

Prática da metodologia Seis Sigma para redução de perda na transferência da soja em uma unidade beneficiadora de grãos

Six Sigma methodology for loss reduction in soybean transfer in a grain beneficiary unit

Fernanda Biazetto¹
Daiane Maria De Genaro Chiroli²
Rafael Bianchini Glavam³

Resumo

Com a globalização e o aumento da competitividade comercial, a busca por melhores resultados, bem como por processos eficientes tem sido um fator crucial para garantir bons desempenhos e competitividade para as empresas. Assim, para que sejam evitados desperdícios e, a fim de assegurar um melhor desempenho dos processos produtivos, métodos como o Seis Sigma são utilizados, para que sejam identificadas as principais perdas produtivas, eliminando desperdícios. O presente trabalho tem por objetivo implantar a ferramenta Seis Sigma para identificar e eliminar o desperdício de soja na transferência entre o graneleiro e a fábrica de uma cooperativa agroindustrial. Foi utilizada a metodologia Six Sigma, tendo como base a ferramenta DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) para mensurar e analisar as principais perdas do processo, propondo melhorias e soluções para minimizar os desperdícios encontrados no processo de recebimento, armazenamento e transporte do grão de soja, do setor do graneleiro para o setor de extração de óleo. A grande contribuição do projeto Seis Sigma foi a análise e, conseqüentemente, o conhecimento do processo de transferência da soja, e de cada etapa produtiva. Através deste projeto, observou-se grande envolvimento dos funcionários, os quais contribuíram nas diversas etapas realizadas em que buscaram a melhoria e maior conhecimento de todas as etapas ali presentes, bem como o estabelecimento de padrões nas atividades.

Palavras-chaves: Six Sigma; Cooperativa agroindustrial; DMAIC.

Abstract

With globalization and increased commercial competitiveness, the search for better results as well as efficient processes has been a crucial factor in ensuring good performance and competitiveness for companies. Thus, in order to avoid waste and safety, the better performance of the production processes, methods such as Six Sigma are used, so that they are identified as the main productive losses, eliminating waste. The purpose of this paper is to deploy a Six Sigma tool to identify and eliminate waste in the transfer between the bulk carrier and an agroindustrial cooperative factory. The Six Sigma methodology was used, based on the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve Control) tool to measure and analyze the main losses of the process, proposing improvements and solutions to minimize homelessness in the process of receiving, storing and transportation of the soybean grain, from the bulk carrier sector to the oil extraction sector. A major contribution of the Six Sigma project to an analysis and knowledge of the soybean transfer process, and of each productive stage. Through this project, it was possible the great involvement of the employees, who contributed in the various stages carried out and sought improvement and greater knowledge of all the present stages, as well as the establishment of standards in the activities.

Keywords: Six Sigma; Agroindustrial cooperative; DMAIC.

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Graduada em Engenharia de Produção - UEM, Maringá, Paraná, Brasil.
fernanda_biazetto@hotmail.com

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Chefe da Divisão de Propriedade Intelectual da UTFPR - PG e professora do Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção da UTFPR-PG, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.
daianechiroli@utfpr.edu.br

³Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Consultor Empresarial e Analista Estratégico, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
contato@rafaelglavan.com.br

1 Introdução

O mercado está cada dia mais acirrado, e a procura por bons desempenhos tem se tornado cada dia mais importante para melhorar a qualidade e os resultados da empresa. Desta forma, levando em consideração a grande competitividade, manter a qualidade do produto ou serviço ofertado é considerado um diferencial e uma vantagem competitiva para as empresas que buscam novas técnicas para aperfeiçoar seus métodos e diminuir os desperdícios presentes em suas cadeias produtivas, melhorando nos aspectos produtivos, na qualidade, nos custos, entre outros (AWAJ; SINGH; AMEDIE, 2013).

Tendo em vista a grande influência da agricultura na economia brasileira, nota-se a importância em buscar aperfeiçoar constantemente este setor. Na prática, o setor industrial tem por função primordial buscar meios de aumentar o desempenho produtivo, melhorar a qualidade de produtos e processos, reduzir desperdícios e custos de produção, visando o alcance de competitividade. De acordo com Cho e Pucik (2005), nas empresas, o controle da qualidade de processos e produtos e a redução de custos são os principais impulsionadores para alcançar vantagens competitivas.

O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, ficando atrás apenas dos EUA. Na safra 2013/2014, a produção de soja no Brasil foi de 85,6 milhões de toneladas. O Paraná é o segundo maior produtor brasileiro da cultura, obtendo uma produção de 14,774 milhões de toneladas na safra 2013/2014 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2015). Tendo em vista a alta competitividade e a influência da agricultura no Brasil, nota-se a relevância em estudar mecanismos que possam auxiliar e extrair do processo resultados

cada vez mais significativos. A fim de aumentar a competitividade e o lucro obtido pelas empresas diversificadas, ferramentas e metodologias tornam-se alternativas para estudar melhorias e soluções de problemas. “Os expressivos resultados alcançados pela Motorola e General Electric (GE), por meio do programa Seis Sigma, tem sido uma fonte de inspiração para muitas empresas seguirem o seu exemplo e conseguir maior competitividade”. (GALVANI, 2010, p.11)

A empresa em que o presente trabalho foi realizado teve como planejamento estratégico 2015/2020, dobrar a o faturamento de 3 bilhões para R\$ 6 bilhões. Para tanto, problemas de desperdícios de produto devem ser minimizados, ou até mesmo eliminados, a fim de atingir o planejamento estratégico. O setor de recebimento dos grãos, o graneleiro, é responsável por receber, armazenar e transferir a soja para o setor de esmagamento, para transformá-la em óleo. A estimativa da cooperativa é de esmagar 950 mil toneladas do grão de soja em 2015. O presente trabalho foi realizado para que o fluxo do processo de transferência da soja entre o graneleiro e a fábrica de óleo tenha o menor desperdício de grãos, visando a melhor eficiência na transferência entre os diferentes setores da cooperativa.

Redução de desperdícios e o controle de processos são elementos inseridos na metodologia Seis Sigma e direcionam à melhoria contínua de qualidade (SAKUMOTO, CHIROLI e DZULINSKI (2019). Alhuraish, Robledo e Kobi (2017), em seu estudo sobre os fatores de sucesso das metodologias aplicadas de maneira isolada, afirmam que independente dos termos serem analisados conjuntamente, ambas são técnicas que visam

melhorar os processos favorecendo a melhoria de qualidade em serviços ou produtos. Os autores também enfatizam que as técnicas possuem relevância quando o objetivo é a melhoria contínua dos processos.

Antony (2008) define Seis Sigma como uma abordagem que busca identificar e eliminar defeitos, erros ou falhas em processos ou sistemas de negócios, concentrando-se em características de desempenho do processo que são de importância crítica para os clientes. Já Pyzdek (2003) conceitua o Seis Sigma como uma rigorosa metodologia, focada e altamente eficaz na implementação de comprovados princípios e técnicas da qualidade.

O Six Sigma é uma metodologia estatística que visa reduzir a variação em qualquer processo, reduzir custos na fabricação e serviços, aumentar a satisfação do cliente, medir defeitos, melhorar a qualidade do produto e reduzir os defeitos para 3, 4 partes por milhão de oportunidades em uma organização (CHEN e LYU, 2009; CHAKRAVORTY e SHAH, 2012; DROHOMERETSKI et al., 2014; LEE e WEI, 2009; MANVILLE et al., 2012; NASLUND, 2008; SHAH et al., 2008; ULUSKAN e ERGINEL (2017).

No entanto, o alto custo do treinamento *Six Sigma* é uma barreira para muitas organizações implementarem essa metodologia. Outras desvantagens são o tempo despendido para ambos implementarem o *Six Sigma* e para que os resultados se tornem visíveis (PEPPER e SPEDDING, 2010; TIMANS et al., 2012).

Para a construção de um projeto Seis Sigma, é necessário contar com a equipe do projeto, e estruturar por meio do modelo DMAIC. Segundo Duarte (2011), o DMAIC é um modelo composto por cinco fases, que auxiliam a guiar as atividades do Seis Sigma. A primeira etapa do DMAIC (D: define) consiste na etapa de definição do problema, etapa

responsável por definir metas, quais os integrantes, qual o foco do projeto, etc. A segunda etapa do DMAIC (M: measure) é uma das etapas mais robustas do projeto, responsável por toda a coleta de dados e análise das medições. A terceira etapa do DMAIC (A: analyze) é a etapa em que se analisam os dados coletados a partir da etapa anterior, e buscam alternativas de melhorias ao projeto com base nos dados coletados. A quarta etapa do DMAIC (I: improve) consiste na etapa em que as melhorias são realizadas, é a etapa em que são aplicadas soluções ao problema raiz. A quinta e última etapa do DMAIC (C: control) consiste na etapa em que os novos padrões do projeto são repassados aos donos do processo, e onde é definido um plano de monitoramento para controle do processo.

Segundo Ballestero-Alvarez (2010), um dos grandes pontos fortes do Seis Sigma é o questionamento das causas das falhas e dos erros, buscando a origem do problema sem a preocupação em “apontar culpados”, mas em adotar e aplicar a melhor solução ao problema enfrentado. No entanto, há também barreiras para sua implementação. Dentre elas, destacam-se o alto custo do treinamento, o tempo de implementação que permita a visibilidade dos resultados (PEPPER, SPEDDING, 2010; TIMANS et al., 2012).

Diversificadas ferramentas e métodos foram necessários para a realização do presente trabalho, sendo suporte para a realização de toda a pesquisa, das quais se destacam:

- 1. SIPOC:** Esta é uma técnica que visa proporcionar uma melhor visualização de todas as etapas do processo, a fim de que todos os integrantes diretamente ligados ao fluxo como um todo possam ter uma visão geral de todo o procedimento

(ANDRADE, 2012). Originalmente do inglês, a sigla SIPOC significa Supplier (fornecedores), Input (insumos), Process (processo), Output (produtos obtidos na saída), Customer (consumidores).

- 2. Voz do Cliente/ Voz do Negócio:** Perceber o comportamento do cliente e do negócio é fundamental para um bom desempenho dos processos produtivos e de pontos fundamentais do produto/serviço. Diante disso, entender bem a “Voz do consumidor” (VOC – voice of customer), bem como o que influencia o cliente com relação à qualidade de um produto/serviço deve ser uma rotina, uma vez que se tem uma dinâmica natural de evolução dessa percepção, bem como a influência do aumento de desempenho da concorrência, o que influenciam diretamente as demandas dos clientes (CARVALHO, 2002). A “Voz do negócio” (VOB – voice of business) é aquela que marcará o lucro e retorno sobre o investimento, capacitando assim que o negócio sobreviva, cresça e encontre as necessidades de seus funcionários, investidores e comunidade (GYGI; CARLO; WILLIAMS, 2008).

- 3. Estratificação:** estratificação é uma das sete ferramentas da qualidade e consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em fatores apropriados, que são denominados fatores de estratificação. A estratificação consiste no agrupamento da informação com base em diversificados pontos de vista, a fim de focalizar a ação (WERKEMA, 1995).

- 4. Diagrama Causa e Efeito:** O diagrama causa-efeito ou espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa é uma ferramenta gráfica que busca analisar a relação existente entre causas e efeitos ou alguma característica de qualidade e seus fatores envolvidos, podendo as causas principais serem ramificadas em secundárias e/ou terciárias (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

- 5. Gráfico de Pareto:** “O Gráfico de Pareto dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de problemas e projetos” WERKEMA (1995, p.71). O princípio do Diagrama de Pareto é ordenar, do maior para o menor, as frequências das ocorrências. Seu objetivo principal é separar os problemas principais das causas comuns, assim, nota-se que 80% das causas provocam 20% dos problemas, e seu inverso também ocorre, ou seja, você pode resolver 80% dos problemas com 20% de esforços (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

- 6. Repetitividade, Reprodutividade (RR):** A repetitividade avalia a variabilidade do sistema de medição, avaliando sua consistência. A fim de verificar a variação nas medidas obtidas através de um instrumento de medição, usa-se a análise de repetitividade, a qual consiste em um mesmo operador realizar a medição de uma mesma medida, na mesma peça, diversas vezes (ROTONDARO, 2002).

De forma a explicar as etapas realizadas neste estudo, no próximo tópico serão detalhadas as

etapas metodológicas definidas em função do objetivo principal.

2 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido no processo de transferência da soja entre o Graneleiro e a Fábrica de uma Cooperativa Agroindustrial brasileira. Tendo em vista a grande demanda no recebimento de grãos da empresa estudada, e da importância de assegurar a eficiência no processo produtivo, foi realizado um projeto com base na metodologia Seis Sigma, tendo como apoio o passo a passo do DMAIC.

A abordagem desta pesquisa é de caráter qualitativo e quantitativo, pois foram verificados os sistemas de medição, além da análise do processo, descrevendo e compreendendo seu funcionamento como um todo. O estudo foi realizado por meio da coleta, análise e interpretação de dados, utilizando métodos estatísticos para melhor analisar os dados, sendo classificado como uma pesquisa-ação.

Este estudo é caracterizado como exploratório, uma vez que não há estudos anteriores com este grau de investigação no setor em análise, sendo um estudo que realizou pesquisas e propôs melhorias ao processo.

A priori, foram estudados os conceitos científicos já publicados sobre o tema, para que fosse possível ter uma melhor contextualização a respeito do assunto a ser estudado. Posteriormente, realizou-se uma análise do processo produtivo, além de mapeadas suas atividades. Por fim, foram realizadas coletas e interpretações dos dados, nos quais foram realizadas análises necessárias para posterior sugestão de melhorias do processo.

O método utilizado para realização deste trabalho foi a metodologia do Seis Sigma através do

passo a passo do modelo do DMAIC. Durante a realização do projeto, foram utilizadas diversas ferramentas, conforme a metodologia do Seis Sigma direciona o andamento do projeto, sendo elas: SIPOC; Árvore de Requerimentos; Estratificação; Diagrama de Ishikawa; Matriz Causa-Efeito; Gráfico de Pareto; e, RR. Por meio destas ferramentas, foi possível coletar dados, realizar as análises, identificando assim as falhas pertencentes ao sistema.

3 Caracterização da cooperativa

O estudo foi realizado em uma Cooperativa Agroindustrial considerada como uma das principais cooperativas brasileiras. A empresa possui um amplo parque industrial, capaz de processar praticamente tudo o que recebe. Além disso, conta com mais de 60 unidades operacionais. Tendo em vista o aumento da eficiência, bem como a melhoria contínua dos processos produtivos, a empresa capacita seus cooperados constantemente, para que estes estejam cada vez mais habilitados para garantir o processo de desenvolvimento contínuo, além de faturamentos cada vez maiores, assim como é o foco do planejamento estratégico 2015/2020 da empresa, que busca dobrar o faturamento de 3 bilhões para R\$ 6 bilhões, em 2020.

A missão da Cooperativa é “Atender o cooperado, buscando a perpetuação da cooperativa de forma sustentável”. A visão é “Crescer com rentabilidade”. E os valores são rentabilidade, qualidade, confiabilidade, ética, transparência, equidade, responsabilidade socioambiental e pessoas. Projetos de melhoria contínua são realizados em nível corporativo, bem como os projetos de Six Sigma, que são amplamente divulgados e incentivados dentro da cooperativa. O Graneleiro é caracterizado pelo setor responsável

pelo recebimento de grãos (soja, milho, café e trigo). Durante todo o ano, a cooperativa recebe em torno de 900.000 toneladas de soja vindas de cooperados, unidades operacionais e terceiros. O produto, de acordo com sua classificação de chegada, caso necessário, passa pelos processos de secagem e limpeza e, em seguida, é armazenado e transferido para a fábrica de óleos, que é responsável pelo esmagamento e processamento da soja.

A classificação realizada no recebimento da soja ao complexo é responsável por determinar a porcentagem de água, impureza e ardidos (qualidade ruim do grão) presentes na soja, tendo em vista que o padrão comercial da soja é 14% de umidade, 1% de impureza e 8% de ardido. Em níveis acima do padrão, ocorrem descontos do produto. A soja recebida pelo Graneleiro deve passar pelos processos de secagem e limpeza, quando necessário, para garantir que os níveis de umidade e impurezas estejam dentro dos valores estipulados pela fábrica de óleo para o esmagamento, sendo 10,5% de umidade e 1% de impureza. Manter o produto dentro dos padrões estabelecidos pela fábrica para esmagamento visa assegurar que, dessa forma, não ocorra perda e/ou diminuição da qualidade do produto ocasionada pelo excesso de impureza e umidade. Produtos com muita vagem (impureza) tendem a sobrecarregar as peneiras de limpeza, permitindo que o produto bom seja descartado juntamente com a vagem. Os produtos que apresentam elevado teor de água tendem a ser mais difíceis de extrair o óleo vegetal do grão.

O processo de recebimento e transferência se dá da seguinte forma:

Primeiramente, a soja recebida é classificada quanto à umidade, à impureza, avariados e esverdeados. Posteriormente, a soja é descarregada na moega correspondente e, caso haja a

necessidade de secar e limpar o grão, este passa pelos secadores e pelas máquinas de limpeza, até que atinjam os teores necessários. Em seguida, a soja é transportada por fitas e elevadores até o silo ou armazém, que irá armazená-la até o processo de esmagamento. Por fim, a soja é transportada até a ressecagem da fábrica e, em seguida, para o silo que alimenta a fábrica de óleo.

4 Projeto *Six Sigma* de transferência da soja

O projeto desenvolvido na empresa foi idealizado e projetado pela alta diretoria, devido à necessidade de assegurar que durante todo o processo de transferência da soja no graneleiro, fosse garantida uma perda mínima do produto, alinhando, desta maneira, o projeto ao planejamento estratégico.

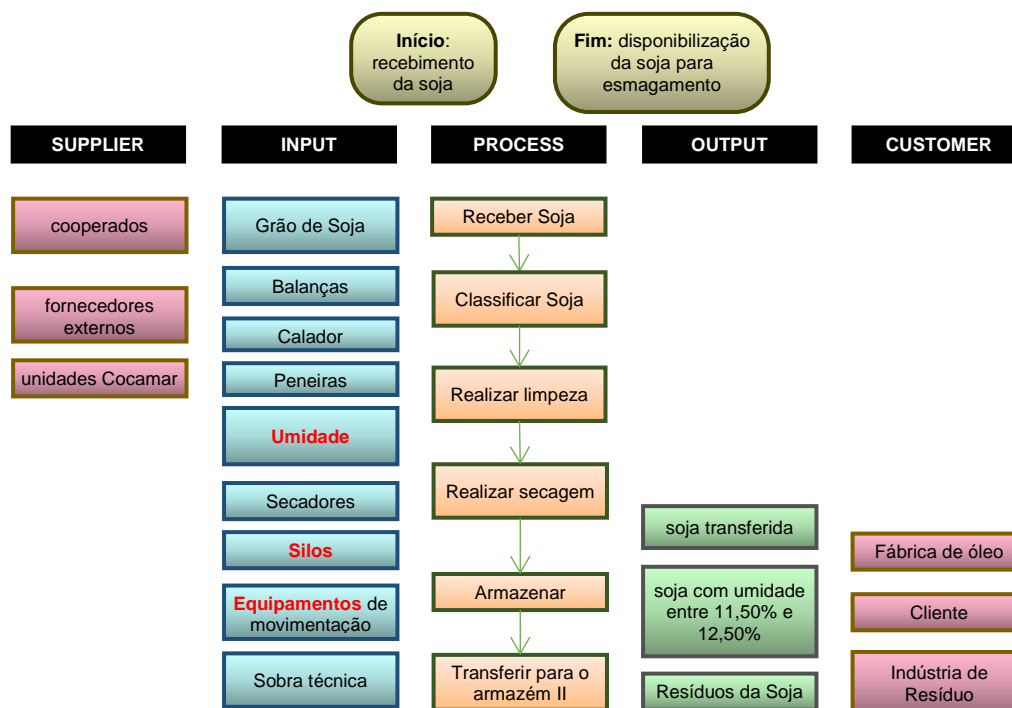
Define: A primeira ação nesta etapa consistiu em definir a estrutura do projeto, que consiste em determinar a equipe e o caso do negócio, ou seja, a ligação do projeto com a estratégia da empresa, clarificando as oportunidades, a meta do projeto, definindo o escopo, o planejamento para cada etapa do DMAIC e os responsáveis pelo projeto.

O projeto em estudo é composto por seis participantes da equipe e quatro especialistas, que nos momentos em que necessite de contribuição em determinadas áreas específicas, estes são solicitados para dar suporte ao trabalho. O trabalho em estudo está ligado ao planejamento estratégico da empresa em alcançar resultados favoráveis, tendo como meta manter o índice de transferência entre graneleiro e fábrica próximo a 0%, ou seja, com o menor índice de quebra de produto.

Posteriormente às definições iniciais, foram realizadas diversas reuniões com a equipe do projeto, e pôde-se montar o SIPOC, ferramenta com

a qual foi possível obter uma visão macro do projeto, definindo suas etapas, fornecedores e clientes finais, conforme apresenta a Figura 1.

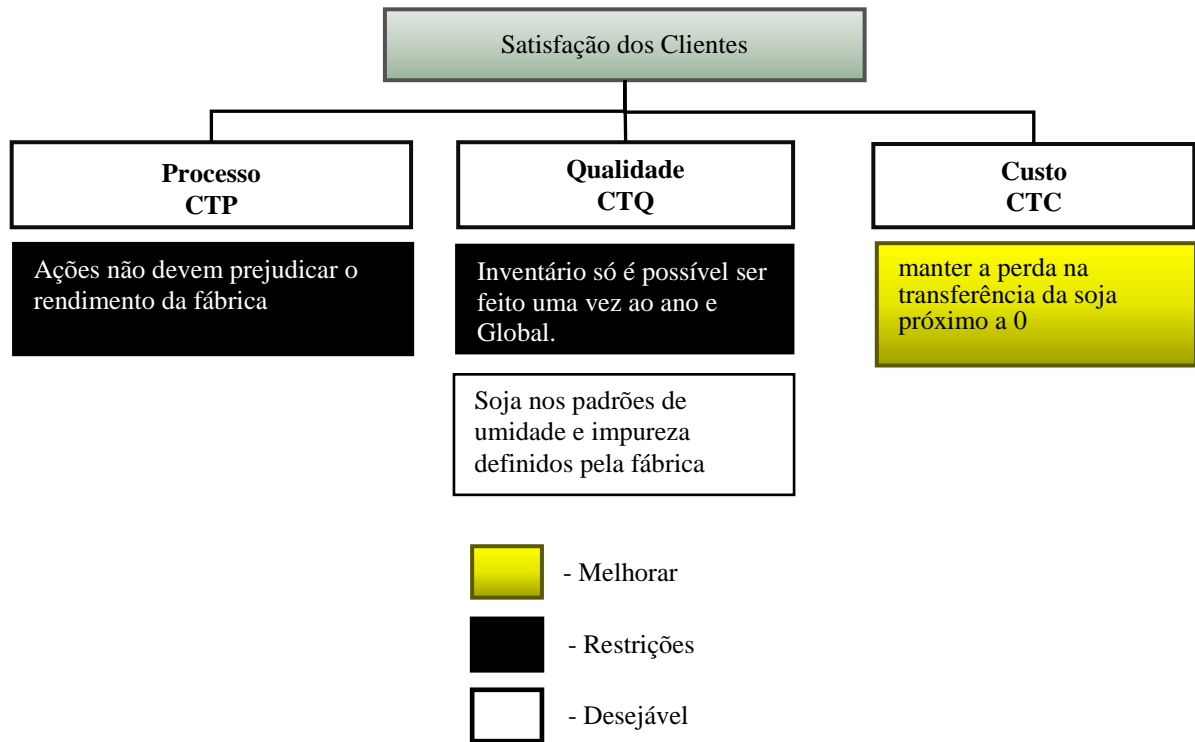
Figura 1 – Organograma para facilitar a visualização dos processos de acordo com a metodologia SIPOC



Por meio da Figura 1, é possível observar a estrutura macro do processo de transferência onde foram identificadas as principais etapas do processo, que são: recebimento, classificação, limpeza, secagem, armazenamento e transferência. Além disso, foi possível observar quais são os *inputs* do processo, seus fornecedores, os *outputs* e os clientes finais. Com isso, a ferramenta SIPOC auxilia a contextualizar o processo como um todo.

Após a realização da análise macro do processo, foi desenvolvida a árvore de requerimentos do cliente, *Voice of the business* (VOB) e *Voice of the customer* (VOC), ilustrada na Figura 2. Com isso, delimitou-se as restrições do projeto, os pontos de melhoria e os pontos desejáveis.

Figura 2 - Estruturação da árvore de requerimentos usada neste trabalho

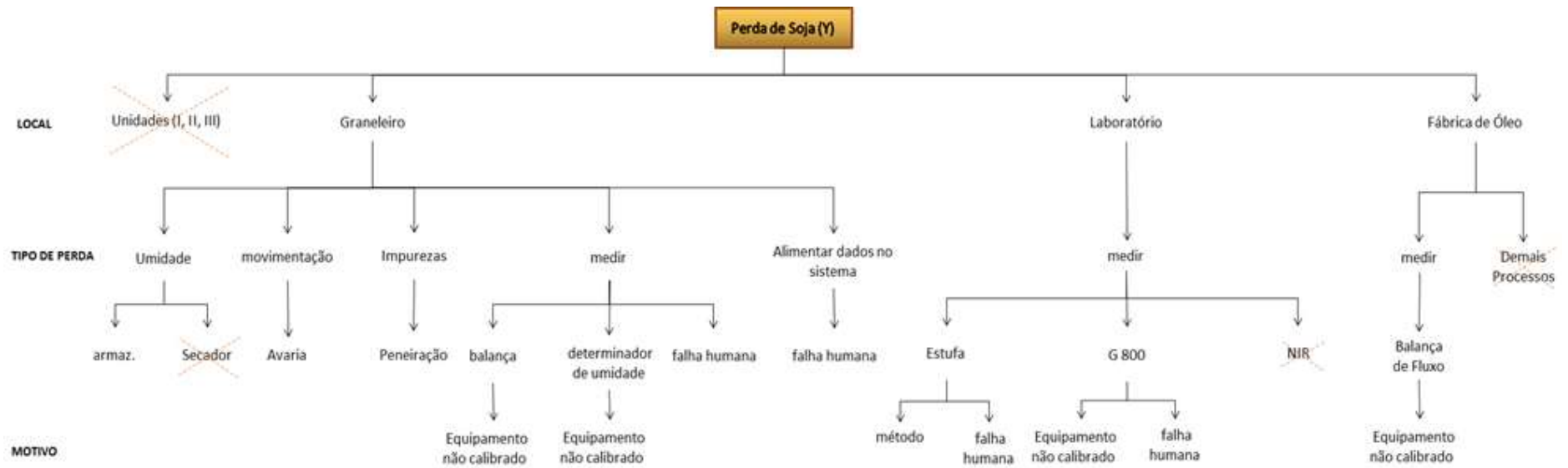


Com a realização da árvore de requerimentos (Figura 2), foram analisadas duas restrições importantes do processo: uma delas está nas ações de melhorias ou testes do projeto que não poderiam prejudicar o rendimento da fábrica, ou seja, estas ações não poderiam comprometer o processo de esmagamento do grão, não ocorrendo falta do produto, ou produto fora do padrão; a outra restrição é o fato do fechamento Global da empresa ser realizado apenas uma vez ao ano, assim, não era possível a análise constante dos dados de

fechamento. O ponto de melhoria apontado está em garantir que no processo de transferência da soja entre graneleiro e fábrica fossem evitadas as perdas, aproximando este valor a 0%.

Ainda dentro da etapa de definição do projeto, foi realizada a estratificação do "Y", onde se puderam definir os locais que o projeto contemplaria, bem como o que seria analisado e quais partes não entrariam na análise do projeto, conforme Figura 3.

1 Figura 3 - Representação das subdivisões das perdas da soja de acordo com a ferramenta a ferramenta Estratificação



Por meio da estratificação do “Y”, pode-se analisar de maneira clara os setores envolvidos, e quais locais priorizar o estudo. Desta maneira, o projeto abrange da entrada do produto no graneleiro, até a balança de fluxo da fábrica, sendo este seu ponto final de análise.

Além de todas as análises acima, dentro da etapa *definir* foi estipulado o cronograma do projeto, com as etapas principais a serem executadas, bem como os tempos de execução, sendo definida como 31/01/2017 a data final de execução do projeto.

A fim de analisar o entendimento do time, a clareza do projeto e as próximas etapas, foi realizada a análise GRIP, que consiste em cada integrante do time responder ao questionário que avalia o entendimento de cada um quanto ao andamento do projeto, as próximas etapas e suas responsabilidades, visando conhecer o pensamento e status do time. Posteriormente, os dados são compilados em um só questionário, que irá gerar a análise GRIP.

Após realizar o GRIP dos integrantes do projeto, ficou claro que o time em geral apresenta

um bom entrosamento e entendimento das metas, os papéis de cada integrante, agenda e o propósito do projeto, ou seja, a partir desta análise notou-se que o time estava atento ao projeto, e quais os papéis de cada integrante para cumprimento dos prazos.

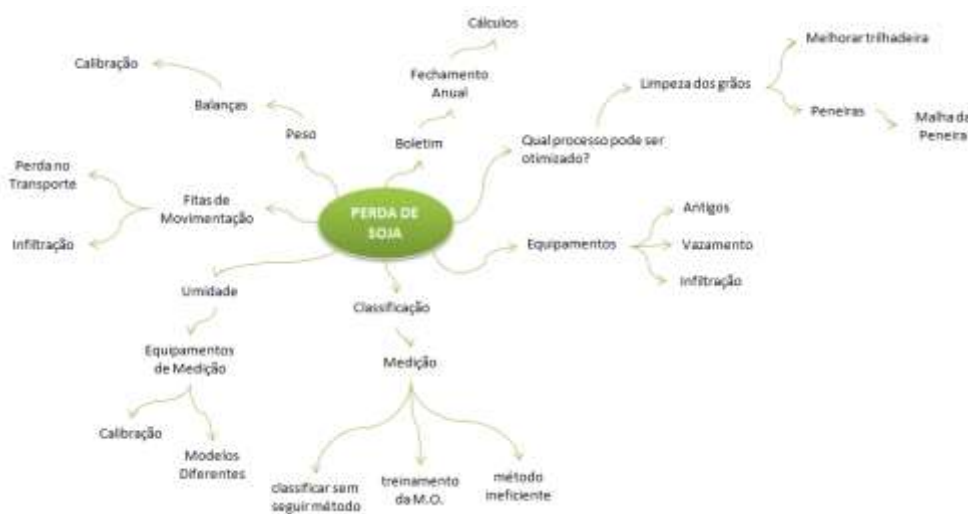
Com a conclusão das etapas acima descritas, foi realizada uma reunião com o *Champion* do projeto, para que o mesmo validasse a etapa *Define*, e o projeto desse seqüência à etapa *Measure*. Assim, a etapa Definir foi concluída e o projeto entrou na etapa seguinte.

4.1.1 Measure

Esta etapa é caracterizada por realizar as medições pertinentes ao projeto, para que sejam coletados os dados necessários para posterior análise na etapa *analyze*.

A fim de buscar um *brainstorm*, foi realizado um mapa mental (Figura 4), onde as ideias principais foram traçadas, sendo possível então pensar nas frentes de estudo para o projeto.

Figura 4 – Representação das falhas que levam a perda de soja via mapa mental



Com a realização do mapa mental, puderam ser obtidas ideias mais claras para o plano de ação do projeto, notando-se uma necessidade de analisar etapas importantes como método de determinação de umidade do grão, peso e impurezas dos grãos.

Dentro da etapa medir (*measure*), foi realizado o mapeamento do processo, apresentado no Apêndice A, sendo esta uma etapa importante,

pois após a sua construção foi possível analisar os principais gargalos que deveriam ser melhorados, identificados na Figura 5 e na Figura 6. Além disso, também foi verificado um ponto de ganho rápido do projeto apontado na Figura 6: a calibração das balanças de fluxo das fábricas I e II, garantindo assim, a conformidade do peso de soja.

Figura 5 - Identificação do principal problema no mapeamento de fluxos da planta

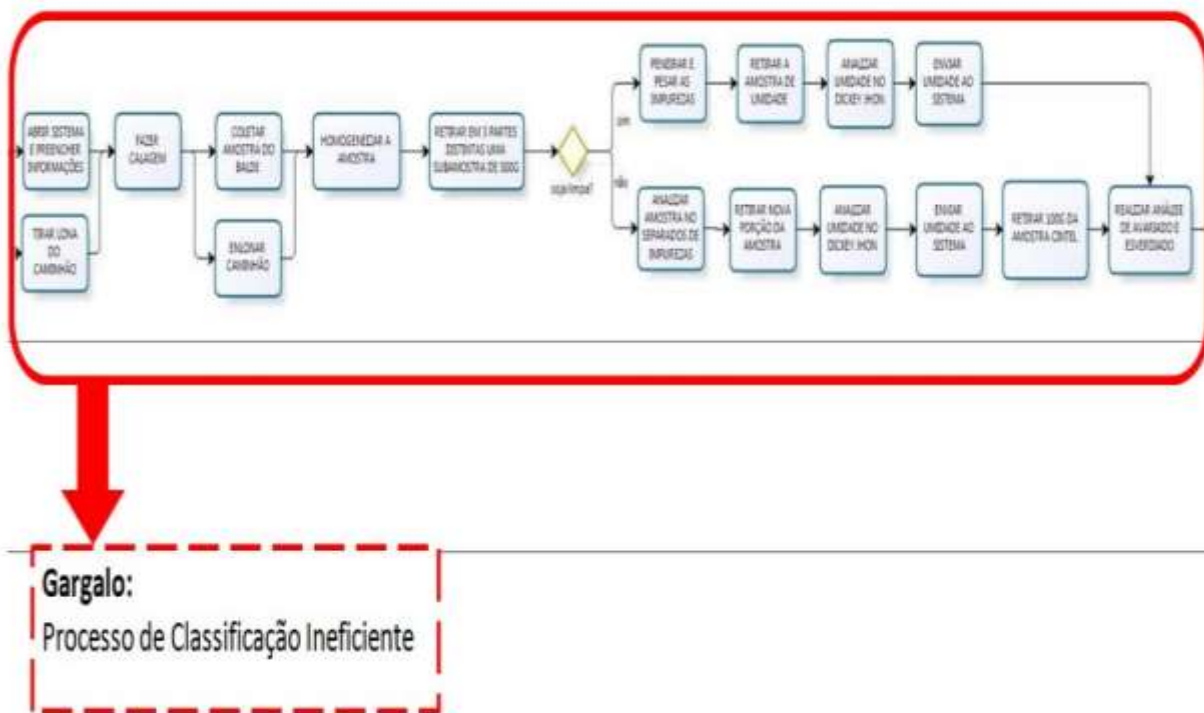
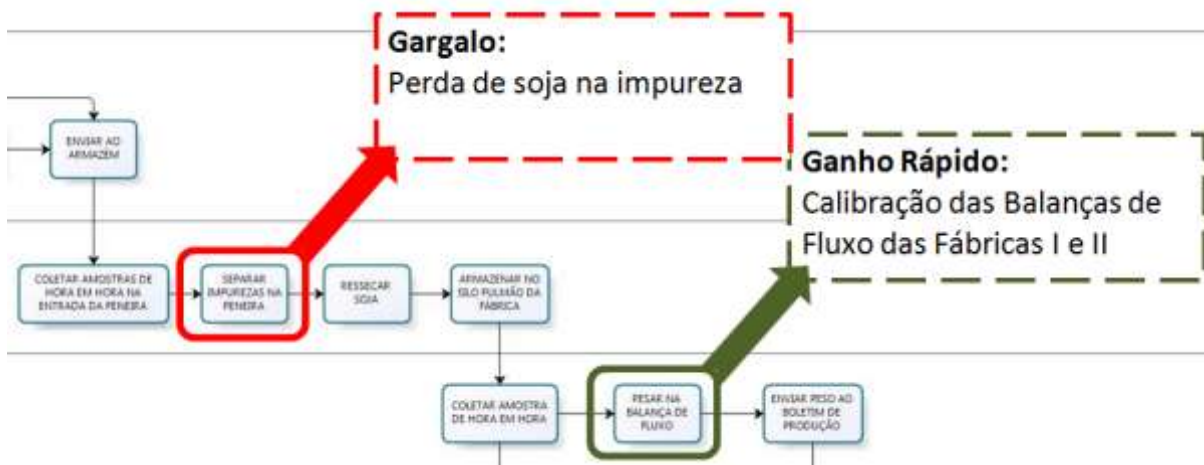


Figura 6 - Representação de um problema e uma solução ao final do fluxo de processos



Após a realização do mapeamento, constatou-se que a calibração da balança seria uma

ação de ganho rápido, conforme pode ser observado em destaque na Figura 5. Para tanto, foi realizado

um teste para analisar a calibração da balança de fluxo. O teste foi realizado de acordo com a Figura 7.

Figura 7 - Esquema representando o teste de balança de fluxo usado neste trabalho



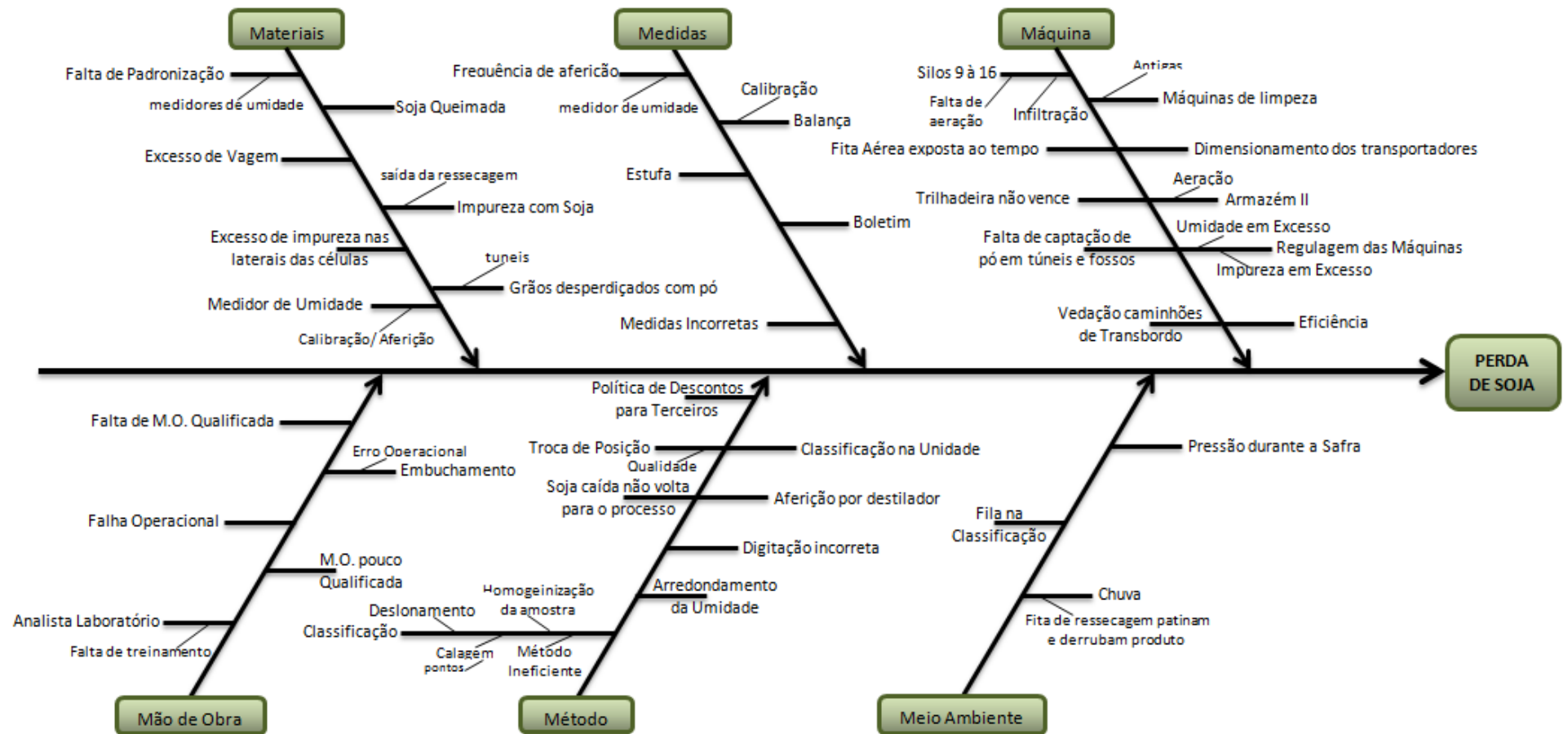
O teste ilustrado na Figura 7 consistiu basicamente em selecionar um caminhão e pesá-lo vazio, a fim de conhecer a tara do mesmo. Em seguida, o caminhão foi posicionado embaixo de uma bica instalada na fábrica. Deste modo, após a carga passar pela balança de fluxo era desviada para o caminhão. Ao completar a carga do caminhão, ele era pesado na balança rodoviária do graneleiro para que, desta maneira, fossem comparados os pesos da balança de fluxo e da balança rodoviária. O referido teste foi realizado com cinco caminhões.

Tendo em vista que a balança rodoviária estava calibrada pelo Inmetro, foi constatado que a balança de fluxo apresentava pequena variação em sua pesagem, em média 0,30% de variação. Desta maneira, viu-se a importância de solicitar a calibração de uma empresa terceirizada. Além da calibração da balança de fluxo, viu-se a necessidade

de calibração dos pesos padrões, que são utilizados semanalmente para controle de calibração da balança. A fim de evitar novos desvios de calibração da balança, solicitou-se à empresa contratada que indicasse o tempo mínimo em que a calibração deveria ser executada, ficando acertado que a cada seis meses a calibração seria reavaliada, garantindo assim, o controle das medidas da balança.

Como próximo passo para esta frente do projeto, está sendo programado novo teste para validar a calibração. Após a calibração da balança, foi realizado o diagrama de Ishikawa, apresentado na Figura 8, através de uma reunião com a equipe do projeto juntamente com os especialistas. Nesta etapa, o intuito era levantar todas as possíveis causas para a perda de soja durante a sua transferência.

Figura 8 - Representação do diagrama Ishikawa usado neste trabalho



Para realizar o diagrama de Ishikawa, ou diagrama causa e efeito, foram divididas as frentes nos “6M”, Materiais, Medidas, Máquina, Mão de Obra, Método e Meio Ambiente. A partir destas frentes, foi realizado um *brainstorm* com todos os integrantes onde todas as ideias eram anotadas, e algumas ideias foram ramificadas conforme as ideias iam sendo levantadas.

Após a realização do diagrama causa e efeito apresentado na Figura 8, foi possível ter uma ideia do panorama geral, de todas as diretrizes do trabalho, todavia, trabalhar com todas as frentes demandaria muito tempo, e ainda correria o risco de gastar muito tempo com fatores que não interferem de maneira direta. Desta forma, foi realizada a matriz causa-efeito, a fim de valorar todos os fatores, de acordo com sua interferência na causa-raiz.

Para realização da matriz causa-efeito, reuniu-se a equipe e os especialistas, e o primeiro passo foi definir os “Y” que seriam trabalhados, aqueles que influenciam diretamente na perda, e foi

determinado que fossem, especificamente, Umidade, Peso e Impureza. Posteriormente, foram atribuídos a cada uma das frentes, pesos que determinassem a interferência de cada frente em relação ao “Y” principal, que é a perda de soja. Foi estipulado que, para “umidade” foi utilizado peso 8,0, para frente “peso” 5,0 e para “impureza” 7,0.

Em seguida, foram listadas todas as variáveis encontradas a partir do Ishikawa, e para cada variável (“X”) era ponderada a sua correlação com cada Y (umidade, peso e impureza). A importância da correlação ocorre da seguinte maneira: na matriz causa-efeito quando 0 não possui impacto, quando 1 apresenta pouco impacto, para 3 impacta e para 9 impacta muito.

Através do Diagrama de Ishikawa, foram listados 43 “X”, que foram analisados um a um na matriz causa-efeito. Após a atribuição da importância da correlação para cada “X” listado, construiu-se a matriz causa-efeito, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Matriz Causa-Efeito

MATRIZ CAUSA-EFEITO						
			Perda de Soja			
Características do processo (xs)			Umidade	Peso	Impureza	Total
Etapas	X	Variáveis	8,0	5,0	7,0	
			Importância da correlação (0, 1, 3, 9)			
Materiais	x1	Falta de Padronização (Medidores de Umidade)	9	9	1	124,0
	x2	Soja Queimada	9	9	1	124,0
	x3	Excesso de Vagem	9	9	9	180,0
	x4	Impureza com Soja (saída da ressecagem)	3	9	3	90,0
	x5	Excesso de impureza nas laterais das células	9	9	9	180,0

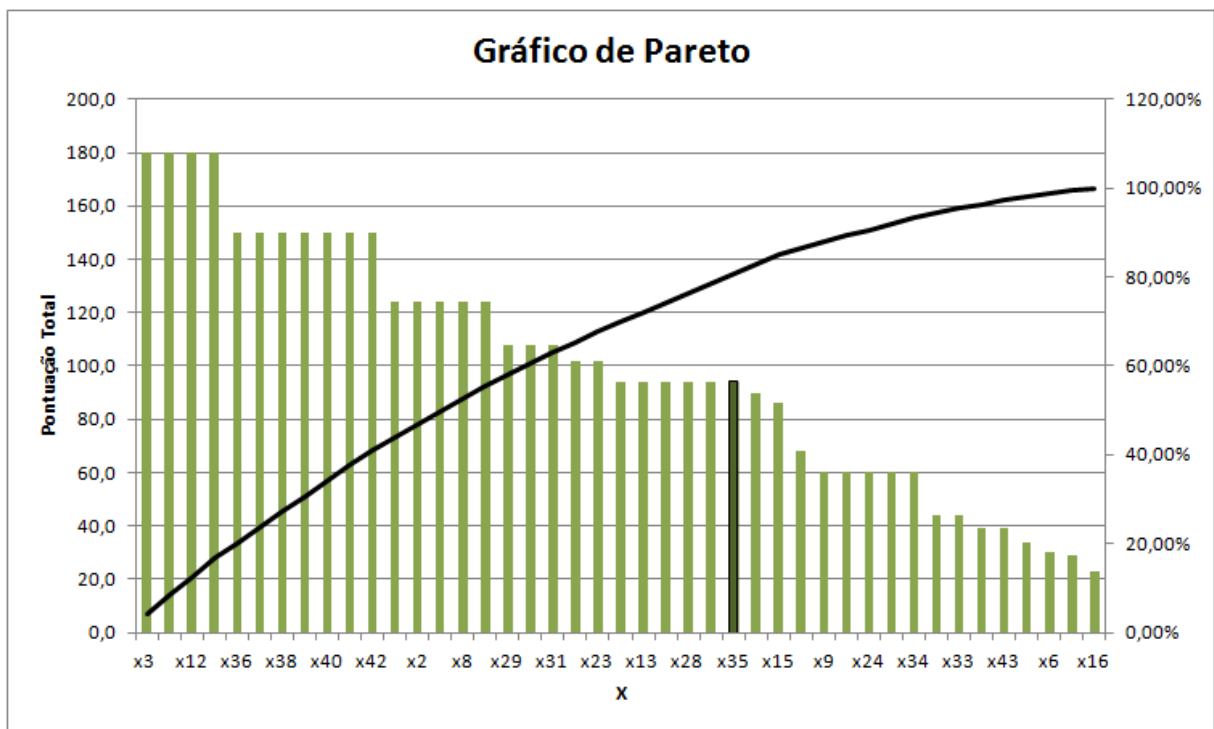
	x6	Grãos desperdiçados com pó (túneis)	1	3	1	30,0
	x7	Equipamento medidor de umidade (Calibração/Aferição)	9	9	1	124,0
Medidas	x8	Frequência de aferição (medidor de umidade)	9	9	1	124,0
	x9	Balança (Calibração)	1	9	1	60,0
	x10	Estufa	9	3	1	94,0
	x11	Boletim	1	9	1	60,0
	x12	Medidas Incorretas	9	9	9	180,0
Máquina	x13	Silos 9 a 16 (falta de aeração)	9	3	1	94,0
	x14	Silos 9 a 16 (infiltração)	9	9	1	124,0
	x15	Máquinas de Limpeza antigas	1	3	9	86,0
	x16	Dimensionamento dos Transportadores	1	3	0	23,0
	x17	Fita Aérea exposta ao tempo	3	3	0	39,0
	x18	Aeração Armazém II	3	1	0	29,0
	x19	Trilhadeira não vence	0	1	9	68,0
	x20	Regulagem das máquinas (umidade em excesso)	9	3	1	94,0
	x21	Regulagem das máquinas (impureza em excesso)	3	3	9	102,0
	x22	Falta de captação de pó em túneis e fossos	1	3	3	44,0
	x23	Eficiência	3	3	9	102,0
	x24	Vedação caminhões de transbordo	1	9	1	60,0
M.O.	x25	Falta de M.O. Qualificada	9	9	9	180,0
	x26	Embuchamento	1	1	3	34,0
	x27	Falha Operacional	3	3	3	60,0
	x28	Treinamento Analista Laboratório	9	3	1	94,0
Método	x29	Política de descontos para terceiros	9	3	3	108,0
	x30	Classificação na unidade	9	3	3	108,0
	x31	Troca de posição (qualidade)	9	3	3	108,0
	x32	Aferição por destilador	9	3	1	94,0
	x33	Soja caída que não volta para o processo	1	3	3	44,0
	x34	digitação incorreta	3	3	3	60,0
	x35	Arredondamento da umidade	9	3	1	94,0
	x36	Procedimentos de Classificação (Calagem Incorreta)	9	3	9	150,0
	x37	Procedimentos de Classificação (Desenlonamento Incorreto)	9	3	9	150,0
	x38	Procedimentos de Classificação (Pontos de Calagem)	9	3	9	150,0
	x39	Procedimentos de Classificação (Homogeneização da amostra)	9	3	9	150,0
	x40	Procedimentos de Classificação (método ineficiente)	9	3	9	150,0
	x41	Pressão durante a Safra	9	3	9	150,0

Meio	x42	Fila na classificação	9	3	9	150,0
Ambiente	x43	Chuva (Fita da ressecagem patinam e derrubam produto)	3	3	0	39,0
Domínio sobre os ys			258	201	177	

Após concluir a matriz causa-efeito, os “X” foram ordenados de acordo com a pontuação total, foi calculado o percentual de cada “X” e,

posteriormente, o percentual acumulado, para que fosse plotado o Gráfico de Pareto, para que fossem priorizadas 80% das causas, conforme Figura 9.

Figura 9 - Diagrama de Pareto para selecionar as variáveis mais importantes



A Figura 9 representa o Gráfico de Pareto, onde a barra com a coloração mais escura representa o “X” que atinge o percentual de 80%. Após a realização do Gráfico de Pareto, das 43 variáveis listadas anteriormente, foram priorizadas

27. As 27 variáveis foram agrupadas de acordo com sua afinidade, variáveis que possuíam uma mesma causa-raiz foram agrupadas e separadas de acordo com sua causa-raiz, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Variáveis agrupadas

X	Variáveis priorizadas	Variáveis Agrupadas - Causa-raiz
x1	Excesso de Vagem	Problemas de impureza da Soja
	Excesso de impureza nas laterais das células	
	Regulagem das máquinas (impureza em excesso)	
x2	Procedimentos de Classificação (Calagem Incorreta)	Procedimento de Classificação
	Procedimentos de Classificação (Desenlonamento Incorreto)	
	Procedimentos de Classificação (Pontos de Calagem)	
	Procedimentos de Classificação (Homogeneização da amostra)	
	Procedimentos de Classificação (método ineficiente)	
	Fila na classificação	
	Classificação na unidade	
x3	Falta de Padronização (Medidores de Umidade)	Medição de Umidade
	Equipamento medidor de umidade (Calibração/Aferição)	
	Frequência de aferição (medidor de umidade)	
	Regulagem das máquinas (umidade em excesso)	
	Aferição por destilador	
	Arredondamento da umidade	
x4	Silos 9 a 16 (infiltração)	Problemas nos Silos
	Silos 9 a 16 (falta de aeração)	
x5	Política de descontos para terceiros	Políticas da Empresa
	Troca de posição (qualidade)	
x6	Treinamento Analista Laboratório	M.O.
	Falta de M.O. Qualificada	
x7	Medidas Incorretas	
x8	Pressão durante a Safra	
x9	Soja Queimada	
x10	Eficiência	
x11	Estufa	

O Quadro, ilustrado anteriormente, apresenta o agrupamento das variáveis. Primeiramente, as variáveis estavam classificadas de acordo com o percentual acumulado e, posteriormente, foram agrupadas conforme a causa-raiz principal de cada variável para que, dessa

forma, fosse possível avaliar os próximos passos a serem estabelecidos, medindo e avaliando a interferência de cada causa-raiz na perda final de soja.

Como o projeto estava com três frentes principais de estudo (umidade, peso e impureza)

optou-se por agrupar as variáveis priorizadas de acordo com cada frente do trabalho, deixando em outros, as variáveis que não se encaixavam nas outras três. Com isso, foi elaborado o mapa de raciocínio conforme pode ser observado na Figura 10, o qual apresenta cada frente e suas variáveis, sendo assim um ponto de partida para análises mais aprofundadas do projeto.

Com a definição do mapa de raciocínio, notou-se que as três frentes do projeto seriam analisadas em paralelo. Desta maneira, as três frentes principais do projeto (Figura 10) seriam analisadas ao mesmo tempo.

Na frente “peso” já havia ocorrido melhorias de ganho rápido com a calibração da balança de fluxo, com isso, necessitando apenas realizar novo teste para garantir que a calibração foi efetiva.

Para a frente “umidade” decidiu-se por realizar uma análise de repetitividade e reprodutibilidade (RR) da medida, a fim de garantir que a medição fosse confiável. Para a terceira frente, “impureza”, seriam realizadas medições, a fim de buscar as perdas de soja juntamente com a impureza retirada através de máquinas de limpeza e trilhadeiras.

Para analisar a viabilidade do sistema de medição de umidade, foi idealizado um plano de medição, para analisar o RR da medição. Como diferentes setores da empresa (classificação, secadores, fábrica e laboratório) realizam a medição de umidade por sistemas de medição diversificados, optou-se por realizar um plano cruzado, onde seriam analisados os diferentes aparelhos de medição, bem como os diferentes operadores que utilizam o mesmo aparelho. Desta forma, o plano de medição ficou estabelecido, conforme Figura 11.

Figura 10- 1Organização das ações a serem tomadas de acordo com o mapa de raciocínio

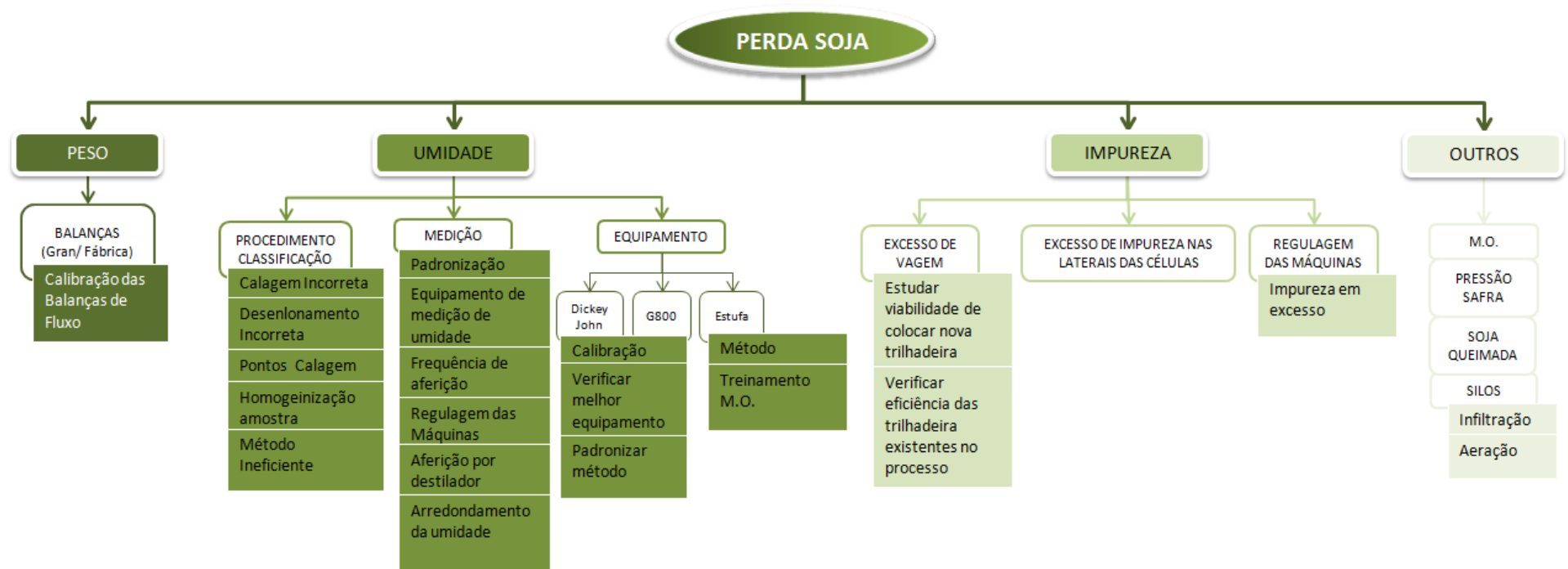
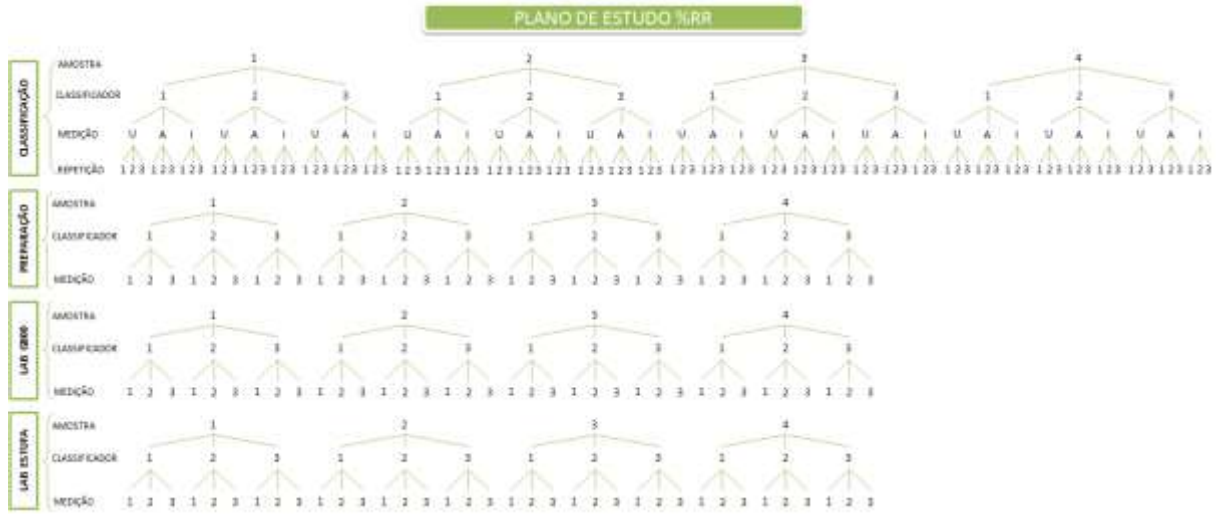


Figura 11- Plano de medições desenvolvido neste trabalho



Conforme pode ser observado na Figura 11, foram utilizadas quatro amostras diferentes de soja. Cada amostra seria analisada por três operadores distintos, com repetição de três vezes cada operador. Como na classificação também são analisados ‘avariados e impurezas’, as mesmas amostras onde a umidade seria analisada, também passariam por análise de ‘avariado e impureza’, seguindo o mesmo padrão das análises de umidade. As análises realizadas no teste de RR obedeceram as mesmas condições das análises realizadas no dia a dia da empresa.

As amostras foram separadas para cada operador, com aproximadamente 700g cada uma, conforme exemplo apresentado na Figura 12. Para a classificação, as amostras foram analisadas pelo aparelho verificador de umidade GAC 2100. Na preparação, o aparelho verificador de umidade utilizado foi o G810 e, no laboratório, foram utilizados dois métodos, um com o aparelho verificador de umidade G810 e o segundo método utilizado foi a estufa, que é considerado o procedimento padrão de verificação de umidade, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Figura 12 - Foto de amostras de soja usadas nos testes de RR



Após realizar os testes de RR em todos os setores, os dados foram compilados e com a ajuda do programa Minitab foram gerados gráficos para análise dos resultados. Ao concretizar a análise dos dados e dos gráficos, foi verificado que o RR da medição não estava efetivo, ou seja, deveriam ser realizadas alterações para melhorar esta medida. Com isso, foi decidido que seriam feitos testes, para determinar o melhor método, e como utilizá-lo. Para melhorar esta análise de umidade, foi construído um laboratório no setor do graneleiro, no qual podem encontrados diversos aparelhos de medição (GAC 2100, G810, Universal, Destilador CA 50, e estufa).

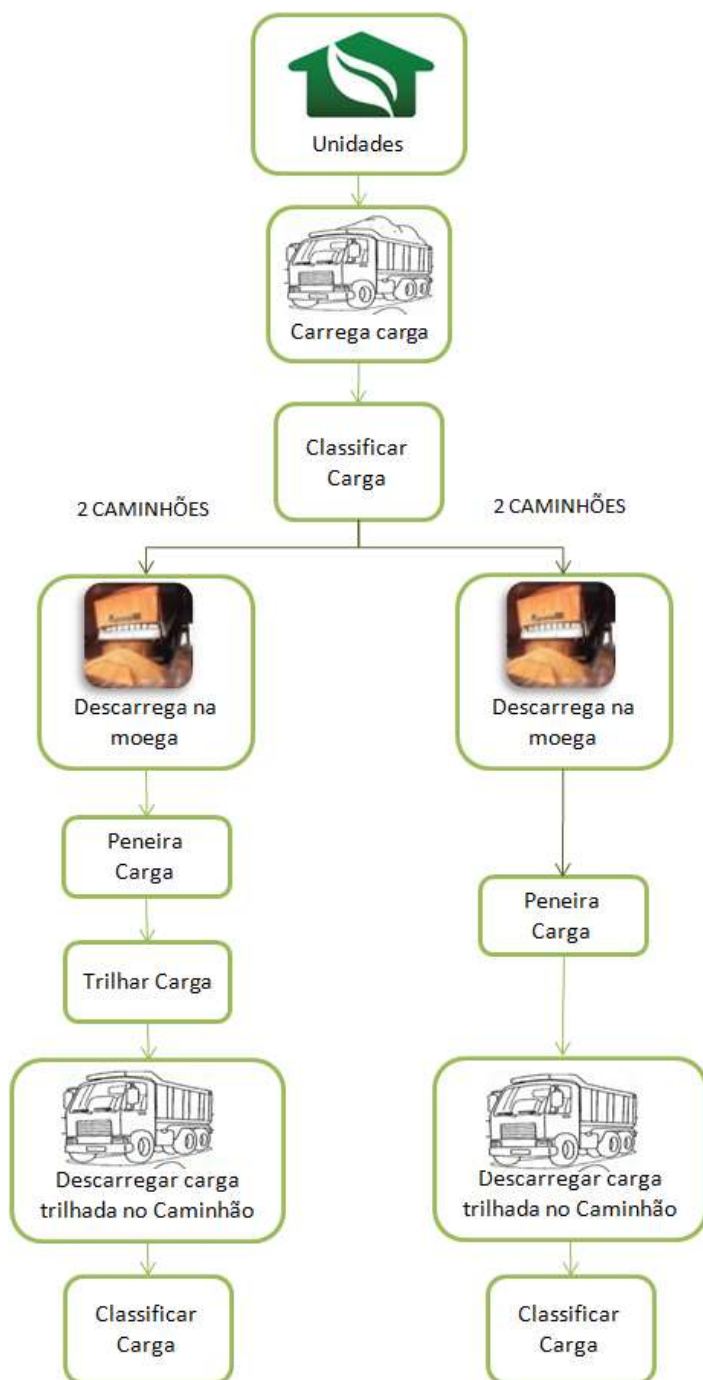
Nos próximos passos referentes ao projeto está a realização de novos testes, para buscar melhorias no RR da medição. Para isso, já foi determinado novo plano de análise que busca

analisar primeiramente o método da estufa, uma vez que este é considerado o método padrão, para em seguida, após sua medição ser realizada de maneira correta, este método passar a ser utilizado como base para análise dos demais métodos de estudo. Por fim, após as análises serem concluídas, foi determinada a realização de análises das medições em todos os aparelhos, para buscar o melhor método.

Para análise da terceira frente do projeto, foram determinados novos testes para analisar a eficiência das trilhadeiras presentes no graneleiro, bem como a quantidade de vagem que sai após limpeza, e se ocorre presença de soja dentro destas vagens.

Para isso, foi determinado um teste de impureza, conforme ilustração da Figura 13.

Figura 13 - Esquema usado nos testes de impurezas



O teste de impureza apresentado na Figura 13 consiste em classificar a soja vinda de unidades operacionais, e descarregar 2 cargas na moega do graneleiro, depois esta carga é puxada no processo, passa pelas peneiras e, em seguida, é descarregada em outro caminhão, e passa por nova classificação.

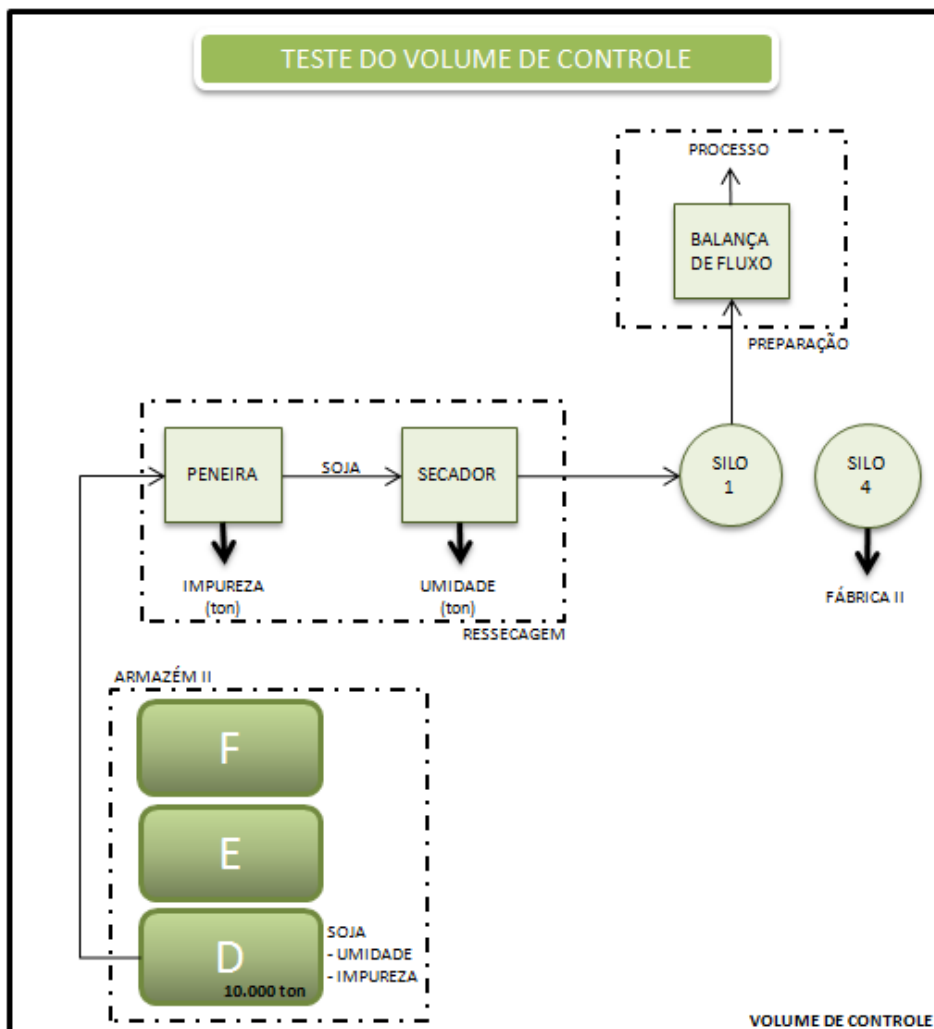
O mesmo procedimento será realinhado para outras duas cargas, mas após passar pelas peneiras também passará pela trilhadeira. Este é um teste que foi planejado, todavia ainda não foi executado. A concretização deste teste tem como objetivo analisar a influência da trilhadeira no processo

produtivo, bem como a ocorrência de quebra técnica neste intervalo.

Além de todos os testes realizados e que estão para serem concretizados, foi planejado o Teste de Volume de Controle que consiste em

simular um corte do processo como um todo, desde a classificação até entrada da soja para esmagamento na fábrica, denominado como corte da célula "D", este está ilustrado na Figura 14.

Figura 2 - Corte da célula "D"



O Corte, esquematizado na Figura 14, consiste basicamente em esvaziar a célula "D" e o silo 1 da fábrica, para que não haja interferência da soja que já estava no silo, depois será realizada a raspagem do silo, para garantir que foi retirado todo o produto ali presente. Em seguida, a célula "D" será carregada com aproximadamente 10.000 toneladas de soja, e esta soja será devidamente classificada,

quanto ao grau de umidade e impureza. Após encher a célula "D" a soja vai ser puxada pelo processo produtivo, passando pelas peneiras da ressecagem, onde a impureza retirada será pesada. Em seguida, passará pelo secador e serão coletadas as informações de umidade de entrada e umidade de saída; passará pelo silo 1 e será pesada na balança de fluxo. Em seguida, será puxada para o processo

produtivo. Ao final do esmagamento de toda a soja, serão levantados e confrontados todos os dados para análise da soja inserida, para a soja que foi esmagada, descontando a impureza e a umidade retirada durante todo o processo. O objetivo deste teste é a análise global de todo o processo, podendo, desta forma, avaliar a quebra presente no processo de transferência da soja. Este é um teste que ainda não foi realizado dentro do projeto, mas que será realizado como próximo passo.

5 Considerações Finais

O projeto de Seis Sigma realizado até o momento no graneleiro contribuiu para análise mais aprofundada do processo de transferência da soja, bem como análise de cada etapa produtiva. Através deste projeto, foi possível grande envolvimento dos funcionários, contribuindo nas diversas etapas realizadas e buscando a melhoria e maior conhecimento de todas as etapas ali presentes. O primeiro grande ganho do projeto pode ser considerado a calibração das balanças de fluxo e seus pesos padrões, o que contribui para a garantia da medida ali presente.

Como próximas etapas do projeto, serão concluídos todos os testes que estão em aberto, a fim de que se possa garantir a confiabilidade das medidas, bem como o levantamento de todos os dados, para a então conclusão da etapa 'medir'. Desta maneira, o projeto prosseguirá para a próxima etapa, a de análise dos dados e implantação de melhorias.

Contudo, foi possível analisar a importância de diversas ferramentas da qualidade utilizadas no presente trabalho, pois o uso das ferramentas enriqueceu o trabalho e serviram de base para as análises das possíveis causas, busca de melhorias, e

auxílio na implementação de ações corretivas para minimizar os erros no processo.

A grande dificuldade do trabalho estava em fazer com que as ações realizadas durante o trabalho não interferissem no processo de esmagamento da fábrica, não deixando faltar produto.

A interface graneleiro-fábrica teve que ser tratada levando em conta todas as restrições dos processos. Como o projeto envolve dois setores diferentes, a comunicação existente entre graneleiro e fábrica devia ser sempre redobrada, para que nenhum setor fosse prejudicado, ou que houvesse falha de comunicação entre os setores.

A grande limitação encontrada durante a execução do projeto se deu durante a safra de milho, de aproximadamente três meses no total, onde o tempo da equipe envolvida acabou sendo limitado, pois além da execução do projeto, era necessário assegurar o bom andamento da safra.

Assim, pode-se dizer que o presente trabalho atendeu aos objetivos por ele propostos, todavia, espera-se que até a conclusão do projeto, sejam realizadas as análises finais, bem como a implementação de novas melhorias ao processo.

Tendo em vista que o principal objetivo do trabalho é implementar a ferramenta do Seis Sigma para identificar e eliminar desperdícios, constata-se que até o presente momento isso se deu, notando-se que foi utilizada a metodologia proposta pelo Seis Sigma e foram utilizadas as ferramentas e etapas propostas pela metodologia.

Além disso, foram alcançados os objetivos de mapear e identificar o processo, identificando cada etapa do mesmo. Foram realizados diversos testes que puderam avaliar a medição do processo produtivo, identificando locais em que deveriam ocorrer melhorias nas medições. Foi possível analisar os pontos de gargalo do processo estudado

com o auxílio do mapeamento do processo. Por fim, já foram propostas algumas melhorias iniciais ao processo, com a calibração da balança, sendo agora necessário dar continuidade aos próximos passos e finalizar as análises de melhorias ao processo produtivo.

Devido a grande complexidade do projeto, algumas frentes levantadas a partir da matriz causa-efeito não foram contempladas durante a realização do presente trabalho, pois se faz necessária a realização de investimentos, além de pesquisas mais aprofundadas dos problemas. Portanto, foi sugerida a criação de um novo projeto que avaliasse a armazenagem dos grãos, bem como a aeração e infiltração presentes nos armazéns e silos.

Referências

- ALHURAISH, I.; ROBLEDO, C.; KOBI, A. A. (2017) Comparative Exploration of Lean Manufacturing and Six Sigma In Terms of Their Critical Success Factors. *Journal of cleaner production* 164325-337. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.06.146
- ANDRADE, G. E. V. de; MARRA, B. A.; LEAL, F. (2012). *Análise da aplicação conjunta das técnicas SIPOC, Fluxograma e FTA em uma empresa de médio porte*. In: VIII EMEPRO - Encontro Mineiro de Engenharia de Produção, Itajubá - MG. VIII EMEPRO, 2012.
- ANTONY, J. Reflective practice: can Six Sigma be effectively implemented in SMEs? (2008). *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 57 Nº 5, pp. 420-423.
- AWAJ, Y. M.; SINGH, A. P.; AMEDIE, W.Y. (2013) Quality Improvement using statistical Process Control Tools in Glass Bottles Manufacturing Company. *International Journal for Quality Research*, 7(1), 107-126.
- BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. (2010). *Gestão de qualidade, produção e operações*. São Paulo: Editora Atlas, 2010. 418 p.
- CARVALHO, M. M. (2002). Seleção de Projetos Seis Sigma. In: Rotondaro, R. G. (Org.) *Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços*. São Paulo: Atlas.
- CHAKRAVORTY, S.S.; SHAH, A.D. (2012). Lean Six Sigma (LSS): an implementation experience. *European Journal of Industrial Engineering*, Vol. 6 No. 1, pp. 118-137.
- CHEN, M.; LYU, J. (2009). A Lean Six-Sigma approach to touch panel quality improvement. *Production Planning & Control*, Vol. 20 No. 5, pp. 445-454.
- CHO, H. J.; PUCIK, V. (2005). Relationship between innovativeness, quality, growth, profitability, and market value. *Strategic Management Journal*, v. 26, n. 6, p. 555-575.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. (2015). *Levantamento de Safras*. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 01 de out. 2015.
- DUARTE, Douglas dos Reis. (2011) *Aplicação da metodologia Seis Sigma - modelo DMAIC - na operação de uma empresa do setor ferroviário*. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.
- DROHOMERETSKI, E.; GOUVEA DA COSTA, S.; PINHEIRO DE LIMA, E.; ANDREA DA ROSA, P. (2013). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, Vol. 52 No. 3, pp. 804-824.
- GALVANI, Luís Ricardo. (2010). *Análise comparativa da aplicação do Programa Seis Sigmas em processos de Manufatura e Serviços*. 128 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, USP, São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000186872&fd=y>>. Acesso em: 27 jun. 2015.
- GYGI, Craig; CARLO, Neil de; WILLIAMS, Bruce. (2008). *Seis Sigma para leigos*. Rio de Janeiro: Alta Books, 346 p.
- LEE, L.; WEI, C. (2009). Reducing mold changing time by implementing Lean Six Sigma. *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 26 No. 4, pp. 387-395.
- MANVILLE, G.; GREATBANKS, R., KRISHNASAMY, R.; PARKER, D.W. (2012). Critical success factors for Lean Six Sigma programmes: a view from middle

- management. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 7-20.
- NÄSLUND, D. (2008). Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?. *Business Process Management Journal*, Vol. 14 No. 3, pp. 269-287.
- PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T.A. (2010). The evolution of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27 No. 2, pp. 138-155.
- PYZDEK, T. (2003). *The Six Sigma Handbook – A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. McGraw-Hill.
- ROTONDARO, Roberto G. et al. (2002). *Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços*. São Paulo: Editora Atlas S. A., 375 p.
- SAKUMOTO, S. M.; DE GENARO CHIROLI, D. M.; DZULINSKI, A. C. (2019). Using Lean Six Sigma to Increase Efficiency of a Grain Receipt Process of a Brazilian Agroindustry Cooperative. *American Journal of Engineering and Applied Science*, Vol. 12 (2): 214.226. DOI:10.3844/ajeassp.2019.214.226
- SHAH, R.; CHANDRASEKARAN, A.; LINDERMAN, K. (2008). In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. *International Journal of Production Research*, Vol. 46 No. 23, pp. 6679-6699.
- TIMANS, W.; ANTONY, J.; AHAUS, K.; SOLINGEN, R. (2012). Implementation of Lean Six Sigma in small and medium-sized manufacturing enterprises in the Netherlands. *Journal of Operational Research Society*, Vol. 63 No. 3, pp. 339-353.
- TONINI, Antônio Carlos. (2006). *A contribuição do Seis Sigma para a melhoria dos processos de software*. 252 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-08122006-154503/pt-br.php>>. Acesso em: 27 jun. 2015.
- ULUSKAN, MERYEM; ERGINEL, NIHAL. (2017). Six Sigma experience as a stochastic process. *Journal Quality Engineering*, Vol. 29no.2, pp 291-310.
- WERKEMA, Cristina. (1995). *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Werkema Editora, 290 p.

Recebido em: 27 fev. 2018 / Aprovado em: 19 abr. 2018

Para referenciar este texto

Biazetto, F., Chirolí, D. M. De G., & Glavam, R. B. (2019). Prática da metodologia Seis Sigma para redução de perda na transferência da soja em uma unidade beneficiadora de grãos. *Exacta*, 17(3), 35-60. <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v17n3.8398>.