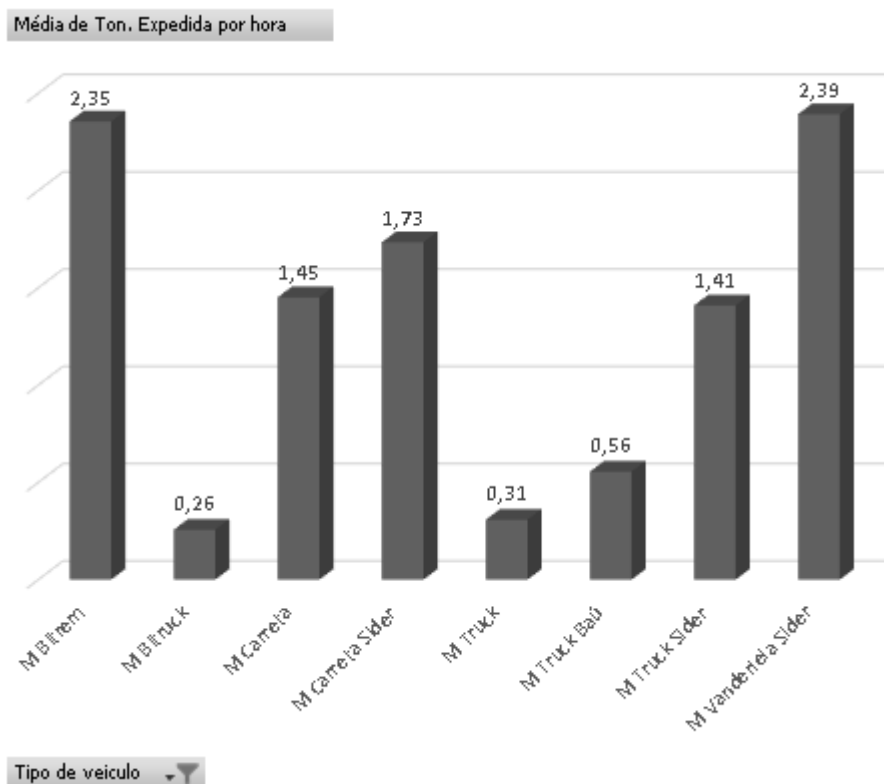
Integrando as cargas, isto é, o veículo pode carregar ração, farinha ou malte. Para ser colocado em prática será necessário um planejamento de estoque com base no consumidor final, análises de segurança de alimentos entre outros aspectos que não são objeto desse trabalho.

O projeto se torna menos sazonal pois o controle será totalmente interno, pois os maiores problemas estão relacionados a falta de controle dos planejadores, isso ocorre porque o processo envolve terceiros como as transportadoras, que muitas vezes contratam motoristas terceiros, dificultando muito a comunicação, deixam o processo suscetível a atrasos, faltas e outros problemas relacionados a falta de controle.

Este projeto também reduz os momentos ociosos das equipes de expedição onde pode-se carregar em períodos que não se tem muitas cargas, ou nos dias que estão lotados de carregamentos. É possível ainda gerenciar turnos em horários alternativos pois todo o controle é centralizado na própria cooperativa. Este centro de distribuição se torna mais viável se pensar em satisfação do cliente, pois os mesmos não irão enfrentar filas nas indústrias e os processos burocráticos irão diminuir.

Para definir qual seria o tipo de veículo a ser adquirido realizou-se um estudo de eficiência de carregamento utilizando os mesmos padrões das Figuras 9, 10 e 11, porém unindo todas as cargas sem estratificar por unidade de negócio, utilizando assim os números das 3 indústrias, como mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Toneladas de expedidas por hora.



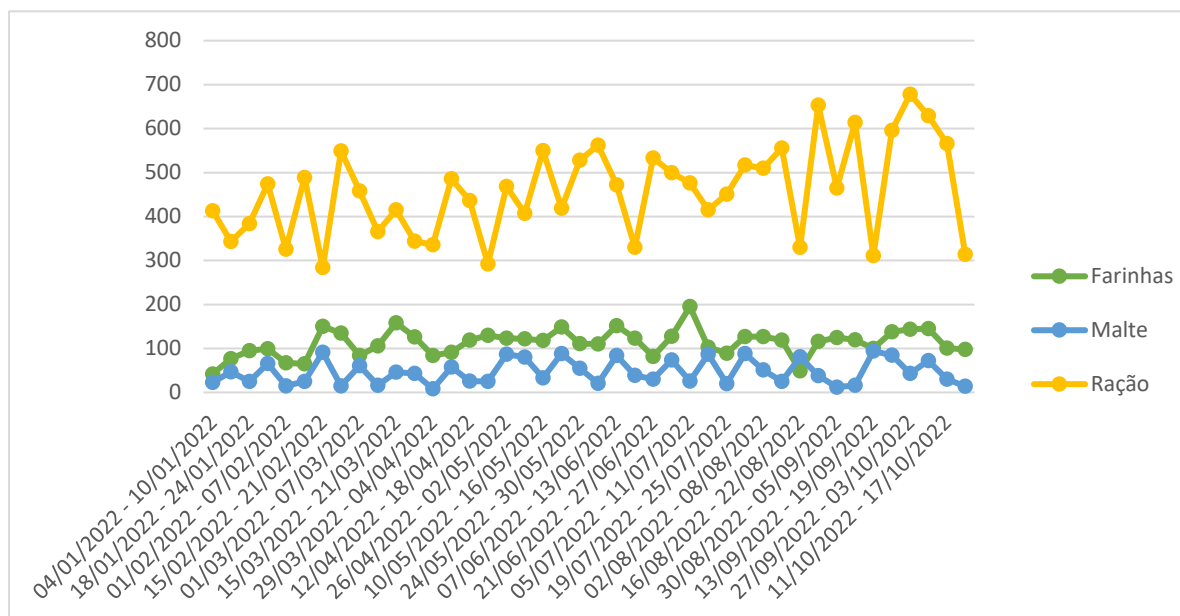
Fonte: Autoria Própria.

É possível ver na Figura 12 pelo indicador de eficiência dos tipos de veículos que os resultados desse trabalho se provam verdadeiros, isso porque esse indicador nos mostra quais tipos de veículos carregam mais carga em uma hora.

Os veículos abertos e com maior capacidade de carregamento são os mais eficientes, por este motivo foi definido que o caminhão que será comprado é um do tipo vanderleia sider, pois quando comparado aos outros tipos de veículo este indicado carrega 2,39 toneladas por hora, enquanto os outros carregam menos carga nesse mesmo período.

Para efeito comparativo, foi realizado um estudo de como o projeto afetaria o número de cargas na cooperativa. Na figura 13 é apresentado um gráfico descrevendo os números de carregamentos agrupados em 7 dias (Figura 13).

Figura 13 – Quantidade de cargas.



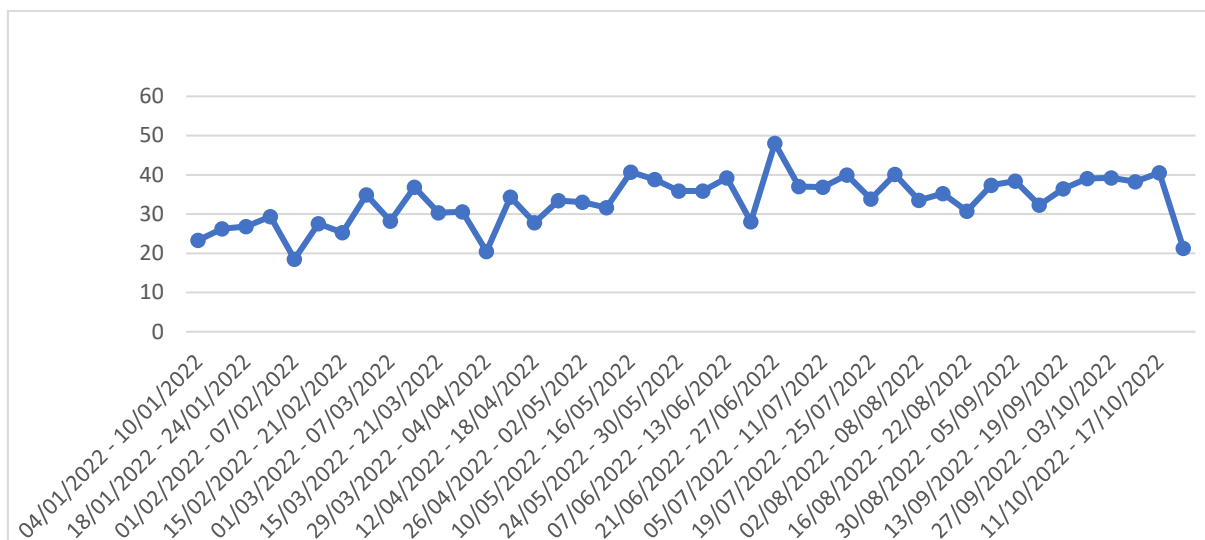
Fonte: Autoria Própria.

Com o eixo y sendo a quantidade de cargas expedida, agrupou-se em sete dias os pontos do eixo x como a unidade de tempo, para melhor estudo, visando uma semana completa.

Verifica-se então que durante as semanas de estudo, os números de carregamento variam muito. Na unidade de produção de ração observa-se que a sazonalidade afeta diretamente o processo. Com esses carregamentos ocorrendo fora da indústria, as respectivas expedições conseguem controlar para que isso ocorra de maneira mais constante, aproveitando carregamentos menores de outras indústrias e buscando carregar o veículo dedicado por completo em períodos de maior necessidade.

Para estimar quantas cargas seriam necessárias nesse mesmo período estudado, caso a proposta já tivesse sido implementada, foi somado a quantidade de carga expedida em peso durante esses mesmos períodos. Definiu-se o tipo de veículo que irá carregar e assim, dividiu-se em várias cargas com o veículo cheio, ou seja, quantas cargas de 36 toneladas ou múltiplas seriam necessárias na semana. Conforme gráfico a seguir (Figura 14).

Figura 14 – Estimativa de cargas com projeto implementado.



Fonte: Autoria Própria.

Assim como na Figura 13 na Figura 14 temos o eixo x como unidade de tempo, agrupando as cargas em semanas a cada sete dias, bem como o eixo y se referindo a quantidade de cargas expedidas.

É notória a melhoria aplicada na solução de problemas nas indústrias. Esses dados sofrerão variações em aplicações práticas por situações que não são elencadas neste estudo, como custo de estoque, vencimento de produtos, entre outros.

Mesmo que esses aspectos entrem, é possível identificar que as problemáticas definidas como prioridade pela matriz GUT são solucionadas e assim viabiliza estudo em outras áreas.

Pode-se verificar por meio das Figuras 13 e 14 como a variabilidade do número de carregamentos nas indústrias irá ser afetada, isto é, é possível ver que o número de vezes que os operadores irão realizar um carregamento irá diminuir.

Sem o projeto implementado, obteve-se uma média de 618 carregamentos por semana.

A partir do projeto implementado, estima-se que no mesmo período este número cairia para 33 cargas por semana, gerando uma lacuna de 585 cargas do parque industrial, reduzindo tempo de carregamento de outras cargas, dando mais controle para os planejadores de produção e expedição e diminuindo o fluxo de veículos no parque industrial.

5 CONCLUSÃO

Com a evolução do agronegócio a necessidade de implementar ferramentas de melhoria e buscar otimizações dos processos foi percebida por grandes empresas do setor.

Isso é mostrado no presente trabalho onde um problema, de variabilidade no tempo de carregamento nas expedições dos produtos ensacados, tornou viável a aplicação de ferramentas de qualidade para melhorar o processo.

Com as semelhanças entre as unidades de negócio em estudo, o objetivo foi propor uma melhoria para corrigir desperdícios de tempo. Com a base do DMAIC e princípios do *Lean Six Sigma* buscou-se reduzir essa variabilidade para assim chegar em uma melhoria.

Para isso foi realizada entrevistas com os colaboradores das áreas, especialistas nos setores impactados, buscando entender todo o processo de carregamento, envolvendo áreas de logística e comercial e assim foi possível mapear cada atividade e entender como os dados coletados refletiam em cada atividade.

Com as causas identificadas a partir de um brainstorm realizado em uma dessas entrevistas, foi possível identificar o foco do trabalho. Para definir onde foi proposta a melhoria a matriz GUT foi aplicada buscando a priorização de cada um dos aspectos levantados.

A priorização deixou claro onde o trabalho deveria ser feito e com os processos mapeados foi identificado quais seriam os dados que poderiam explicar as falhas apontadas.

Com as causas reconhecidas foi possível propor uma solução que atende aos requisitos iniciais e ainda melhorasse processos produtivos.

Propondo que esses carregamentos para os clientes finais não fossem realizados nas indústrias reduzimos o número de cargas nas expedições, reduzindo tempo de espera para carregamento e o número de veículos no pátio, agregando valor a marca da empresa e possibilitando maior assertividade nas programações das cargas granel.

Com esse estudo é possível realizar alguns outros, como estudo de ganho em produtividade com a redução de setups e menos estoque, estudo de gestão do estoque do centro de distribuição e da viabilidade financeira desse centro.

REFERÊNCIAS

ABOELMAGED, M. G. Six Sigma quality: a structured review and implications for future research. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 27(1), 268-317, 2010.

ADAMS, Cary; GUPTA, Praveen; WILSON, Charlie. **Six sigma deployment**. [S.l.]: Routledge, 2007. Citado 6 vezes nas páginas 27, 31, 32, 34, 48 e 49.

ANTONY, J. Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 185-190, 2011.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions**. New York: The Mcgraw-hill Companies, 2003.

Grãos: estimativa de produção chega a 268,2 milhões de toneladas. **Canal Agro, Estadão**, 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/graos-estimativa-de-producao-chega-a-2682-milhoes-de-toneladas/>

HÉKIS, H. R.; SILVA, A. C.; OLIVEIRA, I. M. P.; ARAÚJO, J. P. F. **Análise GUT e a gestão da informação para tomada de decisão em uma empresa de produtos orgânicos do Rio Grande do Norte**. Revista Tecnologia Fortaleza, Fortaleza, v. 34, n. 1 e 2, p. 20-32, 2013.

HINO, S. **O Pensamento Toyota - Princípios de Gestão para um Crescimento Duradouro**. 1 ed., Porto Alegre: Bookman, 2009.

Informações agropecuárias, **CONAB**, 2017. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro>>. Acesso em: 03 de jun. de 2022.

JUGULUM, R.; SAMUEL, P. **Design for Lean Six Sigma: A Holistic Approach to Design and Innovation**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2008.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R.; ZAHEER, S.; CHOO A. Six sigma: a goal theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, 21,193-203, 2003.

LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. 2ª ed. São Paulo, SP, Editora Saraiva, 2019. ISBN: 9788536532615. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>>.

MARXHWINSKI, C.; SHOOK J.; SCHROEDER, A. **Lean Lexicon: a graphical glossary for lean thinkers** (4a ed.). Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2008.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total: TQM: o caminho para aperfeiçoar o desempenho**. São Paulo: Nobel, 1994. 459 p.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

PALADINI, Edson. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. 4ª ed. São Paulo, SP, Grupo GEN, 2019. ISBN: 9788597022032. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022032/>>.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 375 p.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia completo**. 2011 Disponível:
<<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>.

RIBEIRO, Luiz. C. C. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**. 3ª ed. São Paulo, SP, Grupo GEN, 2016. ISBN: 9788597006438. Disponível em:
<<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597006438/>>.

SAYER, N. J; WILLIAMS, B. **Lean for dummies**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2012.

SHINGO, S. **Sistema Toyota de Produção - do ponto-de-vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1996.

SILVA, L. C.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, F. A. **Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva**. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 223-232, 2017.

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

Trajetória da agricultura brasileira. **Portal Embrapa**, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>>. Acesso em: 03 de jun. de 2022.

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Lean Six Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas**. 1ª ed. Elsevier Brasil, 2013. ISBN: 9788535254297.