

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**Aplicação da metodologia DMAIC no setor de Expedição de  
Farelo em uma Cooperativa Agroindustrial**

*Luiz Felipe Delmasquio Carleto*

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

Aplicação da metodologia DMAIC no setor de Expedição de  
Farelo em uma Cooperativa Agroindustrial

Luiz Felipe Delmasquio Carleto

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de  
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da  
Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): Prof<sup>(a)</sup>. Fernanda Cavicchioli Zola

**Maringá - Paraná  
2016**

## **DEDICATÓRIA**

A Deus e aos meus pais, Adilor e Maria Elizabete, por sempre acreditar e investir em mim, dedico esta, bem como todas as demais conquistas da minha vida.

*“ No que diz respeito ao empenho, ao esforço e à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz. ” (Ayrton Senna)*

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade e por sempre me proporcionar muita força e saúde para superar todas as dificuldades da minha vida, além de me abençoar e iluminar durante toda minha jornada.

Aos meus pais, Adilor Domingos Carleto e Maria Elizabete Delmasquio Carleto, e irmãos Marcelle Delmasquio Carleto e Rafael Delmasquio Carleto, agradeço por todos os ensinamentos, pelo grande apoio, por acreditarem no meu potencial e pelo carinho dado em todos os momentos da minha vida.

A minha namorada Nicole Patzer Fujiwara, agradeço pelo carinho, por todo o apoio no meu dia a dia e por todos os conselhos, tornando a realização e conclusão deste curso mais agradável.

Meus agradecimentos aos meus amigos que fizeram parte da minha formação e tornaram o caminho dessa conquista mais fácil e alegre, me ajudando sempre com conselhos, força e colaborações. Além de proporcionar momentos inesquecíveis nesses cinco anos de graduação.

Agradeço também a minha orientadora Fernanda Cavicchioli Zola pelo empenho dedicado, pelas correções, confiança e incentivos para a elaboração deste trabalho.

E a todos que participarem direta ou indiretamente da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

Devido à alta competitividade entre as indústrias do setor de grãos, as organizações buscam de alguma forma a redução de custos, o aumento da eficiência na operação, maior qualidade dos produtos, visando à satisfação, fidelização e a aquisição de clientes. Diante disso, para a sobrevivência e crescimento das empresas no mercado, as mesmas estão adotando práticas que auxiliam na busca por esses objetivos, como o método Lean Manufacturing e o Seis Sigma. No presente trabalho, apresenta-se um estudo de caso em uma cooperativa, onde foi realizado um projeto de melhoria contínua utilizando o programa Lean Seis Sigma, que é a junção dos dois métodos citados anteriormente. O projeto seguiu a metodologia DMAIC, no qual teve como objetivo principal reduzir o tempo de ciclo entre as balanças de entrada e saída da expedição de farelo, além de reduzir os custos que envolvem a operação, a eliminação da concorrência entre os modais rodoviários e ferroviários e o aumento da eficiência do embarque. Com a realização do programa Lean Seis Sigma, os objetivos levantados inicialmente no estudo de caso foram atingidos, por meio de ações envolvendo o processo, como a readequação dos turnos, a implantação do leitor de código de barras, a mudança dos comandos de acionamento dos equipamentos, entre outras. Além disso, é interessante ressaltar a implantação da cultura da melhoria contínua para todos os colaboradores do setor, que antes do projeto não tinham uma visão da importância de mudanças no processo.

Palavras-chave: Lean Seis Sigma; DMAIC; Tempo de Ciclo; Expedição de Farelo.

## SUMÁRIO

### Sumário

1	Introdução.....	13
1.1	Justificativa.....	14
1.2	Definição e delimitação do problema.....	14
1.3	Objetivos.....	15
1.3.1	Objetivo geral.....	15
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
2	Revisão da Bibliografia.....	16
2.1	Logística.....	16
2.2	Tempo de Ciclo.....	16
2.3	<i>Lean Manufacturing</i> .....	17
2.4	Seis Sigma.....	18
2.5	<i>Lean Seis Sigma</i> .....	18
2.6	DMAIC.....	20
2.7	Ferramentas do Lean Seis Sigma.....	21
2.7.1	Project Charter.....	21
2.7.2	Gráfico de Gantt.....	23
2.7.3	SIPOC.....	23
2.7.4	Requisitos do negócio e do cliente (VOC/VOB).....	24
2.7.5	Mapeamento do Processo.....	25
2.7.6	Estratificação.....	25
2.7.7	Brainstorming.....	25
2.7.8	Diagrama Causa e Efeito.....	26
2.7.9	Matriz Causa-Efeito.....	26
2.7.10	Gráfico de Pareto.....	26
2.7.11	Capacidade.....	27
2.7.12	FMEA – Failure Mode and Effect Analysis.....	27
2.7.13	Método dos 5 “Porquês”.....	27
2.7.14	DOE – Design of Experiments.....	28
2.7.15	Gráfico de Controle.....	28
2.7.16	Gestão à vista.....	28
3	Metodologia.....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Caracterização da empresa.....	31

4.2	Caracterização do setor.....	32
4.2.1	Expedição de Farelo .....	33
5	Aplicação do DMAIC.....	37
5.1	Etapa Definir.....	37
5.1.1	Levantamento dos dados do processo .....	37
5.1.2	Project Charter.....	42
5.1.3	SIPOC.....	45
5.1.4	Cronograma do projeto.....	46
5.1.5	Estratificação dos Ys .....	47
5.1.6	Árvores de requerimentos (VOC/VOB).....	48
5.2	Etapa Medir .....	49
5.2.1	Mapeamento do processo .....	49
5.2.2	Ações de ganhos rápidos .....	49
5.2.3	Diagrama Causa-Efeito.....	52
5.2.4	Matriz Causa-Efeito.....	55
5.2.5	Plano de coleta de dados.....	58
5.2.6	Validação do sistema de medição.....	59
5.3	Etapa Analisar.....	61
5.3.1	Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA).....	62
5.3.2	‘5 Porquês’ .....	66
5.3.3	Análise do Layout / Fluxo do processo .....	68
5.4	Etapa Melhorar .....	70
5.4.1	Seleção das soluções.....	71
5.4.2	Ações .....	73
5.4.2.1	Readequação dos Turnos .....	73
5.4.2.2	Instalação do leitor de código de barras .....	74
5.4.2.2	Acionamento das fitas transportadoras.....	75
5.4.2.3	Alarme sonoro de desarme das fitas transportadoras .....	77
5.4.3	DOE – Design of Experiments .....	78
5.5	Etapa Controlar.....	81
5.5.1	Controle Estatístico do Processo .....	82
5.5.2	Gestão à Vista.....	86
5.5.3	Procedimentos .....	87
5.5.4	Capacidade do Processo .....	87
6	Conclusão .....	89
7	Referências .....	90

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funcionamento Lean Seis Sigma.....	19
Figura 2 - Características das abordagens Seis Sigma e Lean.....	20
Figura 3 - Metodologia DMAIC.....	21
Figura 4 - Modelo Project Charter.....	22
Figura 5 - Exemplo SIPOC.....	24
Figura 6 - Exemplo VOC/VOB.....	25
Figura 7 - Organograma da empresa.....	32
Figura 8 - Organograma do setor de Logística e Suprimentos.....	33
Figura 9 - Organograma da Expedição de Farelo.....	34
Figura 10 - Carregamento de farelo de soja.....	35
Figura 11 - Layout da Expedição de Farelo.....	36
Figura 12 - Project Charter.....	43
Figura 13 - SIPOC (Expedição de Farelo).....	46
Figura 14 - Estratificação do Y (Expedição de Farelo).....	47
Figura 15 - Árvore de requerimentos (VOC/VOB).....	48
Figura 16 - Planos de ações.....	51
Figura 17 - Diagrama de Causa e Efeito.....	53
Figura 18 - Matriz Causa-Efeito.....	56
Figura 19 - Pareto da Matriz Causa-Efeito.....	57
Figura 20 - Validação do sistema de medição.....	60
Figura 21 - FMEA.....	63
Figura 22 - Lista dos valores de severidade.....	64
Figura 23 - Lista dos valores de ocorrência.....	64
Figura 24 - Lista dos valores de detecção.....	65
Figura 25 - " 5 Porquês ".....	67
Figura 26 - Fluxo dos caminhões com uma linha de embarque de farelo.....	69
Figura 27 - Fluxo dos caminhões com duas linhas de embarque de farelo.....	70
Figura 28 - Análise das soluções.....	72
Figura 29 - Proposta de readequação dos turnos.....	73
Figura 30 - Leitor de código de barras.....	75
Figura 31 - Trajeto de acionamento das fitas (Antes).....	76
Figura 32 - Trajeto de acionamento das fitas (Depois).....	77
Figura 33 - Alarme sonoro desarme das fitas transportadoras.....	78
Figura 34 - Matriz de ensaios.....	79
Figura 35 - Quadro de gestão à vista.....	86
Figura 36 - Quadro de organização dos postos de trabalho.....	87

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diferenças entre os modais. ....	38
Gráfico 2 - Tempo de ciclo entre as balanças 1 e 2.....	39
Gráfico 3 - Eficiência do Embarque de Farelo. ....	40
Gráfico 4 - Eficiência do Embarque de Farelo. ....	41
Gráfico 5 - Eficiência por horário.....	42
Gráfico 6 - Capacidade do processo. ....	61
Gráfico 7 - Efeitos da Produtividade. ....	79
Gráfico 8 - Efeitos do Volume.. ....	80
Gráfico 9 - Efeitos do tempo de ciclo. ....	81
Gráfico 10 - Carta de controle da Eficiência.. ....	82
Gráfico 11 - Carta de controle da Eficiência por Hora.....	83
Gráfico 12 - Carta de controle da Eficiência por Turnos.. ....	84
Gráfico 13 - Carta de controle do Tempo de Ciclo. ....	85
Gráfico 14 - Capacidade do Processo.....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Grupo das principais causas levantadas. ....	58
Quadro 2 - Plano de coleta de dados .....	59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL1	Armazém Logístico 01
AL2	Armazém Logístico 02
AL3	Armazém Logístico 03
ALL	América Latina Logística
CEP	Controle Estatístico do Processo
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
DOE	<i>Design of Experiments</i>
FIFO	<i>First in, First off</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
NVA	Atividade que não agrega valor
VOC	<i>Voice of Customer</i>
VOB	<i>Voice of Business</i>
SIPOC	<i>Suppliers, Input, Process, Output, Customers</i>
SMS	Mensagem de texto
WIP	<i>Work in Process</i>

## 1 INTRODUÇÃO

As empresas do mercado atual buscam constantemente a redução de custos, aumento da produtividade e o crescimento da eficiência do processo. O mercado mundial está cada vez mais competitivo, exigindo com que as organizações se diferenciem e busquem filosofias e ferramentas de melhorias para a sobrevivência da mesma no negócio. Essas novas técnicas gerenciais tem o objetivo de manter as empresas em um cenário constante de mudanças, desenvolvendo sistemas eficientes e ágeis que visam a obtenção do grau máximo de competitividade, modernidade e qualidade, assegurando assim o seu crescimento e a sua sobrevivência.

Aliado a essa busca de mudanças e de melhorias nas empresas, a metodologia Seis Sigma surgiu na década de 1980 na Motorola, e é visto por Basu (2004) como o programa de qualidade do século XXI, que se difundiu em empresas de grande porte como General Electric, Allied Signal e Citibank. Este programa segundo Rasis (2003) é a rigorosa busca da variação nos processos para atingir melhorias contínuas e que, mudem indicadores da organização e demonstrem resultados que satisfaçam os clientes.

De acordo com Riani (2006) o modelo de sistema de produção Lean Manufacturing, conhecido como sistema de produção enxuta, desenvolvido pela Toyota Motor Company, surgiu na necessidade das empresas automobilísticas japonesas que não conseguiam competir com as empresas americanas, baseando-se nos mesmos conceitos. Assim, este novo modelo conseguiria competir com o setor automobilístico americano, a Ford Company e General Motors, que tinham como filosofia o sistema de produção em massa.

Segundo Fernandes (2008) a integração das duas metodologias, Lean Manufacturing e Seis Sigma, é vista de forma natural, onde a primeira filosofia tem como foco a redução de desperdícios e a segunda tem o objetivo de redução da variação no processo através de medições. Essas ferramentas se complementam e colaboram para que ocorra um melhor desempenho na empresa, visando às atividades de maior importância, assim como o valor para o cliente.

O programa Lean Seis Sigma não tem somente o foco de maximização de lucros, o programa em si propõe uma mudança na forma de traduzir a voz do cliente e suas especificações em resultados tangíveis para as empresas. De acordo com Deming (1990), a parte mais importante de um processo é o seu cliente e a forma da empresa se manter no mercado é satisfazendo e fidelizando o mesmo.

Neste contexto, este trabalho é a aplicação de um projeto Lean Seis Sigma, de reduzir o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem da expedição de farelo, que é o local onde há o carregamento do farelo via modal rodoviário e ferroviário em uma cooperativa agroindustrial. Com a finalidade de compreender a voz do cliente e garantir o planejamento estratégico da organização, esse estudo levará a identificação de possíveis gargalos do processo, visando a otimização de recursos, redução de custos e melhorias no setor.

## **1.1 Justificativa**

Devido à alta competitividade enfrentada pelas indústrias do setor de agronegócios, onde os preços de vendas dos produtos são muito similares entre as mesmas, o processo que envolve o commodities necessita-se de melhorias para que tenha maior rentabilidade. Logo o projeto Lean Seis Sigma, na expedição de farelo, se adequa a busca incessante de melhorias que tragam benefícios ao processo, como maior eficiência e agilidade para atender os clientes e menor custo de operação.

O setor de expedição de farelo de soja, produto muito importante para a cooperativa, parte do core business da organização, está passando por alguns problemas como o alto tempo do caminhão dentro do complexo, a ineficiência em algumas horas de embarque e a baixa capacidade estática. A redução do tempo dos caminhões na cooperativa aliado com o aumento da eficiência no processo de expedição do farelo, justifica-se o projeto pois está ligado ao planejamento estratégico da organização, no qual visa aumentar a eficiência das operações e a satisfação do cliente, entregando o produto com maior agilidade.

Por isso, o presente trabalho será realizado na área da logística de commodities da cooperativa, no setor da expedição do farelo, com a finalidade de reduzir o tempo de ciclo entre a balança 01 (um), pesagem inicial do caminhão, e balança 02 (dois), pesagem final do caminhão.

## **1.2 Definição e delimitação do problema**

O projeto será realizado em uma cooperativa agroindustrial do Paraná, onde há uma produção diversificada, como o café, farelo de soja, fios, sucos, molhos, óleo de soja, entre outros. O foco é no setor de expedição de farelo, que tem como principal problema a insatisfação do cliente devido à demora em carregar as cargas de farelo de soja a granel, causando consequentemente custos para a cooperativa relacionado a diária paga aos motoristas dos caminhões. Por se tratar

do modelo de transporte onde o cliente retira o produto na data que for viável, o desempenho do embarque de farelo não está sendo satisfatório.

### **1.3 Objetivos**

Os objetivos do presente trabalho estão divididos em geral e específicos, no qual o geral compreende a meta global do projeto Lean Seis Sigma e os específicos os demais propósitos da aplicação.

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral do trabalho é reduzir o tempo de ciclo entre a balança de pesagem inicial do caminhão e a balança de pesagem final da expedição de farelo em uma cooperativa com a aplicação da metodologia DMAIC.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos, tem-se:

- Mapear o processo através do software Bizagi;
- Identificar as oportunidades e os gargalos por meio de diagrama de Ishikawa e Matriz Causa-Efeito;
- Priorizar as principais falhas seguindo o gráfico de Pareto;
- Implementar planos de ações de melhorias;
- Eliminar a concorrência entre os modais;
- Reduzir os custos da operação;
- Reduzir o tempo de ciclo entre as balanças;

## **2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA**

A revisão de literatura a seguir, contextualiza o trabalho com os principais assuntos abordados no mesmo.

### **2.1 Logística**

Para Ballou (2006) a logística tem como objetivo agregar valor para os clientes, fornecedores da empresa e todos os envolvidos diretos. Esse valor é considerado através do tempo e do lugar, pois os produtos e serviços não tem valor algum sem estarem sob a posse do cliente, e os mesmos devem estar no lugar e tempo certo que os produtos serão consumidos.

De acordo com Bowersox e Closs (2010) a logística é utilizada dentro de uma organização com a finalidade de sempre agregar valor para o cliente com o menor custo possível.

Conforme Moura et al. (2003) a logística é um processo muito amplo, pois começa desde o planejamento do produto, passando pela busca de fornecedores, recebimento da matéria prima, armazenagem, produção, expedição e transporte, integrando todo o fluxo de materiais e informações, onde essas fases devem atender as necessidades dos clientes.

O transporte é o setor da logística que as empresas dão maior importância segundo Ballou (1993), pois é a atividade que absorve, em média, de um a dois terços dos custos logísticos. Essa atividade refere-se a várias formas de movimentação de produtos, no qual é a função do setor definir o tipo e método do transporte, os roteiros utilizados e a utilização da capacidade dos veículos.

### **2.2 Tempo de Ciclo**

Segundo Rother e Shook o tempo de ciclo é a frequência que uma peça, componente ou produto completa um processo, conforme cronometrado por observação. Este tempo inclui o tempo da operação mais o tempo requerido para preparar, carregar e descarregar materiais.

O alto tempo de ciclo é afetado por alguns fatores de acordo com Stock (1998), como: controles de entrada ineficiente, falta de infraestrutura dedicada ao fluxo reverso e falta de procedimento ou elevado valor agregado. Nota-se também, segundo Lacerda (2002) que se o tempo de ciclo for elevado, criam-se custos desnecessários para a empresa, porque atrasam o atendimento de pedidos e ocupam espaço de armazenamento.

### ***2.3 Lean Manufacturing***

A empresa japonesa Toyota Motor Company foi a primeira organização a desenvolver em seu processo produtivo, a metodologia Lean Manufacturing. Foi no período pós Segunda Guerra Mundial, onde o Japão não apresentava recursos para realizar altos investimentos, que surgiu essa metodologia, reconhecido como sistema Toyota de Produção. Segundo Lazarin e Oliveira (2012) este método contribui para as melhorias na produção de produtos, redução de custos, eliminação de diversos tipos de desperdícios, entre outros benefícios, trazendo assim para a empresa uma vantagem competitiva no mercado atuante.

O propósito da metodologia do Lean Manufacturing é a redução de sete tipos de desperdícios, que são os defeitos no produto, excesso de produção, processamento, movimento e transporte desnecessário, tempo de espera e estoque de mercadorias. Todos esses desperdícios foram estabelecidos por Ohno (2007). Esta metodologia conta com o auxílio de algumas ferramentas e métodos, como o mapeamento do fluxo de valor, Kaizen, 5S, Kanban e Padronização. (Lean Institute Brasil, 2009).

De acordo com Doychoum (2007) o Lean é uma metodologia de gerenciamento que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades dos clientes no menor tempo possível com qualidade e com o menor custo, aumentando a motivação dos colaboradores e integrando não só apenas a manufatura, e sim todas as partes da organização.

Segundo Werkema (2011) a filosofia do Lean Manufacturing tem como principal objetivo a eliminação dos desperdícios, focando no que produz mais valor ao cliente. É uma ferramenta que auxilia na identificação e especificação do valor ao cliente, conhece o fluxo de valor, cria fluxos contínuos, buscando ter uma produção puxada e a excelência operacional. Werkema ainda explica que o Lean é uma iniciativa que busca excluir o que não tem valor para o cliente e implantar velocidade à organização. Com esta definição, pode-se entender que o enfoque do Lean é a redução de custos e ênfase na qualidade do produto para o cliente. O que tornará a empresa mais competitiva no mercado, criando mais possibilidades de fidelizar os clientes e a conquista de novos.

Para George (2004) o conceito Lean é a maximização da velocidade e agilidade do processo, que utiliza ferramentas para análise do fluxo de processos, separando o trabalho em atividades que agregam valor, das que não tem função, quantificando e eliminando os custos.

## **2.4 Seis Sigma**

Segundo Werkema (2010) a metodologia Seis Sigma é definida por uma estratégia gerencial que tem como objetivo aumentar radicalmente os lucros das organizações, por meio da melhoria da qualidade de processos e produtos, com o aumento da satisfação do cliente.

O programa Seis Sigma é visto por Pande (2001) como um sistema robusto que visa maximizar os resultados da empresa, no qual é utilizado para medir a capacidade de um processo para funcionar sem falhas. Um serviço ou produto com 99,9997% sem falhas significa ser um processo Seis Sigma.

De acordo com Fundin e Cronemyr (2003) as empresas devem fazer o uso das informações originadas dos clientes, as suas necessidades e seus requisitos, para a definição dos principais fatores que direcionarão a seleção dos projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos com maior prioridade. Ainda ressaltam que, após a execução do projeto, os clientes necessariamente devem sentir os efeitos das melhorias obtidas no processo.

Este pensamento de seleção de projetos é reforçado por Antony e Banuelas (2002), que apontam a importância e a alta probabilidade de sucesso, quando há o envolvimento das necessidades dos clientes no processo de seleção de projetos Seis Sigma, diminuindo a possibilidade de obtenção de projetos frustrantes.

Segundo Santos (2008) a implementação de um programa Seis Sigma em uma empresa cria uma cultura interna de melhoria contínua onde os indivíduos, desde o chão de fábrica até a diretoria, buscam uma metodologia padronizada de caracterização, otimização e controle de processos. Se o processo tiver uma variabilidade alta, o resultado é um produto ou serviço de má qualidade, instável, com custos altos e entrega deficiente, que não satisfaz ao cliente, ameaçando a sobrevivência do negócio. Portanto, reduzir a variabilidade dos processos é considerado a essência da metodologia Seis Sigma atrelado a maximização do retorno financeiro.

## **2.5 Lean Seis Sigma**

De acordo com George (2004) a complementação das metodologias Lean Manufacturing e Seis Sigma formam uma filosofia de melhoria de negócios, onde maximiza o valor do acionista ao alcançar as taxas de melhorias mais rápida em satisfação do cliente, qualidade, custos, velocidade de processo e o capital investido.

Segundo Fernandes (2005) para que a filosofia Lean Seis Sigma seja um sucesso, é fundamental que o processo seja conduzido de forma eficiente e esteja ligado aos objetivos estratégicos da organização. Caso o contrário, qualquer esforço significará em resultados insatisfatórios e sem importância para a organização ao longo do tempo.

O funcionamento do programa Lean Seis Sigma é apresentado segundo Domenech (2016) na Figura 1, seguindo a metodologia DMAIC.



**Figura 1 - Funcionamento Lean Seis Sigma.**  
Fonte: Domenech (2016).

A estratégia do Lean Seis Sigma é muito poderosa segundo Werkema (2006), pois o Lean baseia-se na produção que elimina desperdícios visando o aumento da produtividade, alta velocidade no retorno de investimentos financeiros e não possui ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade. E o Seis Sigma utiliza-se das ferramentas estatísticas e baseia-se na otimização de produtos, serviços e processos, visando satisfazer os clientes. Destaca-se ainda que o Lean Seis Sigma é uma metodologia ideal para solução de todos os tipos de problemas que tem como foco à melhoria de processos.

A Figura 2 apresentam-se as principais características das abordagens Seis Sigma e Lean (ROTONDARO, 2002).

Seis Sigma	Sistema Lean
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perspectiva da satisfação do cliente</li> <li>• Alocação de especialistas para liderar, coordenar e apoiar projetos de melhoria</li> <li>• Combate às variações e perdas em geral</li> <li>• Atenção à avaliação financeira dos resultados</li> <li>• Alinhamento com a estratégia de negócios</li> <li>• Bem instrumentado para aprimorar projetos de produtos, serviços e processos transacionais</li> <li>• Valorização da coleta cuidadosa de dados</li> <li>• Ênfase na aplicação estruturada de métodos quantitativos na análise de problemas</li> <li>• Possibilidade de pesquisa de soluções otimizantes</li> <li>• Desenvolvimento de habilidades para gerenciamento de projetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perspectiva do uso racional dos recursos de produção</li> <li>• Participação do pessoal de produção na implementação de <i>best practices</i> do sistema <i>Lean</i></li> <li>• Combate aos desperdícios do sistema de produção</li> <li>• Atenção aos indicadores físicos de desempenho</li> <li>• Alinhamento com a estratégia de produção</li> <li>• Bem instrumentado para racionalizar processos de produção e movimentação de materiais</li> <li>• Valorização da observação prática dos problemas</li> <li>• Ênfase na resolução prática dos problemas</li> <li>• Aplicação de regras empíricas na busca de soluções</li> <li>• Implementação de melhorias por meio de projetos kaizen</li> </ul>

Figura 2 - Características das abordagens Seis Sigma e Lean.  
Fonte: Adaptado de Rotondaro (2002).

## 2.6 DMAIC

Segundo Stamatis (2004), existem diferentes metodologias utilizadas para o programa Seis Sigma. O método adotado pela empresa General Electric é conhecido como DMAIC, que compreende em cinco etapas, que são:

- Define (Definir): definir com precisão o escopo do projeto.
- Measure (Medir): determinar a localização ou foco do problema.
- Analyze (Analisar): determinar as causas de cada problema prioritário.
- Improve (Melhorar): propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário.
- Control (Controlar): garantir que o alcance da meta seja mantido em longo prazo.

As atribuições de cada etapa do DMAIC em um projeto, de acordo com Werkema (2006), mostra-se na Figura 3.

<b>Etapas</b>	<b>Atribuições</b>
Definição ( <i>Define</i> )	Identificar qual processo será estudado, quais são seus limites de abrangência, seu cliente e o que é defeito para o produto deste processo.
Medição ( <i>Measure</i> )	Elaboração do mapa de processo, identificando todos os sub-processos e etapas do processo-chave anteriormente definidas.
Análise ( <i>Analyse</i> )	Selecionar as etapas de desempenho inferior e cuja melhoria promoverá um maior retorno econômico.
Melhoria ( <i>Improve</i> )	Utilizando-se de ferramentas como o projeto de experimentos e técnicas de otimização, são estabelecidos limites ótimos de tolerância para as variáveis de entrada, minimizando a variabilidade das variáveis de saída a que se referem.
Controle ( <i>Control</i> )	Realiza-se uma forma de controle estatístico sobre as variáveis de entrada de forma que permaneçam dentro dos limites operacionais especificados na etapa anterior. Além disso, é efetuado um plano de controle estabelecendo as variáveis de entrada a serem controladas, forma de controle e medição, frequência de coleta de dados e os limites ótimos de trabalho.

**Figura 3 - Metodologia DMAIC.**  
**Fonte: Adaptado de Werkema (2006).**

## **2.7 Ferramentas do Lean Seis Sigma**

Existem diversas ferramentas utilizadas nos programas Lean Seis Sigma que contribuem para o desenvolvimento de cada etapa do projeto. Essas técnicas poderão auxiliar na resolução da maioria dos problemas existentes na empresa, entre elas, pode-se destacar a seguir.

### **2.7.1 Project Charter**

Segundo Werkema (2012) a ferramenta Project Charter tem o objetivo de registrar os primeiros passos do projeto, firmando o contrato entre a equipe responsável pela condução do projeto e os gestores da área. Neste documento apresenta-se descrição do problema, definição da meta, avaliação do histórico do problema, membros da equipe e responsabilidades, cronograma das etapas e possíveis restrições. A Figura 4 apresenta-se um exemplo de um Project Charter, o qual possui informações necessárias para o desenvolvimento do projeto.

Projeto Lean Seis Sigma			
Produto/ Serviço		Retorno projeto (US\$/ano)	
Belt líder		Departamento/Setor	
Patrocinador		Dono do processo	
Champion		Data inicial	
MBB		Data final	

Informação	Explicação	Descrição	
1. Caso de negócio	Ligação do projeto com a estratégia da empresa		
2. Oportunidades	Quais são as oportunidades do projeto?		
3. Meta	Qual é a meta do projeto?		
4. Escopo do projeto	Processos que serão afetados pelo projeto. Começo e fim do processo fundamental		
5.1 Membros da equipe	Nome, setor, função e dedicação dos participantes		
5.2 Especialistas			
6. Benefícios para clientes externos	Mencione os clientes finais e os indicadores chaves e benefícios que serão percebidos		
7. Agenda	<b>Etapas do DMAIC</b>	<b>Início planejado</b>	<b>Início real</b>
	Definir		
	Medir		
	Analisar		
	Melhorar		
	Controlar		
	Benefícios (rastrear por 12 meses)		
8. Recursos requeridos	Há alguma habilidade, equipamento, sistema, etc. que seja necessário?		
9. Assinatura dos responsáveis	Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?		

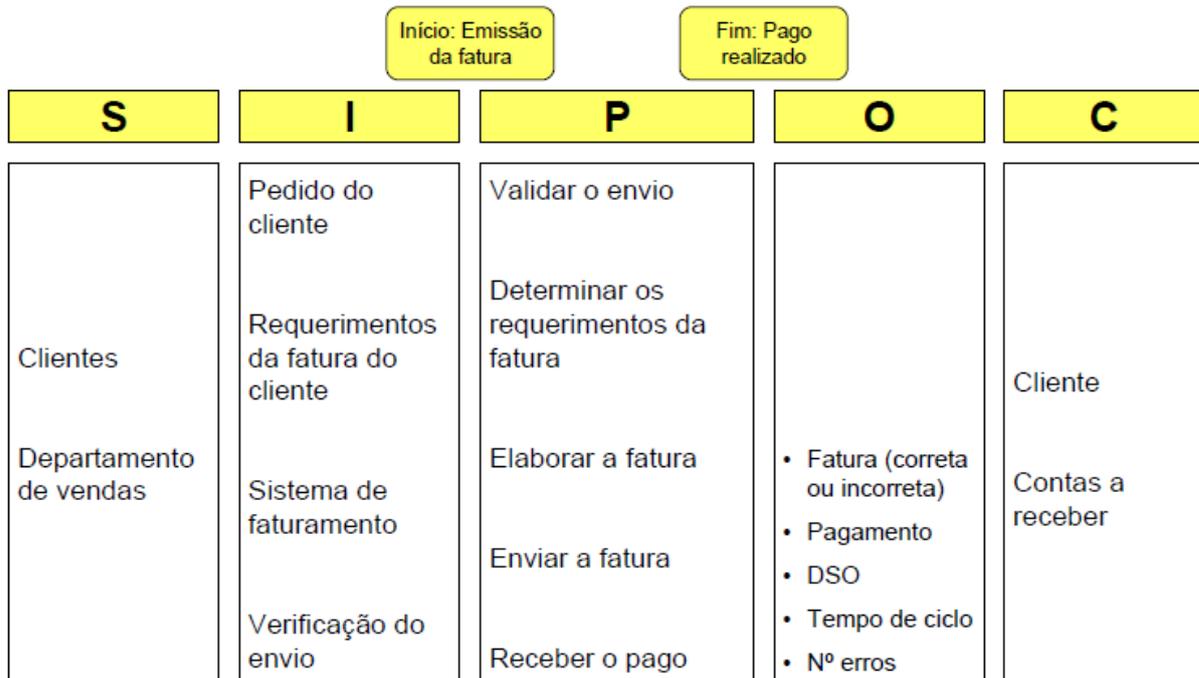
Figura 4 - Modelo Project Charter.  
Fonte: Domenech (2016).

### **2.7.2 Gráfico de Gantt**

O gráfico de Gantt é um diagrama no qual apresenta as etapas de um projeto e o período em que ocorrem por meio de barras horizontais, podendo se detalhar a sequência e a duração das atividades segundo Daychouw (2007). Assim este diagrama possibilita fazer um planejamento e monitoramento das atividades do projeto.

### **2.7.3 SIPOC**

Segundo Domenech (2016) o mapa SIPOC é a visão de alto nível do processo, no qual é formado pelas palavras Supplier (fornecedor), Input (entradas), Process (processo), Output (saídas) e Customer (cliente). É uma ferramenta que mostra a visão macro do processo que está sendo melhorado, permitindo que todas as pessoas envolvidas visualizem o processo da mesma forma. A Figura 5 ilustra um exemplo do SIPOC do processo do setor financeiro, no qual os fornecedores do processo são os clientes e o departamento de vendas; as entradas são o pedido do cliente, requerimentos da fatura do cliente, sistema de faturamento e verificação do envio; o processo começa na validação do envio, passando pela determinação dos requerimentos da fatura, elaboração e envio da fatura, finalizando com o recebimento do pago; as saídas deste processo são a fatura, pagamento, DSO, tempo de ciclo e número de erros; e os clientes são os clientes e as contas a receber.



**Figura 5 - Exemplo SIPOC.**  
Fonte: Domenech (2016).

#### 2.7.4 Requisitos do negócio e do cliente (VOC/VOB)

A tarefa da equipe do projeto é ouvir as diversas vozes que afetam o crescimento da empresa e traduzi-las em variáveis fáceis de medir de acordo com Domenech (2016). Estes requerimentos são o VOC/VOB, do cliente e do negócio respectivamente, que servem para melhorar o produto ou serviço em termos técnicos precisos. A Figura 6 apresenta-se um exemplo da árvore de requerimentos (VOC/VOB) de um projeto de diminuição da carga orgânica de uma empresa, onde a melhoria deve ser que a carga orgânica seja inferior a 7000 kgO<sub>2</sub>/dia, limitação da variação da carga orgânica de 24 horas e as paradas da fábrica devem ser informadas com uma semana de antecedência. A restrição desse exemplo é que as ações de melhorias não devem prejudicar a eficiência do tratamento de no mínimo 80% e deseja-se que tenha pequeno impacto no investimento.

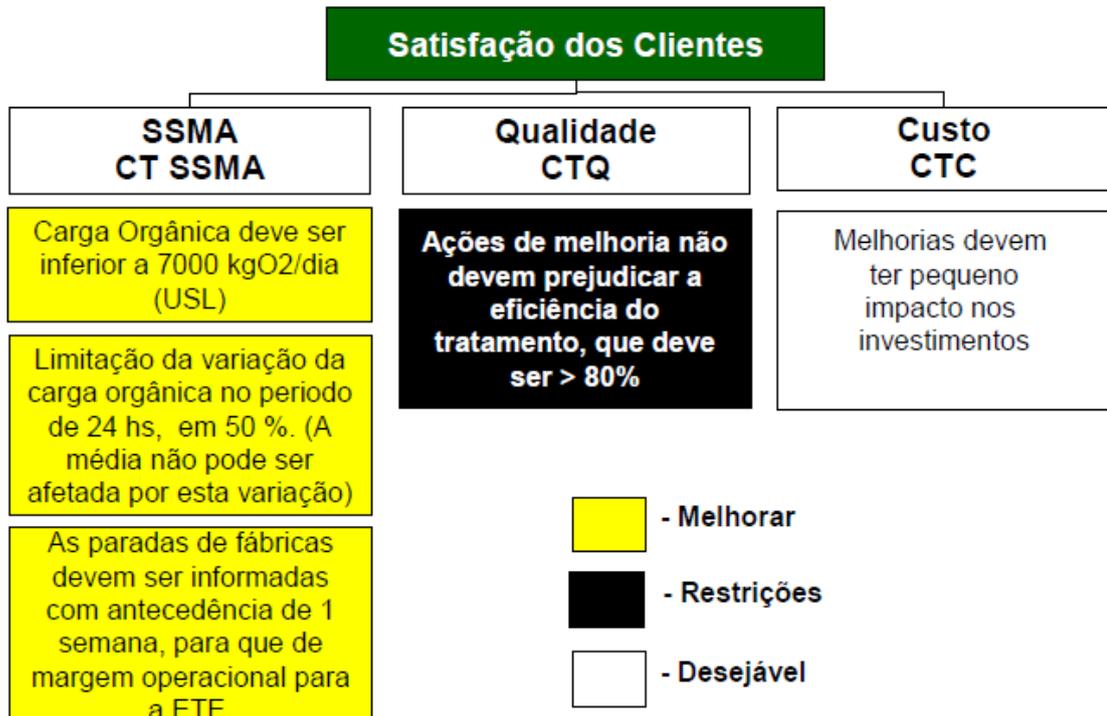


Figura 6 - Exemplo VOC/VOB.  
Fonte: Domenech (2016).

### 2.7.5 Mapeamento do Processo

De acordo com Pradella e Kipper (2012) a modelagem de processos é dividida em quatro fases: a identificação, o mapeamento, análise e a reestruturação do processo. O objetivo principal é facilitar o entendimento sobre o funcionamento da empresa, sugerir melhorias no processo e padronizar o mesmo para que os futuros colaboradores de continuidade.

### 2.7.6 Estratificação

A estratificação é uma técnica visto por Cesar (2011) como o agrupamento de informações, dados, do processo sob diversos pontos de vistas diferentes com o objetivo de focalizar as ações do projeto. Ou seja, dar enfoque ao que realmente impacta no processo e que as ações da equipe apresentem mais resultados.

### 2.7.7 Brainstorming

O brainstorming é uma técnica que auxilia na realização de outras ferramentas, como o diagrama de Ishikawa, com o papel de ser uma forma disciplinada de geração de novas ideias a partir de discussões em grupos de acordo com Godoy (2001).

Segundo Minicucci (2001) a palavra brainstorming, de origem da língua inglesa, significa o termo brain como cérebro enquanto que storming significa tempestade. A versão, na língua portuguesa, seria uma “explosão de ideias”.

### **2.7.8 Diagrama Causa e Efeito**

De acordo com Moura (2003) o diagrama de causa e efeito, conhecido como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe busca identificar quais as causas que impactam o processo a atingir determinado resultado, ou até mesmo em atingir o efeito. Campos (1999) acrescenta que o número de causas encontradas pode ser elevado, que são divididas em famílias de causas: máquinas, meio-ambiente, medidas, materiais, métodos e mão-de-obra.

Segundo Rotondaro (2002) o diagrama representa um instrumento para ampliar a variedade de informações sobre o problema e para aumentar as chances de identificar assertivamente suas principais causas. Para o desenvolvimento dessa técnica, deve-se ter a participação de um grupo de colaboradores que possuem conhecimento sobre o processo e o problema estudado.

### **2.7.9 Matriz Causa-Efeito**

A matriz causa-efeito, de acordo com Domenech (2016), é uma ferramenta que relaciona as entradas chaves (xs) às saídas chaves (ys), utilizando o diagrama de Ishikawa como fonte das informações. Nessa matriz, são designados notas às saídas (ys) de acordo com a importância para o cliente e o processo, e as entradas são correlacionadas com essas saídas. Com uma soma ponderada das notas, priorizam-se os principais “xs” utilizando o gráfico de Pareto para identificar as entradas com maiores notas para estudos e gerações de planos de ações.

### **2.7.10 Gráfico de Pareto**

O diagrama de Pareto é um gráfico de barras verticais que é possível visualizarem as causas de maior importância/frequência que afetam o problema estudado. Seu uso é importante para que o grupo possa priorizar as causas vitais do problema (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2006).

Segundo Rotondaro (2002) acrescenta que o gráfico de Pareto apresenta as informações por meio do gráfico que são os pontos que necessitam de maiores esforços de melhorias para obter maiores resultados.

### **2.7.11 Capacidade**

A capacidade do processo pode ser medida pelo índice 6 sigma, onde consegue-se analisar se o processo está atendendo as especificações do projeto. Segundo Harry e Schroeder (2000) o índice sigma foi desenvolvido para ser uma métrica universal que avalia o desempenho dos processos, independente da complexidade.

De acordo com Domenech (2016) a medição da capacidade tem como objetivo avaliar se o processo está atingindo as especificações dos clientes e produzindo serviços ou bens com qualidade. Acrescenta ainda que é possível determinar o nível sigma pelo cálculo do valor Zbench, através do software Minitab, o qual corresponde à probabilidade total de cometer uma falha.

### **2.7.12 FMEA – Failure Mode and Effect Analysis**

De acordo com Werkema (2012) os riscos do projeto devem ser avaliados e minimizados por meio da ferramenta Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), que tem como finalidade detectar, classificar e gerar planos de ações para prevenir as possíveis falhas do produto ou processo estudado.

Para George (2004) o método de Modos de Falha e Análise de Efeitos é importante para que a equipe possa antecipar e prevenir os problemas. Pois a cada etapa do processo, a equipe verifica o que pode dar errado, podendo decidir o que fazer para minimizar os erros.

### **2.7.13 Método dos 5 “Porquês”**

O método dos 5 Porquês é considerado uma técnica simples por Slack et. al. (2002) porém muito eficiente, pois estabelece a existência de um determinado problema e a pergunta do por que aconteceu tal falha, podendo compreender de forma clara as razões da ocorrência do problema. A partir do momento que algumas causas vão surgindo, novamente é feita a pergunta por que e assim por diante. Esta ferramenta continua até que a real causa pareça ser assertiva ou então não consiga mais explicações para o determinado problema, chegando assim a causa raiz do problema podendo gerar diversas soluções.

#### **2.7.14 DOE – Design of Experiments**

Segundo Domenech (2016) a ferramenta DOE (Design of Experiments) é uma metodologia para adquirir conhecimentos sobre o processo, de forma eficiente, rápida e econômica, no qual tem como objetivo definir o cenário ideal para o processo. Para o sucesso dessa atividade, levam-se em conta os cuidados com o planejamento, a estabilidade do processo, o sistema de medição e a escolha das variáveis que serão incluídas nos testes.

#### **2.7.15 Gráfico de Controle**

Conforme Rotondaro (2002) o gráfico de controle é uma ferramenta que tem o propósito de verificar se o processo em estudo continua com o desempenho esperado, dentro dos limites de controle e especificação, ou se serão necessárias ações sobre o mesmo. A utilização desse gráfico permite manter as variáveis dentro dos limites desejados pelo cliente, mas para isso deve-se manter sob controle o processo.

Segundo Domenech (2016) o gráfico de controle de variáveis ajuda a identificar as causas de variações do processo, que posteriormente devem ser investigadas para a realização de ajustes no processo.

#### **2.7.16 Gestão à vista**

A gestão à vista são quadros que fornecem o desempenho do processo em tempo real segundo Domenech (2016), no qual a construção dos mesmos necessita de tempo das pessoas, sistemas de informação e conhecimentos do processo. Estes quadros podem ser:

- Processo: apresenta-se a performance do processo (gráfico de controle);
- Clientes: acompanha-se a satisfação do cliente;
- Temporários: acompanha-se o desempenho do processo após alguma mudança;

### 3 METODOLOGIA

Uma pesquisa aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos para uma aplicação prática, focalizando soluções para problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Logo, o presente trabalho se caracteriza por uma pesquisa aplicada.

A pesquisa aplicada, o projeto de Lean Seis Sigma, foi desenvolvida seguindo a metodologia DMAIC, que compreende em cinco etapas: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Essas etapas tem como finalidade entender a operação, identificar e mapear o processo, priorizar as falhas cuja melhoria dará maior retorno, implementar os planos de ações e controlar estatisticamente, por meio de gráficos, as variáveis de entrada para que o processo fique dentro dos seus limites permitidos. As expectativas e ferramentas utilizadas em cada etapa demonstram-se abaixo.

Na primeira etapa, a Definir, o Project Charter foi elaborado pela equipe, no qual se apresenta as informações do projeto Lean Seis Sigma como o título de Reduzir o tempo de ciclo entre as balanças da expedição de farelo, as oportunidades, a meta, o escopo, os membros da equipe, os benefícios e a agenda das etapas. Definiu-se também, os requerimentos do cliente e do negócio, assim como o SIPOC da expedição de farelo. Em suma, essa primeira fase foi para levantamento de dados históricos do processo para analisar as oportunidades, definir objetivos e início de integração da equipe.

Após o levantamento de dados e o direcionamento estabelecido, iniciou-se a etapa Medir. No começo dessa fase, foi realizado o mapeamento do processo, no qual a equipe identificou as atividades que não agregam valor e as que agregam. Em seguida dessa análise, a equipe começou a planejar os planos de ações para mitigar as atividades que não agregam valor e se possível, eliminá-las. Nessa fase, realizou-se em grupo também, o diagrama de Ishikawa, onde foi levantado diversas variáveis que afetam o objetivo ou o problema do projeto, que é o baixo desempenho do embarque de farelo. Posteriormente, utilizando a matriz causa-efeito, priorizaram-se as causas vitais levantadas, gerando mais planos de ações.

Com base nas ferramentas utilizadas na etapa Medir, foi levantado variáveis e informações necessárias para começar a etapa Analisar, com o objetivo de avaliar esses dados e fatos. Para esta análise utilizou-se duas ferramentas de análises, o FMEA e os 5 Porquês. Sendo assim, a equipe conseguiu com o auxílio dessas ferramentas, gerar mais ideias de melhorias, redesenho do processo e ações para prevenir as potenciais falhas.

A etapa Melhorar é outra fase que pode gerar ainda mais soluções, sendo necessário a equipe fazer a seleção das principais, para que implantem as escolhidas. Com a priorização das

soluções viáveis, esta etapa foi dedicada a implantação das mesmas. Assim como definiu-se que algumas soluções levantadas em etapas anteriores não seriam realizadas.

Posteriormente na etapa Controlar, com as soluções implementadas, criou-se dois indicadores de controle estatístico do processo (tempo de ciclo; eficiência) para avaliar se tais mudanças da etapa Melhorar foram efetivas e se o projeto teve resultados positivos, analisando se o mesmo está dentro dos limites de controle (120 minutos) do Tempo de Ciclo entre as balanças. Foi utilizado também o gerenciamento visual, quadros de gestão à vista, para que toda a área fique ciente de qual é o andamento do processo (indicadores), assim como, disseminar ainda mais a cultura da melhoria contínua para todos os colaboradores. O objetivo desta fase é assegurar que os ganhos obtidos durante o projeto Lean Seis Sigma sejam mantidos até que novas mudanças sejam feitas novamente que exija um novo controle.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

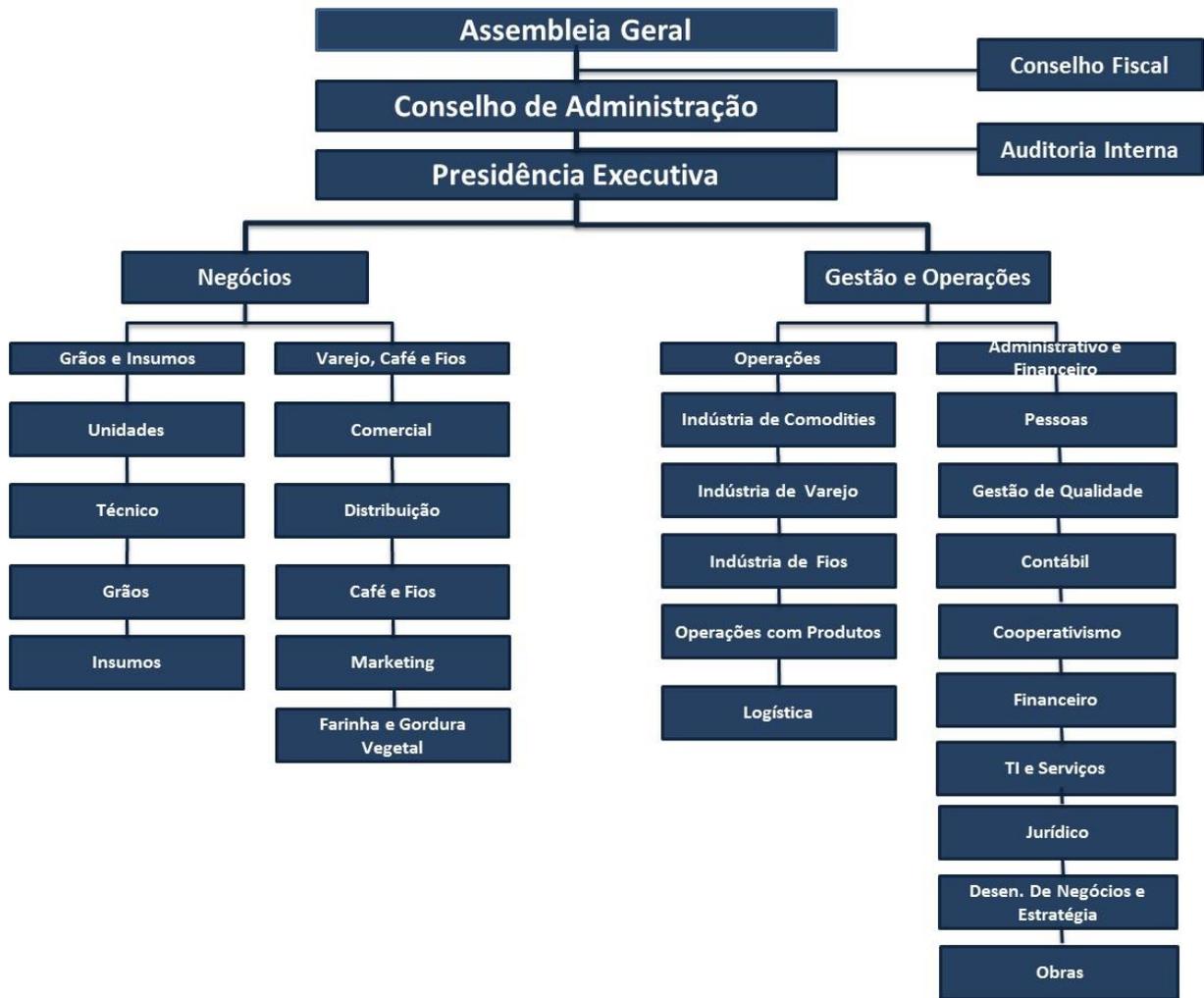
Este tópico aborda as características da empresa que foi desenvolvido o presente trabalho, onde no caso trata-se de uma cooperativa agroindustrial localizada na cidade de Maringá, assim como se apresenta este estudo de caso da aplicação de um projeto Lean Seis Sigma na expedição de farelo, do setor da Logística Integrada.

### **4.1 Caracterização da empresa**

A empresa no qual foi desenvolvido este trabalho está situada na cidade de Maringá, Paraná, de grande porte, sendo uma cooperativa agroindustrial que foi fundada no dia 27 de março de 1963 por um grupo de 46 cafeicultores. Inicialmente o principal objetivo da cooperativa era organizar a produção regional e beneficiar produtos, porém com o passar dos anos a cooperativa diversificou o mercado e seus negócios. Atualmente a empresa possui 60 unidades operacionais espalhadas por diversas regiões do Brasil, como o norte do Paraná, oeste do estado de São Paulo e sudoeste do estado do Mato Grosso do Sul e conta com cerca de 3 mil funcionários e 13 mil cooperados que atuam no segmento de soja, milho, trigo, café e laranja.

Para seguir evoluindo no mercado, a cooperativa tem como missão atender o cooperado, assegurado a perpetuação da cooperativa com sustentabilidade e como visão de crescer com rentabilidade, no qual seus valores são: rentabilidade, qualidade, confiabilidade, ética, transparência, equidade, responsabilidade.

A estrutura organizacional da empresa é apresentada na Figura 7.



**Figura 7 - Organograma da empresa.**  
**Fonte: Adaptado da Empresa concedente.**

## 4.2 Caracterização do setor

Como se pode observar na Figura 7 o setor da Logística está dentro da área de Gestão e Operações, tendo papel fundamental para o andamento da empresa, pois é o responsável pela movimentação de todos os negócios da cooperativa, desde a movimentação de chegada de grãos das unidades operacionais até a expedição dos diversos produtos para os clientes e cooperados. Para melhor entendimento do setor, elaborou-se um organograma, que mostra-se na Figura 8.



**Figura 8 - Organograma do setor de Logística e Suprimentos.**  
 Fonte: Adaptado da Empresa concedente.

A Logística Integrada conta com aproximadamente 160 colaboradores e é dividida em quatro setores, sendo eles a distribuição de insumos agrícolas, suprimentos, logística varejo e logística commodities. O presente trabalho é desenvolvido no setor da logística de commodities que tem como função fazer o transporte dos grãos, farelo de soja e biomassa, além de realizar a expedição de vagões para os portos e cuidar do pátio de triagem dos caminhões.

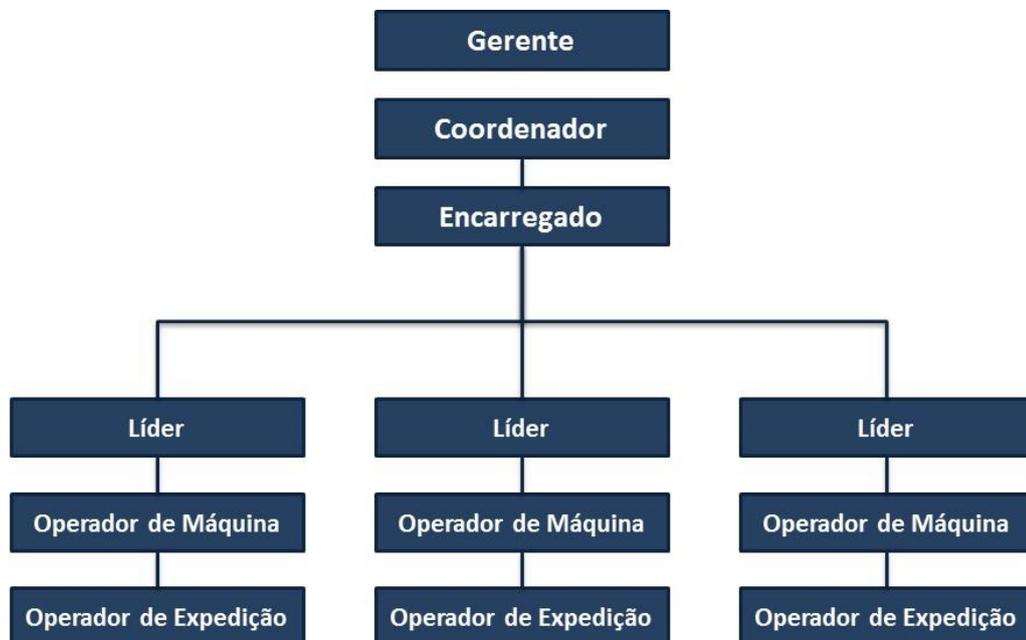
#### 4.2.1 Expedição de Farelo

O estudo de caso foi desenvolvido na expedição de farelo, como citado anteriormente, que é uma das áreas da Logística Integrada, no qual é responsável por receber o farelo de soja das fábricas 1 e 2 da cooperativa, armazenar o produto nos armazéns, carregar o caminhão e expedir para os clientes.

Atualmente a área possui três armazéns (AL1, AL2 e AL3) para estocar o farelo, dezesseis fitas transportadoras que levam o farelo dos armazéns ou direto da produção para as docas de carregamento, quatro elevadores de carga e duas docas de carregamento, sendo que uma é utilizada para carregar óleo de soja e a outra para o farelo de soja. Este cenário atual faz com que aconteça a concorrência entre os tipos de transporte rodoviário e ferroviário, pois quando se carrega vagões é necessário parar o carregamento de caminhões e vice-versa.

O quadro de colaboradores é composto por um encarregado que é quem direciona o líder de cada turno, três líderes responsáveis por comandar a operação, tomar as decisões cabíveis em

relação a como a operação deverá ser executada e direcionar os colaboradores para execução das atividades do setor, doze operadores de máquinas que são responsáveis por manusear os equipamentos de manutenção de farelo e alimentar a fitas de carregamento e dezoito operadores de expedição que são responsáveis pela organização do setor e principalmente pelo carregamento propriamente dito, no qual controla o painel de comandos das fitas/elevadores, manuseiam a bica para distribuir o farelo por toda a caçamba do caminhão, enlonam o caminhão e realizam os registros de informações desse posto de trabalho. Os colaboradores são separados em 3 equipes, cada uma com um líder e trabalham no regime 12 horas por 36 horas, ou seja, a equipe trabalha um dia sim e outro não. O organograma da expedição de farelo é apresentado na Figura 9.



**Figura 9 - Organograma da Expedição de Farelo.**  
Fonte: O autor.

O processo produtivo do setor pode ser analisado da seguinte forma:

- Acionamento das fitas transportadoras dando o início no processo;
- Os operadores das pás carregadeiras operam as pás alimentando as bicas dos armazéns com o farelo armazenado;
- O farelo é transportado através dos elevadores e das fitas até chegar a caixa de embarque;
- O expedidor deve esperar a caixa de embarque encher para iniciar o carregamento do caminhão/vagão.

Na Figura 10 apresenta-se o carregamento do farelo realizado na doca de carregamento, onde as bicas estão distribuindo o farelo de soja no caminhão.



**Figura 10 - Carregamento de farelo de soja.  
Fonte: O autor.**

O layout do setor pode ser observado na Figura 11, bem como os armazéns utilizados, as fitas transportadoras e a localização de cada posto de trabalho. O armazém logístico 2 não está presente nesta figura pois fica localizado distante da expedição.



## **5 APLICAÇÃO DO DMAIC**

O estudo de caso deste trabalho teve como metodologia proposta o DMAIC, que compreende em cinco etapas (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar). Para a realização do projeto, a equipe então seguiu corretamente a metodologia, desenvolvendo cada uma das fases que serão descritas a seguir.

### **5.1 Etapa Definir**

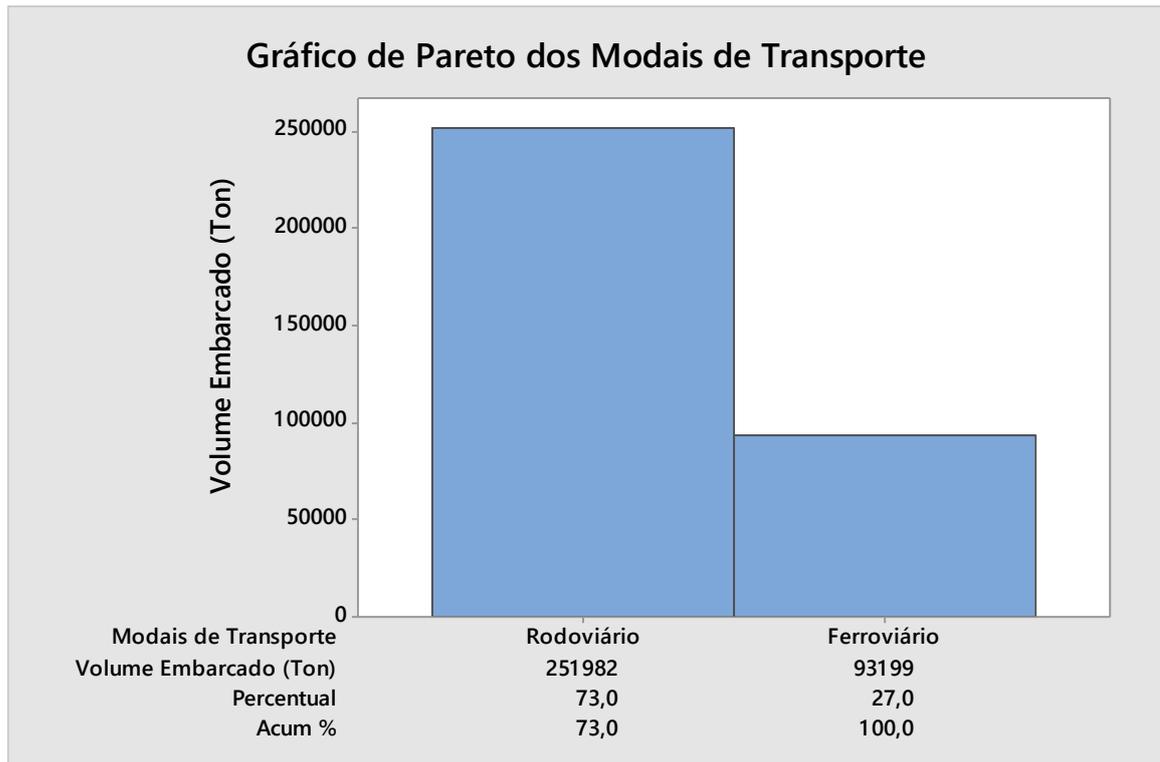
Nesta etapa foi definida a estrutura do projeto que contém os dados do processo estudado, assim como, planejamento das etapas, membros da equipe, análise de possíveis ganhos e a meta do projeto. Esta é uma etapa fundamental para o projeto, pois é a partir desse levantamento que o mesmo obtém um direcionamento em busca do objetivo traçado. Logo os resultados dessa fase, são:

- Levantamento dos dados do processo;
- Project Charter;
- SIPOC;
- Cronograma do projeto;
- Estratificação dos Ys;
- Árvore de requerimentos (VOC/VOB).

#### **5.1.1 Levantamento dos dados do processo**

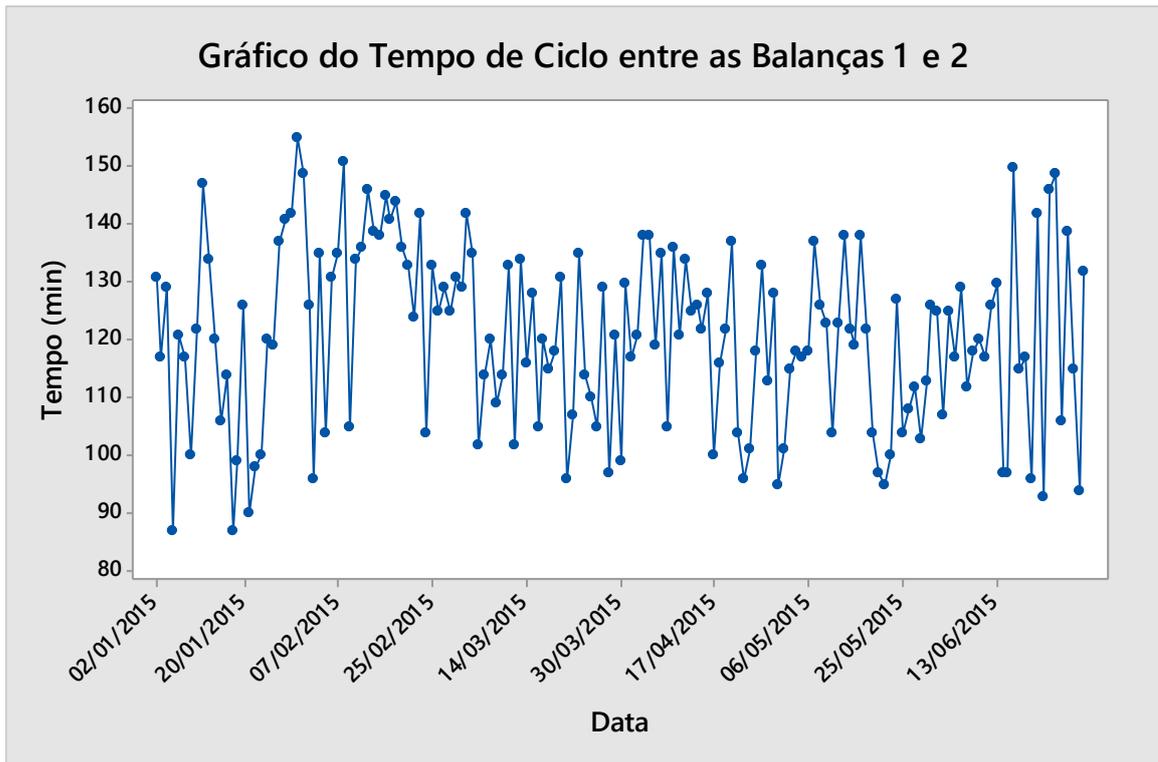
A expedição de farelo é o setor responsável pela destinação do farelo de soja para os clientes da cooperativa, no qual tem o horário de funcionamento de 24 horas por dia nos sete dias da semana com duas linhas de carregamento, sendo uma utilizada para carregamento de óleo de soja.

O primeiro dado levantado foi a relação de quantidade de carregamento do modal rodoviário e ferroviário no período de seis meses, que se demonstra no Gráfico 1, no qual fica evidente que a maior parte do carregamento é realizado para caminhões.



**Gráfico 1 - Diferenças entre os modais.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Como se pode perceber no Gráfico 1, o carregamento de farelo é 73% para o modal rodoviário e 27% para o ferroviário, sendo assim buscou-se qual era o tempo de ciclo do caminhão dentro da cooperativa, pois havia reclamações de clientes sobre o tempo de espera dentro da empresa. No Gráfico 2, pode-se observar, no período de janeiro a junho de 2015, o tempo após a passagem do caminhão na balança 01 até a volta para a balança 02 é elevado, com uma média de 120 minutos, devido à baixa eficiência da expedição e outros fatores que serão avaliados em outras etapas do projeto.



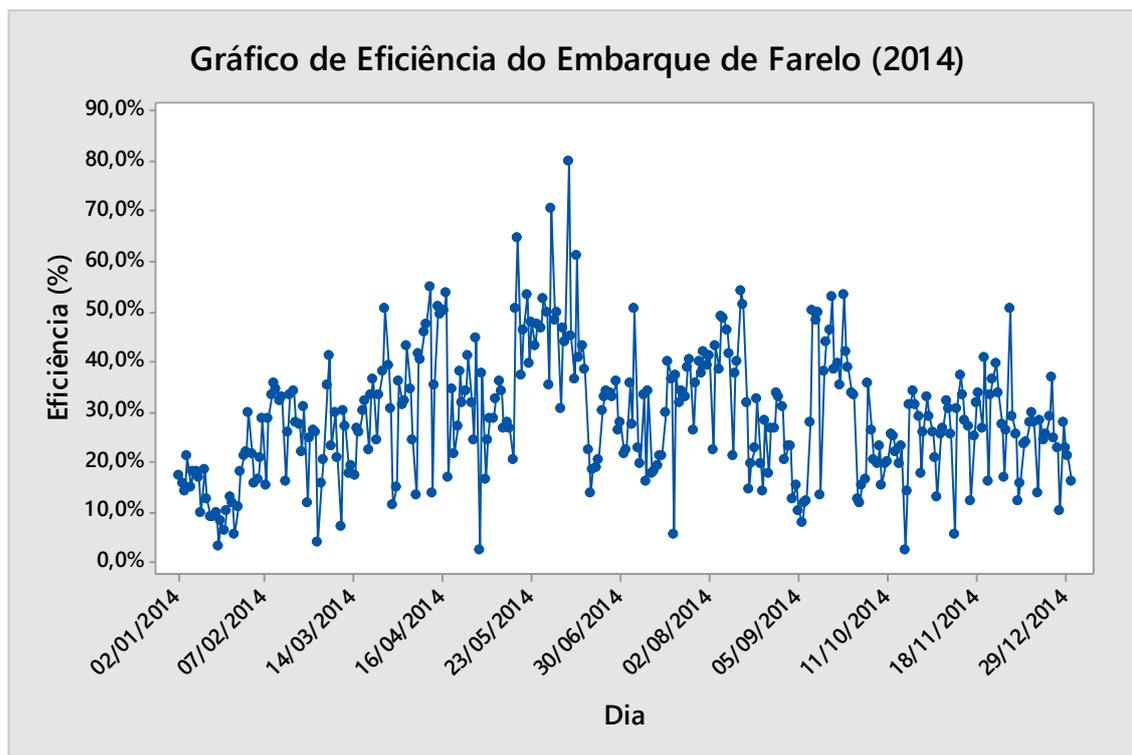
**Gráfico 2 - Tempo de ciclo entre as balanças 1 e 2.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

O Gráfico 2, referente sobre o tempo de ciclo, é iniciado a contagem do tempo quando o caminhão vai até a balança 1 para realizar a pesagem do caminhão vazio e o mesmo é finalizado quando o caminhão passa pela balança 2 para pesagem final.

A média do período analisado é de 120 minutos, considerado pela equipe e gestores da área um valor muito elevado, mas conta-se também o trecho entre as balanças e a expedição de farelo que é de aproximadamente 8 minutos e o carregamento nas docas de em média 12 minutos. Portanto, o caminhão aguarda na fila por 100 minutos.

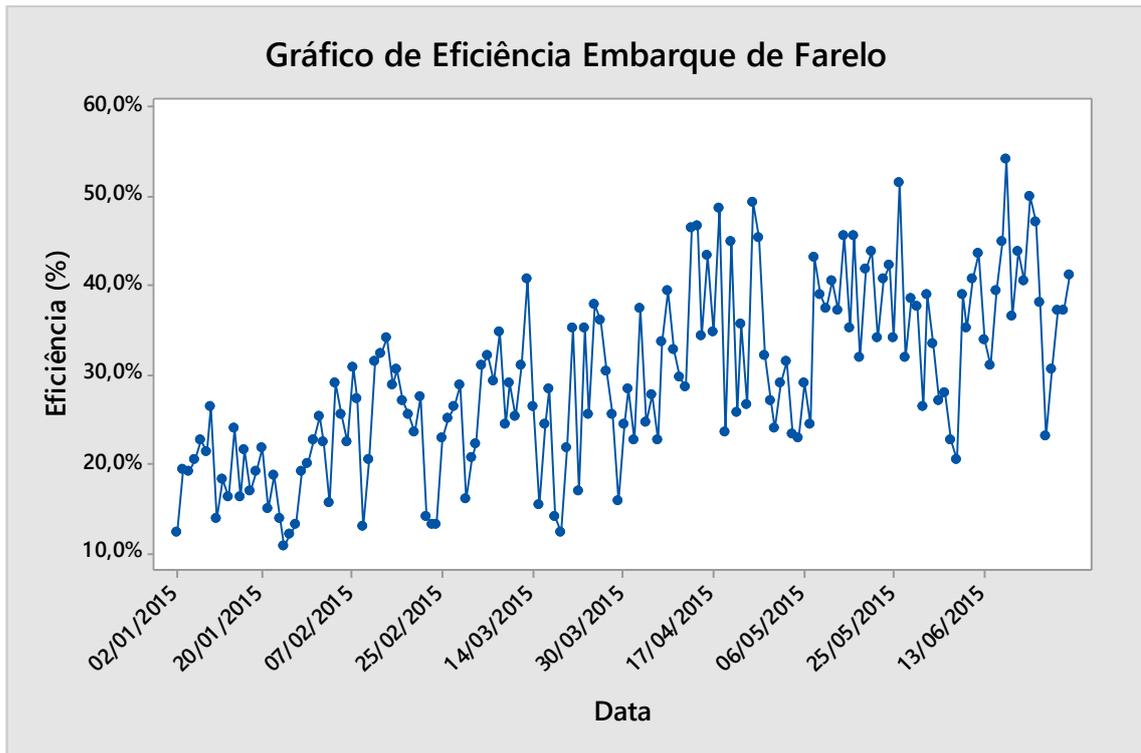
Como o tempo de ciclo está relacionado com a eficiência do processo, elaborou-se também um gráfico para a eficiência do processo de 2014 e outro gráfico para os seis primeiros meses do ano de 2015, possibilitando a análise de como é a performance do embarque de farelo. Além desses dois gráficos, foi feito um gráfico para análise de quais são os principais horários que apresentam baixa eficiência.

O Gráfico 3 mostra-se a eficiência do embarque de farelo no ano inteiro de 2014, onde fica evidente a maior eficiência da expedição no período de maior demanda.



O Gráfico 3 mostra-se que a eficiência da expedição de farelo é totalmente dependente da demanda de caminhões, pois no início e fim do ano há uma queda nas vendas e consequentemente no carregamento, o que acarreta em uma baixa eficiência do embarque. Porém quando há uma maior demanda de caminhões/vagões, no meio do ano, ainda verifica-se um baixo desempenho da expedição.

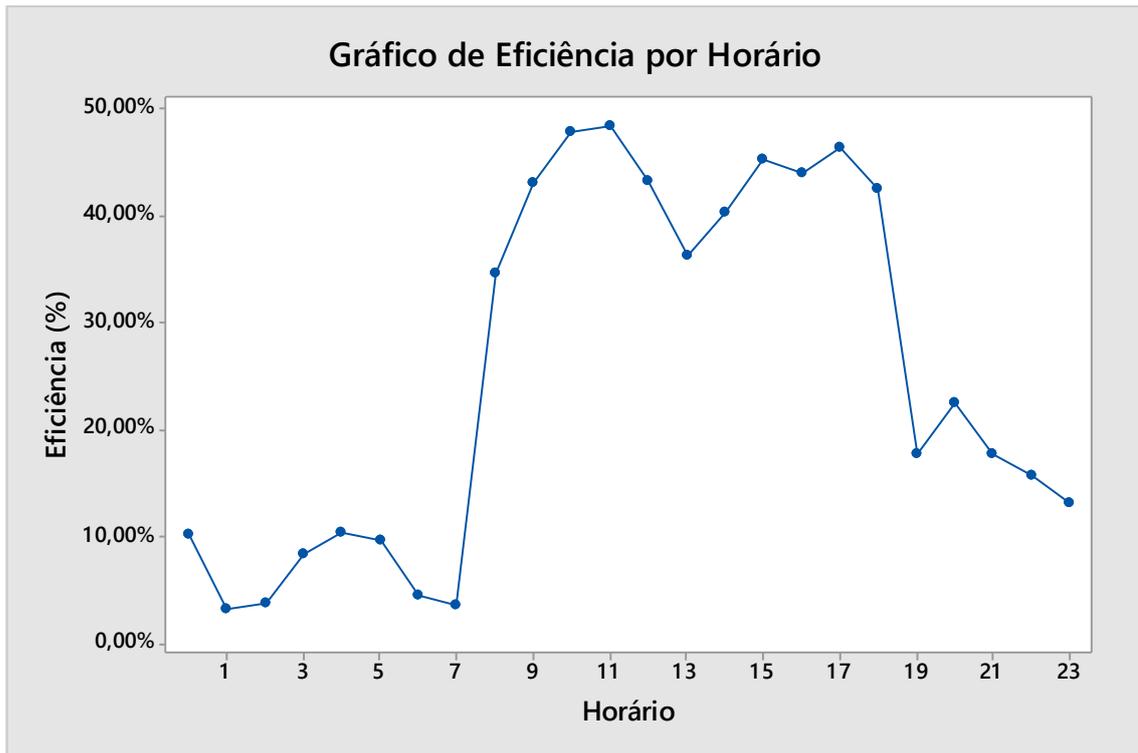
No Gráfico 4 apresenta-se a eficiência desde janeiro até junho de 2015, no qual há um crescimento no decorrer dos meses. Essa evolução acontece devido ao aumento da demanda por farelo de soja no meio do ano.



**Gráfico 4 - Eficiência do Embarque de Farelo.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Logo no Gráfico 4 fica evidente a evolução da eficiência da expedição de farelo de acordo com que as vendas e a demanda de caminhões e vagões aumentam. Porém apresenta-se uma alta variabilidade no desempenho do embarque.

Para realizar uma análise mais aprofundada do comportamento do embarque de farelo, elaborou-se o Gráfico 5, onde indica a eficiência do embarque de farelo em cada horário do dia, no período de seis meses, no qual fica evidente os principais horários de carregamento e também os horários de baixa demanda, onde a eficiência é baixa.



**Gráfico 5 - Eficiência por horário.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

A eficiência começa a melhorar a partir das oito horas da manhã, quando há uma maior disponibilidade de caminhões, e há uma piora no final do 2º turno, a partir das dez horas da noite, no qual começa a ter menor demanda de caminhões. Pode-se observar também uma queda no desempenho às 13 horas, devido à quebra seca dos turnos, onde o primeiro turno finaliza o expediente e logo em seguida já começa o segundo turno.

### 5.1.2 Project Charter

Após o levantamento dos dados do processo, a equipe conseguiu elaborar o termo de abertura do projeto, a equipe juntamente com o coordenador dos projetos da empresa elaborou o Project Charter do projeto (Figura 12), onde definiu-se o escopo e o planejamento do projeto, no qual foi feita a delimitação da data inicial e final, quem será o Green Belt líder, Patrocinador, Champion e o Master Black Belt.

## Projeto Lean Seis Sigma: Reduzir o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem da Expedição de Farelo

<b>Produto/ Serviço</b>	Expedição de Farelo de Soja	<b>Retorno projeto (US\$/ano)</b>	100.000
<b>Belt líder</b>	Antonio	<b>Departamento/Setor</b>	Logística Integrada
<b>Patrocinador</b>	Osmar	<b>Dono do processo</b>	Antonio
<b>Champion</b>	Lázaro	<b>Data inicial</b>	01/07/2015
<b>MBB</b>	Consultor externo	<b>Data final</b>	01/03/2016

Informação	Explicação	Descrição	
<b>1. Caso de negócio</b>	Ligação do projeto com a estratégia da empresa	O projeto tem como foco, apoiar o planejamento estratégico, através da melhoria na eficiência do embarque, garantindo um melhor nível de serviço bem como otimizar os recursos disponíveis e diminuir os custos que envolvem a operação.	
<b>2. Oportunidades</b>	Quais são as oportunidades do projeto?	Nos últimos anos tivemos um aumento significativo na exportação de farelo, via modal ferroviário e reclamações dos clientes em relação ao tempo de entrega do produto. Em alguns momentos, notamos gargalos durante o embarque, devido a concorrência entre os modais ferroviário (ME) e rodoviário (MI). Melhorando a performance da operação e reduzindo o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem, poderemos reconfigurar a disposição da equipe, para melhor atender a demanda dos clientes. O histórico de embarque levantado aponta um tempo de ciclo entre as balanças de 120 minutos e uma baixa eficiência de 29% considerando a capacidade nominal de 300 ton/h com disponibilidade de 24 horas.	
<b>3. Meta</b>	Qual é a meta do projeto?	A meta é reduzir o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem da Expedição de Farelo de 120 minutos para 90 minutos.	
<b>4. Escopo do projeto</b>	Processos que serão afetados pelo projeto. Começo e fim do processo fundamental	Escopo: farelo de soja granel. O escopo abrange o processo de embarque dos modais rodoviário e ferroviário, partindo da programação de carregamento, recepção dos veículos no patio de triagem, passando pelo processo de troca de ordens e pesagem pelo departamento de faturamento. O processo de embarque de farelo, terá um foco maior onde serão avaliadas as atividades, as estruturas e equipamentos que envolvem a operação.	
<b>5.1 Membros da equipe</b>	Nome, setor, função e dedicação dos participantes	Antonio (enc. Movimentação e armazenagem) GB (40%) Ana Paula (estagiária) GB (100%) Diego (Operador de Expedição III) YB (30%) Luiz Felipe (estagiário) YB (30%) Harrison (Enc. De Faturamento) YB (20%) Jean (analista) YB (20%) Bruno (analista de transporte) YB (10%)	
<b>5.2 Especialistas</b>		Ezequiel (Coordenador de Logística) Anderson (Coordenador Cml) Luiz (Operador de Expedição III)	
<b>6. Benefícios para clientes externos</b>	Mencione os clientes finais e os indicadores chaves e benefícios que serão percebidos	Serão beneficiados com o projeto, os clientes que adquirem farelo de soja e o departamento Comercial Grãos. Com a implementação das melhorias, iremos notar um aumento no volume de ton/h embarcado, diminuindo drasticamente o tempo de espera do cliente na fila de embarque. Esperamos também, minimizar a concorrência de embarque entre o modal ferroviário e rodoviário, melhorando o tempo de entrega de vagões para a ALL.	
<b>7. Agenda</b>	<b>Etapas do DMAIC</b>	<b>Início planejado</b>	<b>Início real</b>
	Definir	20/06/2015	01/07/2015
	Medir	01/08/2015	01/08/2015
	Analisar	01/10/2015	08/10/2015
	Melhorar	01/12/2015	10/12/2015
	Controlar	01/02/2016	01/02/2016
	Benefícios (rastrear por 12 meses)	01/03/2017	
<b>8. Recursos requeridos</b>	Há alguma habilidade, equipamento, sistema, etc. que seja necessário?	Poderá ser necessário apoio da área de TI para implementar mudanças no sistema que visam a eliminação de NVA das atividades que envolvem a operação de embarque.	
<b>9. Assinatura dos responsáveis</b>	Quem são as pessoas chaves que devem validar o projeto?	<b>Black Belt:</b> Antonio <b>Champion:</b> Lázaro <b>Finanças:</b> Clelia	

**Figura 12 - Project Charter**  
Fonte: Adaptado da Empresa concedente.

Algumas informações que estão contidas no Project Charter são:

1. **Caso de Negócio:** É a ligação do projeto com a estratégia da empresa, no qual o presente projeto apoia o planejamento estratégico através da melhoria na eficiência das operações, garantindo um melhor nível de serviço e diminuir os custos que envolvem a operação.
2. **Oportunidades:** Nos últimos anos tivemos um aumento significativo na exportação de farelo, via modal ferroviário e reclamações dos clientes em relação ao tempo de entrega do produto. Em alguns momentos, notamos gargalos durante o embarque, devido à concorrência entre os modais ferroviário e rodoviário. Melhorando a performance da operação e reduzindo o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem, poderemos reconfigurar a disposição da equipe, para melhor atender a demanda dos clientes. O histórico de embarque levantado aponta um tempo de ciclo entre as balanças de 120 minutos e uma baixa eficiência de aproximadamente 30% considerando a capacidade nominal de 300 ton/h com disponibilidade de 24 horas.
3. **Meta:** Reduzir o tempo de ciclo entre as balanças de pesagem da Expedição de Farelo de 120 minutos para 90 minutos.
4. **Escopo do projeto:** Farelo de soja granel. O escopo abrange o processo de embarque dos modais rodoviário e ferroviário, partindo da programação de carregamento, recepção dos veículos no pátio de triagem, passando pelo processo de troca de ordens e pesagem pelo departamento de faturamento. O processo de embarque de farelo, terá um foco maior onde serão avaliadas as atividades, as estruturas e equipamentos que envolvem a operação.
5. **Membros da equipe:**
  - Antonio: Encarregado da Expedição de Farelo;
  - Diego: Líder da Expedição de Farelo;
  - Luiz Felipe: Estagiário da Expedição de Farelo;
  - Ana Paula: Estagiária da Expedição de Farelo;
  - Harisson: Encarregado do Faturamento;
  - Jean: Analista de Transporte;
  - Bruno: Analista de Transporte;
6. **Benefícios para clientes externos:** Serão beneficiados com o projeto, os clientes que adquirem farelo de soja e o departamento Comercial Grãos. Com a implementação das

melhorias, iremos notar um aumento no volume de ton/h embarcado, diminuindo drasticamente o tempo de espera do cliente na fila de embarque. Esperamos também, minimizar a concorrência de embarque entre o modal ferroviário e rodoviário, melhorando o tempo de entrega de vagões para a ALL.

7. **Agenda:** Cronograma das etapas.

- Definir: 20/06/2015 – 30/07/2015
- Medir: 01/08/2015 – 30/09/2015
- Analisar: 01/10/2015 – 30/11/2015
- Melhorar: 01/12/2015 – 31/01/2016
- Controlar: 01/02/2016 – 01/03/2016

8. **Recursos requeridos:** Poderá ser necessário apoio da área de TI (tecnologia da informação) para implementar mudanças no sistema que visam a eliminação das atividades que não agregam valor da operação de embarque.

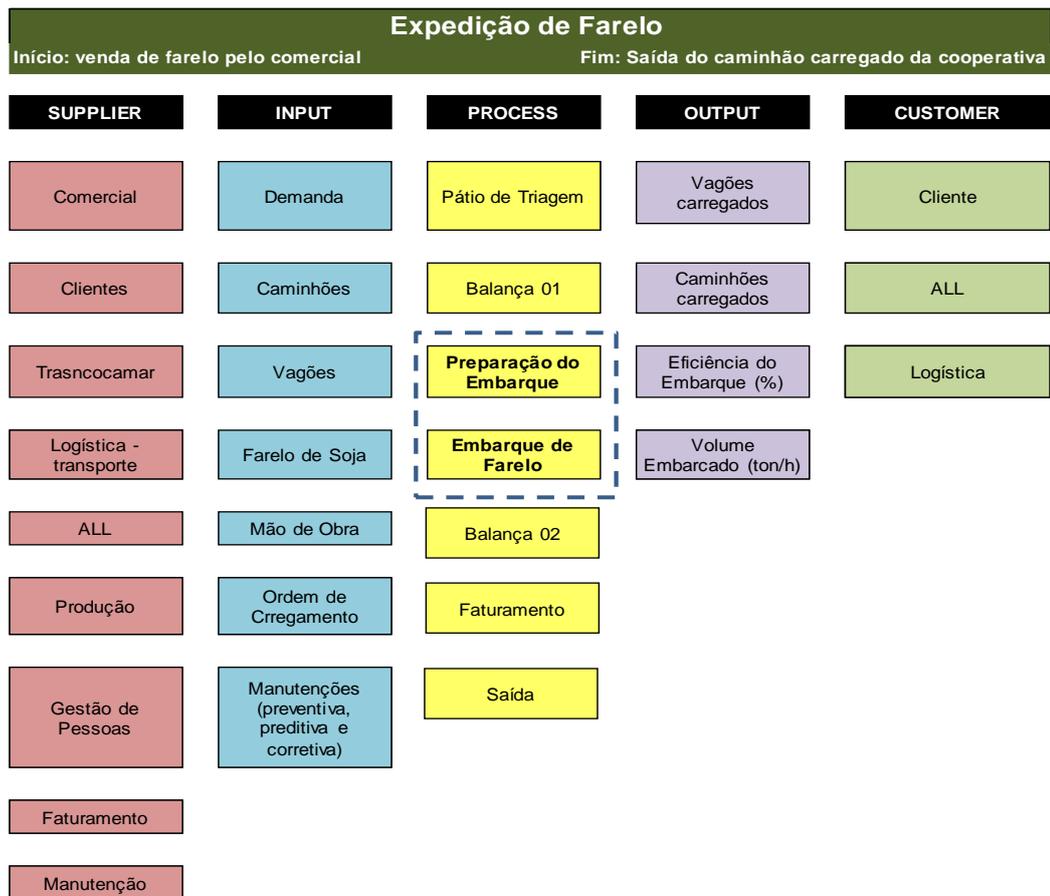
9. **Assinatura dos responsáveis.**

- Antonio: Dono do processo;
- Lazaro: Gerente da área;
- Clélia: Finanças;

Após a realização do Project Charter, no qual se apresentou as informações do projeto como o título, as oportunidades, a meta, o escopo, os membros da equipe, os benefícios e a agenda das etapas, ficou mais claro os possíveis benefícios que o projeto iria trazer e também, qual seria sua duração e recursos utilizados.

### 5.1.3 SIPOC

Com o auxílio da ferramenta SIPOC, definiu-se os macros processos (Process) que o projeto irá abordar, assim como o início e o fim do processo, os fornecedores (Supplier), as entradas (Input), as saídas (Output) e os clientes (Customer) do processo da expedição de farelo de soja conforme a Figura 13.



**Figura 13 - SIPOC (Expedição de Farelo).**  
**Fonte: Adaptado da Empresa concedente.**

Para a elaboração do SIPOC, foi levado em conta desde a venda do farelo de soja pelo comercial até a saída do caminhão carregado da cooperativa, mas o projeto teve foco a partir da chegada do caminhão na cooperativa no pátio de triagem, passando pela balança 01 para pesar a tara bruta do caminhão, vazio, até chegar no embarque de farelo para carregar. Após o carregamento, o caminhão é direcionado até a balança 02 para nova pesagem, neste momento com produto, até a saída da cooperativa. O foco do projeto é na preparação do embarque e no embarque propriamente dito.

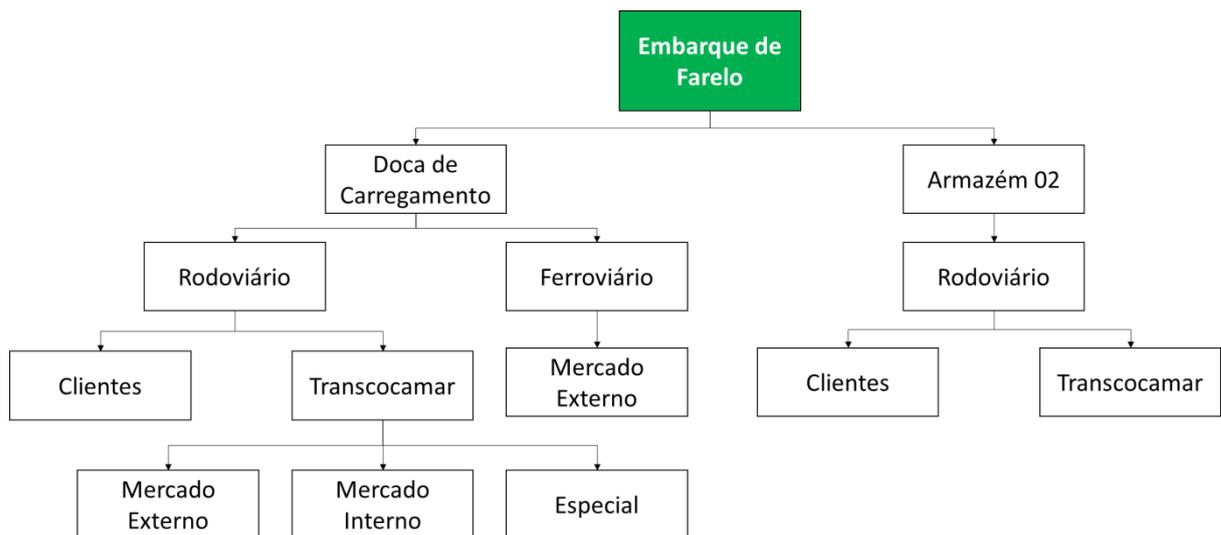
#### 5.1.4 Cronograma do projeto

Foi elaborado um cronograma detalhado das atividades com o auxílio da ferramenta do gráfico de Gantt (APÊNDICE A, página 94), no qual estabelece a duração das tarefas do projeto, definindo o prazo de entrega das mesmas. Sendo assim, as reuniões do grupo foram marcadas

semanalmente para dar andamento a todas estas atividades para que o projeto se encerre no prazo estabelecido.

### 5.1.5 Estratificação dos Ys

A estratificação dos Ys buscou-se avaliar em relação ao embarque de farelo qual seria o fator determinante para o sucesso do projeto, ou seja, onde os esforços do projeto deveriam ser direcionados. Logo, o carregamento do farelo pode ser realizado em dois locais, na doca de carregamento via fitas transportadoras e elevadores ou no armazém logístico 2 via máquinas pás carregadeiras, distante da planta da expedição de farelo. Analisando os dados históricos, observou-se que 92% do carregamento é realizado na doca de carregamento, deixando de forma clara que o projeto deve ter foco nesta linha de embarque, além de atender o transporte rodoviário e ferroviário.



**Figura 14 - Estratificação do Y (Expedição de Farelo).**  
 Fonte: Adaptado da Empresa concedente.

Na Figura 14, mostra-se a Estratificação do Y, no caso o embarque de farelo, que foi estratificado no primeiro nível nos possíveis locais de carregamento, doca de carregamento ou no armazém 02. No segundo nível, pode-se observar qual seria o modal a ser carregado e no terceiro nível o tipo de cliente. Fica evidente a maior importância do carregamento na doca de carregamento da expedição de farelo, logo é o local onde o projeto terá maior foco.

### 5.1.6 Árvores de requerimentos (VOC/VOB)

Para traduzir as necessidades dos clientes e do negócio, elaboraram-se os requerimentos (VOC/VOB) no qual propõe medidas para atingir essas necessidades, contendo as informações de restrições, melhorias e recomendações do projeto. Analisaram-se quatro variáveis que poderiam interferir na tradução das necessidades dos clientes, como pessoas, clientes e cooperados, custos e embarque. Dentro de cada variável identificou-se as restrições, melhorias e recomendações desejáveis conforme a Figura 15.

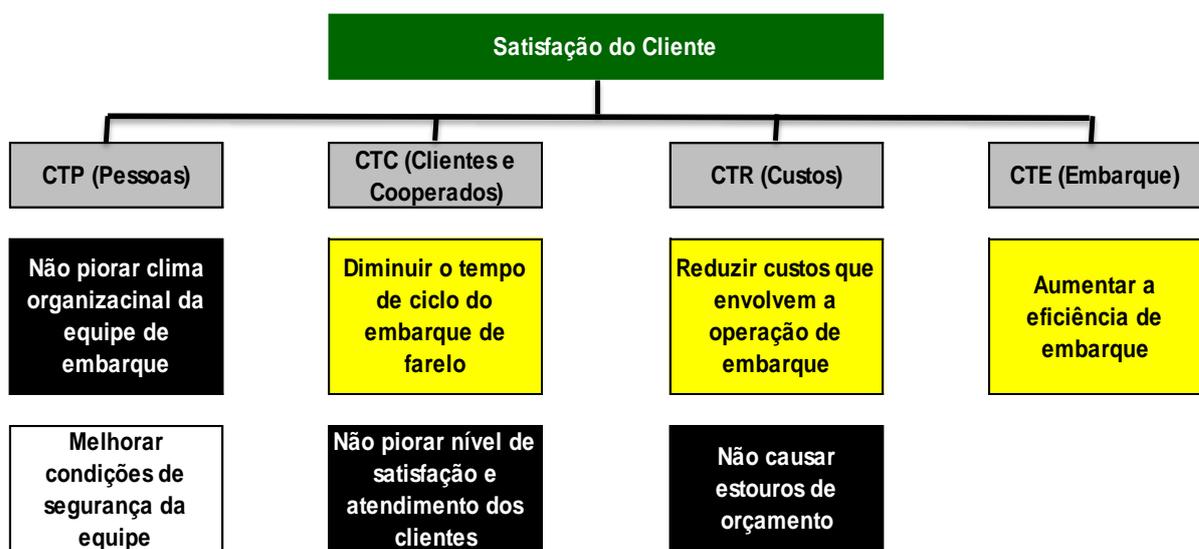


Figura 15 - Árvore de requerimentos (VOC/VOB).  
Fonte: Adaptado da Empresa concedente.

Referente à variável CTP (Pessoas), a restrição é de não piorar o clima organizacional da equipe de embarque e deseja-se melhorar as condições de segurança da equipe. Em relação aos CTC (Clientes e Cooperados), identificou-se a redução do tempo de ciclo entre as balanças do embarque de farelo como melhoria e a restrição de não piorar o nível de satisfação dos clientes. Quanto aos CTR (Custos), a equipe identificou possíveis melhorias em reduzir os custos que envolvem a operação e uma restrição de que o projeto não pode causar estouros de orçamento. No que se refere ao CTE (Embarque), há a possibilidade de melhorias no aumento da eficiência do embarque.

## **5.2 Etapa Medir**

Após a definição do projeto, o levantamento dos dados e o estabelecimento dos objetivos coerente com a demanda do cliente e da estratégia da organização, iniciou-se a etapa medir, no qual a equipe mediu e documentou o processo atual com o objetivo de servir como base de referência para futuras comparações. Para o desenvolvimento desta etapa, incluíram-se algumas atividades:

- Mapeamento do processo;
- Ações de ganhos rápidos;
- Diagrama Causa-Efeito;
- Matriz Causa-Efeito;
- Plano de coleta de dados;
- Validação do sistema de medição.

### **5.2.1 Mapeamento do processo**

No início da etapa medir, o processo da expedição de farelo foi mapeado, onde se utilizou dois rolos de papéis (brown paper) e vários post-its. Foi realizado dois mapeamentos devido a diferença do carregamento para o modal rodoviário e o ferroviário. No rodoviário mapeou-se o processo desde a chegada do caminhão no pátio de triagem até a saída do mesmo da cooperativa e no modal ferroviário mapeou-se desde a negociação do carregamento com o encoste de vagões até a retirada dos vagões pelo cliente.

Além de realizar o mapeamento, identificaram-se as atividades que não agregam valor (NVA) ao processo e aos clientes, sendo que para o rodoviário o valor é 35% e no ferroviário é de 30% de atividades que não agregam valor. Estes mapeamentos estão apresentados no APÊNDICE B (Página 95,96).

O mapeamento dos processos foi de suma importância para o projeto, devido ser uma parte crítica para levantamento de problemas e atividades que não agregam valor ao processo. Por isso, foi realizado com bastantes detalhes, tendo uma duração elevada.

### **5.2.2 Ações de ganhos rápidos**

Após o mapeamento do processo, foi identificado desperdícios e diversos pontos críticos que necessitam de melhorias, no qual sugeriu-se então algumas ações. Estas ações de ganhos

rápidos é a primeira atividade que o time executou visando pequenas mudanças, que trouxe como benefício um maior apoio das pessoas do processo.

Para o acompanhamento destas ações, elaborou-se uma matriz dividida em (Figura 16):

- Nome da ação;
- Motivo;
- Responsável pela realização;
- Situação;
- Riscos;
- Plano de controle;

Nome da Ação	Motivo	Responsável	Situação	Riscos	Plano de controle
Construir um indicador de horas paradas	Saber os principais motivos de paradas do embarque	Ana e Diego	Ok	Preenchimento incorreto	Acompanhamento diário da planilha
Implantar sistema de ar para movimentar os vagões com o trator	Segurança e agilidade	Antonio	Ok		Monitorar o processo
Padronizar as placas dos vagões	Agilidade para digitação das placas dos vagões e facilidade no rastreamento	Luiz Felipe	Andamento	Placas digitadas errada	
Implantar o FIFO no estoque	Melhorar a qualidade do produto	Antonio	Andamento		Acompanhamento do carregamento
Inspeção do caminhão ser realizada no pátio de triagem	Evitar que caminhões sem condições de carregamento entre na cooperativa	Jean e Bruno	Andamento	Caminhões sem condições de carregamento entrar na cooperativa	Preenchimento do check list de inspeção
Implantar um leitor de código de barras no embarque para leitura da ordem de carregamento	Agilidade no carregamento (mudar o preenchimento manual para automático do check list de carregamento)	Luiz Felipe e Diego	Andamento		
Eliminar a marcação de vez dos motoristas no pátio de triagem	Evitar a dependência dos motoristas marcados	Jean	Ok	Confusão entre motorista e pátio de triagem	Monitorar o processo
Cobrar andamento do projeto da nova cobertura de carregamento do óleo de soja	Disponibilizar mais uma doca de carregamento para o farelo de soja, dobrando assim a capacidade	Antonio	Andamento		Acompanhar a obra
Proposta de readequação dos turnos de trabalho	Redução de custos com mão de obra e visando maior eficiência nos horários de alta demanda	Luiz Felipe	Andamento	Perder clientes	Monitorar o processo

**Figura 16 - Planos de ações.**  
**Fonte: O autor.**

Foram sugeridas nove ações que poderiam trazer ganhos rápidos ao processo, para isto foi escolhido os responsáveis e acompanhou-se a situação de cada ação para que as mesmas fossem finalizadas. As ações foram:

1. Construir um indicador de horas paradas para saber os principais motivos de parada do embarque de farelo;
2. Implantar um sistema de ar para movimentar os vagões com o trator, dando maior segurança aos colaboradores e agilidade na atividade;
3. Padronizar as placas dos vagões, que não existia um padrão, visando a agilidade na digitação das mesmas e maior facilidade para rastrear;

4. Implantar o sistema FIFO (First In, First Out) de gerenciamento de estoque, visando a melhoria na qualidade do produto, sendo que quanto maior tempo no estoque menor qualidade o produto tem;
5. Inspeccionar o caminhão no pátio de triagem para evitar que caminhões sem condições de carregamento entre na cooperativa;
6. Implantar um leitor de código de barras para leitura da ordem de carregamento, dando maior agilidade para o preenchimento do check list do embarque, passando a atividade manual para automática;
7. Eliminar a marcação de vez dos motoristas no pátio de triagem, visando a independência de motoristas que marcam a vez e não comparecem quando são chamados.
8. Cobrar andamento do projeto da nova cobertura de carregamento do óleo de soja que estava parado, pois com essa nova cobertura, disponibilizará mais uma doca de carregamento para o farelo de soja, dobrando assim a capacidade.
9. Readequação dos turnos de trabalho visando redução de custos com mão de obra e visando maior eficiência nos horários de alta demanda.

### **5.2.3 Diagrama Causa-Efeito**

Após o mapeamento e o levantamento das ações, iniciou-se a realização do diagrama de Causa-Efeito, conhecido também como diagrama de Ishikawa, no qual foi analisado todas as variáveis relacionadas com o "y" do projeto por meio do brainstorming. No presente trabalho o "y" é o baixo desempenho da expedição de farelo e as possíveis causas estão relacionadas a seis variáveis: mão de obra, matéria prima, máquina, meio ambiente, medida e método. O time do projeto encontrou 63 variáveis que afetam a baixa performance da expedição de farelo. O diagrama de Causa-Efeito apresenta-se na Figura 17.



- Falta de manutenção corretiva
- Estrutura defasada
- Depreciação da pá carregadeira
- Abastecimentos das máquinas pá carregadeiras
- Falta de alarmes para parada de fitas
- Quebra da pá carregadeira
- Sobrecarga das correias transportadoras
- Sobrecarga e entupimento dos elevadores
- Quebra do radler
- Falta de automação e monitoramento remoto das correias e elevadores
- Falta de PMP nas pás carregadeiras
- Quebra do trator
- Correias descentradas
- Má utilização da pá carregadeira
- Falta de backup nos CLPs
- Quebra nos carrinhos de produção
- Em relação a mão de obra:
  - Falta de experiência do operador da pá carregadeira
  - Desmotivação
  - Falta de experiência do expedidor
  - Alta rotatividade
  - Excesso de dependência do líder para execução das atividades
  - Falta de pro atividade por parte dos expedidores e operadores
  - Falta de multifuncionalidade
  - Desbalanceamento entre as equipes de diferentes turnos
  - Falta de atenção no expedidor na hora do embarque
  - Falta de atrativo no cargo
  - Funcionários esquecerem de pedir ao pátio de triagem para descer caminhão
  - Falta/ausência de colaboradores
- Em relação a método:
  - Falta de FIFO no estoque
  - Controle manual da chegada de farelo da produção
  - Demora na entrada do caminhão para o carregamento (embarque)
  - Demora no enchimento das fitas

- Falta de caminhão
- Demora na troca de ordem
- Falta de sincronização entre triagem, faturamento e embarque
- Concorrência entre os modais ferroviário e rodoviário
- Troca de ordem ainda serem manuais
- Quantidade de expedidores no embarque
- Falta de gestão a vista
- Ociosidade do expedidor enquanto enche o caminhão
- Falta de programação de chegada de caminhões e vagões
- Quebra seca entre o turno da tarde e da noite
- Excesso de tempo no estoque
- Tempo de espera do caminhão na fila para embarque
- Falta de um sistema de ar
- Necessidade de inspecionar os vagões
- A inspeção de caminhão/vagão é realizada no embarque
- Operador manusear a bica para preencher o caminhão
- Preenchimento do checklist é manual
- Demora para trator puxar vagões
- Em relação ao meio ambiente:
  - Falta de cobertura devido à chuva
  - Layout inadequado para acionamento das fitas

#### **5.2.4 Matriz Causa-Efeito**

Para relacionar as entradas chaves (xs), levantadas no diagrama de Causa-Efeito, com as saídas chaves (ys), levantadas na estratificação do Y na Etapa Definir, a equipe elaborou a Matriz Causa-Efeito. Nesta matriz, foi designado notas as duas saídas chaves, o transporte do modal rodoviário e ferroviário, 4 e 1 respectivamente, devido a frequência de carregamento. Assim, relacionou-se as entradas (xs) com essas saídas (ys) no qual se gerou uma nota de importância para cada uma, como pode-se notar na Figura 18.

Objetivo:				Características da Qualidade (ys) (Importância dos ys: 1 a 10)		
Etapas				Rodoviário	Ferroviário	Total
Selecionar as variáveis de processo mais críticas que afetam os erros de registro e tempo de ciclo				4	1	
Causa	Xi	Tipo	Variáveis	4	1	
Materiais	2	C	Farelo compacto no estoque	9	9	45
Máquina	22	NC	Excesso de manutenção corretiva	9	9	45
Máquina	23	C	Falta de plano de manutenção preventiva	9	9	45
Máquina	27	C	Falta de alarmes para parada de fitas	9	9	45
Método	28	C	Falta de FIFO no estoque	9	9	45
Método	31	C	Demora no enchimento das fitas	9	9	45
Método	32	NC	Falta de demanda de caminhão/vagão	9	9	45
Método	35	NC	Concorrência entre os modais ferroviário e rodoviário (complexo como um todo)	9	9	45
Método	40	NC	Falta de programação de chegada de caminhões e vagões	9	9	45
Método	42	C	Excesso de tempo no estoque	9	9	45
Materiais	51	NC	Falta de Energia Elétrica	9	9	45
Mão de Obra	52	NC	Falta/ausência de colaboradores	9	9	45
Máquina	54	C	Quebra da pá carregadeira	9	9	45
Materiais	1	C	Farelo queimado no estoque	9	3	39
Medição	7	C	Fila na Balança do faturamento	9	0	36
Método	34	C	Falta de sincronização entre triagem, faturamento e embarque	9	0	36
Mão de Obra	18	C	Desbalanceamento entre as equipes de diferentes turnos	3	9	21
Materiais	3	C	Armazém de origem do farelo	3	3	15
Materiais	4	C	Set up entre os produtos	3	3	15
Materiais	5	C	Farelo com excesso de umidade vindo da produção	3	3	15
Medição	9	C	Falta de otimização do controle do tempo de estocagem do farelo	3	3	15
Mão de Obra	10	C	Falta de Plano de carreira para os funcionários	3	3	15
Mão de Obra	11	C	Falta de experiência do operador da pá carregadeira	3	3	15
Mão de Obra	12	C	Desmotivação	3	3	15
Mão de Obra	13	C	Falta de Experiência do Expedidor	3	3	15
Mão de Obra	14	C	Alta rotatividade	3	3	15
Mão de Obra	15	C	Excesso de dependência do líder para execução das atividades	3	3	15
Mão de Obra	16	C	Falta de proatividade por parte dos expedidores e operadores	3	3	15
Mão de Obra	17	C	Falta de multifuncionalidade	3	3	15
Mão de Obra	19	C	Falta de atenção no expedidor na hora do embarque	3	3	15
Máquina	24	NC	Estrutura defasada	3	3	15
Máquina	25	C	Depreciação da pá carregadeira	3	3	15
Máquina	26	C	Abastecimentos das máquinas pá carregadeiras	3	3	15
Método	29	C	Controle manual da chegada de farelo da produção	3	3	15
Método	37	C	Quantidade de expedidores no embarque	3	3	15
Método	41	C	Quebra seca entre o turno da tarde e da noite	3	3	15
Método	46	C	A inspeção de caminhão/vagão é realizada no embarque	3	3	15
Meio Ambiente	49	C	Falta de cobertura devido à chuva	3	3	15
Meio Ambiente	50	C	Layout inadequado para acionamento das fitas	3	3	15
Máquina	55	C	Sobrecarga das correias transportadoras	3	3	15
Máquina	56	C	Sobrecarga e entupimento dos elevadores	3	3	15
Máquina	57	C	Quebra do radler	3	3	15
Máquina	58	C	Falta de automação e monitoramento remoto das correias e elevadores	3	3	15
Máquina	59	C	Falta de PMP nas pás carregadeiras	3	3	15
Medição	6	C	ordem de carregamento errada	3	0	12
Mão de Obra	21	C	Funcionários esquecerem de pedir ao pátio de triagem para descer caminhão	3	0	12
Método	30	C	Demora na entrada do caminhão para o carregamento embaixo das bicas (embarque)	3	0	12
Método	43	C	Tempo de espera do caminhão na fila para embarque	3	0	12
Método	47	C	Operador manusear a bica para preencher o caminhão	3	0	12
Método	45	NC	Necessidade de inspecionar os vagões	0	9	9
Método	53	C	Demora para trator puxar vagões	0	9	9
Máquina	60	C	Quebra do trator	0	9	9
Medição	8	C	Falta de indicadores de eficiência no embarque de farelo	1	1	5
Mão de Obra	20	NC	Falta de atrativo no cargo (RH)	1	1	5
Máquina	61	C	Correias descentradas	1	1	5
Materiais	62	C	Má utilização da pá carregadeira	1	1	5
Máquina	63	C	Falta de backup nos CLPs	1	1	5
Método	38	C	Falta de gestão a vista	1	1	5
Método	39	C	Ociosidade do expedidor enquanto enche o caminhão/vagão	1	1	5
Método	48	C	Preenchimento do checklist é manual	1	1	5
Método	33	C	Demora da liberação do comercial para troca da ordem (CN)	1	0	4
Método	36	C	Troca de ordem ainda serem manuais	1	0	4
Método	44	C	Sistema de ar	0	3	3
Máquina	64	C	Quebra nos carrinhos de produção	0	0	0
						1260

Figura 18 - Matriz Causa-Efeito  
Fonte: Empresa concedente.

Após as notas estabelecidas, a equipe utilizou o gráfico de Pareto (Figura 19) para selecionar as principais causas encontradas no Diagrama Causa-Efeito, reduzindo de 63 variáveis para 37 variáveis de grande impacto.

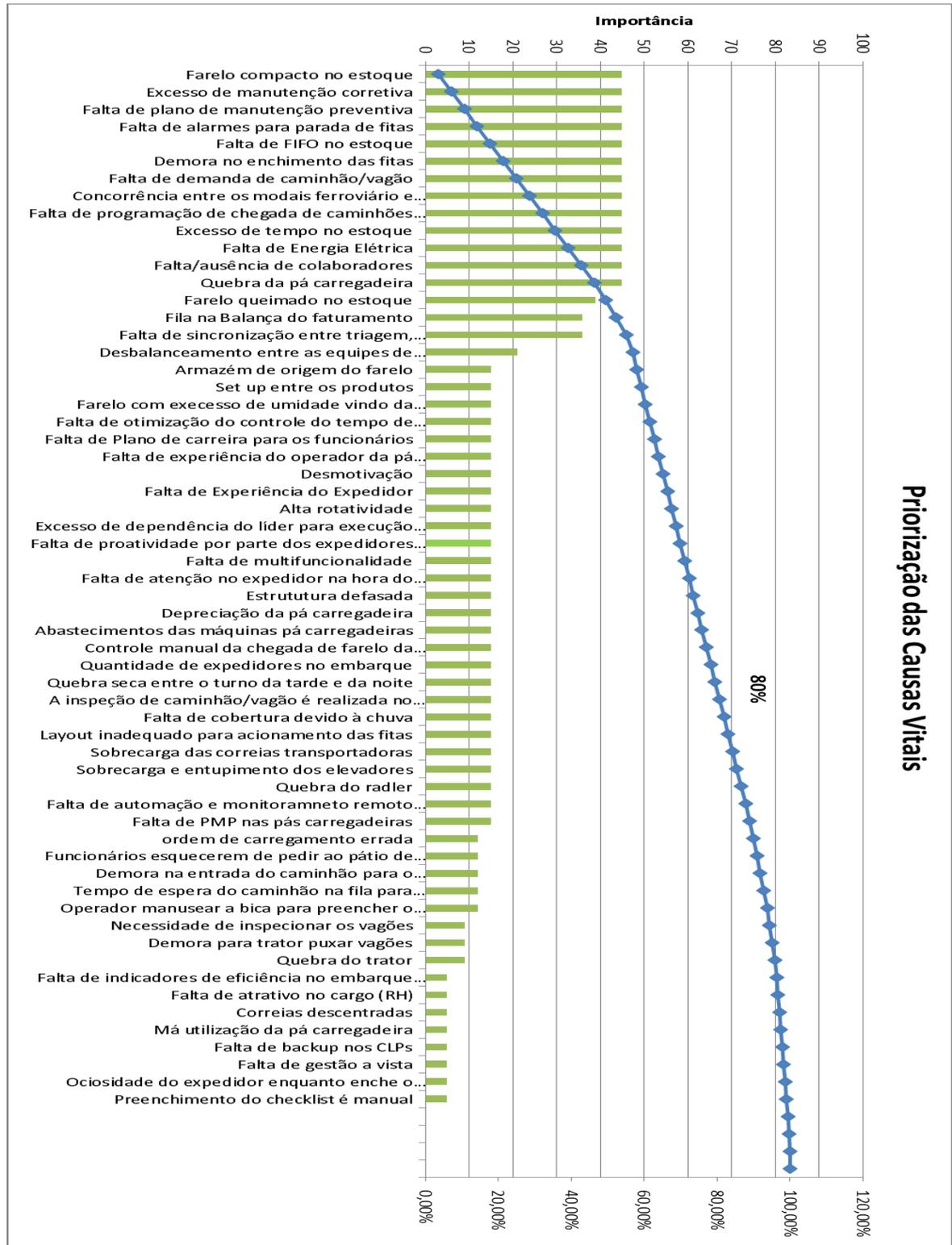


Figura 19 - Pareto da Matriz Causa-Efeito.

Fonte: Empresa concedente.

Estas 37 causas priorizadas foram agrupadas em sete principais causas, no qual se relacionavam entre elas, como se demonstra no Quadro 1.

Quadro 1 - Grupo das principais causas levantadas.

<b>Principais Causas</b>	<b>Variáveis Relacionadas</b>
<b>Pessoas</b>	<b>13</b>
<b>Operação</b>	<b>7</b>
<b>Tempo de permanência do farelo no estoque</b>	<b>6</b>
<b>Manutenção</b>	<b>5</b>
<b>Complexo Triagem/Faturamento/Embarque</b>	<b>3</b>
<b>Programação de caminhões/vagões</b>	<b>2</b>
<b>Regras</b>	<b>1</b>

Fonte: O autor.

### 5.2.5 Plano de coleta de dados

Com o Diagrama Causa-Efeito e Matriz Causa-Efeito realizado, definiu-se as principais causas que impactavam no baixo desempenho do embarque de farelo. Assim, com o auxílio dessas ferramentas e do SIPOC, foi possível fazer um plano de coleta de dados. Este plano foi importante para obter um banco de dados referente ao processo, assim como fazer análises de como está o andamento do processo e possíveis melhorias aplicadas.

As informações contidas nesse plano de coleta de dados estão no Quadro 2, que contém em qual etapa do processo está envolvido, nome (o que irá ser medido), unidade a ser medida, relação com o objetivo, fonte de dados, responsável e frequência da medição.

Quadro 2 - Plano de coleta de dados

Etapa do processo (SIPOC)	Nome (o que irá ser medido)	Unidade	Relação com os Objetivos? (com qual?)	Fonte dos dados?	Responsável?	Frequência?
Embarque de Farelo e Faturamento	Tempo de ciclo entre a balança 1 e balança 2	Minutos	Avaliar o tempo entre as balanças. É a meta do projeto.	CML 28/40	Luiz Felipe	Diariamente
Embarque de Farelo	Tempo de parada do embarque (hora/dia)	Minutos	Aumentar a eficiência no embarque, diminuindo o tempo de parada do embarque de farelo	Planilha preenchida pelos expedidores	Diego	Diariamente
Embarque de Farelo	Volume embarcado	Tonelada	Calcular a eficiência e acompanhar o andamento do processo.	Sistema SG	Luiz Felipe	Diariamente
Armazéns	Tempo médio de permanência do farelo no estoque	Dias	Analisar o tempo médio de permanência do farelo no estoque, uma vez que esse tempo de permanência influencia na qualidade do farelo e cria a possibilidade de o farelo compactar ou queimar o que prejudica diretamente o embarque da farelo	Sistema de controle do estoque	Antonio	Mensal

Fonte: Empresa concedente.

Neste plano de coleta de dados, foram analisados quatro indicadores. O primeiro, no qual é o objetivo do projeto, foi medido o tempo de ciclo entre as balanças 1 e 2 pelo CML 28/40, um sistema da empresa. Outro indicador importante, o tempo de parada de embarque, é realizado pelos colaboradores que ficam na expedição de farelo, preenchendo uma planilha de Excel com os horários das paradas e com os respectivos motivos. O indicador do volume embarcado é retirado do sistema SG da cooperativa, onde se avaliou a quantidade de toneladas carregada por dia. E o indicador do tempo de permanência do farelo no estoque tinha o objetivo de auxiliar na implantação do gerenciamento de estoque, FIFO (First In, First Out), para que o produto não perca a qualidade.

### 5.2.6 Validação do sistema de medição

Com a definição da coleta de dados, foi necessário validar o sistema de medição, com o intuito de avaliar se o que estávamos medindo era confiável, ou seja, se os dados eram reais. Para isso, a equipe respondeu um questionário, preenchendo com notas 0, 1 ou 2, onde as respostas eram respectivamente, "Não", "Parcial" e "Sim". Caso o sistema de medição receba muitas notas 0, há a necessidade de fazer melhorias no mesmo ou até mesmo iniciar uma nova coleta de dados. Mas caso receba notas altas, o sistema é adequado para utilização.

O questionário preenchido é mostrado na Figura 20.

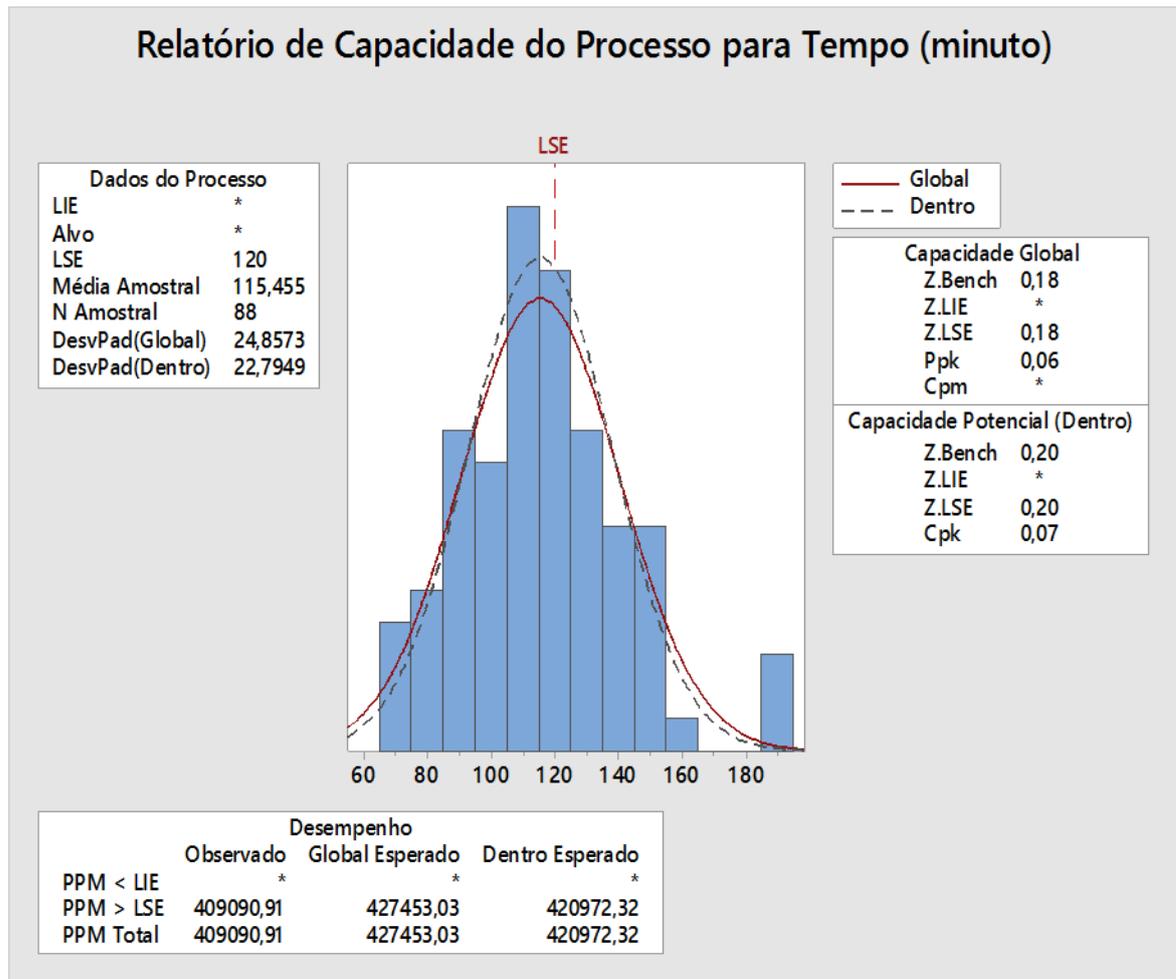
Categoria	Nº	Questão chave	Nota Sim = 2, Parcial = 1, Não = 0
Definição Operacional	1	Há Definição Operacional da medição?	2
	2	Mede a propriedade desejada?	2
	3	É conhecida e praticada por todos?	2
Geração da informação	4	A exatidão é adequada?	1
	5	Há concordância entre os funcionários?	2
	6	Os funcionários são consistentes e estáveis?	1
	7	Os dados do produto/serviço são "rastreadáveis" com os dados do processo?	2
Bases Adequadas	8	Os dados podem ser recuperados das bases existentes?	2
	9	Se os dados estão em bases diferentes, podem ser relacionados?	2
	10	As bases são atualizadas?	2
<b>Nota geral de adequação do Sistema de Medição</b>			<b>18</b>
<b>Adequação do Sistema de Medição</b>			
<b>Alta:</b> 18-20			
<b>Média:</b> 15-17			
<b>Baixa:</b> 1-14			

Figura 20 - Validação do sistema de medição.

Fonte: Empresa concedente.

No caso do presente trabalho, a nota avaliada pela equipe foi de 18, considerada alta, correspondendo que o sistema de medição utilizado para o projeto está adequado, não necessitando de melhorias e mudanças no mesmo.

Após a verificação da adequação do sistema, foi calculado a capacidade do processo atual (Gráfico 6), chegando a um resultado do nível sigma de 0,20, demonstrando que o processo é ruim.



**Gráfico 6 - Capacidade do processo.**  
Fonte: Empresa concedente.

Para o cálculo do nível sigma, foi utilizado o software Minitab, no qual o nível sigma é representado pelo valor de Z.Bench da Capacidade Potencial (Dentro). No Gráfico 6 pode-se observar que o limite superior de especificação foi de 120, representando a média do tempo de ciclo atual, pois deseja-se que com o projeto reduza o tempo entre as balanças, logo estipulou-se que o limite superior seria a média atual do processo e como limite inferior não foi determinado um valor, pois quanto menor o tempo melhor para o processo.

### 5.3 Etapa Analisar

Após o levantamento dos dados e das variáveis que afetam o processo, iniciou-se a etapa Analisar, no qual teve como objetivo fazer uma análise mais profunda dos diversos problemas do processo para posteriormente realizar as melhorias. Para isto, esta etapa aplicou-se algumas ferramentas da qualidade:

- FMEA;

- 5 Porquês;
- Análise do Layout / Fluxo do processo

### **5.3.1 Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA)**

A ferramenta de Análise de Modos e Efeitos de Falha, mais conhecida como FMEA, foi desenvolvida para afunilar as causas raízes do baixo desempenho do processo. Para a realização da mesma, foi separado em duas frentes de análises: o set up inicial do carregamento, ou seja, a preparação para realizar o embarque de farelo, e o carregamento propriamente dito.

Após a separação dessas duas frentes do processo, foram levantadas as principais entradas ou as operações de cada frente. Assim, podem-se avaliar quais seriam os modos de falhas para cada entrada, ou seja, o que poderia dar de errado com a entrada e conseqüentemente avaliaram-se os efeitos (qual seria o impacto no cliente), severidade (gravidade do efeito), causas (quais são as causas dos modos de falha), ocorrência (frequência das causas), controle existentes (como são detectados as causas ou os modos de falhas), detecção (chance de detectar a falha), RPN (multiplicação dos fatores: severidade, ocorrência e detecção) e por fim, as ações recomendadas para cada modo de falha (o que pode ser feito para melhorar), observa-se na Figura 21.

FMEA - Análise dos Modos de Falha e Efeitos														
Etapas do processo	Funções (#2) Quais são as entradas?	Modos de falha (#3) O que pode dar errado com as entradas?	Efeitos (#4) Qual é o impacto no cliente?	Sev. (#5) Gravidade do efeito	Causas (#6) Quais são as causas dos modos de falha?	Ocorrência (#7) Frequência das causas		Controles Existentes (#8) Como são detectados (causas/modos)?	Det. (#9) Chance de não detecção	RPN (#10)				
1. Set up inicial do carregamento	Acionamento das fitas	As fitas não partirem	Atraso no carregamento	5	Sobrecarga da fita	6	x1	Quando a fita para cheia	6	180				
					Falhas mecânicas	6	x2	Sem controle	10	300				
					Falta de energia elétrica	3	x23	Sem controle	10	150				
					Falhas elétricas	6	x3	Sem controle	10	300				
	Acionamento dos elevadores	Os elevadores não partirem		5	Sobrecarga do elevador	6	x4	Quando o elevador para cheio	6	180				
					Falhas mecânicas	6	x5	Sem controle	10	300				
					falta de energia elétrica	3	x24	Sem controle	10	150				
					Falhas elétricas	6	x6	Sem controle	10	300				
	Movimentação da pá carregadeira	Pá carregadeira não funcionar		5	A pá carregadeira apresentar falha mecânica	7	x7	Sem controle	10	350				
					Direcionamento da equipe para o embarque	Não ter pessoas suficientes para começar o embarque	6	Atestados	7	x8	Sem controle	10	420	
	Colaborador não entende qual atividade executar	Dificuldades na execução das atividades		4				Falha de comunicação	6	x10	Quando o colaborador fica indeciso	10	240	
					Solicitação de caminhões	Falha na comunicação	6	Falta de mais ferramentas de comunicação	8	x11	Sem controle	10	480	
	Demorar na descida de caminhões	5		Demora no deslocamento dos caminhões				8	x12	Deteção pelo CML 28-40	7	280		
Quantidades de caminhões liberados			5	Falta de implementação do sistema para gerir a movimentação dos caminhões				8	x13	CML 28-40 em desenvolvimento	10	400		
2. Carregamento	Caminhões	Falta de caminhões	Atraso no carregamento	7	Baixa demanda	8	x14	Informação fornecida pelo pátio de triagem	10	560				
					Dificuldade na liberação dos caminhões (falha no sistema)	6	Cliente não mandou caminhão	5	x21	sem controle	10	300		
							Quebra de caminhão	9	Queda do sistema ou falta de energia elétrica	5	x15	Informação fornecida pelo pátio de triagem ou faturamento	10	450
									6	más condições dos caminhões	6	x22	não tem controle	10
	Farelo	Compacto		5	Tempo de permanência no estoque	6	x16	Pelo controle de permanência do farelo no estoque	2	60				
					Queimado	5	Tempo de permanência no estoque	5	x17	Pelo controle de permanência do farelo no estoque	2	50		
		Condições do farelo		6			x18	Controle no laboratório	2	60				
		Reclamações de qualidade por parte do cliente		10		Tempo de permanência no estoque	5	x19	Pelo controle de permanência do farelo no estoque	2	100			
						Condições do farelo	6	x20	Controle no laboratório	2	120			

Figura 21 – FMEA  
Fonte: Empresa concedente.

Para a avaliação das notas das variáveis severidade (Figura 22), ocorrência (Figura 23) e detecção (Figura 24) foi utilizado uma tabela com uma descrição para cada valor.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>Definição</b>
1	Nenhuma	A falha não é percebida pelo Cliente e não afeta o processo ou produto do Cliente
2	Muito insignificante	A falha não é facilmente percebida pelo Cliente, mas pode ter efeitos leves sobre o processo/produto do Cliente
3	Insignificante	A falha cria uma certa perturbação para o Cliente, mas pode sobrelevá-la no processo/produto sem perda de performance
4	Muito baixa	A falha pode ser vencida com modificações no processo/produto do Cliente, mas há uma pequena perda de performance
5	Baixa	A falha cria uma perda de performance que gera reclamação do Cliente
6	Moderada	A falha gera um mal funcionamento do processo/produto
7	Alta	A falha causa um alto grau de desgosto no Cliente
8	Muito alta	A falha faz com que o processo/produto não opere ou seja inadequada para o uso
9	Extremamente alta	A falha pode criar problemas com as normas federais de atendimento ao Cliente
10	Perigosamente alta	A falha pode afetar a segurança de um Cliente ou empregado

**Figura 22 - Lista dos valores de severidade.**  
Fonte: Domenech, 2016.

<b>Grau</b>	<b>Descrição</b>	<b>Taxa de ocorrência</b>
1	Extremamente remota	$\leq 1$ em 1 500 000
2	Muito remota	1 em 150 000
3	Remota	1 em 15 000
4	Muito baixa	1 em 2 000
5	Baixa	1 em 400
6	Moderada	1 em 80
7	Moderadamente alta	1 em 20
8	Elevada	1 em 8
9	Muito elevada	1 em 3
10	Ocorrência certa	$\geq 1$ em 2

**Figura 23 - Lista dos valores de ocorrência.**  
Fonte: Domenech, 2016.

Grau	Descrição	Definição
1	Quase certo	O defeito é obvio ou há inspeção automatizada 100% com aferição e manutenção preventiva periódica dos aparelhos de inspeção
2	Muito alta	Toda a produção é inspecionada automaticamente
3	Alta	Há um programa CEP efetivo com capacidade de processo (Ppk) > 1,33
4	Moderadamente alta	O CEP é utilizado e há uma reação imediata às causas especiais
5	Moderada	É utilizado algum CEP no processo e o produto final é inspecionado "off-line"
6	Baixa	O produto é 100% inspecionado (manualmente) utilizando procedimentos do tipo passa-não-passa ou outros aparelhos à prova de erros
7	Muito baixa	O produto é 100% inspecionado (manualmente)
8	Remota	O produto é aprovado baseado na ausência de defeituosos na amostra
9	Muito remota	O produto é inspecionado através de inspeção por amostragem
10	Absolutamente incerto	O produto não é inspecionado ou o defeito causado pela falha não é detectável

**Figura 24 - Lista dos valores de detecção.**  
**Fonte: Domenech, 2016.**

Estas tabelas de valores para cada variável foi importante para a realização de forma adequada da ferramenta FMEA, pois tem se uma base para pontuações, ficando de forma assertiva o RPN (multiplicação dos fatores).

Com a realização do FMEA foi levantado sete entradas do processo, sendo cinco para o set up inicial do embarque e duas para o carregamento, onde gerou-se treze modos de falhas. Com isso, foi possível levantar possíveis ações de melhorias, no qual vale destacar:

- Aviso de deixar as fitas e elevadores vazios após o fim do expediente;
- Implementação de um plano de manutenção preventiva;
- Locação de equipamento planejado;
- Prevenção para falta zero;
- Implementação de um controle de gestão à vista;
- Conseguir mais um ramal para o pátio de triagem;
- Utilizar o CML 28/40 para chamada de caminhões;
- Motoristas utilizarem mapas do complexo;
- Realizar o DOE para determinar o cenário ideal do carregamento;
- Fazer rodízio no estoque;

### **5.3.2 ‘5 Porquês’**

Após a realização do FMEA (análise de modos e efeitos de falha), onde foi possível detectar os possíveis problemas do processo, foi feito o 5 Porquês, no qual desejou-se aprofundar ainda mais nas causas raízes.

Com o resultado do FMEA, selecionou-se as 6 variáveis mais importantes ao processo, dentre as quais foram obtidos 52 porquês (Figura 25).

MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Farelo Estocado	Porque a pá carregadeira tem mais dificuldade em manusear o farelo	O farelo está compacto	Devido ao elevado tempo de permanência do farelo no estoque	Falta de giro do estoque	falta demanda	Falta de demanda	Aumentar a demanda de embarque.
		O farelo queimou	Tempo de permanência do farelo no estoque	Falta de giro do estoque	falta de demanda	Falta de demanda	
			Condições que o farelo vem da fábrica	Falta controle por parte da fábrica do estado do farelo		Falta de controle do farelo na fábrica	
MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Manutenção	Pausa no embarque	Quebra excessiva de equipamentos	Falta de manutenção preventiva	Não existe a cultura de MPT	Não existe plano para a manutenção preventiva	Falta de um programa implementado de manutenção preventiva	Alinhar com PCM um plano de manutenção preventiva para todos os equipamentos relacionados com o embarque de farelo
MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Operação	O tempo de set up diminui o ritmo de embarque	O tempo de mudança de local do embarque é demorado	Os produtos tem que ser segregados para não correr o risco de ser contaminado	Para garantir a qualidade do produto	Devido as especificações técnicas do produto	O processo de segregar os produtos requer cuidados para não haver contaminação	Procurar trabalhar com somente um SKU
	Parada constante das fitas	Caixa de embarque enche acionando o sensor	Operador não percebe que o sensor acionou	Sinalização do painel é visual		Falta de sinalização eficiente	Colocar alarme quando a fita desarmar para o colaborador se atentar a esse desarme e ter alguma ação
	Demora no enchimento da caixa	Devido a compactação do farelo há a variação na fita	Não há giro no estoque	Sistema não permite a flexibilização das diversas células		Falta de mecanismos para realizar o FIFO	Instalar correias transportadoras e elevadores para permitir o embarque simultâneo entre os armazéns. Realizar o FIFO.
MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Programação de caminhão e vagão	Programação de vagões não funciona	O fornecedor (ALL) não cumpre o contrato e as programações assumidas	A cocamar não é atrativo para a ALL encostar vagões	Porque a empresa é um monopólio e não há a concorrência	Nosso terminal só comporta 30 vagões e o ideal para ALL seria 80 vagões	Falta de comprometimento da ALL com a cocamar	Estreitar o relacionamento entre cocamar e ALL
	Programação do comercial que passa para o farelo nem sempre é realizada	O modelo de transporte é FOB	O cliente que determina a sua demanda	Não há um data limite, de início e fim, para que o cliente encoste para o embarque	Para satisfazer a necessidade do cliente	Falta de programação entre comercial e cliente	Oferecer uma programação de embarque para o cliente, de forma que garanta agilidade no processo
MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Falta de sincronia entre triagem, faturamento e embarque	Quando solicitado a quantidade de caminhões geralmente congestionam a balança	Não há um controle de cadência efetivo, gerando um congestionamento entre os diferentes produtos	Expedição de farelo e triagem não tem visão do fluxo da balança	Não tem um sistema adequado para controlar a descida/subida dos caminhões	Não existe visão sistêmica do processo	Falta de sistema de monitoramento para a puxada de caminhões	Desenvolver o sistema CML28/40 e realizar a capacitação para permitir que os colaboradores da triagem e expedição possam utilizar o sistema para cadenciar a descida de caminhões para o embarque evitando congestionamento na balança
	Motorista não sobe imediatamente	Não há um controle efetivo para saber quem realmente sobe	Procedimento ineficiente para a chamada dos motoristas	Não existe um sistema que auxilie a chamada	Nunca foi medido o impacto da demora na descida dos caminhões	Falta de sistema ou procedimento eficaz	Liberação do embarque através de disparo de SMS e treinamento do porteiro para compreender a ferramenta
	Falha na comunicação	Rádio e telefone não funcionam	Porque só existe um telefone para contato, geralmente está ocupado. Via rádio as vezes não funciona devido a distância	Apenas uma pessoa atende todos os departamentos simultaneamente, com apenas um aparelho		Ineficiência na comunicação	Desenvolver o sistema CML28/40 e realizar a capacitação para permitir que os colaboradores da triagem e expedição possam utilizar o sistema para cadenciar a descida de caminhões para o embarque evitando congestionamento na balança
MODO DE FALHA	1° POR QUE	2° POR QUE	3° POR QUE	4° POR QUE	5° POR QUE	Causa Raiz	Solução
Mão de obra	Falta de comprometimento de alguns colaboradores da equipe e alta rotatividade de pessoas	Dificuldade em recrutar pessoas qualificadas	Função não é atrativa	Não há plano de carreira		Falta de plano de carreira	Implementar polivalência nas funções e plano de carreira para os colaboradores

Figura 25 - " 5 Porquês "  
Fonte: Empresa concedente.

As 6 variáveis (modos de falha) selecionadas para a realização dos 5 Porquês, foram:

- Farelo estocado (compacto);
- Manutenção;
- Operação;
- Programação de caminhão/vagão;
- Falta de sincronia entre pátio de triagem, faturamento e expedição de farelo;
- Mão de obra;

Essas variáveis escolhidas foram de acordo com o impacto em relação ao processo, por exemplo, o farelo estocado (compacto) gerava para o embarque menor produtividade, pois o mesmo ficava entupido nos equipamentos. Assim como, o excesso de manutenção gerava alto tempo de parada no embarque, o que prejudica a eficiência do processo.

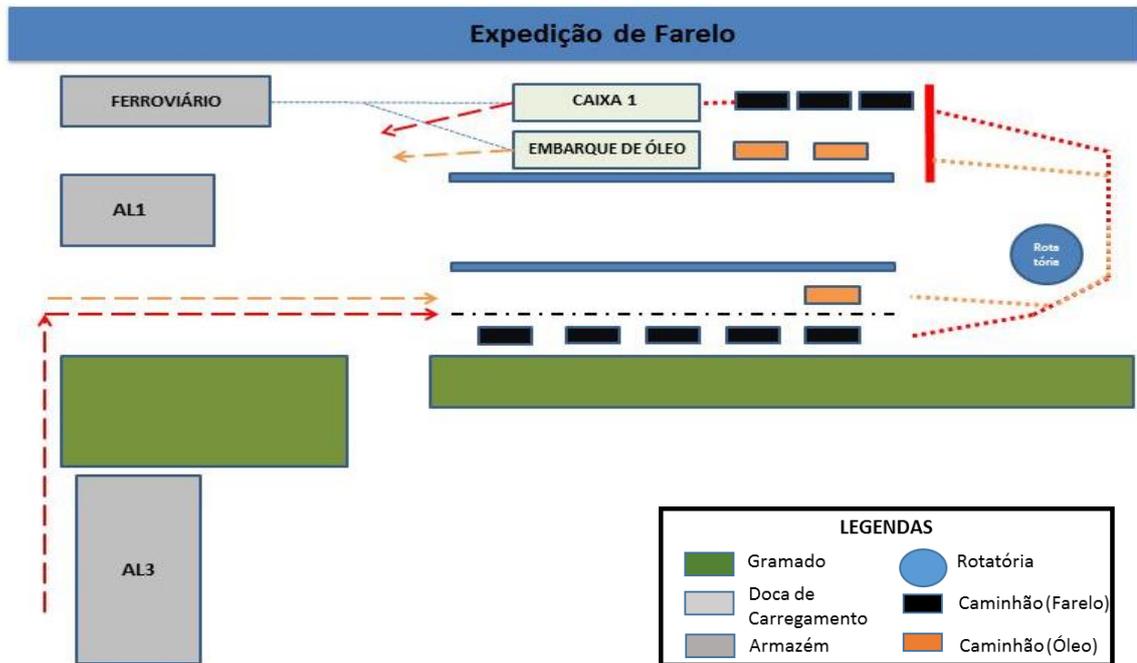
Com a finalização dos 5 Porquês, foi realizado um brainstorming para geração de soluções visando diminuir ou eliminar os problemas, onde foi possível levantar mais planos de ações, alguns gerados semelhantes a outras ferramentas:

- Aumentar a demanda no embarque de farelo;
- Alinhar com o departamento de manutenção sobre o plano de manutenção preventiva;
- Instalar um alarme para desarme da fita transportadora;
- Instalar fitas transportadoras e elevadores para permitir embarque simultâneo entre os armazéns;
- Realizar o FIFO no estoque;
- Estreitar o relacionamento com a ALL;
- Oferecer uma programação de embarque para os clientes;
- Utilizar o CML 28/40 (sistema) e capacitar os colaboradores do pátio de triagem/expedição de farelo para cadenciar as chamadas dos caminhões;
- Liberação do embarque para os motoristas via SMS;
- Implementar polivalência das funções aos colaboradores;
- Desenvolver um plano de carreira;

### **5.3.3 Análise do Layout / Fluxo do processo**

Foi feita uma análise do atual layout da expedição de farelo e como funcionava o fluxo do processo para investigar se era a forma ideal para o bom desempenho do processo. Com o acréscimo de mais uma linha de embarque, após o início do projeto, foi necessário realizar

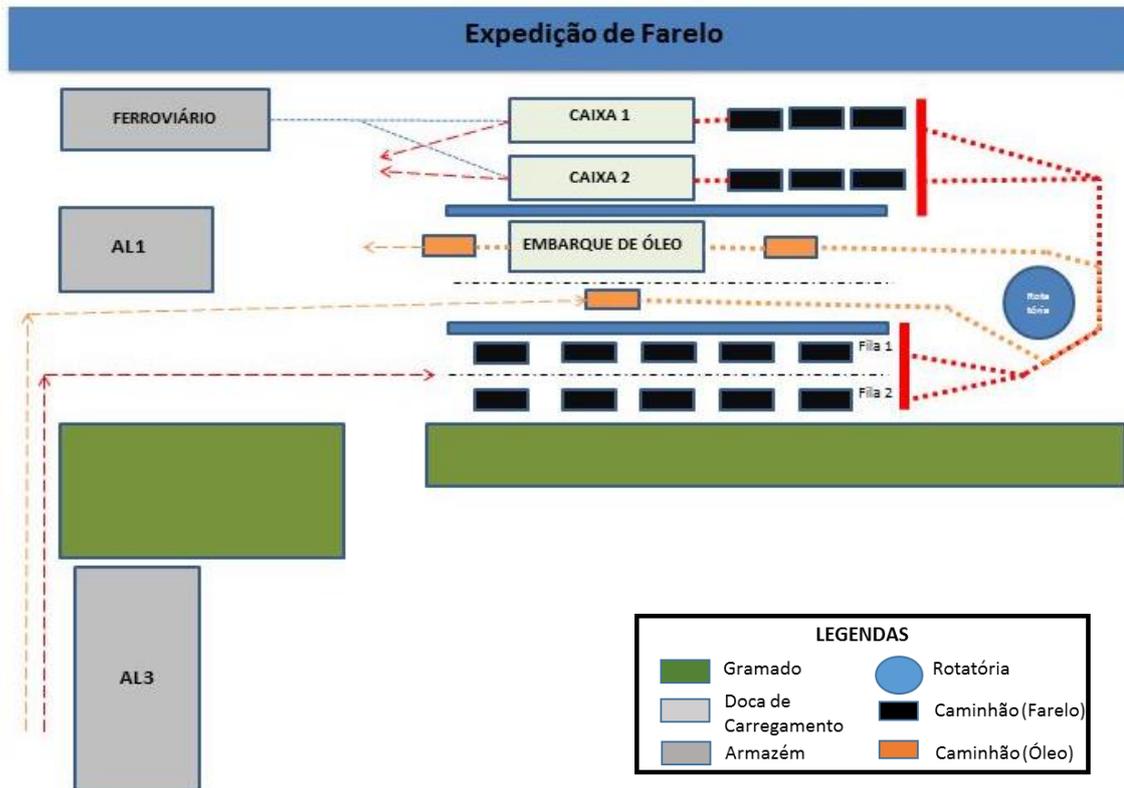
algumas mudanças como se pode observar nas Figuras 26 (antes) e 27 (após mudanças), onde as caixas pretas representam caminhões de farelo de soja, as caixas alaranjadas são caminhões de óleo de soja e as respectivas linhas tracejadas são as rotas que os mesmos realizam.



**Figura 26 - Fluxo dos caminhões com uma linha de embarque de farelo.**  
 Fonte: Empresa concedente.

Como se observa na Figura 26, antes a operação era com somente uma linha de embarque de farelo, porém existiam duas filas para o carregamento, sendo uma para carregamento de farelo e outra para óleo de soja.

Após a nova cobertura de embarque de óleo de soja feita na expedição de farelo, consegue-se carregar óleo na área externa e disponibiliza assim duas linhas para o embarque de farelo. Assim, foi necessário fazer mudanças no fluxo de caminhões no processo, como é demonstrado na Figura 27.



**Figura 27 - Fluxo dos caminhões com duas linhas de embarque de farelo.**  
 Fonte: Empresa concedente.

Com essa mudança implementada, mostrada na Figura 27, conseguiu-se dobrar a capacidade de embarque para o farelo de soja, pois disponibilizou-se uma linha de embarque de óleo para o lado externo da expedição de farelo, trazendo resultados significativos ao processo. Assim como, conseguiu-se eliminar a concorrência existente entre os modais rodoviário e ferroviário, sendo que a caixa 1 fica disponível ao carregamento de trens e a caixa 2 para o carregamento dos caminhões.

#### 5.4 Etapa Melhorar

Nesta quarta etapa do projeto, foi feita uma seleção das soluções encontradas nas etapas anteriores, um acompanhamento das ações em desenvolvimento e também foi realizado um método de ensaios (DOE – Design of Experiments) eficiente para gerar informações do processo e determinar o cenário ideal para o carregamento. Em suma, esta etapa se resume na aplicação das melhorias no processo.

### 5.4.1 Seleção das soluções

Após o levantamento de diversos planos de ações, foi necessário elaborar uma tabela com as soluções e os respectivos objetivos, para avaliar quais seriam as prioridades. Para esta avaliação, definiu-se quatro variáveis para refinar a importância da solução, como o impacto da solução, a dificuldade para implementação, a permanência da mesma no processo e a satisfação do cliente, que se pode observar na Figura 28. Para essas variáveis foram dadas as seguintes notas:

- 0: Não há influência;
- 1: Há pouca influência;
- 3: Há influência;
- 9: Há muita influência;

Por exemplo, a solução de eliminar o turno da noite e concentrar o carregamento durante o dia:

- Impacto: Alto impacto em relação ao processo, pois será mais eficiente (9);
- Dificuldade: Há certa dificuldade para a implementação de novos turnos, mas considera-se nem simples e nem muito complexo (3);
- Permanência: Caso ocorram reclamações ou problemas com alguns clientes que carregam no período noturno, pode-se voltar os três turnos como anteriormente (3);
- Satisfação do cliente: Esta implementação há interferência da satisfação do cliente, devido o mesmo deve se adequar nos novos horários de carregamento da expedição, e sendo mais eficiente, o produto chegará com maior agilidade (3);

Objetivo da solução (causa a eliminar)	Solução	Impacto	Dificuldade	Permanência	Satisfação do cliente	Total
		10	10	10	7	
		Importância da correlação (0, 1, 3, 9)				
Redução de custos com mão de obra e eliminar o tempo de parada da expedição de farelo	Eliminar o turno da noite e concentrar o carregamento durante o dia	9	3	3	3	171
Evitar que a equipe do farelo fique incompleta	Implantar um programa de prevenção de faltas	3	9	9	3	231
Evitar paradas no embarque devido à manutenção corretiva	Implantar um plano de manutenção preventiva no setor	9	3	9	3	231
Ter maior agilidade no carregamento e eliminar o preenchimento de papéis	Implantar um leitor de código de barras no embarque para leitura da ordem de carregamento	9	9	1	3	211
Melhorar a qualidade do produto e evitar de o mesmo compactar, dificultando o carregamento	Implantar o FIFO no estoque	9	9	3	3	231
Evitar paradas prolongadas sem ações	Instalação de alarme sonoro de desarme da fita transportadora	3	3	3	1	97
Diminuir a distância e o tempo do acionamento das fitas	Transferir os acionamento das fitas 22A, 25 e 26 do painel da peletização para o painel do embarque de farelo	9	9	1	1	197
Líder passar de forma clara as funções de cada um no turno	Implantação de um quadro de gestão à vista permitindo assim melhor comunicação entre a equipe e o líder com relação à configuração dos postos de trabalho	3	3	9	1	157
Aumentar a disponibilidade de caminhões e não depender da chamada via megafone	Liberação do embarque para os motoristas via SMS	9	9	3	3	231
Conhecer a forma ideal para operar	Realizar o DOE (Ensaio do embarque)	9	9	3	3	231

**Figura 28 - Análise das soluções.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Foram avaliadas dez soluções levantadas em outras etapas, nas quais vale destacar a readequação dos turnos, a realização de um plano de manutenção preventiva, a instalação do leitor de código de barras para leitura das ordens de carregamentos e implantação do FIFO no estoque.

## 5.4.2 Ações

Em seguida da avaliação das soluções, foi possível definir quais seriam canceladas ou feitas. A implantação de um programa de prevenção de faltas para os colaboradores foi analisada como inviável, devido ao custo elevado. Assim como, a implementação de um plano de manutenção preventiva, foi avaliado como viável, porém é difícil realizar esta ação, pela necessidade de envolver o departamento de manutenção que não estava no escopo do projeto. Logo, essa solução foi considerada como uma sugestão do projeto para ser realizada futuramente.

As outras ações foram implementadas, como a liberação do embarque para os motoristas via SMS, o sistema FIFO (primeiro produto que chegar é o primeiro a sair) para o estoque, a aquisição de um quadro de gestão à vista para organização da equipe nos postos de trabalho, e as outras soluções são apresentadas abaixo.

### 5.4.2.1 Readequação dos Turnos

Após diversas análises realizada no decorrer das etapas, como o Gráfico 5, ficou evidente que o turno da noite não tinha demanda o suficiente para ser eficiente, ou seja, os operadores ficavam ociosos devido à falta de caminhão. Por isso, foi elaborada uma proposta (Figura 29) para readequação dos turnos no qual foi aceito pelos responsáveis do processo.

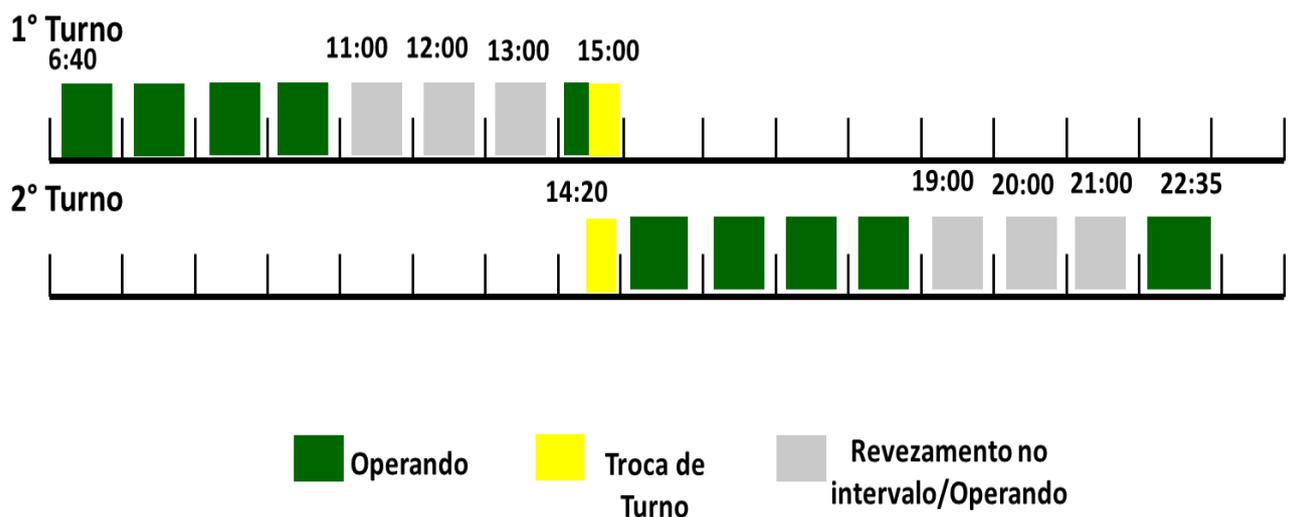


Figura 29 - Proposta de readequação dos turnos.  
Fonte: O autor.

Anteriormente, a expedição de farelo operava os sete dias da semana, no regime de trabalho 12 horas por 36 horas, ou seja, o colaborador trabalhava 12 horas em um dia e folgava no outro. Existiam quatro equipes resultando em um total de 34 colaboradores.

A proposta foi de reduzir de três para dois turnos, onde o primeiro turno entraria às seis horas e quarente minutos da manhã e sairia às quinze horas da tarde, já o segundo turno entraria às quatorze horas e vinte minutos da tarde e sairia às vinte duas horas e trinta e cinco minutos da noite.

Essa proposta foi aceita, onde não havia a quebra seca do turno, pois para realizar a troca havia quarenta minutos de transição para manter o embarque com alta eficiência. Este novo modelo de trabalho implantado, no regime de trabalho de oito horas por dia, trabalha de segunda à sábado e conta com 30 colaboradores, reduzindo 4 operadores do modelo anterior.

Essa mudança trouxe um ganho financeiro para a área de aproximadamente R\$ 92.000,00 por ano, onde ainda dobrando a capacidade de embarque, reduziu-se a mão de obra do setor.

#### **5.4.2.2 Instalação do leitor de código de barras**

A instalação do leitor de código de barras foi de extrema importância ao processo do carregamento, pois trouxe uma agilidade e facilidade na execução da leitura da ordem de carregamento e do checklist dos caminhões.

Anteriormente na expedição de farelo, para leitura da ordem de carregamento e preenchimento dos checklist de inspeção de caminhão/vagão era feito manualmente, gastando um grande volume de papéis, canetas e maior tempo do colaborador.

Então foi solicitada a equipe de informática para que inserisse uma aplicação no sistema da empresa para que o checklist seja feito através de um leitor de código de barras, demonstrado na Figura 30. Atualmente o colaborador pega a ordem de carregamento e com o leitor de código de barra lê as informações da ordem de carregamento e os dados vão diretamente para o sistema.



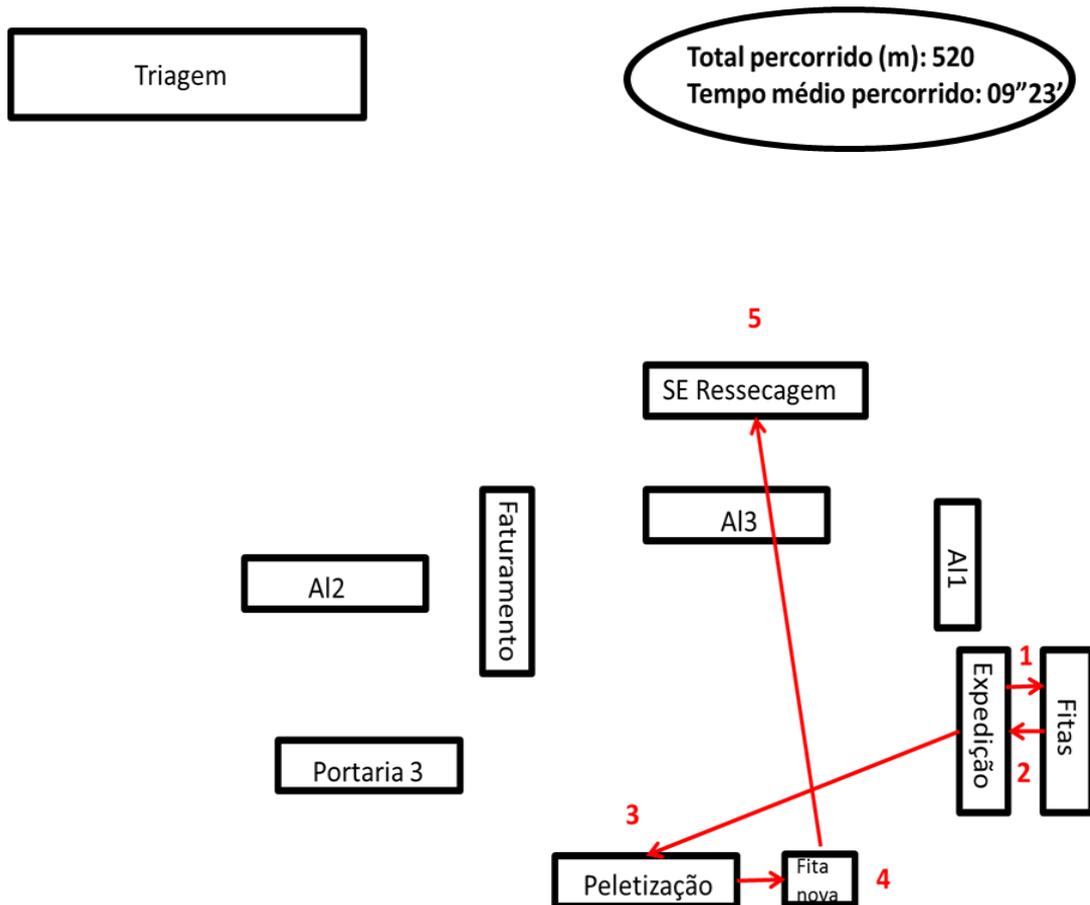
**Figura 30 - Leitor de código de barras.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Essa melhoria trouxe um ganho muito grande em redução no consumo de insumos, como o papel, pois se utilizava em média de 30 papéis por dia, o que acarreta em uma redução de 9.500 papéis por ano. Também gerou um menor tempo para realizar essa atividade, que antes era um minuto e atualmente realiza-se em dez segundos. Além dessa otimização do processo, os dados do carregamento ficaram mais confiáveis.

#### **5.4.2.2 Acionamento das fitas transportadoras**

Para dar início ao embarque de farelo, é necessário acionar os equipamentos que envolvem a operação, como as fitas transportadoras.

Foi analisado que para fazer o percurso, existia um painel de acionamento distante da expedição de farelo, sendo necessário percorrer 520 metros no tempo de 9 minutos e 30 segundos aproximadamente, como mostra a Figura 31.



**Figura 31 - Trajeto de acionamento das fitas (Antes).**  
Fonte: Empresa concedente.

Antes era necessário o colaborador sair da expedição de farelo e ir ao painel de acionamento das fitas que fica na expedição para dar o primeiro acionamento. Assim, o mesmo ia até a peletização para acionar mais comandos das novas fitas transportadoras. E por fim era necessário ir até a SE Ressecagem para finalizar o acionamento dos equipamentos.

Sendo assim, foi solicitado para mudar os comandos do painel da peletização para a expedição de farelo (Figura 32), a fim de evitar o movimento excessivo dos colaboradores e reduzir o tempo de execução da atividade que se realiza em média cinco vezes ao dia.

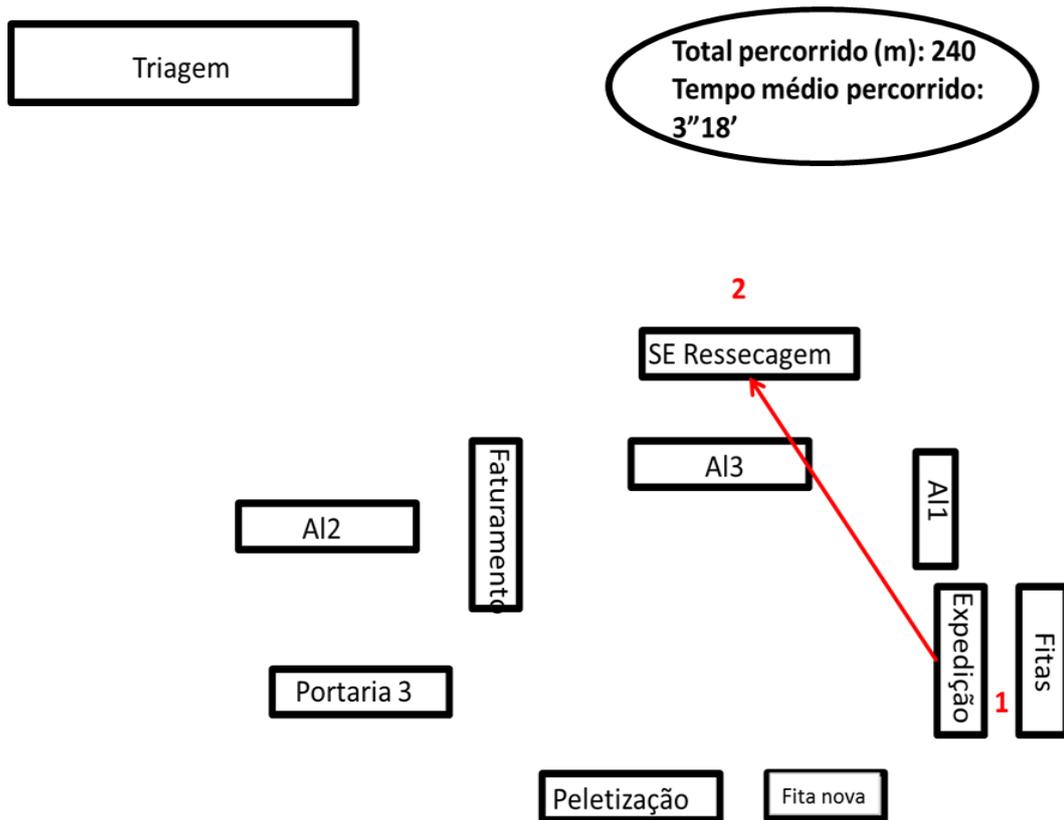


Figura 32 - Trajeto de acionamento das fitas (Depois).  
Fonte: Empresa concedente.

Atualmente, consegue acionar os equipamentos da operação na expedição de farelo, sendo apenas necessário ir até a SE Ressecagem para finalizar o procedimento.

Pode-se observar na Figura 32 que essa mudança nos comandos dos painéis para acionamentos das fitas transportadoras, que é por onde o farelo é transportado, trouxeram benefícios como a redução em 65% no tempo de execução da atividade e em 54% na movimentação do trajeto.

#### 5.4.2.3 Alarme sonoro de desarme das fitas transportadoras

O alarme sonoro foi instalado no embarque da expedição de farelo, com o objetivo de alertar aos operadores quando alguma fita transportadora desarmasse, ou seja, o equipamento que transporta o farelo parasse de funcionar.

Assim, o colaborador fica ciente o mais rápido possível do desarme, o que antes era dificilmente percebido, levando o embarque a paradas prolongadas.

Na figura 33, observa-se o painel de acionamento das fitas transportadoras e elevadores, e em cima do mesmo, o alarme de desarme das fitas. Quando o alerta é acionado, ficou muito mais fácil e prático ver qual é a fita que desarmou no painel e fazer o ligamento novamente.



**Figura 33 - Alarme sonoro desarme das fitas transportadoras.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Essa melhoria trouxe um benefício para o embarque de reduzir as paradas não planejadas, pois ficou evidente quando há algum problema com as fitas transportadoras.

### 5.4.3 DOE – Design of Experiments

A ferramenta DOE, Design of Experiments, foi realizada devido a inúmeras dúvidas relacionadas ao cenário ideal para embarque de farelo. Por isso, para realizar os ensaios foi definido as variáveis e os respectivos níveis:

- Número de linhas de embarque (1,2);
- Número de operadores no embarque (2,3,4);
- Número de caminhões por chamada (6,9,12);

A matriz de ensaios para a realização do DOE é demonstrado na Figura 34.

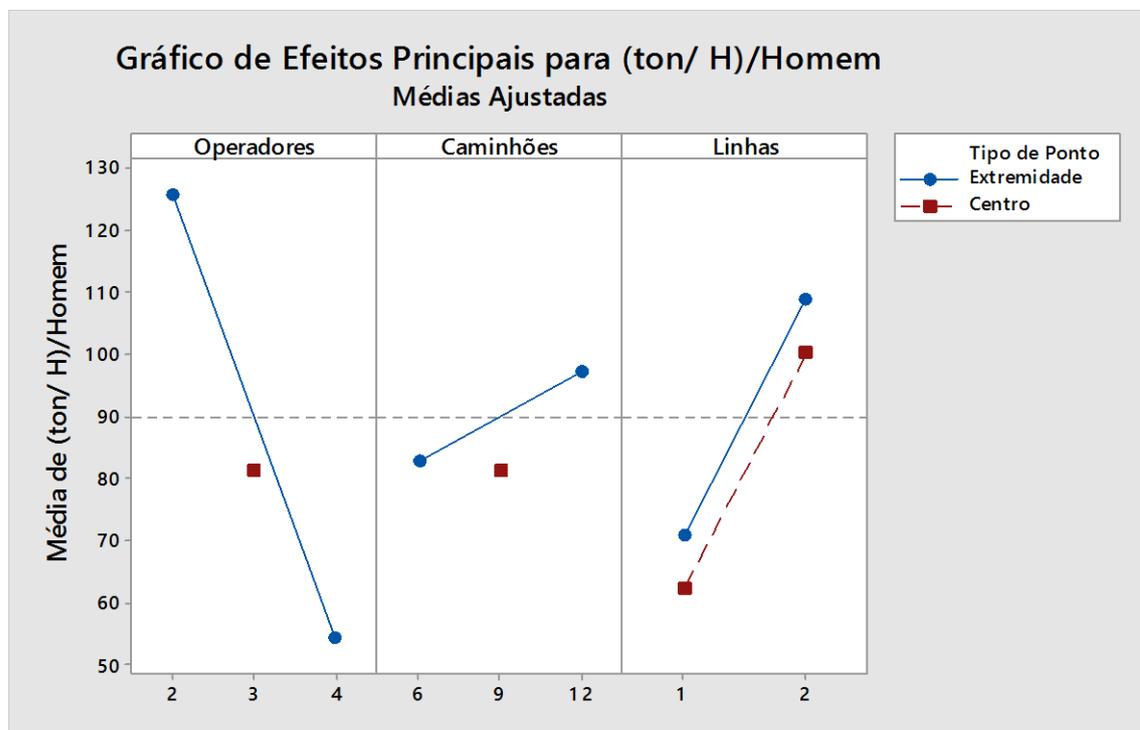
OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	Operadores	Caminhões	Linhas	Vol/h (Ton/h)	Ton/h/H	Eficiência	Tempo de Carregamento	T.C. (min)
15	1	1	2	2	6	2	315,7	157,85	53%	00:07:24	00:32:30
17	2	1	2	2	12	2	348,2	174,1	58%	00:09:17	01:05:25
19	3	0	2	3	9	1	186,3	62,1	31%	00:06:06	01:04:33
12	4	1	2	4	6	1	217,67	54,42	36%	00:09:54	00:46:40
11	5	1	2	2	6	1	178,72	89,36	30%	00:10:01	01:28:50
16	6	1	2	4	6	2	29,42	117,68	20%	00:59:00	00:38:10
20	7	0	2	3	9	2	301,21	100,4	50%	00:07:48	00:46:51
14	8	1	2	4	12	1	236,31	59,08	39%	00:07:04	01:12:40
13	9	1	2	2	12	1	162,64	81,32	27%	00:10:22	01:31:40
18	10	1	2	4	12	2	297,6	74,4	50%	00:11:18	01:22:00

**Figura 34 - Matriz de ensaios.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Os ensaios foram realizados de acordo com a sequência que a matriz selecionou de forma aleatória. Para cada ensaio foi observado o volume por hora, toneladas por homem hora, eficiência, média do tempo de carregamento e o tempo de ciclo.

Os resultados obtidos após a realização do DOE foram:

- Em relação à produtividade, toneladas por homem hora, observa-se no Gráfico 7.

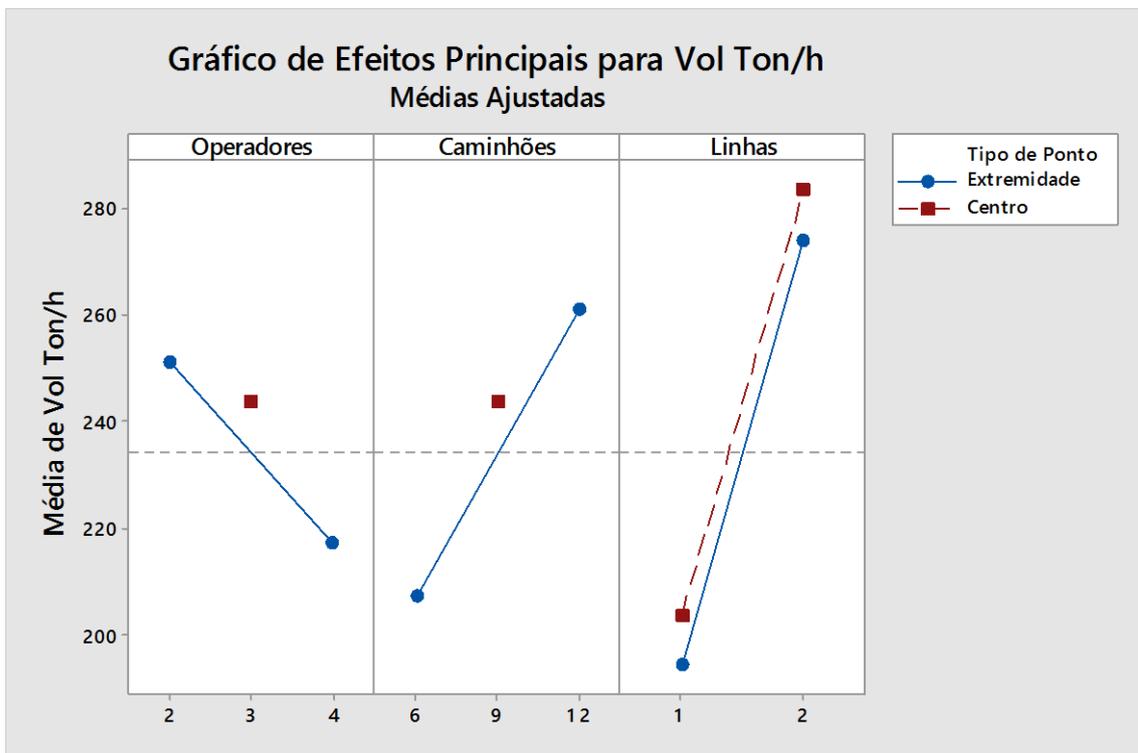


**Gráfico 7 - Efeitos da Produtividade.**  
**Fonte: Empresa concedente.**

Ao analisar os fatores que influenciam na produtividade (Ton/Homem/Hora), percebe-se que dois pontos devem ser destacados: a influência do número de operadores e a quantidade de linhas que está sendo utilizada.

Esses dois parâmetros apresentaram maior influência na produtividade, sendo que quanto maior o número de operadores, menor a produtividade (Ton/Homem/Hora) e ao utilizar duas linhas a produtividade é maior (Ton/Homem/Hora).

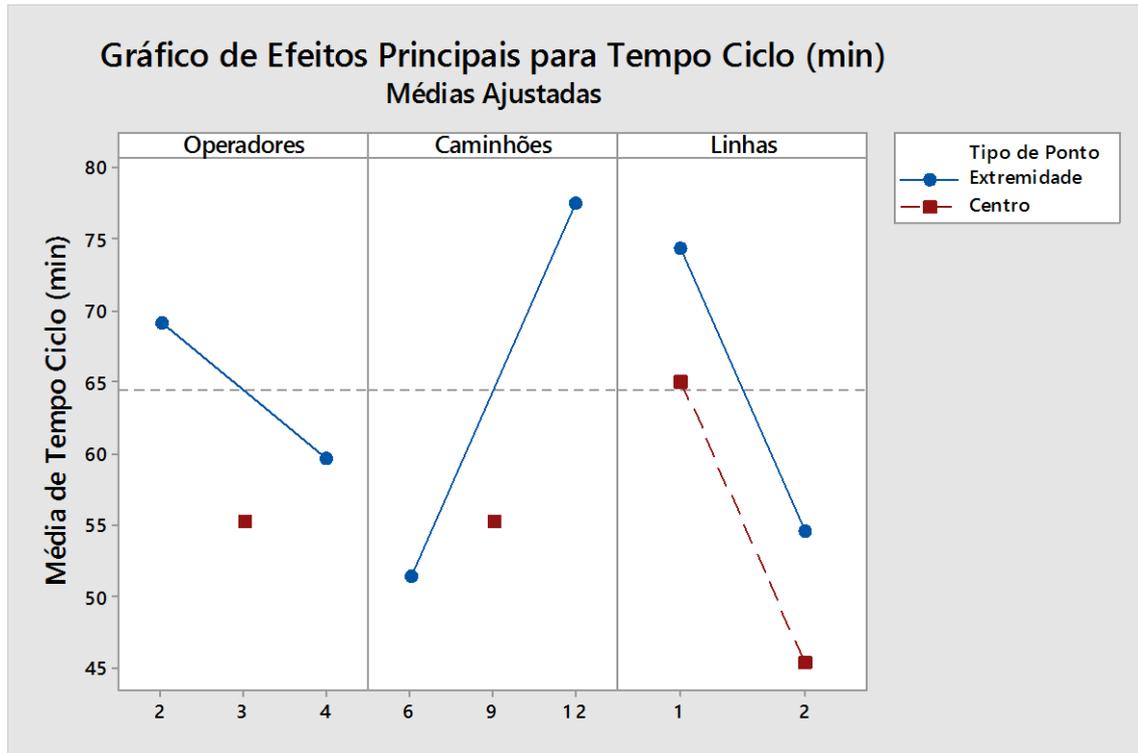
- Em relação ao volume embarcado, tonelada por hora, observa-se no Gráfico 8.



**Gráfico 8 - Efeitos do Volume.**  
Fonte: Empresa concedente.

O fator que tem maior impacto no volume embarcado é a quantidade de linhas no embarque, e mesmo assim percebe-se que ao utilizar as duas linhas (dobrando assim a capacidade de embarque), analisa-se que esse indicador não acompanha essa mesma proporção, mesmo apresentando uma significativa melhora.

- Em relação ao tempo de ciclo, em minutos, observa-se no Gráfico 9.



**Gráfico 9 - Efeitos do tempo de ciclo.**  
Fonte: Empresa concedente.

Ao analisar os fatores que influenciam no tempo de ciclo (tempo entre a balança 1 e balança 2), percebe-se que dois fatores contribuem significativamente para que esse indicador diminua: o número de operadores e principalmente a quantidade de linhas que estão sendo utilizadas. Enquanto isso o alto número de caminhões que é solicitado influencia negativamente esse indicador.

Definiu-se então, após a análise dos resultados obtidos, que o cenário ideal para o carregamento seria a utilização das duas linhas de embarque, com 3 operadores de expedição, sendo que um colaborador para cada linha de embarque para acionamento das bicas e o terceiro colaborador seria responsável para auxiliar no enlonação dos caminhões. E a chamada de caminhões de 9 em 9 para não acumular caminhões na fila de embarque e reduzir o WIP interno. Assim, com este cenário o embarque não pararia e também não ficaria acumulado de caminhões, tendo uma alta produtividade e um baixo tempo de ciclo.

## 5.5 Etapa Controlar

Por fim, para encerrar a aplicação da metodologia DMAIC, iniciou-se a etapa Controlar do projeto, no qual teve como grande objetivo construir o controle do processo para que as ações e ganhos obtidos no projeto permaneçam no processo da expedição de farelo.

### 5.5.1 Controle Estatístico do Processo

Esta etapa constitui-se então da implantação do controle estatístico do processo, tanto do tempo de ciclo entre as balanças quanto da eficiência do embarque, por meio de gráficos gerados a partir dos dados diários.

Em relação à eficiência do embarque de farelo foram feitos dois gráficos de controle, um com a eficiência média do dia (Gráfico 10) e o outro a eficiência por hora (Gráfico 11). Ambos os gráficos são atualizados diariamente e colocados nos quadros de gestão à vista.

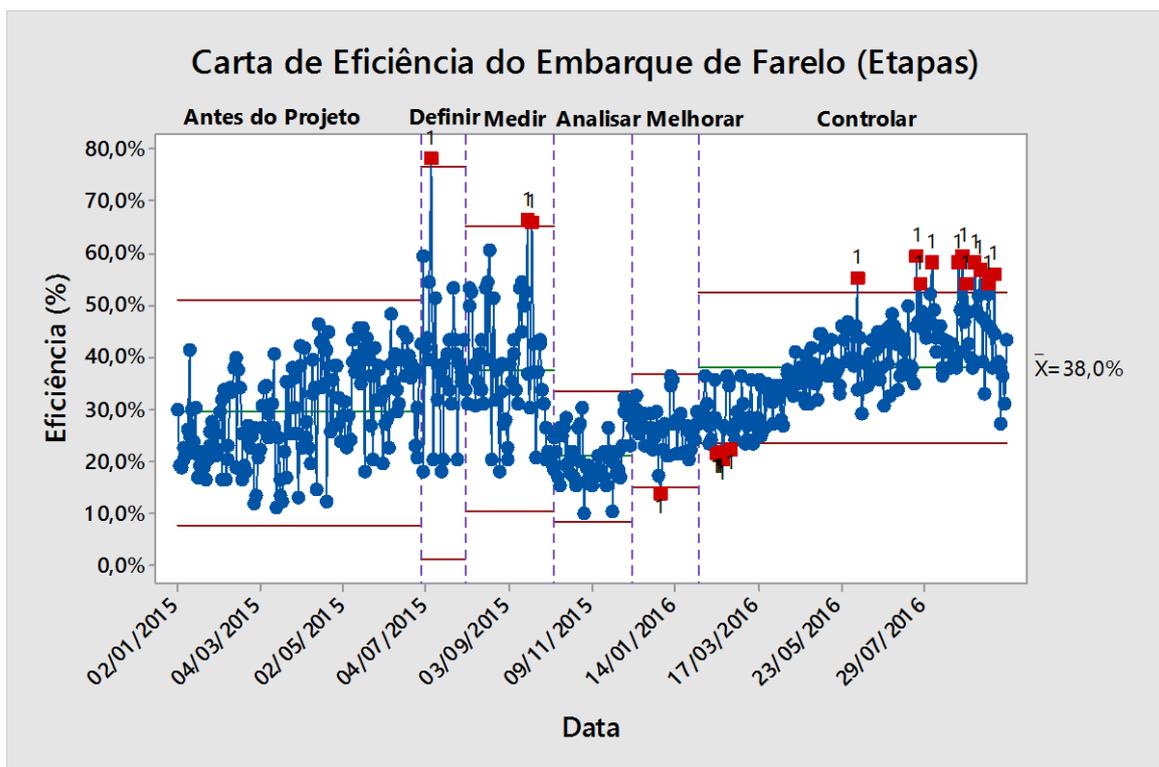


Gráfico 10 - Carta de controle da Eficiência.  
Fonte: Empresa concedente.

No Gráfico 10 mostra-se o comportamento da eficiência do processo de embarque do farelo, por etapas do projeto. Pode-se concluir que antes do projeto a eficiência estava com uma média de 29% e apresentava uma variabilidade de curto prazo elevada. Com o início do projeto, não houve modificações no indicador. Na etapa Analisar, houve uma queda brusca na eficiência, pois foi o momento onde teve o aumento de mais uma linha de embarque para o farelo, sendo assim dobrando a capacidade do mesmo e simultaneamente a demanda de caminhões era baixa. Na etapa Melhorar, com a readequação dos turnos, a eficiência começou a mostrar uma evolução gradativa, pois já não existia o turno da noite no qual era ineficiente e prejudicial ao indicador. A etapa Controlar mostra-se que com as mudanças realizadas pelo projeto, conciliado

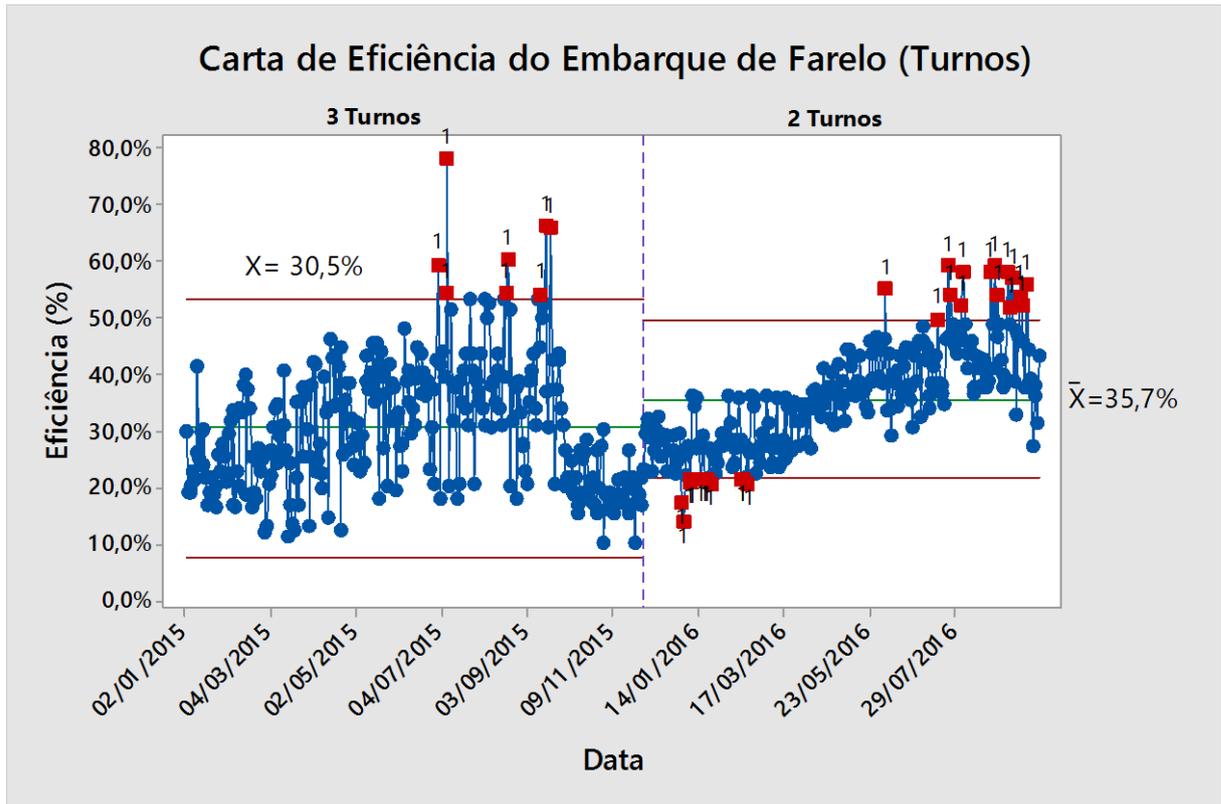
com o aumento da demanda de caminhões, a eficiência do processo melhorou, apresentando uma média de 38%, além de estar menor a variabilidade de curto prazo.



**Gráfico 11 - Carta de controle da Eficiência por Hora.**  
Fonte: Empresa concedente.

O Gráfico 11 demonstra a eficiência do embarque de farelo por hora durante o dia, no qual não apresentam mais horários ineficientes como anteriormente. No começo e no fim dos turnos há uma queda na eficiência devido à quantidade de caminhões para carregamento, quando no início há uma demora para o caminhão ser liberado pelo pátio de triagem e percorrer o trajeto até a expedição de farelo. Já no fim do expediente, leva-se em conta a falta do caminhão na empresa, devido a alta performance de embarque durante o dia.

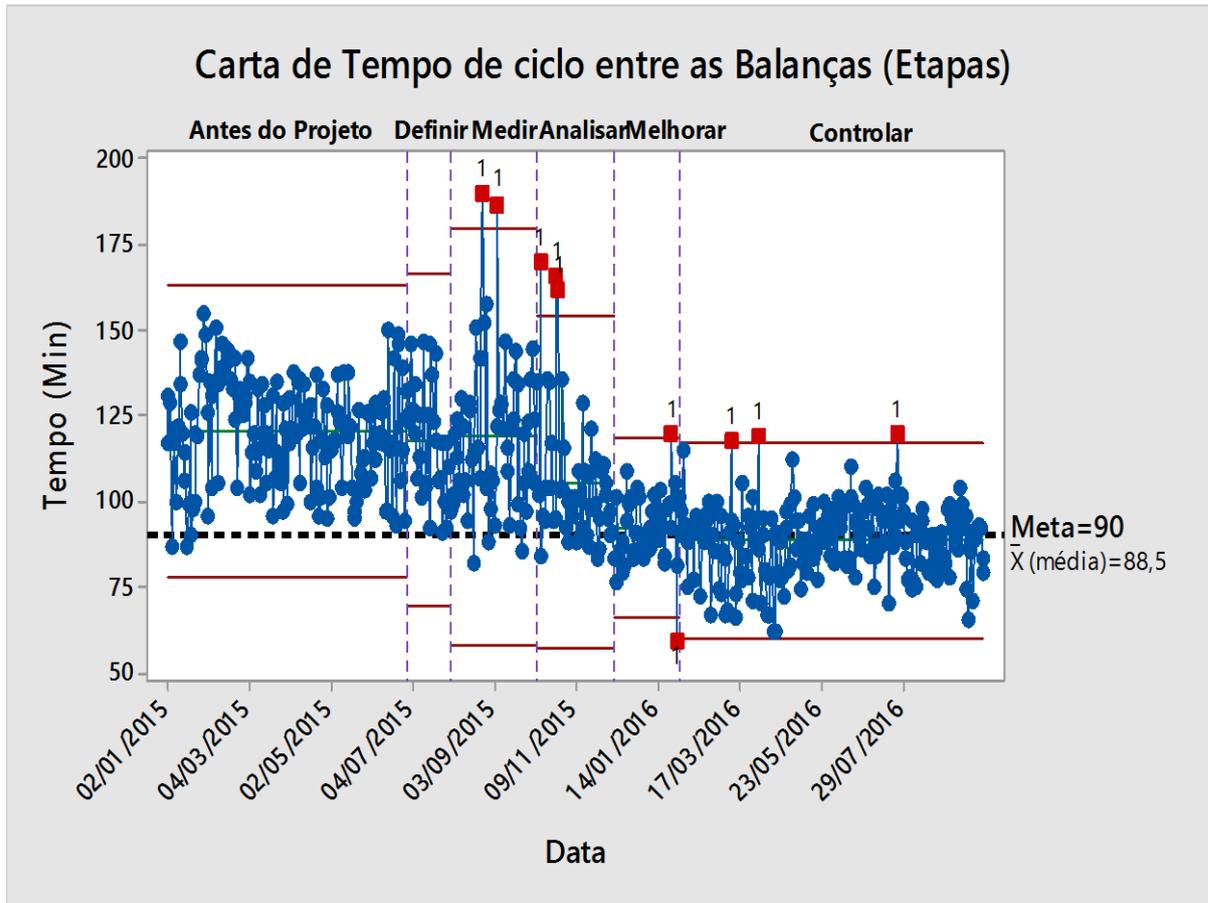
Além desses dois gráficos de acompanhamentos diários, foi feito mais um gráfico para avaliação da readequação dos turnos (Gráfico 12).



**Gráfico 12 - Carta de controle da Eficiência por Turnos.**  
 Fonte: Empresa concedente.

Com este Gráfico 12 avalia-se que a readequação dos turnos foi viável, pois mesmo com a redução de mão de obra, a eficiência em média melhorou. Anteriormente tinha uma média de 30,5% e passou para 35,7%, pois o embarque se concentrou no período de maior demanda, eliminando os horários do carregamento ineficientes.

Em relação à métrica do projeto, a redução do tempo de ciclo entre as balanças 1 e 2 da empresa, observa-se que a mesma foi atingida (Gráfico 13).



**Gráfico 13 - Carta de controle do Tempo de Ciclo.**  
Fonte: Empresa concedente.

O Gráfico 13 mostra o acompanhamento do tempo de ciclo entre as balanças, que começa quando o caminhão vazio passa pela balança 1 e finaliza o tempo quando o caminhão passa na balança 2 com o produto.

Observa-se que anteriormente ao projeto a média do tempo de ciclo era de 120 minutos. Com a evolução do projeto, mostra-se que algumas ações surtiram efeito para o indicador que começou a ter uma redução, o qual é o objetivo. Essas ações trouxeram maior agilidade e eficiência para o carregamento e conseqüentemente, o tempo de espera do caminhão reduziu também.

Na etapa Melhorar, a média do tempo de ciclo do período desta fase foi de 92 minutos, quase chegando à meta. Já na etapa Controlar, o tempo de ciclo entre as balanças está, em média, dentro da meta esperada do projeto com uma média de 88,5 minutos por dia. Há ainda uma variação no tempo de ciclo, porém menor que antes do projeto, pois o desvio padrão anteriormente era de 15,54 e atualmente é de 10,60.

### 5.5.2 Gestão à Vista

Além desses controles do processo, foram instalados dois quadros de gestão à vista na expedição de farelo para acompanhamento do processo por todos os colaboradores envolvidos, como se demonstra na Figura 35.



**Figura 35 - Quadro de gestão à vista.**  
Fonte: Empresa concedente.

Observa-se na Figura 35 um dos quadros de gestão à vista instalado na sala da expedição de farelo, e o outro foi colocado entre as docas de carregamento. No primeiro gráfico está o controle do tempo de ciclo entre as balanças e no segundo está a eficiência diária do embarque de farelo, hora a hora. Ambos os gráficos são atualizados diariamente.

Na Figura 36 demonstra-se o quadro de gestão à vista utilizado pelos líderes dos turnos para organização e direcionamento dos colaboradores durante o expediente.

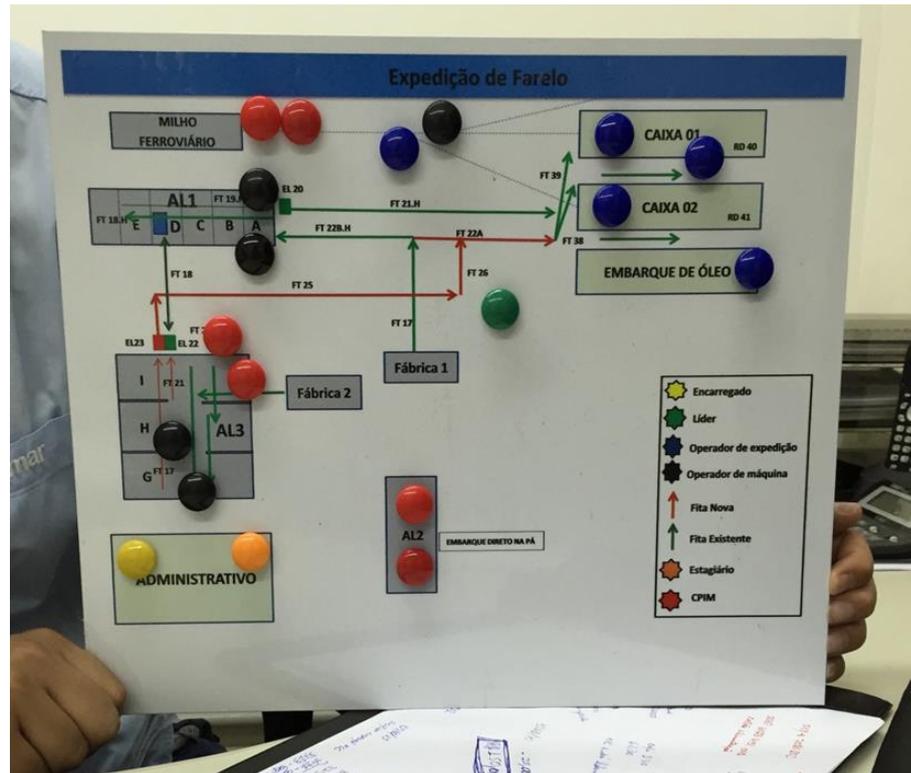


Figura 36 - Quadro de organização dos postos de trabalho.  
Fonte: Empresa concedente.

Este quadro da Figura 36 foi importante para ter uma visão mais ampla do processo e ter o conhecimento onde cada colaborador está. Essa aquisição trouxe para a expedição de farelo, maior organização da operação e redução da mão de obra ociosa, devido à grande quantidade de pessoas por equipe é necessário à utilização deste quadro para que todos estejam envolvidos na operação.

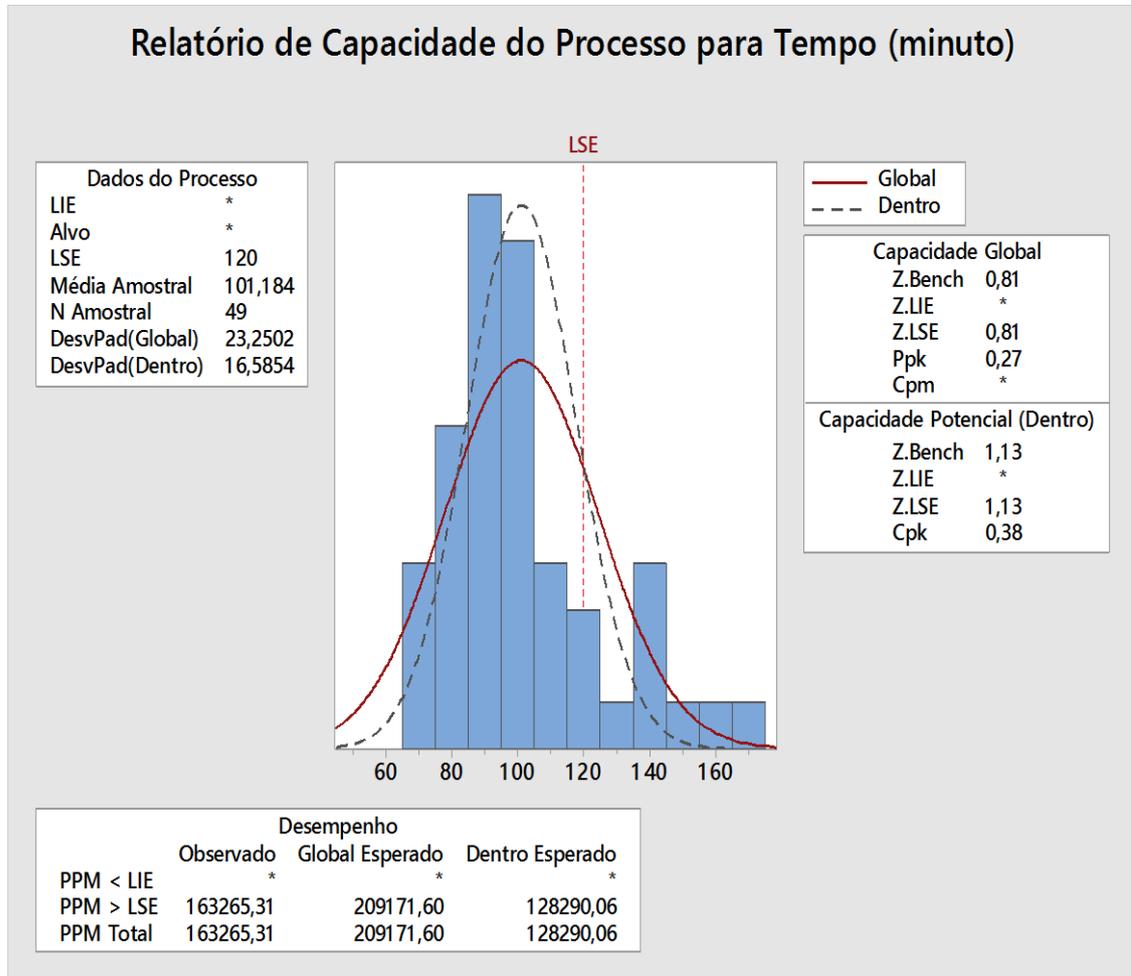
### 5.5.3 Procedimentos

Para manter os procedimentos padronizados da operação de forma consistente, foram criados cinco procedimentos específicos da área e registrados no sistema da corporativa. Sendo assim, ficou fácil para realizar os procedimentos e acompanhamento dos indicadores, pois está documentada a sequência de passos e outras instruções necessárias para realizar as atividades, impedindo a possibilidade de comunicação incorreta e erros.

### 5.5.4 Capacidade do Processo

Após a realização de todas essas mudanças no processo, avaliou-se novamente a capacidade do processo, onde foi percebido que o Nível Sigma passou de 0,20 para 1,13, como demonstrado

no Gráfico 14. Logo, essa evolução mostra que as ações do projeto trouxeram benefícios ao processo, mas que ainda há oportunidades de melhorias, pois o Nível Sigma está distante do ideal.



**Gráfico 14 - Capacidade do Processo.**  
Fonte: Empresa concedente.

É notória que as mudanças realizadas nas etapas do projeto, surtiram efeitos na capacidade do processo, e isso é comprovado pelo gráfico e a evolução do Nível Sigma. Mas também, pelo valor apresentado, observam-se as oportunidades de ainda implantar mais melhorias no processo, o que certamente acontecerá, pois a cultura da melhoria contínua foi adquirida por todos os colaboradores da área.

## 6 CONCLUSÃO

As exigências dos clientes e o crescimento da concorrência obrigam as empresas a buscar novas metodologias para o processo, com o objetivo de maior qualidade aos produtos, aumento da produtividade, melhorar a satisfação dos clientes e ganhos financeiros. Atualmente, as empresas devem produzir bens ou serviços com alta qualidade, entregando no prazo desejado do cliente, a um mínimo custo possível. Para atingir estes objetivos, as organizações devem direcionar os esforços e os recursos em programas de melhoria contínua, como o Lean Seis Sigma.

O programa de melhoria Lean Seis Sigma é a junção de duas metodologias, o Lean Manufacturing e Seis Sigma, no qual possui muitos aspectos positivos, pois a primeira baseia-se no aumento da produtividade, eliminando os desperdícios existentes e a segunda visa a eliminação da variabilidade do processo, otimizando o processo e satisfazendo o cliente.

Conclui-se que a aplicação da metodologia Lean Seis Sigma na Expedição de Farelo seguindo a estrutura DMAIC foi satisfatória, pois se conseguiu identificar os principais problemas que afetavam o baixo desempenho do processo da expedição de farelo e foi possível aplicar melhorias que trouxeram resultados positivos demonstrados nos indicadores, tanto o do tempo de ciclo entre as balanças quanto o da eficiência do embarque de farelo.

Vale destacar que os objetivos específicos definidos no início do projeto foram concluídos, no qual o processo teve um aumento da capacidade estática, com mais uma linha de embarque de farelo, eliminando a concorrência dos modais rodoviário e ferroviário. Eliminou-se também o turno da noite, onde foi comprovada a ineficiência desse período, reduzindo os custos que envolvem a operação. Além de outras melhorias que facilitaram e agilizaram a realização das atividades diárias, como a mudança nos comandos do acionamento das fitas, o leitor de código de barras para leitura das ordens de carregamento, o alarme sonoro para redução das horas paradas não planejadas.

A meta estabelecida de ter o tempo de ciclo entre as balanças de 90 minutos foi cumprida e está sendo monitorada diariamente, sendo divulgada para todos os envolvidos por meio dos quadros de gestão à vista.

Em suma, é notória a evolução no desempenho da Expedição de Farelo e o mais importante é a implantação da cultura da melhoria contínua no setor, devido ao envolvimento de todos os colaboradores, ficou evidente que eles desejam a busca de mudanças visando maior qualidade ao produto, melhor eficiência no processo e a satisfação do cliente. Com a realização do projeto e os resultados obtidos a área tem como exemplo que é necessário mudanças para a evolução do processo, e assim deve continuar progredindo a cada dia em busca da melhoria contínua.

## 7 REFERÊNCIAS

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

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Planejamento, Organização e Logística Empresarial** – Porto Alegre: Bookman, 2006;

BALLOU, R. H. **Logística empresarial.** São Paulo: Atlas, 1993.

BASU, R. **Six-Sigma to operational excellence: role of tools and techniques.** International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, v. 1 (1), p. 44- 64, 2004.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística Empresarial: O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos.** 1. ed. – São Paulo: Ed. Atlas, 2010.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.

DAYCHOUM, M. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento.** Rio de Janeiro, Desenvolvimento, 2007.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: A revolução da Administração.** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990. Tradução de Clave Comunicações e Recursos Humanos.

DOMENECH, C; **Estratégia Lean Seis Sigma – Etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.** São Paulo, M.I. Domenech, 2016.

FERNANDES, H.V. **Lean Seis Sigma: Estudo do potencial de implantação na Xérox – Unidade Industrial Nordeste.** Bahia, 2005.

FERNANDES, Simone Tavares. **Integração dos programas de melhoria Lean Manufacturing e Six Sigma aplicados à logística de transporte de produtos de uma**

**indústria metalúrgica**. 2008. 121 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008.

FUNDIN, A. P.; CRONEMYR, P. **Use customer feedback to choose Six Sigma projects**. Six Sigma Forum Magazine, v.3, n. 1, 2003.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2009. 120 p. (Série Educação a Distância).

GEORGE, M. **Lean Seis Sigma para serviços: Como utilizar a velocidade Lean e Qualidade Seis Sigma para melhorar serviços e transações**. São Paulo, 2004.

GODOY, M. H. C. **Brainstorming**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

HARRY, Michel; SCHROEDER, Richard. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. New York, 2000.

LACERDA, L. Logística Reversa – Uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. **Centro de Estudos em Logística – COPPEAD**, 2002. Disponível em . Acesso em 20 de agosto de 2004

LAZARIN, F.; OLIVEIRA, M. **A aplicação das práticas Lean Manufacturing gestão visual, rodízio de funções, redução do tamanho de lote, empowerment e equipes de trabalho: um estudo de uma empresa fabricante de transmissões**. XIX Simpósio de Engenharia de Produção, 2012.

**Lean Institute Brasil**. Disponível em < [www.lean.org.br](http://www.lean.org.br) >. Acesso em: 27 de junho de 2016.

MINICUCCI, A. **Técnicas do trabalho de grupo**. São Paulo: Atlas, 2001.

MORAES, Dênis Adriano. **Muito Prazer, Seis Sigma**. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Grupo Educacional Uninter, 2015.

MOURA, L. R. **Qualidade Simplesmente Total**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Desenvolvimento, 1997.

OLIVEIRA, S. E.; ALLORA, V.; SAKAMOTO, F. T. C. Utilização conjunta do método UP' com o Diagrama de Pareto para identificar as oportunidades de melhoria dos processos de fabricação: um estudo na agroindústria de abate de frango. **Custos e Agronegócios**, v. 2, n. 2, p.37-48, 2006.

PANDE, P. **Estratégia Seis Sigma**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2001.

PRADELLA, S.; FURTADO, J. C.; KIPPER, L. M. **Gestão de processos da teoria à prática**. São Paulo, Atlas, 2012.

RASIS, D. **Paper Organizers International: A Fictitious Six Sigma Green Belt**. 2003.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo de caso: O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson**. Minas Gerais, 2006.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil. 1999.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: estratégia para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

SANTOS, A. B. **Modelo de Referência para estruturar o programa de qualidade Seis Sigma: Proposta e Avaliação**. 2006. 312f. Tese (Doutorado)– Curso de Engenharia de Produção, UFSCAR, São Carlos, 2006.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002

STAMATIS, D. H.; **Six Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods and Tools**. New York, 2004

STOCK, J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**. Council of Logistics Management, 1998. 247 p

WERKEMA, C. **Lean Six Sigma: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Werkema, 2006.

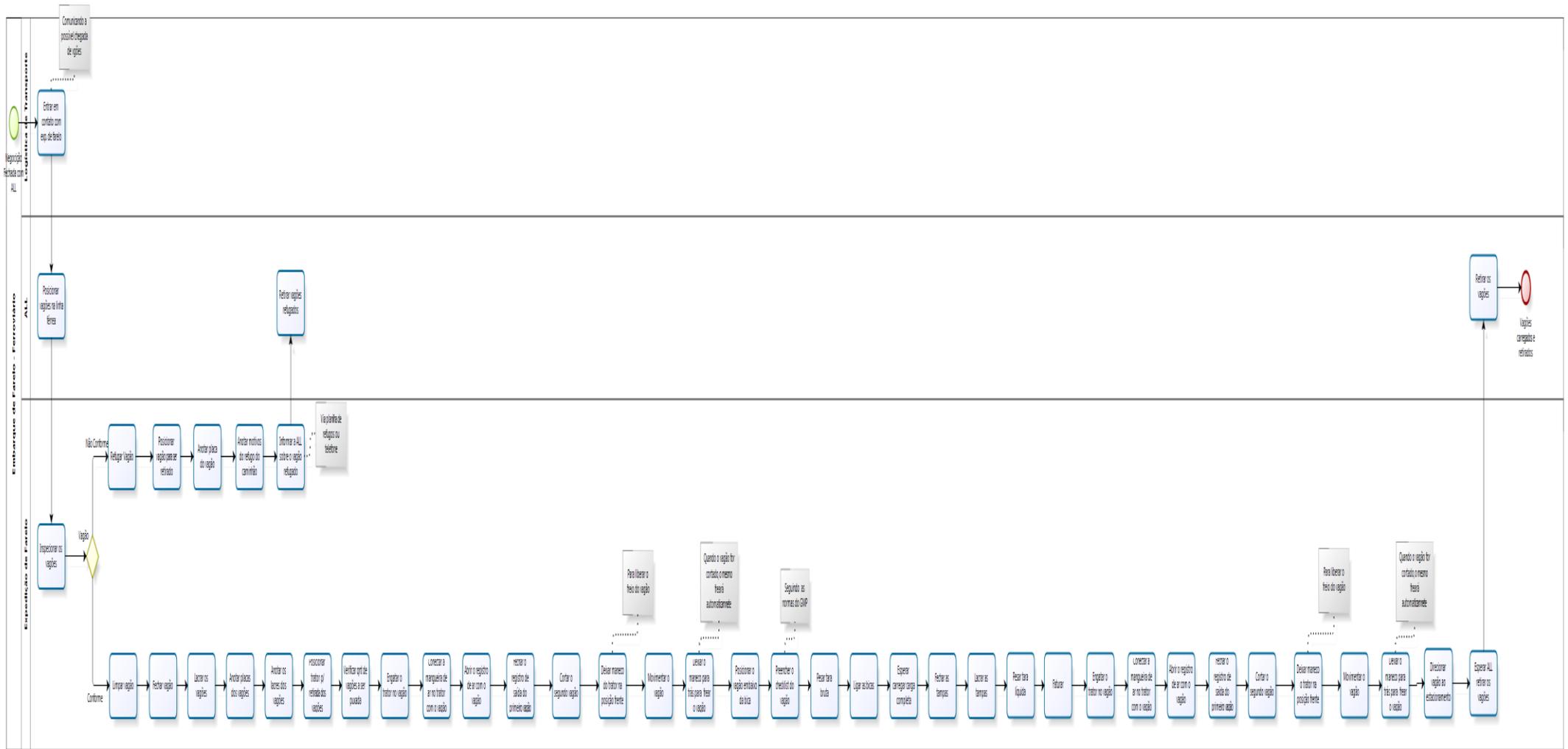
WERKEMA, C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora Qualitymark, vol.1, 2010.

WERKEMA, C. **Perguntas e respostas sobre o Lean seis sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.







**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**