



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA – FEMEC
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE BALANÇO DE MASSA EM USINA
DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno: José Renato Santos do Amaral Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

Uberlândia – MG

2019

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE BALANÇO DE MASSA EM USINA DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado à Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aluno: José Renato Santos do Amaral Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Wisley Falco Sales

Uberlândia – MG

2019

José Renato Santos do Amaral Cardoso

**DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DE BALANÇO DE MASSA EM USINA
DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação **APROVADO** pela Faculdade de
Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Aprovado em: 08 de fevereiro de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Wisley Falco Sales (FEMEC/UFU)

Prof. Dr. Éder Silva Costa (FEMEC/UFU)

Prof. MSc. Leonardo Rosa Ribeiro da Silva (FEMEC/UFU)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Aos meus pais, por todo amor e investimento depositados em mim.

Às minhas irmãs e a toda minha família, pelo amor e apoio em todos os desafios que enfrentei ao longo de minha vida.

À minha namorada, pelo companheirismo e amor.

Aos meus colegas de curso, verdadeiros amigos que tive a honra de encontrar ao longo de minha vida.

Aos meus colegas de trabalho, pessoas incríveis, por me ajudarem a crescer e me desenvolver durante o período de estágio.

Ao professor Wisley, por todo suporte e orientação, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também a todas as pessoas não citadas aqui, que estiveram direta ou indiretamente envolvidas de alguma maneira com este trabalho ou comigo.

*“Faça o teu melhor,
na condição que você tem,
enquanto você não tem
condições melhores,
para fazer melhor ainda!”*

Mario Sergio Cortella

RESUMO

A busca pela excelência operacional leva, inevitavelmente, ao conceito de melhoria contínua. Muito mais que um conceito, a melhoria contínua é um conjunto de ações e comportamentos cujo objetivo é melhorar a satisfação do cliente e entregar o produto ou serviço com a melhor qualidade possível. Nesse sentido, as empresas que desejam se manter competitivas e atraentes no mercado são obrigadas a adotarem a filosofia da Produção Enxuta. Seu objetivo fundamental é reduzir ou eliminar os desperdícios presentes no processo produtivo. Assim, o presente trabalho tem por finalidade apresentar o conceito de Balanço de Massa, uma ferramenta simples e poderosa capaz de identificar pontos de perdas e garantir um maior controle da produção, bem como uma metodologia para implementar tal ferramenta em uma Usina de Beneficiamento de Sementes. Todo o trabalho foi estruturado de acordo com o ciclo PDCA (*plan, do, check, act*) e se desenvolveu com o auxílio do software Microsoft Excel ® e planilhas e registros da própria empresa. A partir da ferramenta desenvolvida, foi possível representar, de maneira satisfatória, o rendimento e as perdas de produção para cada material processado na usina. Uma segunda abordagem do balanço de massa foi realizada, e seus resultados permitiram quantificar financeiramente as perdas de material e dar maior visibilidade aos pontos de oportunidade presentes na linha de produção, para que planos de ação pudessem ser implementados e desperdícios reduzidos.

Palavras-chave: Balanço de Massa; *Lean Manufacturing*; Produção Enxuta; Sistema Toyota de Produção; Melhoria Contínua; PDCA.

ABSTRACT

The pursuit of operational excellence inevitably leads to the concept of continuous improvement. Much more than a concept, continuous improvement is a set of actions and behaviors whose goal is to improve customer satisfaction and deliver the product or service with the best quality possible. In this sense, companies that wish to remain competitive and attractive in the market are forced to adopt the Lean Production philosophy. Their primary goal is to reduce or eliminate waste present in the production process. Thus, this paper aims to present the concept of Mass Balance, a simple and powerful tool able to identify points of losses and guarantee a greater control of production, as well as a methodology to implement such tool in a Seed Processing Plant. All work was structured according to the PDCA cycle (plan, do, check, act) and was developed with the help of Microsoft Excel ® software and spreadsheets and records of the company itself. From the developed tool, it was possible to satisfactorily represent the yield and the production losses for each material processed in the plant. A second approach to mass balance was carried out, and its results allowed financial quantification of material losses and greater visibility of the points of opportunity present in the production line, so that action plans could be implemented and waste could be reduced.

Keywords: Mass balance; Lean Manufacturing; Lean Production; Toyota Production System; Continuous Improvement; PDCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Vista aérea do site de Cachoeira Dourada (fonte: própria empresa)	3
Figura 2.2 – Fluxograma de processos do setor de Recebimento	5
Figura 2.3 – Fluxograma de processos do setor da Torre de Beneficiamento	6
Figura 2.4 – Fluxograma do beneficiamento de sementes de milho (modificado de SARAIVA, 2017)	8
Figura 2.5 – Diferentes abordagens de melhorias sobre cada tipo de atividades (modificado de HINES; TAYLOR, 2000)	13
Figura 2.6 – Os Oito Desperdícios da Produção (BVTREINAMENTO, 2018).....	14
Figura 2.7 – Tipos de Kaizen (modificado de ROTHER; SHOOK, 1999).....	17
Figura 2.8 – Ciclo PDCA e principais atividades de cada etapa (VOITTO, 2017)....	19
Figura 4.1 – Fluxograma de processos do Recebimento da UBS de Cachoeira Dourada	26
Figura 4.2 – Fluxograma de processos da Torre de Beneficiamento da UBS de Cachoeira Dourada	27
Figura 4.3 – Identificação de pontos de interesse ao balanço de massa no setor do Recebimento	28
Figura 4.4 – Identificação de pontos de interesse ao balanço de massa no setor da Torre de Beneficiamento	29
Figura 4.5 – Balanço de massa para o material L7464Z- do campo 089 da safra IN18 no setor do Recebimento.....	33
Figura 4.6 – Balanço de massa para o material L7464Z- do campo 089 da safra IN18 no setor da Torre de Beneficiamento.....	34
Figura 4.7 – Balanço de massa para o material L9802z- do campo 085 da safra VE19 no setor do Recebimento	38
Figura 4.8 – Balanço de massa para o material L9802z- do campo 085 da safra VE19 no setor da Torre de Beneficiamento	39
Figura 4.9 – Gráfico de cascata com perdas e descartes do material BR8778PRO3 (Balanço de Massa na Torre de Beneficiamento)	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Visualização da planilha consolidada com dados de interesse ao balanço de massa do Recebimento	31
Tabela 4.2 – Visualização da planilha consolidada com dados de interesse ao balanço de massa da Torre de Beneficiamento	32
Tabela 4.3 – Formulário para controle de entradas e saídas de material	41
Tabela 4.4 – Registro de Controle: Balanço de Massa Torre de Beneficiamento	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UBS	Unidade de Beneficiamento de Sementes
SDC	Sistema de Descarregamento por Correia
RW	<i>Raw Wet</i> (Cru e Úmido)
DS	<i>Dried and Shelled</i> (Debulhado e Seco)
PA	Produto Acabado
SIAQS	Sistema Integrado de Análise da Qualidade de Sementes
AV	Atividades que agregam valor
NAV	Atividades que não agregam valor
PDCA	Ciclo <i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planejar-Executar-Checar-Agir)
IN18	Safra Inverno 2018
VE19	Safra Verão 2019
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. A EMPRESA	3
2.1.1. Processo produtivo	3
2.1.2. Complexidade do negócio	8
2.2. PRODUÇÃO ENXUTA	9
2.2.1. Histórico	9
2.2.2. Conceitos da produção enxuta	10
2.2.3. Os oito desperdícios	14
2.2.4. Kaizen: melhoria contínua	16
2.2.5. Ciclo PDCA	17
2.3. BALANÇO DE MASSA	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1. MATERIAIS UTILIZADOS	22
3.2. METODOLOGIA	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1. ABORDAGEM 1: BALANÇO DE MASSA POR MATERIAL	24
4.1.1. <i>Plan</i> (planejar)	24
4.1.2. <i>Do</i> (executar)	25
4.1.3. <i>Check</i> (checar)	35
4.1.4. <i>Act</i> (agir)	35
4.2. ABORDAGEM 2: BALANÇO DE MASSA PONTUAL	40
4.2.1. <i>Plan</i> (planejar)	40
4.2.2. <i>Do</i> (executar)	40
4.2.3. <i>Check</i> (checar)	42
4.2.4. <i>Act</i> (agir)	44
5. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA CONTROLE DE PERDAS E DESCARTE PARA BALANÇO DE MASSA PONTUAL PREENCHIDO	50

1. INTRODUÇÃO

Quando se fala em indústria, usina, manufatura ou fabricação, o conceito de competitividade vem à tona rapidamente. Atualmente, a evolução da tecnologia e a exigência cada vez mais alta do cliente fazem com que as empresas necessitem se adaptar para se manterem competitivas. Nesse sentido, as organizações estão sempre buscando soluções cada vez mais rápidas e eficientes para se tornarem mais diferenciadas no mercado. A excelência operacional é, portanto, essencial para a redução dos custos de produção e manutenção da competitividade das grandes indústrias no mercado.

A busca pela excelência operacional leva, inevitavelmente, ao conceito de melhoria contínua. Muito mais que um conceito, a melhoria contínua é um conjunto de ações e comportamentos dentro da empresa, cujo objetivo é melhorar a satisfação do cliente, sempre entregando o produto ou serviço da melhor maneira, com a melhor qualidade. Tudo isso é possível a partir de discussões e análises críticas dos problemas que afetam os resultados da empresa, procurando sempre encontrar suas causas raízes e, a partir delas, definir planos de ação assertivos e eficazes para solucionar os problemas encontrados.

Dentre as muitas metodologias de melhoria contínua, a Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*) se destacou no cenário mundial, servindo de referência para muitas, senão todas as grandes empresas atualmente. Mais que uma metodologia, o *Lean* é uma filosofia que permite, com a utilização de suas ferramentas, alterar a realidade da empresa. Seu objetivo é reduzir e até mesmo eliminar os desperdícios que podem estar presentes dentro da empresa.

1.1. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma metodologia de balanço de massa em uma usina de beneficiamento de sementes de uma empresa multinacional, utilizando de ferramentas e conhecimentos do *Lean Manufacturing*. Para a aplicação deste balanço, foram necessários conhecimentos prévios sobre o produto e sobre os processos e rotas de produção, conhecimentos estes adquiridos ao longo de todo o período do estágio.

Como objetivos específicos, serão analisados pontos de oportunidade dentro do sistema produtivo, a fim de reduzir e até mesmo eliminar possíveis desperdícios ao longo dos processos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A EMPRESA

O presente trabalho foi desenvolvido em uma Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS) de milho localizada na cidade de Cachoeira Dourada – MG, sendo uma das unidades produtivas de uma empresa multinacional do setor de agronegócio e biotecnologia. Hoje, a companhia é uma das maiores produtoras de alimentos geneticamente modificados do planeta, além de ser líder na produção de herbicidas.

A unidade de Cachoeira Dourada é composta tanto pela parte de Campo, onde se tem os campos e plantações, como também pela parte da Usina, onde são recebidas as cargas de matéria prima colhida no campo, processadas e beneficiadas, até a produção final de sacos de sementes. Uma vista aérea da unidade é apresentada na Fig. 2.1.



Figura 2.1 - Vista aérea do site de Cachoeira Dourada (fonte: própria empresa)

2.1.1. Processo produtivo

De forma simplificada, a empresa possui dois grandes setores produtivos: Campo e Planta. O primeiro é responsável por planejar e executar toda a parte

desde a plantação e manejo do solo, até a colheita dos campos, além de experimentos e testes realizados no próprio campo. Já a Planta (local onde será desenvolvido este trabalho) compreende a UBS, sendo dividida em dois setores: Recebimento e Torre de Beneficiamento. Assim, é importante entender todo o processo produtivo para compreender o trabalho realizado e apresentado neste documento.

O início do processo de beneficiamento de sementes de milho se dá no campo. Como já foi dito, o setor de produção de Campo é responsável pelo plantio das linhagens, por todo o manejo necessário durante o crescimento das plantas, até a colheita. Esta última etapa é realizada de forma que o material transportado para a usina seja composto de espiga com palha, além de outras impurezas que possam acompanhar o material durante o processo de colheita, como folhas, caules, cabelos, etc. O material nesse estado recebe o nome de RW (*Raw Wet*). A manutenção da espiga dentro da palha é importante pois garante a preservação de parâmetros biológicos e de qualidade da semente.

Uma vez realizada a colheita, o material do campo é geralmente transportado por caminhões ou carretas (transporte fretado) até a Usina. O RW chega então ao setor de Recebimento, onde será transportado por esteiras e elevadores, passando por diversos processos, como mostra a Fig. 2.2.

A primeira etapa do setor de recebimento é descarregar o material na linha de produção. Antes disso, o caminhão (ou a carreta) passa por uma balança para que o valor da massa da carga de milho seja registrado. Em seguida, após autorizado, o descarregamento da carga é realizado no SDC (Sistema de Descarregamento por Correia). A matéria prima é então transportada por meio de esteiras transportadoras até a Despalha, etapa na qual máquinas despaldadeiras retiram a palha das espigas do milho. Como o processo não é totalmente perfeito, algumas espigas seguem o percurso ainda com palha. Por isso, após as despaldadeiras, o material passa pela *Ear Sorter* e Mesa de Seleção. A primeira consiste em uma máquina que, a partir de sensores de coloração, identificam espigas com palha e as fazem retornar ao processo de despaldagem. A segunda, por sua vez, consiste em uma esteira transportadora de baixa velocidade, na qual colaboradores retiram manualmente espigas com palha, as quais retornam ao processo inicial de despaldagem, e espigas atípicas (espigas com alta concentração de defeitos, espigas de outras espécies, etc.), as quais são descartadas da linha

produtiva. Esse descarte, juntamente com o refugo da despalhadeira (palha, impurezas como folhas, caules, cabelos, etc.) são transportados por esteiras transportadoras para um terminal de expedição de refugo, onde se encontra um caminhão (ou uma carreta) de descarte.

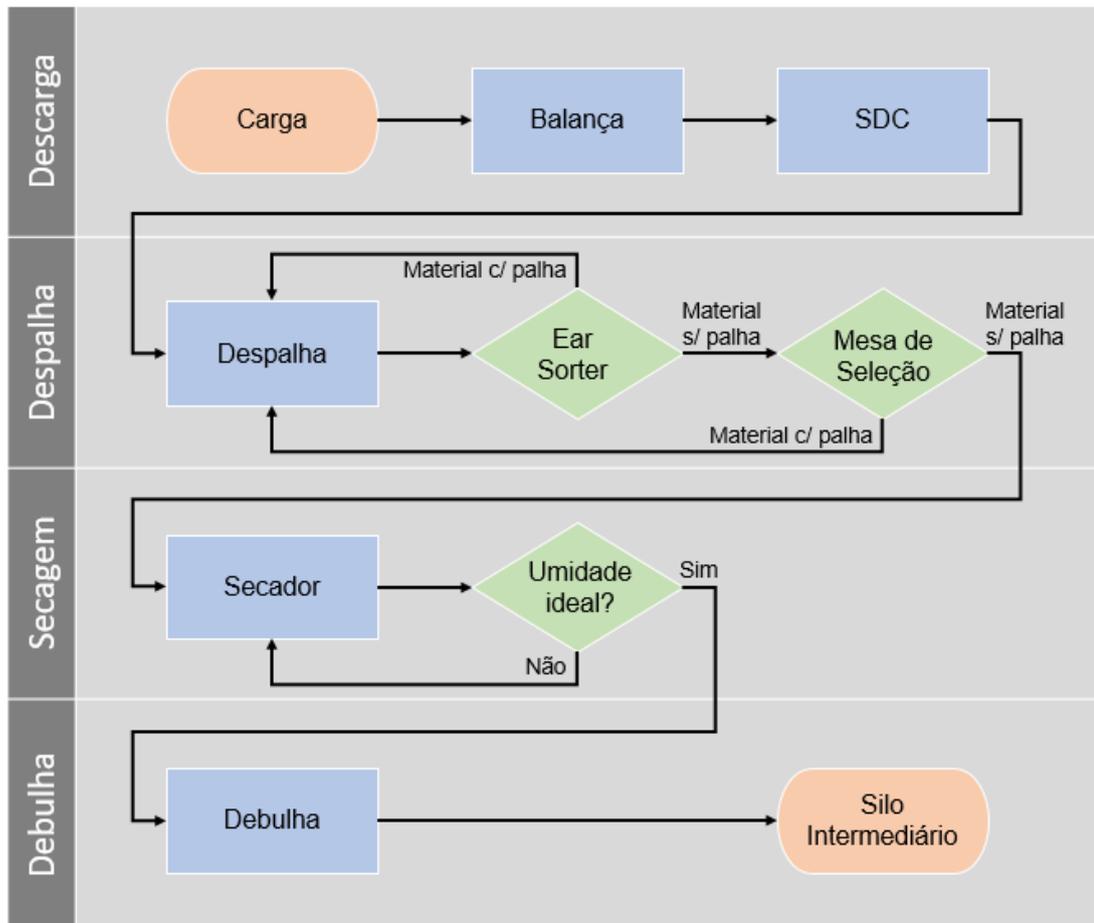


Figura 2.2 – Fluxograma de processos do setor de Recebimento

A etapa seguinte consiste em secar as espigas despalhadas, diminuindo sua umidade. Nessa etapa as espigas são conduzidas então ao Secador, podendo ser armazenadas em Caixas ou Câmaras. Em ambos os casos o material armazenado será submetido a um fluxo forçado de ar natural ou ar quente (dependendo da particularidade do processo). Atingindo-se a umidade determinada, as espigas são levadas à Debulha, etapa na qual as sementes são separadas do sabugo. Nesse momento o material recebe o nome de DS (*Dryed and Shelled*). O termo DS pode ser descrito também como Debulhado e Seco. O refugo da debulha, isto é, o

sabugo, é usado para abastecer a fornalha do secador, podendo também ser descarregado em um caminhão para ser descartado.

O milho DS é então armazenado em silos intermediários ou *Big Bags*, estando pronto para ser enviado para o próximo setor de produção: a Torre de Beneficiamento. Neste setor, as sementes armazenadas serão classificadas de acordo com seu formato e tamanho, as sementes defeituosas serão descartadas, e o material bom será então ensacado, finalizando o processo produtivo. A Fig. 2.3 apresenta um fluxograma com as etapas produtivas da Torre de Beneficiamento.

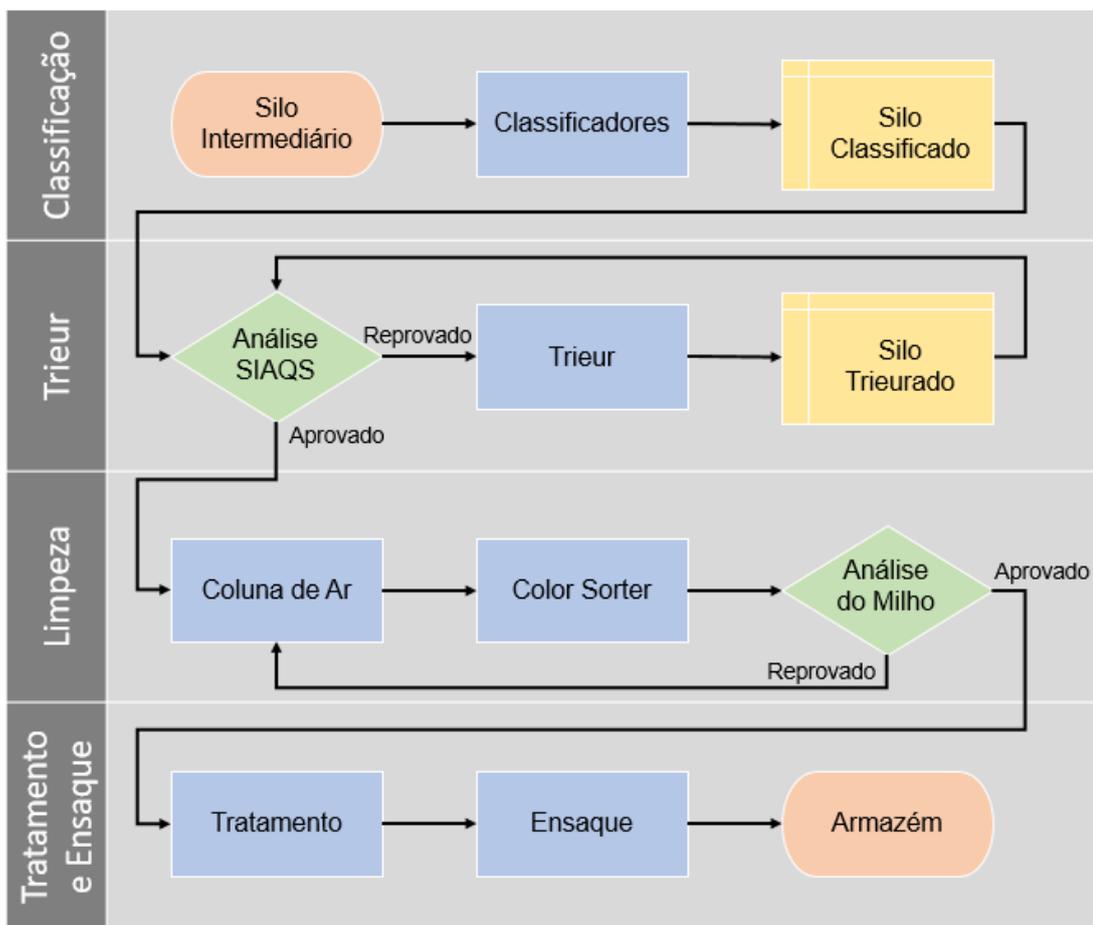


Figura 2.3 – Fluxograma de processos do setor da Torre de Beneficiamento

Uma vez na Torre de Beneficiamento, a primeira etapa é classificar as sementes de acordo com seu formato, em chatas e redondas, e em seguida de acordo com seu tamanho. Essa etapa é realizada a partir de classificadores com peneiras cilíndricas e rotativas, com furos redondos e oblongos, e de diferentes

tamanhos. Após serem classificadas, o DS classificado é armazenado em silos classificados.

Uma amostra do material é retirada para ser analisada. O objetivo é verificar a plantabilidade do material, isto é, se a média e o desvio padrão do tamanho das sementes da amostra estão dentro dos parâmetros exigidos para cada tipo e tamanho de material. Essa análise é feita por meio de um Scanner e do programa SIAQS (Sistema Integrado de Análise da Qualidade de Sementes). Caso a amostra seja aprovada, o material segue para a próxima etapa do processo. Em caso de reprovação, o material é novamente classificado no *Trieur*, um equipamento que classifica o material de acordo com o formato da semente: longa, média e curta. A análise do SIAQS deve ser repetida para que o material possa seguir para a próxima etapa de produção.

A etapa seguinte consiste em retirar as impurezas e defeitos do material. Assim, as sementes passam pelo setor de limpeza, onde ocorre separação do material de acordo com a densidade e a cor. Impurezas e sementes defeituosas possuem densidade menor, e podem ser retiradas na Mesa Gravitacional e na Coluna de Ar a partir de um fluxo de ar ajustável. Outros tipos de defeitos deixam as sementes com outras colorações. Essas sementes serão retiradas na *Color Sorter*, a partir de sensores e jatos de ar. Todo esse material rejeitado é enviado a um silo externo para descarte, podendo também ser desviado e retirado em *Big Bag* dependendo da decisão tomada durante a produção.

Durante o processo de limpeza, amostras do material são retiradas para serem avaliadas quanto à presença de defeitos (Análise do Milho). Se a porcentagem de sementes defeituosas ultrapassa o limite estabelecido nos procedimentos da empresa, o material deve passar novamente pelo processo de limpeza. Uma vez aprovada a análise do milho, o material segue para a etapa seguinte.

Já na etapa final, as sementes são transportadas até o setor de Tratamento, onde receberão um banho de calda com produtos químicos que protegem a semente contra fungos e insetos. Nessa etapa o material é denominado PA (Produto Acabado). Em seguida, as sementes estão prontas para serem ensacadas e retiradas da linha produtiva. O Ensaque é, então, a última etapa da linha de produção. As sementes são ensacadas em volumes de 20,00 kg ou em número de 60.000 sementes, de acordo com a especificidade de cada material. Os sacos são

armazenados sobre paletes e estocados em armazém climatizado. A Fig. 2.4 mostra uma representação esquemática do processo geral de beneficiamento de sementes de milho segundo Saraiva (2017).

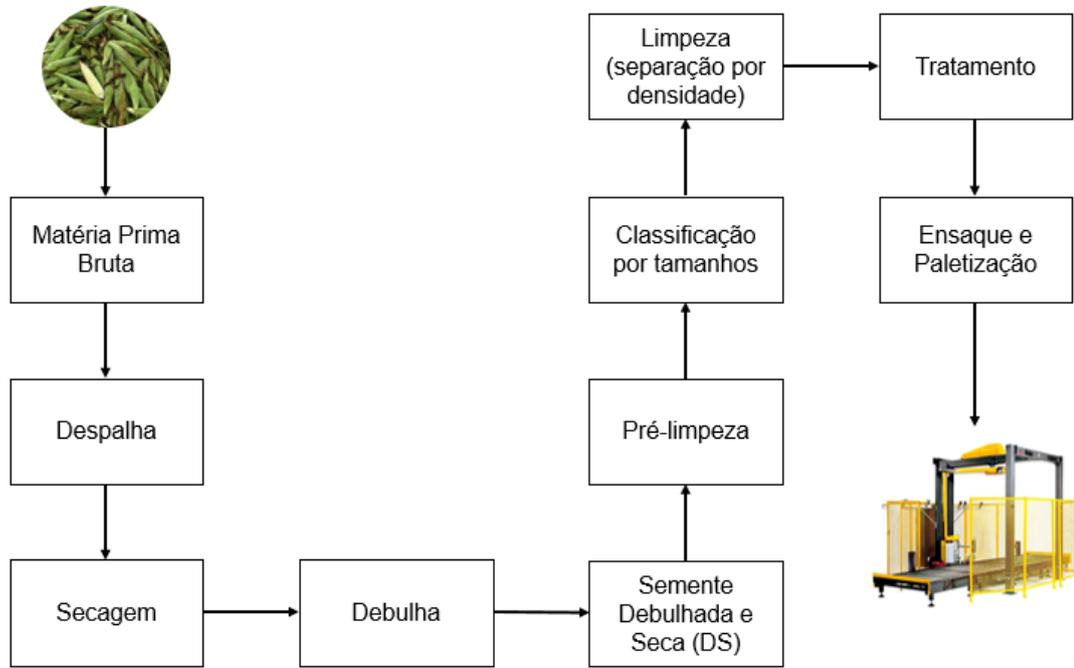


Figura 2.4 – Fluxograma do beneficiamento de sementes de milho (modificado de SARAIVA, 2017)

2.1.2. Complexidade do negócio

Uma usina de beneficiamento de sementes envolve bastante complexidade, uma vez que cada espécie de milho possui um comportamento único durante o beneficiamento industrial. No caso da UBS de Cachoeira Dourada, onde este trabalho foi desenvolvido, a complexidade é ainda maior pois a quantidade de materiais diferentes que é processada em cada safra é bastante alta.

O termo Safra se refere ao período considerado propício ao plantio e colheita. Devido ao clima subtropical, no Brasil têm-se duas safras por ano: safra de verão e safra de inverno. Cada material é identificado de acordo com sua espécie, sua variância genética, sua geração e sua safra.

Como já foi dito, cada material possui um determinado comportamento durante seu beneficiamento. Uns se comportam melhor durante determinados processos da linha produtiva, outros necessitam de mais atenção e retrabalho.

Assim, indo de acordo com a visão da Produção Enxuta, é importante acompanhar e controlar o máximo de variáveis ao longo do processo produtivo, sempre procurando evitar e diminuir os desperdícios. Nesse sentido, uma melhor visibilidade do rendimento de produção e maior controle do balanço de massa são fundamentais para a busca da excelência operacional e redução de desperdícios.

2.2. PRODUÇÃO ENXUTA

2.2.1. Histórico

O conceito de Produção Enxuta surgiu ao final da Segunda Guerra Mundial, quando a montadora japonesa Toyota precisou reestruturar seu sistema produtivo para poder sobreviver ao mercado japonês pós-guerra (ANDERE, 2012). Desde então, alguns termos similares foram difundidos no mundo ocidental. Assim, no decorrer deste trabalho, qualquer um dos termos relacionados abaixo poderá ser utilizado como sinônimo:

- Sistema Toyota de Produção;
- Produção Enxuta;
- Manufatura Enxuta;
- *Lean Production*;
- *Lean Manufacturing*.

Fundada por Toyoda Kiichiro em 1937 no Japão, a *Toyota Motors Company* iniciou seu processo produtivo fabricando caminhões para as forças armadas. Contudo, seu fundador acreditava no crescimento do setor automotivo, e por isso tinha o intuito de entrar na produção em larga escala de carros de passeio e caminhões comerciais (ANDERE, 2012).

No entanto, o contexto histórico na época afetou os negócios da companhia e de todo o mundo. Em 1939, apenas dois anos após o início das operações da Toyota, deu-se início a Segunda Guerra Mundial, tendo fim no ano de 1945. Este foi, sem dúvidas, um marco para a *Toyota Motor Company* e a indústria japonesa.

Toyoda Kiichiro, o fundador e então presidente da companhia, firmou um compromisso ousado: “alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá” (OHNO, 2006).

Ohno (2006) ficou surpreso ao ouvir a comparação de que um americano era capaz de fazer o trabalho de nove japoneses. Surgiu então o questionamento de que os japoneses deveriam estar desperdiçando algo. Assim, eliminando esse desperdício, seria possível aumentar a produtividade e igualar o trabalho de um americano. Foi assim que surgiu o Sistema Toyota de Produção.

Com o objetivo de eliminar os desperdícios, Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e, posteriormente, Shigeo Shingo, desenvolveram a filosofia da Produção Enxuta.

2.2.2. Conceitos da produção enxuta

Muitas vezes o Sistema Toyota de Produção é confundido com o Sistema Kanban. Contudo, é importante frisar que essa comparação é equivocada. Shingo (2005) define que a Manufatura Enxuta é 80% eliminação de perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% o Kanban.

O Kanban é um termo de origem japonesa, cuja tradução literal é “cartão” ou “sinalização”. Assim, o Sistema Kanban se relaciona à utilização de cartões (ou qualquer outro tipo de sinalização) para indicar o andamento dos fluxos de produção. Esse método foi introduzido pela Toyota a fim de manter um eficaz funcionamento do sistema de produção em série, e por isso é muitas vezes confundido com o conceito de Sistema Toyota de Produção. Shingo (2005) ressalta que, antes de aplicar técnicas como o Kanban, é necessário eliminar as perdas e efetivar as melhorias fundamentais do sistema de produção.

Um dos conceitos básicos do Sistema Toyota de Produção é a Superprodução. De acordo com Shingo (2005), ela pode ser dividida em dois tipos:

- Quantitativa: produzir mais do que o necessário;
- Antecipada: produzir antes que seja necessário.

Atualmente, a superprodução quantitativa já é bem entendida pelas empresas. Ela consiste em fazer mais produto do que necessário, isto é, do que foi pedido, numa tentativa de compensar os defeitos de fabricação inclusos no lote de

produtos (SHINGO, 2005). Aqui já é possível observar que existe um desperdício associado à fabricação de produtos defeituosos.

A superprodução antecipada, como o próprio nome já diz, consiste em fazer o produto antes do prazo de entrega, gerando um acúmulo (ou estoque) desnecessário. Novamente, pode-se observar um desperdício associado à fabricação antecipada de produtos. Na Manufatura Enxuta, a superprodução antecipada é também condenada, sendo a produção *Just-in-time* um método utilizado para eliminá-la (SHINGO, 2005).

Just-in-time significa que as partes corretas necessárias à montagem em um processo de fluxo chegam à linha de montagem no momento certo, no momento em que são necessárias, e somente na quantidade necessária (OHNO, 2006). Na Toyota, um determinado processo vai até o anterior para pegar apenas o componente exigido na quantidade necessária e no momento necessário. Assim, é preciso implementar uma forma de indicar essas necessidades, para controlar a quantidade produzida de um determinado componente, bem como o tempo em que deve ser produzido. Nesse sentido, o Kanban surge como um meio para transmitir essa informação de apanhar ou receber ordem de produção (OHNO, 2006).

Outra característica importante do Sistema Toyota de Produção é a modificação progressiva na relação entre trabalhador e máquina. Shingo (2005) afirma que para se alcançar uma maior eficiência da produção e também um uso mais efetivo dos recursos humanos é necessário separar trabalhador e máquina.

Quando algum problema ocorre em uma máquina, rapidamente centenas de componentes defeituosos podem ser produzidos e acumulados. Assim, a Produção Enxuta enfatiza a autonomia das máquinas (OHNO, 2006). Isso significa equipar as máquinas para detectarem problemas de produção e interromperem seu funcionamento, indicando o tipo de problema através de luzes indicadoras. Além disso, deve-se permitir que os trabalhadores parem a linha de produção caso percebam qualquer tipo de problema. Da mesma maneira, uma indicação deve mostrar o tipo e o local do problema (SHINGO, 2005).

Mais importante do que a rapidez em se sinalizar um problema, é encontrar a melhor solução para o mesmo. No Sistema Toyota de Produção, medidas temporárias ou paliativas não são apropriadas, embora sejam úteis para fazer a operação retornar à normalidade de maneira relativamente rápida (SHINGO, 2005).

Até o momento, pode-se perceber que a base da Produção Enxuta é a eliminação de desperdícios, e seus pilares são o *Just-in-time* e a Automação, como afirma Ohno (2006). O autor afirma que o intuito desses pilares, e do próprio Sistema Toyota de Produção, é reduzir os custos, medida fundamental para qualquer fabricante que queira sobreviver no mercado atual. Ele defende que é o mercado (o consumidor) quem sempre determina o preço de venda adequado. Assim, só é possível aumentar a margem de lucro da empresa reduzindo o custo.

A fim de procurar a redução do custo, deve-se então identificar os desperdícios para, então, definir planos de ação para combatê-los. De acordo com Shingo (2005), na Manufatura Enxuta, deve-se procurar pelo desperdício que geralmente não é percebido ou observado, por ter se tornado aceito como parte natural do trabalho diário. Para o autor, perda é definida como qualquer atividade que não contribui para o processo produtivo, como espera, acúmulo de peças inacabadas, movimentos dos trabalhadores, etc. Em outras palavras, atividades que não agregam valor ao produto.

Assim, é possível dividir as atividades em três categorias:

- Atividades que agregam valor (AV): são atividades que transformam realmente a matéria prima, agregando valor ao produto. Em outras palavras, atividades pelas quais os clientes estão dispostos a pagar;
- Atividades desnecessárias que não agregam valor (NAV): são atividades que não tornam o produto mais valioso, e por isso não importa se foram ou não realizadas. Em outras palavras, são atividades pelas quais os clientes não estão dispostos a pagar. Esperas e retrabalhos são alguns exemplos;
- Atividades necessárias que não agregam valor (NAV): são atividades essenciais no processo produtivo, necessárias, mas que não agregam valor ao produto. Apesar de os clientes não estarem dispostos a pagar por elas, elas estão presentes no processo produtivo. Um bom exemplo é a atividade de Setup.

A grande maioria das atividades de uma empresa faz parte do grupo de atividades que não agregam valor. Em ambientes de manufatura por exemplo, apenas 5% do tempo é gasto com atividades que agregam valor (HINES; TAYLOR, 2000).

Pode-se concluir então que, em termos de custo e eficiência de produção, um melhor resultado é alcançado quando o esforço é voltado para a redução ou eliminação das atividades que não agregam valor ao produto. Esse é o principal enfoque de melhorias da Produção enxuta. A Fig. 2.5 ilustra a diferença do enfoque tradicional de melhorias (enfoque nas atividades que agregam valor) e o enfoque de melhorias do *Lean* (enfoque nas atividades que não agregam valor).

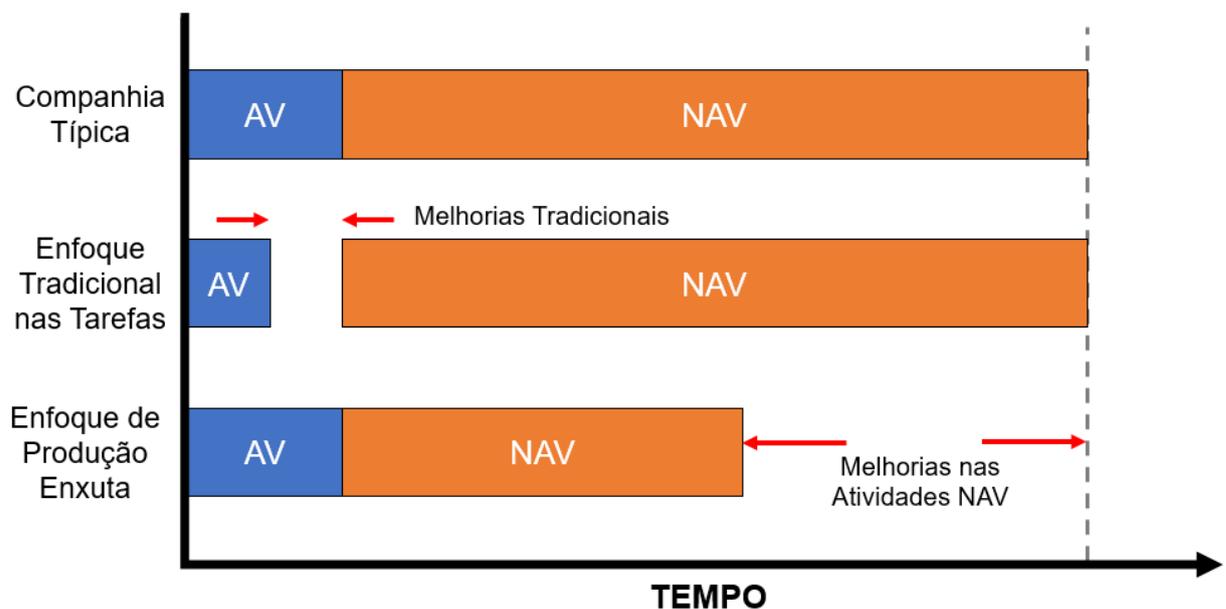


Figura 2.5 – Diferentes abordagens de melhorias sobre cada tipo de atividades (modificado de HINES; TAYLOR, 2000)

Como mostra a Fig. 2.5, tradicionalmente o alvo de melhorias costuma ser o grupo das atividades que agregam valor, ou seja, melhorias nos processamentos, o que na maioria das vezes significa grandes investimentos (novas e melhores tecnologias, maquinário mais rápido por exemplo). O problema é que esse alto investimento pode representar uma pequena parcela de redução do tempo das atividades, uma vez que esse grupo de atividades agregadoras de valor já representa uma parcela pequena do tempo total de produção. Nesse sentido, a Produção Enxuta tem seu olhar voltado para as melhorias nas atividades que não agregam valor. Essas melhorias, além de requererem investimentos muito menores, permitem alcançar uma redução de tempo muito mais significativa.

2.2.3. Os oito desperdícios

Segundo Ohno (2006), as atividades não agregadoras de valor são consideradas perdas, e podem ser divididas em 7 categorias. Posteriormente, Liker (2005) acrescentou uma oitava categoria a essa lista. É importante entender os tipos de desperdícios, uma vez que a eliminação ou redução dos desperdícios é o principal objetivo do *Lean Manufacturing*.

Os Oito Desperdícios da Produção estão enumerados a seguir (e são ilustrados também na Fig. 2.6):

1. Superprodução;
2. Estoque;
3. Transporte;
4. Defeitos e Retrabalho;
5. Superprocessamento ou processamento desnecessário;
6. Espera;
7. Movimentação;
8. Desperdício Intelectual.



Figura 2.6 – Os Oito Desperdícios da Produção (BVTREINAMENTO, 2018)

A Superprodução, seja ela quantitativa ou antecipada, como já foi apresentada neste trabalho, além do próprio desperdício de produtos acabados, gera também estoque e transporte excessivo de materiais, e isso tudo representa gasto desnecessário. Contudo, existem gestores que justificam a formação de estoque como uma estratégia paliativa contra problemas que podem ocorrer no processo produtivo, como a quebra de máquinas por exemplo (OLIVEIRA, 2016).

O Estoque, por sua vez, muito associado ao desperdício mencionado anteriormente, seja ele de matéria-prima, produto acabado ou mesmo um acúmulo de materiais entre as etapas de processamento, gera custos de armazenamento, além de poder causar perda de produtos por obsolescência.

Outro desperdício é o Transporte de materiais do estoque até os locais onde serão processados, ou mesmo de produtos semiacabados entre as etapas do processo produtivo. Trata-se de um desperdício pois essa é uma atividade que não agrega valor ao produto, e por isso deve ser minimizada de forma a se tornar mais eficiente.

Defeitos são um desperdício bem claros de se entender: geram gastos de recursos (tempo e dinheiro) como reprocessamento ou até mesmo descarte. Esse é um desperdício importante, pois pode gerar perda de clientes por insatisfação com a qualidade do produto.

O Superprocessamento (ou processamento sem necessidade) também é considerado desperdício, pois gera um gasto superior ao necessário para fabricar um produto.

A Espera é outro desperdício de tempo que poderia ser melhor aproveitado com atividades que agregam valor ao produto por exemplo. Aqui, estão envolvidos tanto o tempo de espera do operador enquanto a máquina trabalha, quanto a espera por matéria prima ou ferramentas para a realização de determinada etapa do processo produtivo.

O Movimento dos operadores pela fábrica é outro desperdício bem fácil de ser entendido. Um sistema com muitos problemas e perdas gera muita movimentação dos trabalhadores, seja para resolver problemas durante a operação quanto para se locomover por grandes distâncias para realizar o seu trabalho.

O oitavo e último desperdício é o Desperdício Intelectual, também conhecido como Desperdício de Criatividade dos Funcionários. Por precisarem resolver tantos problemas e desperdícios no sistema produtivo, os trabalhadores dedicam quase

todo o seu tempo de trabalho resolvendo problemas, movimentando-se sem necessidade pela fábrica, o que impede que gastem parte do tempo trabalhando em melhorias nos processos ou para aprenderem e desenvolverem novas técnicas e habilidades.

Como afirmou Ohno (2006), a superprodução, um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, é um dos principais desperdícios, pois desencadeia uma série de outros desperdícios. É um efeito em cadeia: além de encobrir defeitos de fabricação, a superprodução gera mais estoque, transporte, movimentações e esperas, tornando o sistema produtivo muito ineficiente, o que gera processamento inadequado e por fim desperdício de criatividade de funcionários.

2.2.4. Kaizen: melhoria contínua

Percebe-se então que o Sistema de Produção Toyota procura sempre a eliminação ou redução dos desperdícios, buscando sempre a excelência operacional, a melhoria contínua. Assim, é importante lembrar que a Melhoria Contínua não é uma ferramenta da Produção Enxuta, mas sim uma filosofia. As ferramentas servem para auxiliar a transformação *lean*, mas é a cultura da melhoria contínua da Toyota que a difere das demais empresas que tentam aplicar o pensamento enxuto em seus sistemas de produção.

Mais importante do que realizar uma melhoria, é mantê-la. Muito esforço é necessário para se alcançar uma melhoria, e mais ainda para fazer com que ela se mantenha e se torne parte natural do processo. Esse é o principal objetivo da melhoria contínua: sempre buscar o melhor, ir além do que já se alcançou. Este conceito de melhoria contínua foi resumido em uma única palavra: Kaizen.

Kaizen transmite a ideia de todos melhorando tudo o tempo todo. Esse termo tem origem japonesa, sendo formado a partir de duas palavras: Kai, que significa mudança, e Zen, que significa boa (KNABBEN, 2001).

Rother e Shook (1999) definem que há dois tipos de Kaizen:

- Kaizen de Fluxo ou de Sistema: tem foco no fluxo de valor, voltado ao gerenciamento;
- Kaizen de Processo: tem foco em processos individuais, voltado aos líderes de equipe e equipes de trabalho.

A Fig. 2.7 mostra as duas classificações de Kaizen.

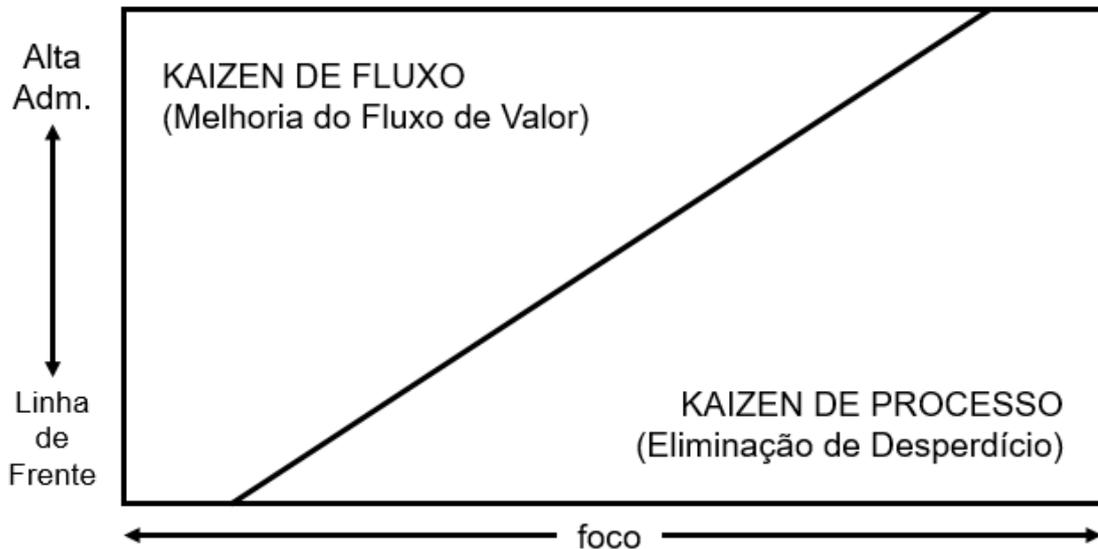


Figura 2.7 – Tipos de Kaizen (modificado de ROTHER; SHOOK, 1999)

2.2.5. Ciclo PDCA

A busca pela melhoria contínua, como o próprio nome diz, é um processo constante, sem fim, constituindo-se um grande desafio para as empresas que buscam praticar tal filosofia. Para ajudar quem deseja alcançar os benefícios dessa filosofia, existem diversas ferramentas simples, porém muito eficazes. Assim, nesta sessão será apresentada uma ferramenta poderosa para quem deseja implementar e manter melhorias em seus processos.

Agostinetto (2006) definiu uma sequência de atividades que, percorridas de maneira cíclica, promovem a melhoria contínua. A autora ressalta que esse conjunto de atividades, conhecido como ciclo PDCA, é um processo sem fim, cujo objetivo é gerar melhorias, seja nas operações do chão de fábrica ou mesmo nos processos de negócios da empresa.

A sigla PDCA tem origem da língua inglesa, e pode ser traduzida como apresentado a seguir:

- *Plan* (planejar);
- *Do* (executar);
- *Check* (checar);
- *Act* (agir).

Segundo Agostinetti (2006), cada etapa do ciclo PDCA pode ser descrita da seguinte maneira:

- *Plan* (planejar): primeira etapa do ciclo, na qual deve ser definido o plano de acordo com as métricas e objetivos da empresa. Nesta etapa são feitas medições do estado atual, o problema é analisado e as metas são definidas. Aqui também se faz uma análise de recursos e riscos, estabelecendo os prazos e métodos a serem utilizados. É nesta etapa que se faz todo o alinhamento estratégico;
- *Do* (executar): nessa etapa são fornecidos os treinamentos para aplicar o método escolhido, os objetivos quanto aos métodos de controle são estabelecidos e os dados para verificar o processo são coletados. É importante obter o comprometimento do time e de todos os envolvidos no processo;
- *Check* (checar): nessa fase do ciclo deve-se verificar se o trabalho está sendo realizado conforme o padrão definido no início, bem como se está havendo progresso. Essa etapa do ciclo deve medir a “saúde” do plano de ação definido na primeira etapa do ciclo;
- *Act* (agir): nesta etapa são analisados os desvios, identificando suas causas, para então definir novas ações para evitar qualquer problema na execução do projeto.

É importante lembrar que o *Act* não é o último passo, pois como já foi dito, o ciclo PDCA é contínuo, e deve estar sempre em execução. Assim, quando a última etapa do ciclo é finalizada, ele se reinicia, buscando sempre a melhoria contínua. A Fig. 2.8 mostra o ciclo PDCA e os principais pontos que devem ser desenvolvidos em cada etapa do ciclo (constituindo os oito passos para implementar uma melhoria utilizando o ciclo PDCA).

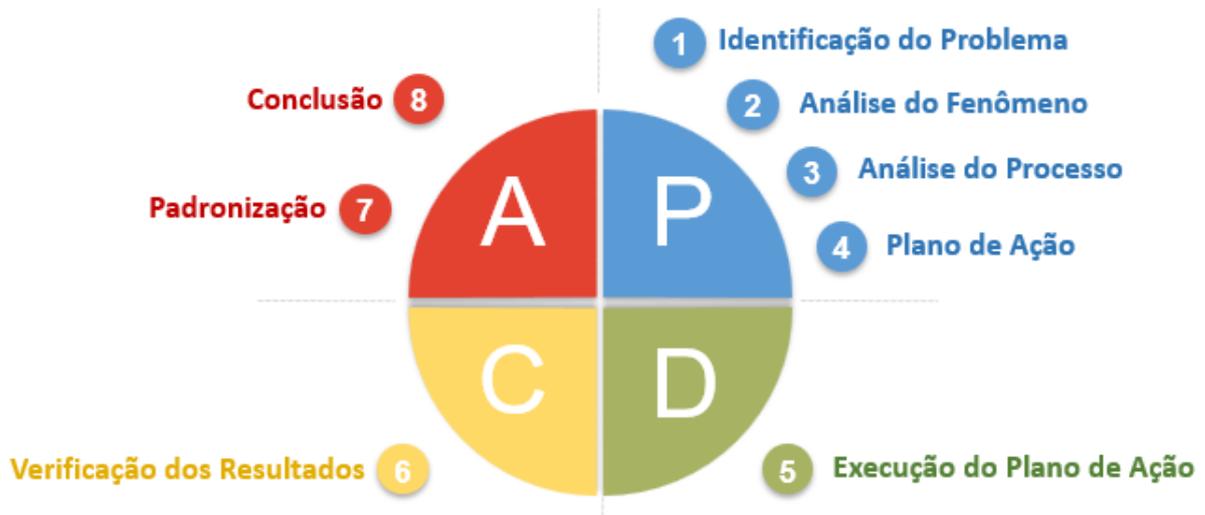


Figura 2.8 – Ciclo PDCA e principais atividades de cada etapa (VOITTO, 2017)

2.3. BALANÇO DE MASSA

Como pode ser visto até o momento, é muito importante para uma empresa buscar sempre a excelência operacional, pois só assim ela conseguirá manter-se competitiva e atraente no mercado. Para isso, é fundamental adotar a filosofia da melhoria contínua e um sistema de produção enxuto.

Um dos principais pensamentos dentro da filosofia Kaizen é medir e controlar as variáveis de sua produção. Essa é a única maneira de permitir que os pontos mais frágeis da produção sejam identificados e ações de melhorias sejam tomadas.

William Edwards Deming, engenheiro americano, estatístico e professor, teve grande importância no esforço de reerguer o Japão após a segunda Guerra. Sua contribuição influenciou substancialmente o pensamento de melhorias em processos produtivos focados em qualidade, tendo um enorme destaque no Sistema Toyota de Produção.

Em uma de suas frases mais famosas, Deming afirma:

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia.”

Nesse sentido, medir seu processo produtivo é fundamental para qualquer empresa que busca e melhoria contínua, pois assim ela conseguirá definir as melhores oportunidades e então gerenciar sua produção. Para tanto, um balanço de massa robusto e bem desenvolvido é fundamental para a análise do processo.

Um dos princípios fundamentais da engenharia, o balanço de massa pode ser usado para fundamentar quantitativamente diversos parâmetros de produção, como eficiências, rendimentos, e até mesmo o dimensionamentos de instalações e equipamentos (MACHADO, 2012).

Como o próprio nome diz, o balanço de massa baseia-se no princípio de conservação de massa, sendo um estudo da entrada e saída de materiais no processo produtivo. Seu objetivo é mensurar rendimentos e perdas, para coletar informações para a implementação de melhorias no processo (MACHADO, 2012).

A aplicação do balanço de massa depende do contexto do problema que se deseja analisar, mas é sempre baseado no fato de que matéria não pode desaparecer nem ser criada (JUNIOR; CRUZ, 2010).

Machado (2012) afirma ainda que alguns elementos são fundamentais para o desenvolvimento de um balanço de massa, são eles:

- Fluxograma do processo;
- Medidas de entradas e saídas de materiais (obtidas a partir de medições diretas de massa, volume ou fluxo, de acordo com a necessidade).

A operação de um processo pode ser classificada de acordo com o comportamento das variáveis ao longo do tempo. Quando os valores das variáveis de processo não variam com o tempo em qualquer posição fixa da linha produtiva, tem-se uma operação em regime estacionário. Por outro lado, quando as variáveis variam com o tempo em alguma posição fixa do processo, tem-se uma operação em regime transiente (AQUIM, 2004).

É preciso definir o volume de controle sobre o qual será feito o balanço de massa. Segundo Aquim (2004), o volume de controle pode representar um processo completo, um conjunto de equipamentos, ou mesmo um único equipamento. É necessário também conhecer as entradas e saídas de material do volume de controle determinado. O autor afirma ainda que um sistema pode ser classificado como fechado ou aberto. No primeiro, não há transferência de material através da fronteira do sistema, enquanto que no outro existe essa transferência de material.

No caso de uma Usina de Beneficiamento de Sementes, o balanço de massa é fundamental para o controle e conhecimento do rendimento e da eficiência de produção. Ele é utilizado como uma ferramenta de identificação de pontos de perda de material ao longo do processo produtivo. Assim, é possível tomar ações corretivas e preventivas para combater problemas como vazamento, acúmulo e retenção de material ao longo da linha de produção, entre outros.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização deste trabalho foram utilizados formulários eletrônicos padrão ISO, os quais a empresa utiliza para controle de suas operações. Tais arquivos estiveram à disposição para a realização deste projeto e serviram de base para o desenvolvimento da ferramenta de balanço de massa da usina.

Além disso, o conhecimento e experiência dos operadores e trabalhadores do setor também foram consultados, sendo parte fundamental para o desenvolvimento desta ferramenta de balanço de massa. A partir de conversas e troca de informações foi possível entender e mapear todo o processo, e a partir disso identificar todas as informações necessárias e interessantes ao balanço de massa da UBS.

Por fim, uma segunda abordagem (que será explicada ao longo da próxima sessão) foi desenvolvida, e para isso foram utilizados novos formulários e planilhas, nos quais foram registrados dados coletados em momentos específicos da operação. Para essa abordagem, recipientes e instrumentos de medição de massa (balanças) foram utilizados para realizar as medições e coleta dos dados.

Os dados selecionados e coletados foram organizados e analisados utilizando-se o software Microsoft Excel ® 2016, e também de acordo com premissas e procedimentos determinados pela empresa.

3.2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da ferramenta de balanço de massa, duas abordagens foram tomadas. A primeira teve um foco em analisar dados e registros de quantidade de material, ou seja, de massa de material, desde sua chegada na usina até sua saída como produto acabado. Tais dados são registrados em planilhas padrão ISO, as quais já são utilizadas para controle da produção. O autor deste trabalho, juntamente com o supervisor de produção, definiu como ponto de partida a criação de um modelo de balanço de massa utilizando-se os dados obtidos durante a safra anterior ao período de desenvolvimento deste projeto, ou seja, a Safra Inverno 2018 (IN18). Assim, todos os dados de massa de entrada de matéria prima

na linha de produção, de saída de descarte e amostras, e de saída de material bom ao final do processo foram contabilizados de modo a mostrar o rendimento do material, bem como a quantidade de material perdida em cada etapa do processo. Após realizar este trabalho com os dados referentes à safra anterior (IN18), realizaram-se algumas modificações no arquivo desenvolvido para que a mesma ferramenta pudesse ser utilizada na Safra Verão 2019 (VE19), de modo que ela fosse atualizada automaticamente conforme novos dados do processo fossem sendo adicionados aos formulários padrão ISO 9001 utilizados pela operação.

A segunda abordagem consistiu em uma análise pontual, mais detalhada, cuja finalidade foi representar a situação atual da linha produtiva e identificar pontos de oportunidade, como pontos de vazamento de material ou perdas de material bom no descarte de alguns processos por exemplo. Assim, selecionou-se um determinado material para realizar tal estudo, acompanhando-o ao longo do processo produtivo. Todas as informações de massa de material que entrou ou saiu da linha de produção foram capturadas, de modo a quantificar as perdas em cada parte do processo. Isso permitiu a identificação de pontos de vazamento ou acúmulo de material em esteiras, elevadores ou máquinas, bem como a quantidade de material retirado para amostragens.

Os dados obtidos na primeira e na segunda abordagem deste trabalho foram consolidados utilizando-se o software Excel. Para a primeira abordagem, criou-se uma ferramenta de visualização do balanço de massa para cada material da safra IN18, e, posteriormente, fez-se o mesmo trabalho para a safra VE19. Já na segunda abordagem, os dados coletados em formulários desenvolvidos especificamente para este trabalho foram computados de modo a desenvolver um gráfico para visualização do rendimento e comportamento do material ao longo da linha produtiva.

Tanto a primeira quanto a segunda abordagem deste trabalho foram desenvolvidas com base no ciclo PDCA, uma ferramenta simples e poderosa da busca pela melhoria contínua. Assim, o modo como o trabalho foi conduzido, bem como os resultados nele obtidos, serão apresentados na próxima sessão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como foi mencionado anteriormente, o trabalho foi conduzido de acordo com o ciclo PDCA. Cada uma das duas abordagens desenvolvidas nesse projeto será apresentada com base nesse ciclo.

4.1. ABORDAGEM 1: BALANÇO DE MASSA POR MATERIAL

4.1.1. *Plan* (planejar)

A primeira etapa do ciclo PDCA consiste em planejamento, sendo a etapa mais importante do ciclo. Nesta etapa deve-se identificar o problema, analisar o cenário atual e, em seguida, estabelecer um plano de ação.

A falta de um controle mais robusto do balanço de massa em uma usina de beneficiamento de sementes representava um grande desafio, uma vez que impossibilitava ou dificultava a identificação de pontos frágeis ao longo da linha de produção. Assim, o desenvolvimento de uma ferramenta de balanço de massa se mostrava bastante interessante na busca pela melhoria contínua.

Como já foi mencionado na sessão anterior, a abordagem inicial deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta de balanço de massa da usina a partir de registros em planilhas eletrônicas padrão ISO 9001 com dados referentes à safra anterior, ou seja, à safra IN18 (decisão do autor deste trabalho juntamente com o supervisor de produção). Assim, após identificar o problema e analisar o cenário em que se encontrava a empresa, foi proposto um plano de ação com as seguintes etapas:

- Conhecer o processo produtivo;
- Elaborar fluxograma com atividades e processos da usina;
- Identificar pontos de saída de material e/ou informação ao longo da linha;
- Identificar planilhas ISO com informações de interesse ao balanço;
- Consolidar dados e dar visibilidade ao balanço de massa.

Com isso finalizou-se a primeira etapa do ciclo PDCA.

4.1.2. Do (executar)

Esta etapa consiste em executar o plano de ação definido na etapa anterior. O primeiro passo foi, portanto, conhecer todo o processo produtivo. Essa etapa exigiu bastante contato com a operação. Conversas e trocas de informação com os operadores e trabalhadores da área foram fundamentais para a compreensão e entendimento do processo produtivo da UBS. Assim, foi possível mapear todas as etapas e processos da linha produtiva, bem como os pontos de saída de material ou de informação útil ao projeto.

Uma vez conhecido todo o processo, era preciso desenvolver um fluxograma com todos os processos e rotas de produção da usina. Após diversas revisões e validações com os colaboradores envolvidos, elaborou-se um fluxograma com todas as etapas produtivas da usina. As Figs. 4.1 e 4.2 mostram o fluxograma desenvolvido, com todos os processos de cada linha de produção da usina, para os setores do Recebimento e da Torre de Beneficiamento, respectivamente.

Depois de compreender todo o processo produtivo e desenvolver o fluxograma de processos da usina, foram identificados todos os pontos de saída de material ou de informação que seriam interessantes para o balanço de massa. As Figs. 4.3 e 4.4 mostram os fluxogramas anteriores com todos os pontos de saída de material ou informação interessante ao balanço de massa (por exemplo: amostradores, desviadores, balanças de fluxo, etc.) para o setor do Recebimento e o setor da Torre de Beneficiamento.

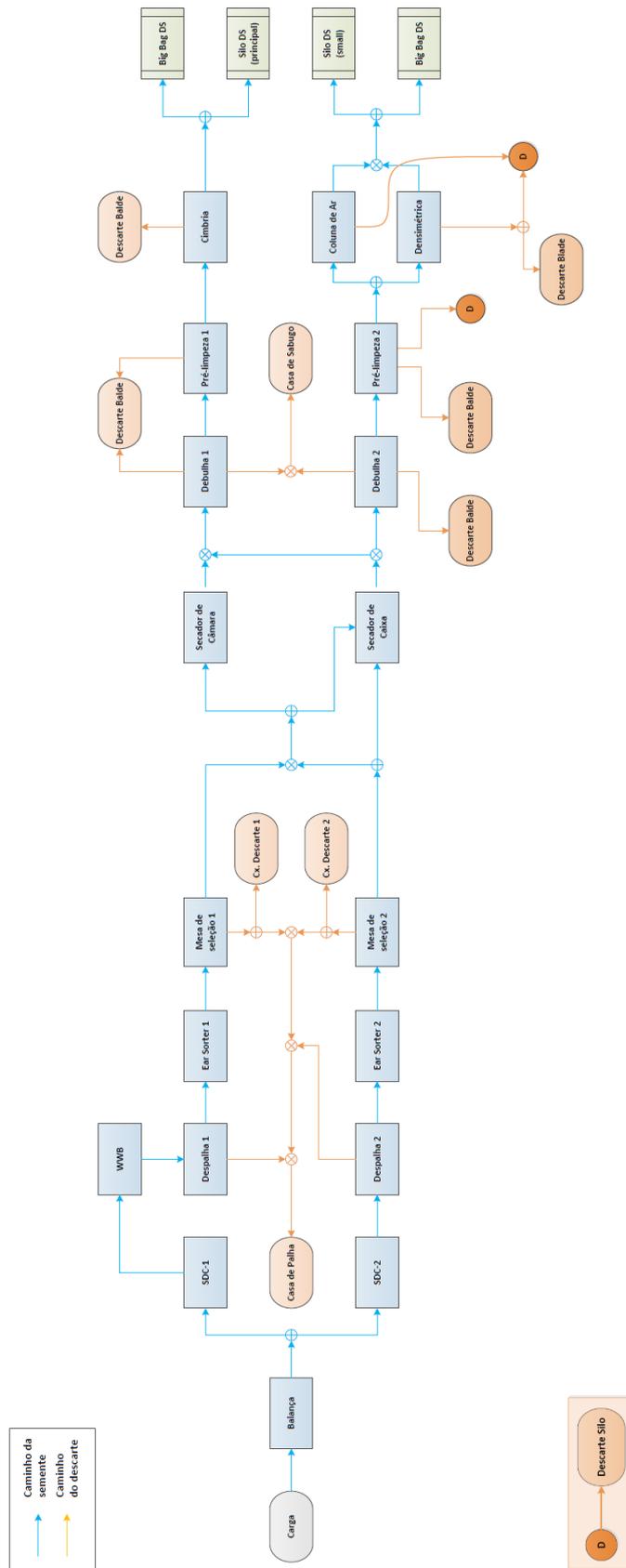


Figura 4.1 – Fluxograma de processos do Recebimento da UBS de Cachoeira Dourada

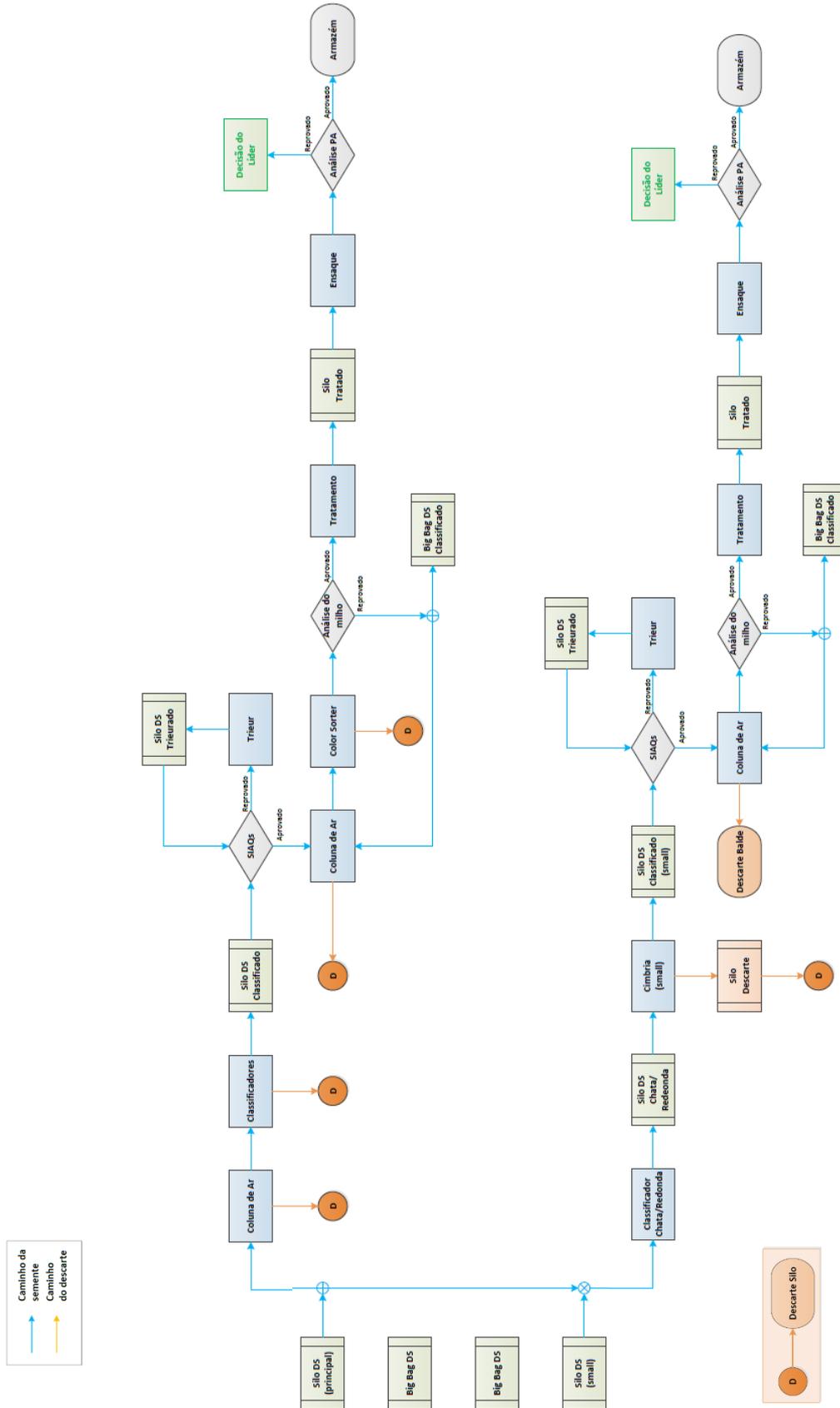


Figura 4.2 – Fluxograma de processos da Torre de Beneficiamento da UBS de Cachoeira Dourada

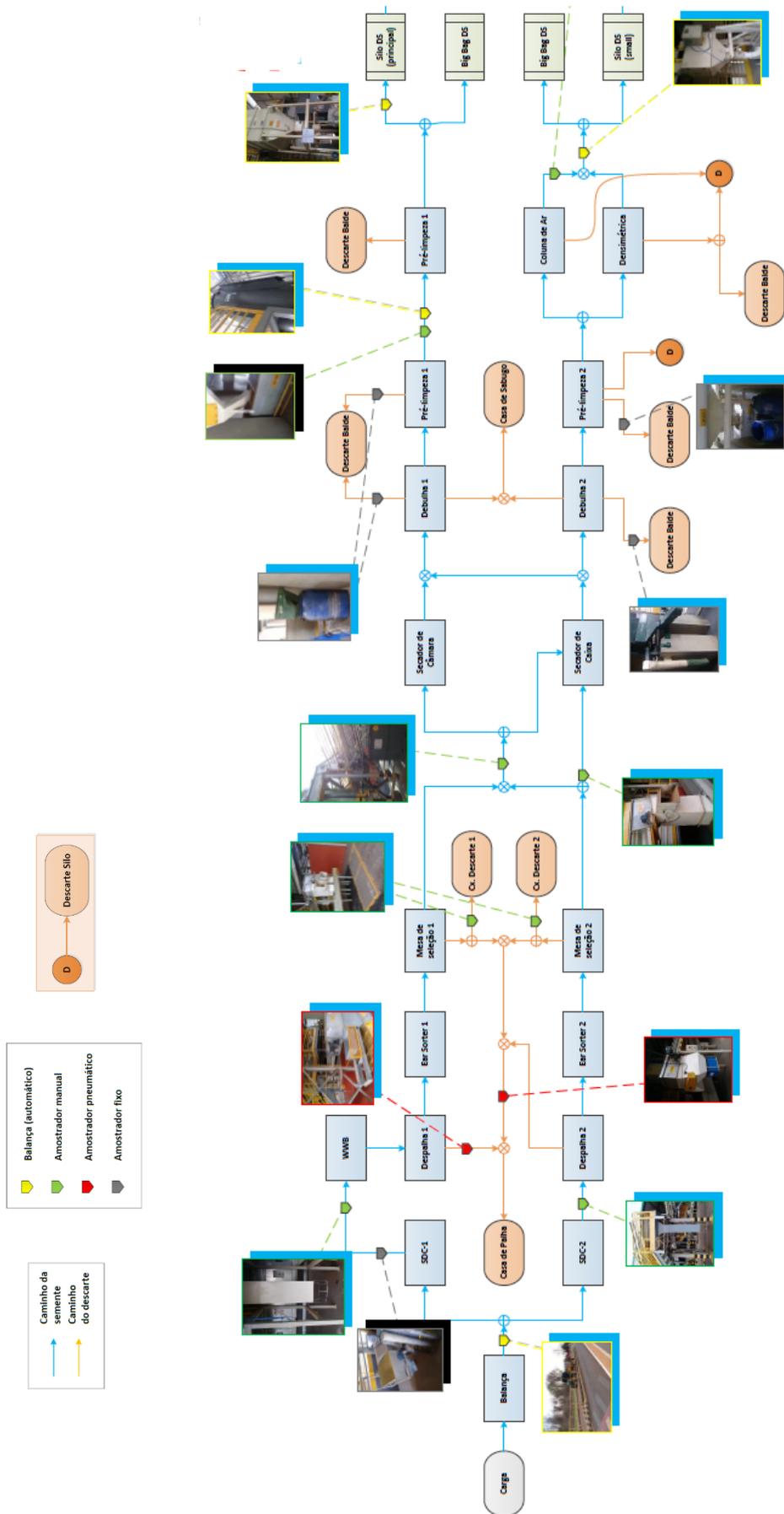


Figura 4.3 – Identificação de pontos de interesse ao balanço de massa no setor do Recebimento

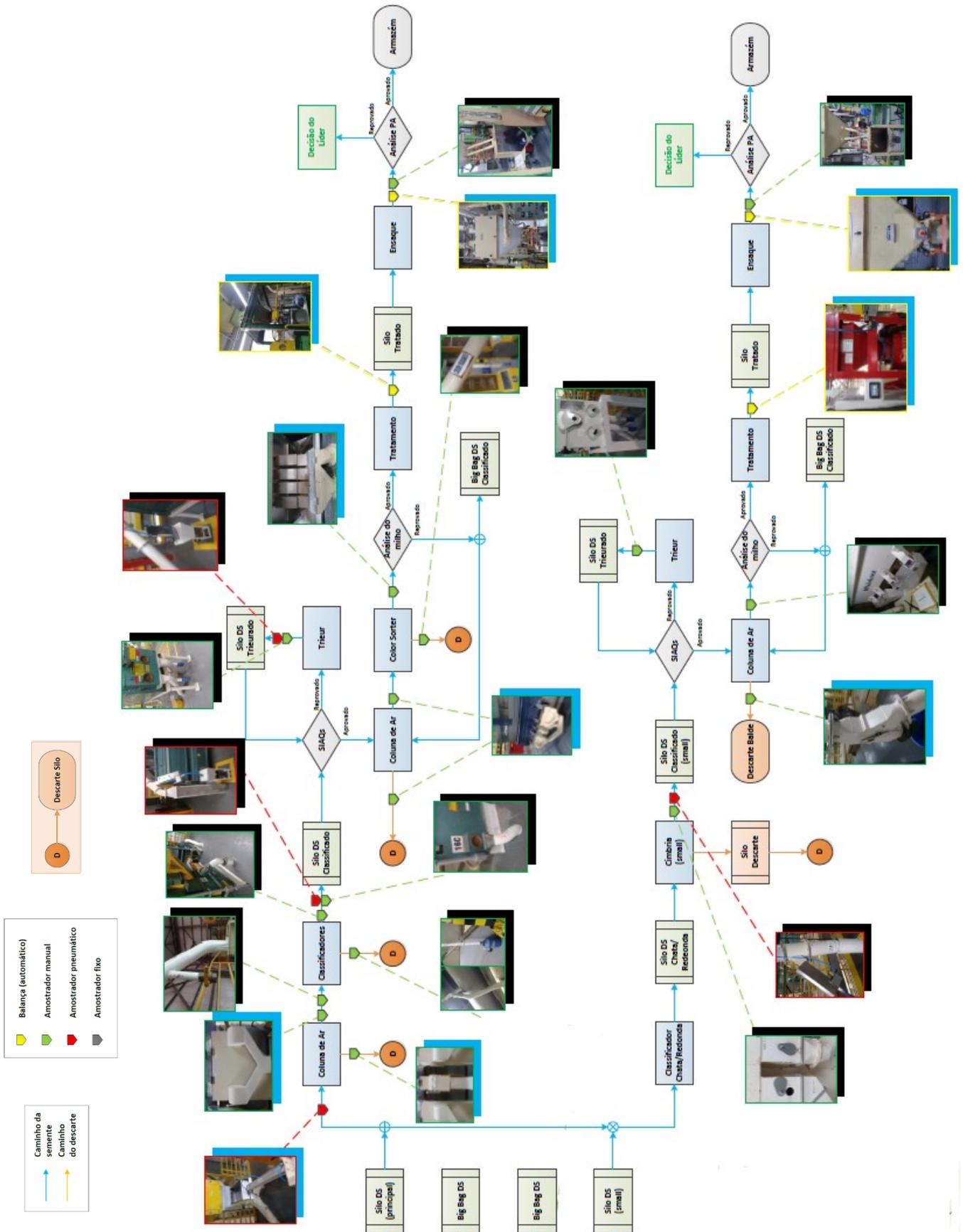


Figura 4.4 – Identificação de pontos de interesse ao balanço de massa no setor da Torre de Beneficiamento

Uma vez mapeado todo o processo e todas as saídas, era preciso então fazer um levantamento de todas as planilhas e formulários que continham os dados que seriam contabilizados no balanço de massa. Novamente, foi necessário bastante consulta aos funcionários do setor, os quais detêm os maiores conhecimentos das etapas de produção.

A etapa seguinte consistiu em resgatar todas as informações registradas nos formulários padrão ISO 9001 levantados e organizá-las em um novo arquivo, dedicado ao balanço de massa. Assim, criou-se uma nova planilha no software Excel, a qual consolidava todos os dados úteis e necessários ao cálculo do balanço de massa. Isso permitiu uma melhor visualização da quantidade de cada material que havia sido processado na usina na safra IN18. A Tab. 4.1 mostra parte da tabela desenvolvida para consolidar os dados do setor do Recebimento. Aqui, é importante verificar a grande quantidade de informações e materiais que foram analisados. Da mesma maneira, a Tab. 4.2 apresenta parte da tabela desenvolvida para consolidar os dados da Torre de Beneficiamento.

As Tabs. 4.1 e 4.2 não conseguem mostrar, de forma clara e objetiva, um balanço de massa para cada material processado na safra IN18. Por isso, desenvolveu-se uma ferramenta, também em Excel, onde era possível selecionar um determinado material e visualizar as quantidades mássicas de material no início e no final do processo, bem como nas saídas ao longo da linha produtiva. Isso permitiu uma visualização mais fácil e clara do balanço de massa do material selecionado. Um exemplo da utilização dessa ferramenta de visualização é mostrado na Fig. 4.5 para o material L7464Z- do campo 089 da safra IN18, para o setor do Recebimento. Da mesma forma, a Fig. 4.6 apresenta o balanço de massa do mesmo material para o setor da Torre de Beneficiamento.

Tabela 4.1 – Visualização da planilha consolidada com dados de interesse ao balanço de massa do Recebimento

SAFRA	CAMPO	DADOS DO MATERIAL			SIDC	DESPALHA				MESA DE SELEÇÃO				SECADOR				DEBULHA				Diferença (%)			
		MATERIAL	ESPÉCIE	GERAÇÃO		RW real (kg)	AMOSTRA COOPERAN TE	RW (kg)	AMOSTRA PERDA DESPALHA	AMOSTRA RÁPIDO	KPI	DESCARTE CAMINHÃ ODE	PERDA CAMINHÃ ODE	RW S/ PALHA (kg)	CAIXA DESCARTE (kg)	RW S/ PALHA (kg)	UMIDADE INICIAL (%)	UMIDADE FINAL (%)	PERDA UMIDADE (kg)	RW S/ PALHA SECO (kg)	SABUGO (kg)		AMOSTRA REND. PENEIRA	DS calculado (kg)	DS real (kg)
IN18	001	BR876PRO3	Milho	P54/MD	67.820,00	31,05	67.788,95	10,46	67.788,95	6,16	10.299,61	8.756,62	48.677,10	680,00	47.997,10	31,31	11,98	10.540,10	37.456,99	9.134,63	2,00	28.320,37	26.750,00	1.570,37	-5,5%
IN18	002	BR866PRO3	Milho	P54/MD	37.640,00	20,39	37.619,61	3,15	37.619,61	15,98	4.660,29	2.669,81	30.270,48	1033,88	29.236,65	26,10	11,00	4.960,38	24.276,27	5.788,68	2,00	18.486,60	17.200,00	1.286,60	-7,0%
IN18	008	BR825PRO3	Milho	P54/MD	36.040,00	19,98	36.020,02	3,70	36.020,02	7,45	6.104,17	3.469,22	26.995,48	2897,58	23.997,90	26,27	10,67	4.155,75	19.842,15	4.907,28	2,00	14.934,87	15.895,00	-1.162,13	7,9%
IN18	009	BR825PRO3	Milho	P54/MD	61.700,00	20,50	61.679,50	4,38	61.679,50	4,09	6.047,82	3.260,95	52.362,26	190,00	52.172,26	31,87	10,81	12.321,37	39.850,89	10.059,02	2,00	29.791,88	27.123,00	2.668,88	-9,0%
IN18	010	BQ877PRO3	Milho	P54/MD	34.910,00	21,25	34.888,75	1,95	34.888,75	0,00	3.807,53	993,47	30.885,80	840,10	29.245,70	28,70	10,30	5.999,12	23.246,58	6.036,70	2,00	17.207,88	16.710,00	497,88	-2,9%
IN18	014	L2592HTTZ1A1	Milho	G2	64.400,00	30,34	64.369,67	6,58	64.369,67	7,63	8.839,90	3.167,89	55.347,66	610,00	54.737,66	30,00	11,38	11.500,96	43.236,70	13.208,17	2,00	30.026,53	27.014,00	3.012,53	-10,0%
IN18	016	L432Z-	Milho	G2	28.510,00	20,24	28.489,76	3,37	28.489,76	0,00	8.300,70	2.945,53	18.440,16	1.296,18	16.843,98	27,05	10,50	3.114,72	13.729,25	3.794,97	2,00	9.932,28	10.270,00	-337,72	3,4%
IN18	017	L5190RPGZT1A2	Milho	G2	22.630,00	10,17	22.619,83	3,25	22.619,83	2,42	4.183,32	2.340,46	16.090,38	430,00	15.660,38	25,70	11,10	2.571,90	13.088,49	4.958,27	2,00	8.126,22	6.461,00	1.667,22	-20,5%
IN18	018	L6782NKZT1B2	Milho	G2	126.260,00	63,03	126.196,98	17,04	126.196,98	0,00	13.113,81	20.004,20	93.061,93	910,00	92.151,93	27,93	10,44	17.996,38	74.155,55	18.127,09	2,00	56.026,47	56.213,00	-186,53	0,3%
IN18	019	L7031RHTZT1B2	Milho	G2	240.770,00	81,14	240.688,86	15,35	240.688,86	74,62	44.182,75	10.448,77	185.967,37	14248,20	171.719,17	31,61	10,39	40.665,29	131.053,88	43.686,59	2,00	87.355,29	89.490,00	-2.134,71	2,4%
IN18	020	L708Z-	Milho	G2	98.710,00	92,75	98.617,25	20,82	98.617,25	0,00	18.380,58	6.854,49	73.361,36	2900,00	70.861,36	32,53	10,92	17.187,10	53.674,26	16.282,50	2,00	37.389,76	35.728,00	1.661,76	-4,4%
IN18	022	L710Z-	Milho	G3	150.120,00	61,84	150.058,16	19,45	150.058,16	24,98	20.526,56	7.915,60	121.571,56	2730,00	118.841,56	31,15	11,58	26.309,85	92.531,71	27.600,30	2,00	64.929,42	61.716,00	3.213,42	-4,9%
IN18	024	L759RMOZT2C11	Milho	G3	82.380,00	40,25	82.339,75	14,64	82.339,75	13,30	22.642,41	6.577,83	53.091,58	1410,00	51.681,58	34,00	11,04	13.340,25	38.341,33	15.550,20	1,99	22.789,14	19.537,00	3.252,14	-14,3%
IN18	025	L7702RPGZT1A1	Milho	G2	18.780,00	20,40	18.759,60	5,47	18.759,60	9,24	3.746,79	1.183,69	13.814,41	100,00	13.714,41	33,30	12,03	3.315,57	10.398,84	3.360,10	2,00	7.036,74	5.468,00	1.568,74	-22,3%
IN18	026	L980Z-	Milho	G3	173.790,00	82,50	173.707,50	19,35	173.707,50	19,91	37.215,35	17.598,42	118.857,48	2360,00	116.497,48	32,85	10,55	29.043,74	87.453,73	29.059,70	2,00	58.392,03	54.518,00	3.874,03	-6,6%
IN18	027	YH610Z-	Milho	G3	7.640,00	10,33	7.629,67	4,40	7.629,67	2,04	1.752,84	955,14	4.915,25	90,00	4.825,25	32,90	12,37	1.130,40	3.694,85	1.231,62	2,00	2.463,23	2.566,00	-104,77	4,3%
IN18	028	L308Z-	Milho	G2	41.380,00	21,18	41.358,82	8,68	41.358,82	0,00	8.010,29	3.601,70	29.381,15	50,00	29.688,15	30,60	10,90	6.564,05	23.124,10	7.663,22	0,00	15.460,88	14.651,00	809,88	-5,2%
IN18	029	L3204RMOZT1A2	Milho	G2	11.780,00	10,08	11.769,92	2,66	11.769,92	0,00	1.601,05	590,08	9.576,14	170,00	9.406,14	32,30	10,60	2.283,14	7.122,99	1.405,58	2,00	5.715,41	4.711,00	1.004,41	-17,6%
IN18	031	L4510Z-	Milho	G2	6.290,00	10,95	6.279,05	1,25	6.279,05	0,00	761,12	173,12	5.343,56	120,00	5.223,56	34,00	11,40	1.332,42	3.891,14	1.226,84	2,00	2.662,30	2.394,00	268,30	-10,1%
IN18	032	L456RHTZT1B1	Milho	G3	59.900,00	31,59	59.868,41	5,02	59.868,41	2,99	10.128,97	6.188,64	43.542,79	211,36	43.331,43	28,18	10,68	8.489,23	34.842,21	10.948,30	2,00	23.893,91	21.955,00	1.938,91	-8,1%
IN18	033	L456RMOZT1B1	Milho	G2	22.760,00	10,15	22.749,85	3,13	22.749,85	7,24	2.489,02	3.188,79	16.351,67	160,00	16.191,67	29,60	11,40	3.326,05	12.865,61	3.251,98	2,00	9.611,63	9.914,00	-302,37	3,1%
IN18	034	L5207RMOZT1A2	Milho	G3	164.280,00	95,23	164.184,77	14,54	164.184,77	14,54	25.163,72	1.136,18	131.866,89	518,88	131.348,01	31,58	10,32	31.138,68	100.209,33	28.487,98	2,00	71.719,35	68.150,00	3.569,35	-5,0%
IN18	039	YX21Z-	Milho	G3	26.710,00	10,35	26.695,65	1,94	26.695,65	1,78	6.283,95	1.510,56	18.401,43	450,00	18.451,43	30,90	10,75	4.165,78	14.285,64	6.620,18	2,00	7.663,47	6.876,00	787,47	-10,3%
IN18	055	L115Z-	Milho	G2	6.270,00	10,56	6.259,44	2,97	6.259,44	0,00	2.167,19	1.050,00	3.039,28	15,84	3.023,44	31,60	10,90	702,42	2.321,02	1.274,02	2,00	1.045,00	760,00	285,00	-27,3%
IN18	057	L182Z-	Milho	G2	59.510,00	32,30	59.277,70	4,91	59.277,70	3,87	9.242,75	2.746,17	47.590,00	1970,00	45.220,08	31,04	11,32	10.077,93	35.242,08	13.920,93	2,00	21.319,15	19.673,00	1.646,15	-7,7%
IN18	058	L190Z-	Milho	G3	10.690,00	10,49	10.679,51	1,87	10.679,51	6,16	1.920,94	456,70	8.293,84	997,54	7.296,30	33,10	10,45	1.845,46	5.450,84	2.317,80	2,01	3.131,03	3.405,00	-273,97	8,8%
IN18	059	L220RMOZT1B1	Milho	G3	47.830,00	20,50	47.809,50	4,60	47.809,50	5,20	4.899,66	1.621,16	41.778,89	580,00	40.968,89	31,80	10,78	9.587,39	31.111,50	8.450,88	2,00	22.658,62	20.543,00	2.115,62	-9,3%
IN18	060	L220Z-	Milho	G3	156.320,00	61,40	156.258,60	13,81	156.258,60	17,31	15.346,37	8.032,00	132.949,21	1.338,00	131.511,21	25,23	10,40	21.767,13	109.744,08	26.035,47	2,00	83.706,62	82.942,00	764,62	-0,9%
IN18	061	L280RMOZT1A1	Milho	G3	161.570,00	64,59	161.505,41	7,33	161.505,41	41,31	31.560,34	7.990,88	122.601,56	3.115,82	119.485,75	33,42	10,33	30.767,82	88.717,93	21.621,43	2,00	67.094,49	68.650,00	-1.555,51	2,3%
IN18	062	L280RMOZT1B2	Milho	G2	94.210,00	53,05	94.156,95	6,23	94.156,95	7,37	19.411,58	7.990,77	66.741,00	2.959,72	64.481,28	28,30	10,16	13.019,71	51.461,58	15.769,79	4,00	35.687,79	35.188,00	499,79	-1,4%

Tabela 4.2 – Visualização da planilha consolidada com dados de interesse ao balanço de massa da Torre de Beneficiamento

SAFRA		CAMPO		MATERIAL		ESPÉCIE	GERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO				COLUNA DE AR / COLOR				ENSAQUE				Diferença	Diferença (%)	
								DESCARTE COLUNA	AMOSTRA DMS (COLUNA)	AMOSTRA DMS (FUNDO)	FUNDO 16	DS classificad o/treudad	DESCARTE COLUNA	AMOSTRA DMS	DS TRATADO	DESCARTE TRATADO	MARGEM SEGURANÇ A	PA calculado	PA real			Diferença
								(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(%)
IN18	001	BR8776PRO3	Milho	PS4/MID	1.253,48	22,92	0,06	0,00	25.473,55	0,00	95,32	25.378,23	141,00	190,34	25.046,89	19.980,00	5.066,89	-20,2%				
IN18	002	BR8668PRO3	Milho	PS4/MID	287,38	18,25	0,01	0,00	16.894,35	0,00	10,50	16.883,85	15,00	126,63	16.742,22	12.700,00	4.042,22	-24,1%				
IN18	008	BR8250PRO3	Milho	PS4/MID	430,49	10,40	0,04	0,00	15.454,07	0,00	48,68	15.405,39	126,70	115,54	15.163,15	12.320,00	2.843,15	-18,8%				
IN18	009	BR8251PRO3	Milho	PS4/MID	2.286,40	36,30	0,15	0,00	24.800,15	0,00	36,13	24.764,02	44,00	185,73	24.534,29	20.880,00	3.654,29	-14,9%				
IN18	010	BQ8774PRO3	Milho	PS4/MID	1.369,29	16,65	0,06	0,00	15.324,00	0,00	58,20	15.265,80	62,00	114,49	15.089,31	13.800,00	1.289,31	-8,5%				
IN18	014	L2592RHHTZ1A1	Milho	G2	1.358,51	36,18	0,09	0,00	25.619,22	0,00	88,61	25.530,61	100,00	191,48	25.239,13	22.449,11	2.790,02	-11,1%				
IN18	016	L4323Z-	Milho	G2	285,42	9,37	0,02	0,00	9.975,19	0,00	42,53	9.932,66	36,00	74,49	9.822,17	6.814,20	3.007,97	-30,6%				
IN18	017	L519ORPGIZT1A2	Milho	G2	159,01	7,80	0,03	0,00	6.294,16	0,00	9,31	6.284,85	27,00	47,14	6.216,71	4.994,40	1.216,31	-19,6%				
IN18	018	L673CZNYKZT1B2	Milho	G2	6.206,85	8,86	0,06	0,00	49.997,22	0,00	13,63	49.983,59	53,00	374,88	49.555,72	49.345,85	209,87	-0,4%				
IN18	019	L708IRHTZT1B2	Milho	G2	4.071,43	79,95	0,29	0,00	85.338,32	0,00	159,93	85.178,40	1.351,80	638,84	83.187,76	76.011,88	7.175,88	-8,6%				
IN18	020	L708IZ-	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	35.728,00	0,00	0,00	35.728,00	14,00	267,96	35.446,04	32.124,39	3.321,65	-9,4%				
IN18	022	L7100Z-	Milho	G3	804,54	55,64	0,07	0,00	60.855,75	0,00	134,76	60.720,99	47,00	455,41	60.218,58	52.420,86	7.797,72	-12,9%				
IN18	024	L7593RMQKZT2C11	Milho	G3	123,08	14,19	0,01	0,00	19.399,72	0,00	47,97	19.351,75	20,00	145,14	19.186,61	16.261,13	2.925,48	-15,2%				
IN18	025	L7702RPGIZT1A1	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	5.468,00	0,00	0,00	5.468,00	20,00	41,01	5.406,99	3.993,90	1.413,09	-26,1%				
IN18	026	L9802Z-	Milho	G3	3.562,82	35,34	0,13	0,00	50.919,71	0,00	158,00	50.761,71	377,00	380,71	50.004,00	44.682,86	5.321,14	-10,6%				
IN18	027	YH610Z-	Milho	G3	0,00	0,00	0,00	0,00	2.566,00	0,00	0,00	2.566,00	33,00	19,25	2.513,76	1.882,20	631,56	-25,1%				
IN18	028	L3085Z-	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	14.651,00	0,00	0,00	14.651,00	24,00	109,88	14.517,12	12.671,28	1.845,84	-12,7%				
IN18	029	L3204RMQKZT1A2	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	4.711,00	0,00	0,00	4.711,00	14,00	35,33	4.661,67	3.723,71	937,96	-20,1%				
IN18	031	L4510Z-	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	2.394,00	0,00	0,00	2.394,00	49,00	17,96	2.327,05	1.996,41	330,64	-14,2%				
IN18	032	L4536RHHTZT1B1	Milho	G3	731,83	5,45	0,02	0,00	21.217,70	0,00	22,90	21.194,80	44,00	158,96	20.991,84	18.382,50	2.609,34	-12,4%				
IN18	033	L4536RMQKZT1B1	Milho	G2	629,75	12,25	0,06	0,00	9.271,95	0,00	61,52	9.210,43	37,00	69,08	9.104,35	7.252,24	1.852,11	-20,3%				
IN18	034	L5207RMQKZT1A2	Milho	G3	4.257,15	62,48	0,20	0,00	63.830,17	0,00	67,68	63.762,49	81,00	478,22	63.208,27	60.326,97	2.876,30	-4,6%				
IN18	039	YX212Z-	Milho	G3	0,00	0,00	0,00	0,00	6.876,00	0,00	0,00	6.876,00	33,00	51,57	6.791,43	5.360,25	1.431,18	-21,1%				
IN18	055	L1153Z-	Milho	G2	0,00	0,00	0,00	0,00	760,00	0,00	0,00	760,00	0,00	5,70	754,30	557,07	197,23	-26,1%				
IN18	057	L1824Z-	Milho	G2	639,26	21,17	0,11	0,00	19.012,46	0,00	35,98	18.976,49	7,00	142,32	18.821,16	15.124,52	3.702,64	-19,7%				
IN18	058	L1903Z-	Milho	G3	0,00	0,00	0,00	0,00	3.405,00	0,00	0,00	3.405,00	24,50	25,54	3.354,96	2.664,64	690,32	-20,6%				
IN18	059	L2200RMQKZT1B1	Milho	G3	441,59	15,06	0,02	0,00	20.086,33	0,00	50,02	20.036,30	20,00	150,27	19.866,03	17.899,65	1.966,38	-9,9%				
IN18	060	L2200Z-	Milho	G3	2.542,57	20,33	0,06	0,00	80.379,04	0,00	39,98	80.339,07	24,00	602,54	79.712,52	69.330,46	10.382,06	-13,0%				
IN18	061	L2860RMQKZT1A1	Milho	G3	4.301,41	36,83	0,18	0,00	64.311,58	0,00	175,28	64.136,30	75,50	481,02	63.579,78	55.958,38	7.621,40	-12,0%				
IN18	062	L2870RMQKZT1B2	Milho	G2	1.556,73	39,41	0,12	0,00	33.591,74	0,00	59,31	33.532,42	28,00	251,49	33.252,93	31.109,41	2.143,52	-6,4%				

BALANÇO DE MASSA - CDR - IN18
TORRE DE CLASSIFICAÇÃO

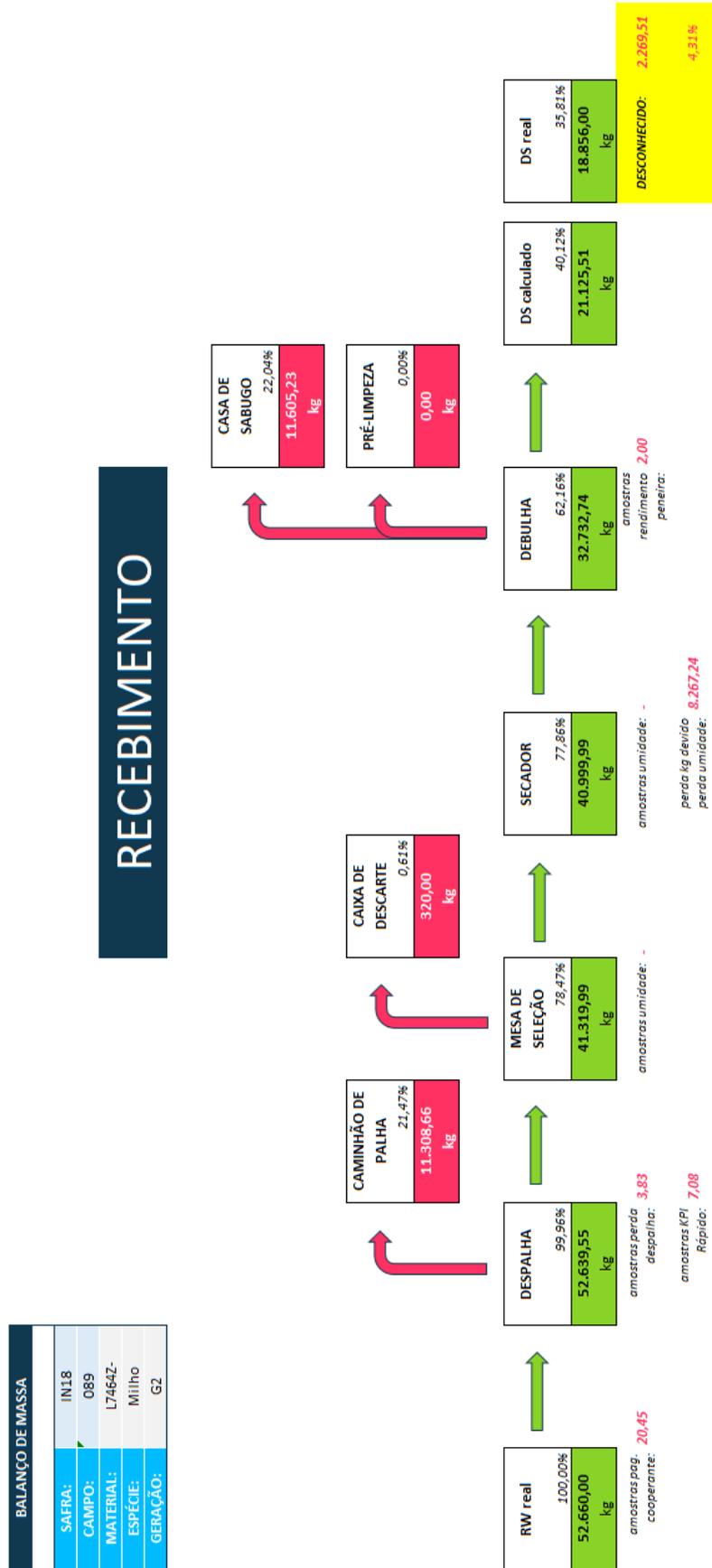


Figura 4.5 – Balanço de massa para o material L7464Z- do campo 089 da safra IN18 no setor do Recebimento

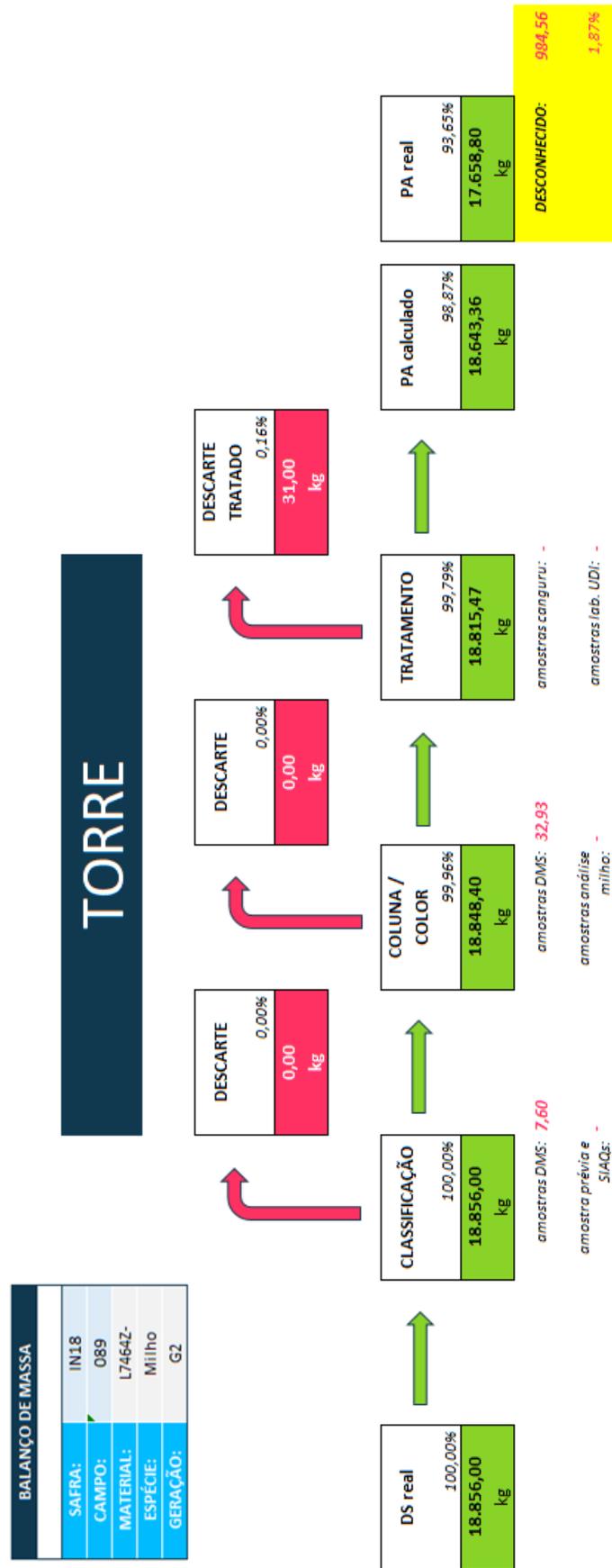


Figura 4.6 – Balanço de massa para o material L7464Z- do campo 089 da safra IN18 no setor da Torre de Beneficiamento

4.1.3. Check (checar)

Como o próprio nome diz, a terceira etapa do ciclo PDCA consiste em verificar os resultados obtidos na etapa anterior. Ela é importante para verificar se as ações foram executadas da maneira correta e se os resultados alcançados foram satisfatórios.

Analisando os resultados obtidos pela utilização da ferramenta de balanço de massa foi possível concluir que o objetivo proposto inicialmente foi alcançado. A partir dos dados registrados na safra anterior foi possível desenvolver uma ferramenta que mostrasse, de forma simples e didática, o balanço de massa para cada material processado nesta safra.

Entretanto, algumas diferenças entre os valores calculados e os valores reais foram observadas. Depois de uma análise cuidadosa foi possível concluir que essa divergência ocorre devido a um conjunto de fatores. Contudo, para a grande maioria dos materiais, que foram normalmente processados, sem tomadas especiais de decisão durante sua produção, o balanço apresentou diferenças relativamente pequenas, sendo, portanto, uma boa ferramenta para acompanhar os rendimentos e quantidades de cada material produzido na usina.

4.1.4. Act (agir)

A quarta etapa do ciclo envolve uma análise aprofundada dos desvios encontrados na etapa precedente, bem como a definição de novas ações para corrigir qualquer problema encontrado ao longo da execução do trabalho.

Como foi apresentado anteriormente, algumas diferenças nos valores de massa calculados pela ferramenta de balanço de massa e nos valores de massa real, medidos ao longo da linha de produção, puderam ser observados. Dentre os fatores responsáveis por essas divergências, pode-se dizer que a falta de monitoramento de alguns pontos de saída de material é o principal motivo. A ferramenta desenvolvida se baseia apenas nas informações que são registradas nas planilhas e formulários ISO, os quais são usados para controle da operação da usina. O desafio consiste no fato de que tais planilhas não abrangem todos os pontos de saída de material, seja a retirada de material para determinadas amostragens ou a saída de material em pontos de vazamento em esteiras,

elevadores ou máquinas. Nesses casos, a massa de material não é registrada e, portanto, não é contabilizada no cálculo do balanço de massa da ferramenta desenvolvida. Aqui já é possível identificar pontos de oportunidades que podem ser resolvidos a partir da implementação de novos campos a serem monitorados nos formulários já existentes. (Vale lembrar que o objetivo deste trabalho não foi implementar tais modificações, visto que o objetivo principal do balanço de massa é servir como ferramenta de identificação de oportunidades, dando mais visibilidade a pontos frágeis do processo que requerem atenção).

Uma outra possível causa para a existência dessa divergência entre a massa de material calculada pela ferramenta de balanço de massa e a massa real medida na linha de produção está ligada à precisão dos equipamentos usados para tal medição. Sabe-se que as balanças de fluxo instaladas na usina possuem alta precisão, contudo o volume de cada material processado na usina pode atingir valores relativamente altos. Assim, divergências entre os valores de massa real e medido podem ocorrer.

Uma terceira causa, menos comum, porém relevante, é o tratamento especial que alguns materiais recebem durante seu processamento. Em casos pontuais, a operação pode decidir interromper sua produção, descartar parte do material ou até mesmo reutilizar parte do descarte. Assim, tais decisões ainda não estão sendo representadas nas planilhas usadas neste trabalho, e por isso podem gerar divergências nos valores finais de massa real e massa calculada no balanço para determinados materiais.

Fazendo uma análise geral, é possível dizer que a ferramenta de balanço de massa desenvolvida consegue representar, com boa aproximação, o rendimento real da produção. Embora para alguns materiais a diferença entre os valores medidos e calculados possa atingir níveis relativamente altos (principalmente quando eventos atípicos acontecem ou decisões extraordinárias são tomadas ao longo do processo, como foi abordado anteriormente), para a grande maioria dos materiais a ferramenta foi capaz de ilustrar os principais pontos de saída de material e a quantidade de material ao final da produção.

Ainda dentro da quarta etapa do ciclo PDCA, o último passo dessa abordagem de trabalho foi adaptar a ferramenta para a safra seguinte, a Safra Verão 2019 (VE19). Para isso, foi necessário alterar a base de referência de planilhas que o arquivo Excel criado utilizava como fonte de dados. Para cada safra, novos

formulários padrão ISO 9001 são utilizados. Isso garante melhor organização e maior facilidade de consulta e rastreamento das informações registradas ao longo dos anos.

Assim, os endereços referentes às planilhas ISO da safra IN18 na planilha de dados consolidada foram alterados para referenciar não mais as planilhas da safra IN18, mas sim os novos formulários ISO da safra VE19. Embora pareça relativamente fácil fazer essa alteração de referência, foi preciso bastante atenção e cautela pois alguns formulários sofreram revisões. Isso tudo afeta a consolidação dos dados, uma vez que um único dado errado copiado para a planilha consolidada poderia gerar erros ou divergências significativas no cálculo do balanço de massa.

Um exemplo do balanço de massa para o material L9802Z- do campo 085 da safra VE19 para os dois setores produtivos da UBS é apresentado a seguir (Figs. 4.7 e 4.8).

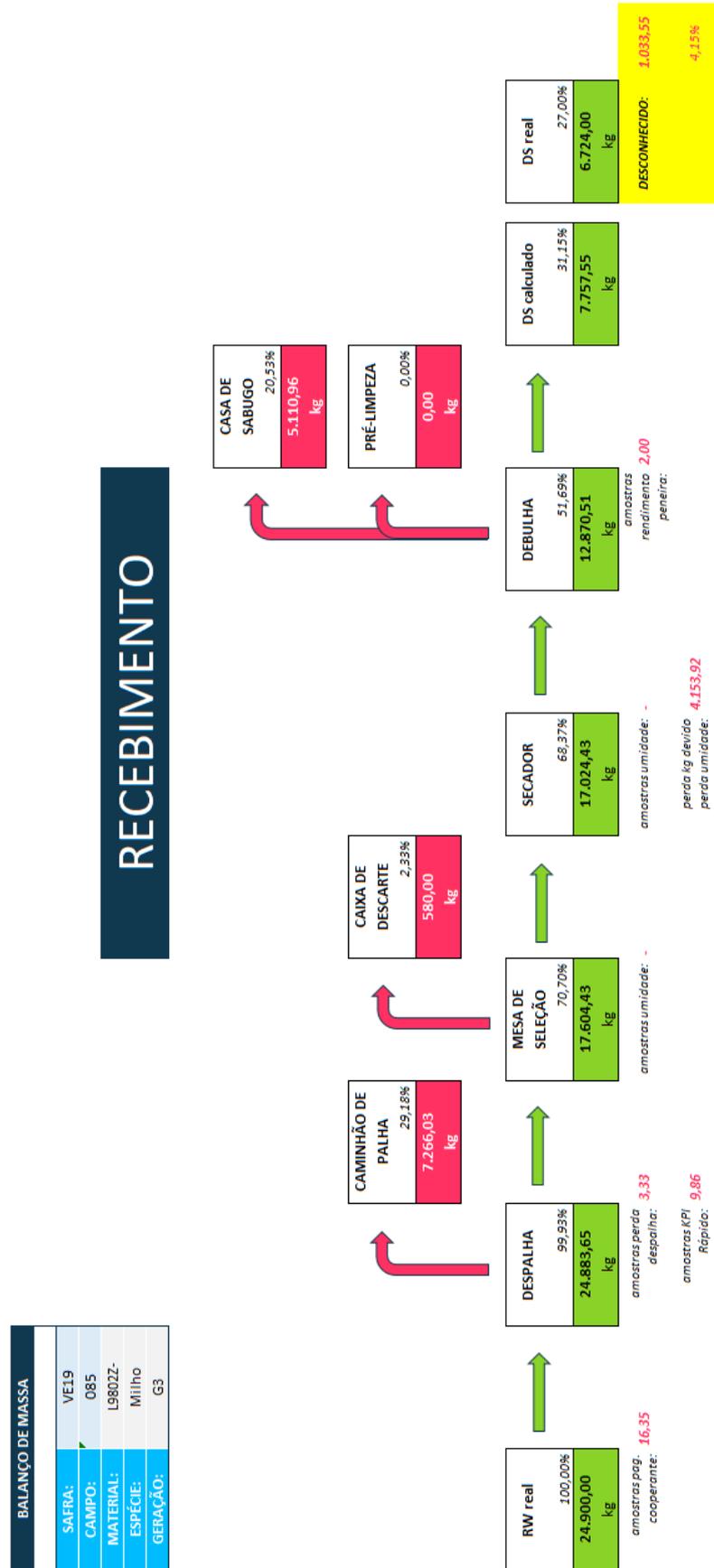


Figura 4.7 – Balanço de massa para o material L9802z- do campo 085 da safra VE19 no setor do Recebimento

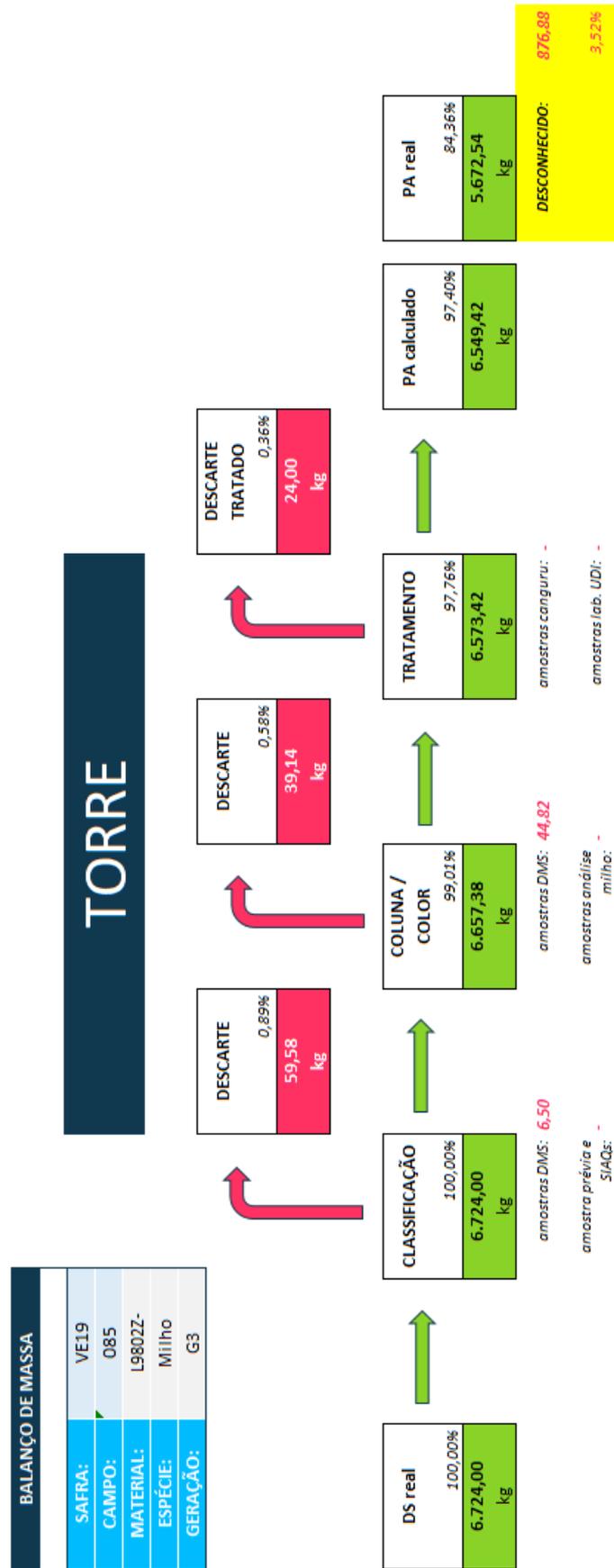


Figura 4.8 – Balanço de massa para o material L9802z- do campo 085 da safra VE19 no setor da Torre de Beneficiamento

4.2. ABORDAGEM 2: BALANÇO DE MASSA PONTUAL

4.2.1. *Plan* (planejar)

Como já foi dito, a primeira etapa do ciclo PDCA é a de planejamento. Deve-se caracterizar o problema que será analisado, bem como o contexto atual no qual ele se encontra. Em seguida, os objetivos devem ser estabelecidos e um plano de ações deve ser desenvolvido.

A segunda abordagem à problemática do balanço de massa consistiu em realizar uma análise mais detalhada do comportamento do material que estava sendo processado na linha de produção. O objetivo principal foi buscar justificar a diferença entre os valores de massa calculada e os valores de massa real apontados pela ferramenta de balanço de massa apresentada anteriormente.

Nesse sentido, uma vez identificado o problema, determinou-se o plano de ação a ser executado ao longo do trabalho:

- Determinar o material e setor de produção da usina que seriam analisados nesse estudo;
- Mapear todos os processos e pontos de saída de material;
- Desenvolver formulários para registro dos dados;
- Acompanhar o processamento do material selecionado e medir saídas;
- Consolidar os dados usando o software Excel e analisar resultados.

Assim finalizou-se a primeira etapa do ciclo PDCA.

4.2.2. *Do* (executar)

A segunda etapa do ciclo consiste em executar o plano de ação determinado na fase anterior.

O autor deste trabalho, juntamente com o supervisor de produção, definiu desenvolver esse trabalho no setor da Torre de Beneficiamento, um setor crítico no qual o material já possui um alto valor agregado, sendo qualquer ponto de melhoria encontrado uma grande oportunidade para reduzir desperdícios. O material

selecionado para esse estudo foi BR8778PRO3, do campo 012 safra IN18, o qual estava disponível para ser beneficiado.

Como o fluxograma de processos de toda a usina já havia sido criado e os pontos de saída de material já haviam sido mapeados, a segunda ação estabelecida no plano de ações já estava realizada. Mesmo assim, as informações até então obtidas foram validadas e confirmadas mais uma vez com os operadores e trabalhadores do setor.

O próximo passo foi desenvolver um formulário para que todas as informações de massa de entradas e saídas de material fossem registradas. Tal formulário seria impresso e disposto em área, para ser preenchido ao longo do processamento do material. A Tab. 4.3 mostra parte do formulário desenvolvido para esse controle.

Tabela 4.3 – Formulário para controle de entradas e saídas de material

DATA: _____ SAFRA: _____ CAMPO: _____ MATERIAL: _____					
ETAPA / EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	PENEIRA	MASSA (kg)		
			TOTAL	PERDA (sementes boas)	DESCARTE (sementes ruins)

Para melhor entendimento, definiu-se como “Perda” o material bom que era retirado ou perdido ao longo do processo de produção. “Descarte”, por sua vez, foi definido como material ruim que era retirado ou perdido ao longo da linha produtiva. A justificativa dessa distinção foi mensurar o quanto de material bom era perdido, pois isso representava realmente uma perda financeira.

A etapa seguinte consistiu em acompanhar todo o beneficiamento do material selecionado, segregando todo e qualquer material que era retirado, com ou sem intenção, da linha de produção. Assim, amostras, material rejeitado no processo

de limpeza, material que era acumulado em pontos da linha ou caía no chão, tudo foi pesado e sua massa registrada no formulário. Essa fase do trabalho envolveu bastante engajamento e colaboração das pessoas envolvidas na produção. Sem dúvida esse trabalho não teria sido desenvolvido sem a ajuda dos operadores e trabalhadores da área. O autor aproveita para agradecer, mais uma vez, a ajuda de todos os funcionários do setor.

Assim, conhecendo-se a massa inicial do material, bem como suas saídas ao longo do processo, foi possível desenvolver um balanço de massa bem detalhado. Isso tudo permitiu uma análise mais aprofundada e detalhada da linha de produção, identificando pontos de vazamento, amostragens excessivas ou mesmo perdas no descarte por exemplo. Os resultados encontrados serão apresentados na próxima sessão.

4.2.3. *Check* (checar)

Essa terceira etapa do ciclo PDCA envolve a verificação dos resultados encontrados na etapa anterior. A partir dos dados obtidos no estudo, foi possível identificar pontos de oportunidade que mereciam atenção. Isso permitiu a tomada de ações para minimizar ou eliminar desperdícios, o objetivo principal da filosofia da Produção Enxuta.

A Tab. 4.4 mostra o consolidado das informações registradas ao longo do estudo. O formulário preenchido que deu origem à essa tabela é apresentado no Apêndice A.

A partir dos dados apresentados na Tab. 4.4, foi possível desenvolver um gráfico de cascata com as perdas e descartes do processo. Esse gráfico é apresentado na Fig. 4.9.

Tabela 4.4 – Registro de Controle: Balanço de Massa Torre de Beneficiamento

DATA: **01/11/2018** SAFRA: **IN18** CAMPO: **012** MATERIAL: **BR8778PRO3**

ETAPA / EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	MASSA (kg)		
		TOTAL	PERDA <small>(sementes boas)</small>	DESCARTE <small>(sementes ruins)</small>
CLASSIFICAÇÃO	FUNDO 16	168,00	0,00	168,00
TRATAMENTO	DESCARTE COLUNA / COLOR	1.308,00	1.217,83	90,17
AMOSTRAS	AMOSTRAS DS e PA	83,88	59,47	24,41
SETUP	SETUP + VARRIÇÃO + DESCARTE TRATADO	61,80	61,80	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO / TRIEURADO	4.823,00	-	-
ENSAQUE	PA ENSACADO	10.271,76	-	-
DESCONHECIDO		83,56	83,56	-
TOTAL		16.800,00	1.422,66	282,58

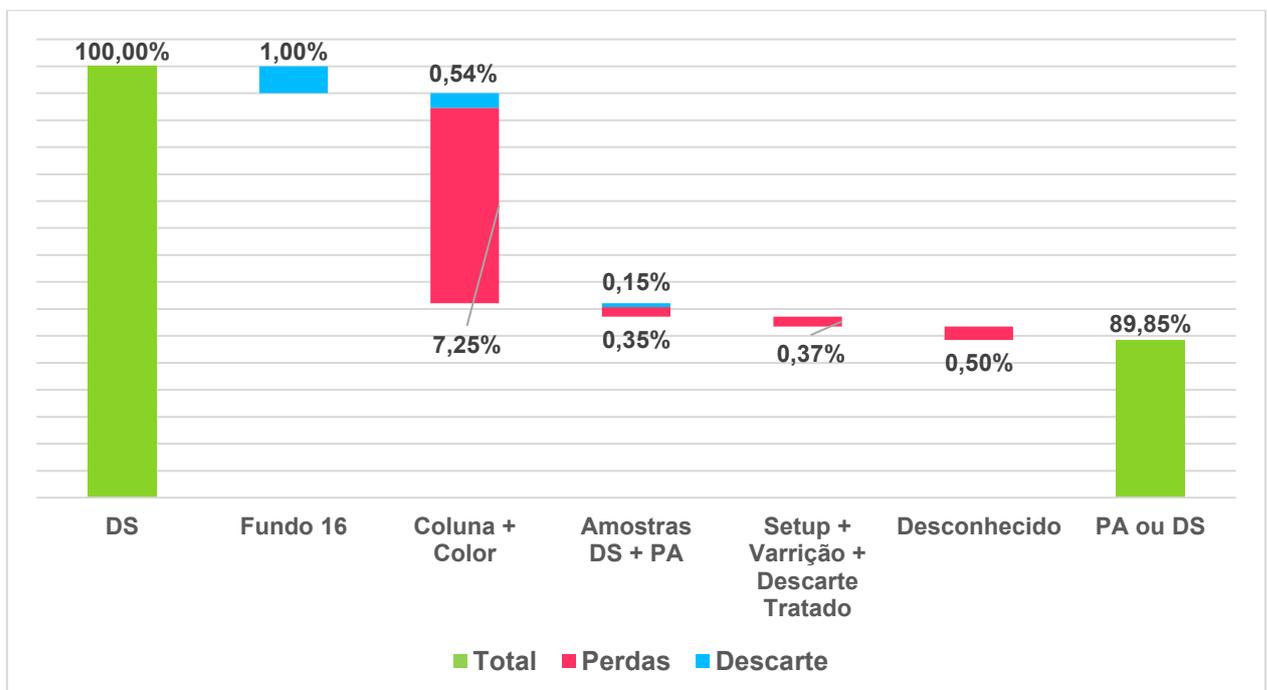


Figura 4.9 – Gráfico de cascata com perdas e descartes do material BR8778PRO3 (Balanço de Massa na Torre de Beneficiamento)

Como pode ser observado, o Balanço de Massa foi realizado e os resultados encontrados foram consistentes. Analisando a Tab. 4.4, juntamente com o gráfico apresentado na Fig. 4.9, pode-se observar que de um total de 16.800 kg de milho DS, 1.705,25 kg foram perdidos ao longo do processo. Isso representa 10,15% da massa inicial. Como pode ser visto na Fig. 4.9, apenas 1,69% foi caracterizado como descarte, isto é, semente ruim que deveria ser retirada no processo. A parte restante (8,46%) foi considerada “perda”, ou seja, material bom que não deveria ser retirado no processo. Aqui se encontra o ponto de interesse desse estudo, uma vez que a perda de material bom constitui desperdício e perda financeira para a empresa.

4.2.4. Act (agir)

Na última etapa do ciclo PDCA os desvios encontrados são analisados e suas causas identificadas. Assim, uma análise aprofundada foi desenvolvida para justificar as perdas encontradas neste trabalho, a fim de encontrar as causas raiz dos problemas observados.

A grande perda de material observada na etapa de limpeza (Coluna de Ar e *Color Sorter*) foi justificada pela pequena diferença de peso entre as sementes boas e as sementes ruins (quebradas e ardidadas) do material. Isso dificultava a retirada do material ruim pela Coluna de Ar, sendo necessário ajustar o equipamento de modo que parte do material bom fosse “sacrificado” para retirar o material ruim. Além disso, a coloração das sementes ruins não estava muito diferente da coloração das sementes boas, o que dificultava sua retirada na *Color Sorter*. Mais uma vez era preciso regular a máquina de modo que parte do material bom fosse perdido para que o material ruim também fosse eliminado.

A perda de sementes boas em amostras é intrínseca ao processo. É preciso realizar amostragens durante o processamento do material para garantir os padrões de qualidade exigidos pela empresa. Além disso, conforme discutido com o supervisor e os trabalhadores do setor, o retorno de amostras à linha de produção não era realizado pois representa um grande risco de contaminação (mistura) de material, devido à grande variedade de materiais que são processados na usina. Assim, é preferível descartar as amostras após as análises do que retorná-las à linha produtiva e correr o risco de perder todo o material em caso de mistura de dois materiais diferentes.

Por fim, o descarte de sementes tratadas (PA), juntamente com as sementes que ficam acumuladas nos equipamentos ou vazam da linha durante o processo, representa uma perda significativa de material, sendo uma grande oportunidade para a empresa. Embora possam representar um pequeno percentual de perda para este material, quando se compara com o volume de material produzido em uma safra, esse valor se torna bastante significativo.

Sendo assim, tomando como referência a Tab. 4.4, eliminando-se a perda de semente por amostragens (intrínseca ao processo, conforme abordado anteriormente), tem-se um total de 1.363,19 kg de perda (tratamento + setup + desconhecido). Isso equivale a uma perda de aproximadamente 8%.

Segundo o setor de finanças da empresa, o custo de produção de um quilograma de PA para a safra IN18 foi de 7,76 dólares. Assim, fazendo uma multiplicação simples é possível encontrar o valor financeiro dessa perda de material:

$$Perda = 7,76 \$/kg * 1.363,19 kg = 10.578,35 \$$$

Assim, pode-se perceber que, apenas para este material analisado, cuja massa inicial de DS era de 16.800 kg, e considerando apenas a perda de material, sem levar em conta outros fatores como tempo, energia e homem-hora por exemplo, houve uma perda equivalente a mais de dez mil dólares, valor bastante significativo. Pode-se utilizar o mesmo raciocínio para supor a perda total da safra IN18 referente à perda de sementes.

Na safra IN18, um total de 117 campos de milho foram produzidos, o que totalizou 2.127,79 toneladas de DS. Tomando como base o mesmo percentual de perda encontrado neste trabalho, tem-se:

$$Perda Safra = 8\% * 2.127,79 ton = 170,22 ton$$

Multiplicando pelo custo do quilograma de PA pode-se obter o valor financeiro dessa perda (com atenção às unidades utilizadas):

$$Perda Safra = 7,76 \$/kg * 170,22 ton = 1.320.907,20 \$$$

É possível concluir então o quão significativo pode ser uma pequena perda de sementes em um determinado volume de material. Por isso é necessário o controle de balanço de massa para que pontos de perda como esse sejam identificados e medidas sejam tomadas para minimizar ou reduzir esse desperdício.

Vale lembrar que o objetivo deste trabalho foi identificar pontos de perda e sua influência financeira sobre o processo. As medidas tomadas para combater tais fragilidades não foram abordadas neste documento.

5. CONCLUSÕES

Após o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que:

- Um balanço de massa é uma ferramenta essencial para quem busca a excelência operacional, sendo fundamental para identificar pontos de desperdício e aumentar o controle do processo de qualquer empresa. Por não demandar nenhum investimento, este projeto se torna bastante interessante e altamente replicável para qualquer outra unidade da empresa;
- A ferramenta de balanço de massa desenvolvida neste trabalho conseguiu, de forma satisfatória, representar o rendimento da produção para cada material, sendo fundamental para mensurar rendimentos e perdas do processo;
- Pontos não monitorados de saída de material ao longo da linha produtiva foram constatados, representando boas oportunidades de melhoria para garantir maior confiabilidade ao balanço de massa. Constituem, portanto, um ótimo objeto de estudo para trabalhos futuros;
- O balanço de massa pontual mostrou a importância que deve ser dada a qualquer tipo de perda de material ao longo dos processos, provando que pequenos percentuais de perda representam grandes perdas financeiras para a empresa. Assim, é interessante que estudos como este sejam realizados com certa periodicidade, a fim de dar maior visibilidade a pontos de oportunidade presentes na produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETTO, J. S. Sistematização do Processo de Desenvolvimento de Produtos, Melhoria Contínua e Desempenho: O Caso de uma Empresa de Autopeças. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2006.

ANDERE, G. Implantação de técnicas de redução do tempo de setup e de sustentabilidade das melhorias obtidas: um caso de aplicação. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2012.

AQUIM, P. M. Balanço de Massa: uma ferramenta para otimizar processos de ribeira e curtimento. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Materiais da Indústria Química) Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2004.

BVTREINAMENTO. Lean Manufacturing: Saiba o que é e como aplicar, 2018. Disponível em: <<http://blog.bvtreinamento.com/2018/09/lean-manufacturing-o-que-e-como-aplicar/>> Acesso em: 02 out 2018.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000) Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center, Carfiff, UK.

JUNIOR, A. C. B.; CRUZ, A. J. G. Fundamentos de Balanço de Massa e Energia. Editora EdUFSCar. 2010.

KNABBEN, B. C. Gestão do Conhecimento: O Kaizen como ferramenta para organização de aprendizagem. 2001. P. 97. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

LIKER, J. K. (2005). O Modelo Toyota. Porto Alegre (RS): Editora Artmed.

MACHADO, S. S. Tecnologia da Fabricação do Açúcar – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 56 p.

OHNO, T. (2006) O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. Trad. Cristina Shumacher – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman.

OLIVEIRA, P. L. Análise dos Sete Desperdícios da Produção em um Abatedouro de Aves. Universidade de Brasília: Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia de Produção, Brasília, 2016.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (1999) Aprendendo a Enxergar. São Paulo: Lean Institute Brasil. 1999.

SARAIVA, L. A. Implantação da Eficiência Global do Equipamento em uma Usina de Beneficiamento de Sementes de Milho. 2017.

SHINGO, S. (2005) O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Trad. Eduardo Schaan – 2ª Ed. – Porto Alegre: Artes Médicas. Editora Bookman.

VOITTO. O que é o ciclo PDCA? 2017. Disponível em <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-o-ciclo-pdca>>. Acesso em: 22 out 2018.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA CONTROLE DE PERDAS E DESCARTE PARA BALANÇO DE MASSA PONTUAL PREENCHIDO

TABELA DE CONTROLE - PERDAS E DESCARTES - TORRE

LINHA PRINCIPAL

DATA: **01/11/2018**

SAFRA: **IN18**

CAMPO: **012**

MATERIAL: **BR8778PRO3**

ETAPA / EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO	PENEIRA	MASSA (kg)		
			TOTAL	PERDA (sementes boas)	DESCARTE (sementes ruins)
ENVIO PARA SILO	VARRIÇÃO ELEVADOR M3-904	-	6,00	6,00	0,00
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	22R	2,67	0,90	1,76
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	20R	2,61	0,89	1,72
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	18R	2,48	0,84	1,64
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	R3	2,00	0,68	1,32
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	22C	2,12	0,72	1,40
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	20C	2,41	0,82	1,59
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	18C	1,71	0,58	1,13
CLASSIFICAÇÃO	AMOSTRA CLASSIFICADA (SIAQs, PRÉVIA)	16C	0,81	0,28	0,54
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 1ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18R	1,90	1,83	0,07
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18R	1,86	1,80	0,06
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 1ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18R	0,75	0,73	0,02
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18R	1,28	1,25	0,03
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 2ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18R	0,77	0,26	0,51
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18R	0,91	0,88	0,03
CLASSIFICAÇÃO	VARRIÇÃO + SETUP	-	12,50	12,50	0,00
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3	0,07	0,02	0,05
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3M	0,07	0,02	0,05
CLASSIFICAÇÃO	FUNDO 16	-	168,00	0,00	168,00
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3L	0,05	0,02	0,03
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3	0,08	0,03	0,05
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3M	0,08	0,03	0,05
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3	0,11	0,04	0,07
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3M	0,08	0,03	0,05
ENSAQUE	AMOSTRA CANGURU	18R	5,20	5,20	0,00
ENSAQUE	DESCARTE TRATADO	18R	8,50	8,50	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 1ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	28R	1,18	0,40	0,78
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	28R	1,96	0,67	1,30
CALSSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3	0,06	0,02	0,04
CALSSIFICAÇÃO	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3M	0,07	0,02	0,05

(TRIEUR)					
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20R	1,22	1,20	0,02
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20R	0,97	0,33	0,64
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	20R	1,11	1,08	0,03
COLUNA / COLOR	DESCARTE COLUNA/COLOR	-	654,50	609,38	45,12
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20C	1,43	1,36	0,06
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20C	0,29	0,10	0,19
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	20C	0,90	0,86	0,04
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20C	1,44	1,40	0,03
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20C	0,36	0,34	0,02
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	20C	1,23	0,42	0,81
ENSAQUE	DESCARTE TRATADO	20R	13,20	13,20	0,00
ENSAQUE	AMOSTRA CANGURU	20R	5,00	5,00	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 1ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18C	1,52	1,43	0,09
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18C	2,32	2,22	0,10
ENSAQUE	DESCARTE TRATADO	20C	10,45	10,45	0,00
ENSAQUE	AMOSTRA CANGURU	20C	5,00	5,00	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18C	2,16	2,06	0,10
ENSAQUE	AMOSTRA P.A.	18R	1,53	1,53	0,00
ENSAQUE	AMOSTRA P.A.	20R	1,50	1,50	0,00
ENSAQUE	AMOSTRA P.A.	20C	1,53	1,53	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 2ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18C	1,44	1,38	0,06
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18C	2,00	1,91	0,09
BIG BAG	DS CLASSIFICADO	18C	1568,00	1568,00	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA 2ª COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	18C	0,85	0,81	0,05
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	18C	0,93	0,90	0,04
BIG BAG	AMOSTRA DS CLASSIFICADO	18C	1,00	1,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO	22R	575,00	575,00	0,00
BIG BAG	AMOSTRA DS CLASSIFICADO	22R	1,00	1,00	0,00
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	22R	0,73	0,69	0,04
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLOR (ANÁLISE DE MILHO)	22R	0,73	0,71	0,02
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	22R	0,94	0,86	0,08
COLUNA / COLOR	AMOSTRA COLUNA (ANÁLISE DE MILHO)	22R	0,79	0,27	0,52
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	16C	0,05	0,02	0,03
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	16M	0,06	0,02	0,04
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	16L	0,07	0,02	0,04
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3	0,07	0,02	0,05
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3M	0,08	0,03	0,05
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (SIAQS)	R3L	0,07	0,02	0,05
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	R3M	1,85	0,63	1,22

CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	R3L	2,05	0,70	1,35
COLUNA / COLOR	VARRIÇÃO + SETUP	-	2,75	2,75	0,00
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	R3M	1,85	0,63	1,22
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	R3L	2,05	0,70	1,35
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	16M	1,60	0,54	1,06
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	AMOSTRA TRIEURADA (PRÉVIA)	16L	0,85	0,29	0,56
ENSAQUE	VARRIÇÃO + SETUP	-	0,40	0,40	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	R3	1411,00	1411,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	R3M	310,00	310,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	R3L	23,00	23,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	16C	394,00	394,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	16M	510,00	510,00	0,00
BIG BAG	DS CLASSIFICADO/TRIEURADO	16L	32,00	32,00	0,00
COLUNA / COLOR	DESCARTE COLUNA/COLOR	-	653,50	608,45	45,05
CLASSIFICAÇÃO (TRIEUR)	VARRIÇÃO + SETUP	-	8,00	8,00	0,00
ENSAQUE	PA	-	10271,76	10271,76	0,00