



FÁBIO HENRIQUE BENFICA LOPES

**A importância da etapa da pré-limpeza para o armazenamento de
grãos de milho, considerando seus efeitos e também os subprodutos gerados**

LAVRAS – MG

2021

FÁBIO HENRIQUE BENFICA LOPES

A importância da etapa da pré-limpeza para o armazenamento de grãos de milho, considerando seus efeitos e também os subprodutos gerados

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras – MG, como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola, para obtenção de título de bacharel.

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade

Orientador

LAVRAS – MG

2021

FÁBIO HENRIQUE BENFICA LOPES

A importância da etapa da pré-limpeza para o armazenamento de grãos de milho, considerando seus efeitos e também os subprodutos gerados

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras – MG, como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola, para obtenção de título de bacharel.

APROVADO em 03 de dezembro de 2021

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade	UFLA
Eng. Kátia Soares Moreira	UFLA
Eng. Márcia Eduarda Amâncio	UFLA

Prof. Dr. Ednilton Tavares de Andrade
Orientador

LAVRAS – MG
2021

RESUMO

Tendo em vista que muitas vezes não é entendida a real importância da etapa de pré limpeza de grãos, pesquisa-se qual a importância dessa etapa, quais os efeitos sobre a massa de grãos e quais são os sub-produtos gerados a partir dessa operação. A fim de destacar a importância da etapa de pré-limpeza do milho, identificar seus efeitos e entender quais os sub produtos são gerados a partir dessa etapa é necessário descrever de qual maneira uma unidade armazenadora opera, analisar quais são os efeitos causados pelo processo de pré-limpeza no grão de milho, além de entender e distinguir quais são os sub produtos gerados, verificando possíveis usos para esses resíduos. Realiza-se então uma pesquisa científica seguindo a finalidade básica pura, com objetivo descritivo, através de uma abordagem qualitativa, utilizando o método hipotético dedutivo e procedimento bibliográfico. Diante disso verifica-se que a remoção de partículas estranhas, auxilia na redução do risco de incêndio em secador, facilita o transporte de grãos pelos equipamentos transportadores, além de favorecer o controle de pragas e doenças no armazenamento. O que impõe a constatação de que a etapa de pré-limpeza é primordial e indispensável para o bom funcionamento da unidade de armazenamento, possibilitando um armazenamento seguro.

PALAVRAS CHAVE: Pré-limpeza. Resíduos. Milho. Armazenamento.

ABSTRACT

Considering that the real importance of the grain pre-cleaning step is often not understood, the importance of this step is researched, what are the effects on the grain mass and what are the by-products generated from this operation. In order to highlight the importance of the corn pre-cleaning step, identify its effects and understand which by-products are generated from this step, it is necessary to describe how a storage unit operates, analyze what are the effects caused by the process of pre-cleaning the corn grain, in addition to understanding and distinguishing which by-products are generated, verifying possible uses for these residues. Scientific research is then carried out following the pure basic purpose, with a descriptive objective, through a qualitative approach, using the hypothetical deductive method and bibliographic procedure. Therefore, it is verified that the removal of foreign particles helps to reduce the risk of fire in the dryer, facilitates the transport of grains through the conveyor equipment, in addition to favoring the control of pests and diseases in storage. What imposes the observation that the pre-cleaning step is essential and essential for the proper functioning of the storage unit, enabling safe storage.

Key Words: Pre-cleaning. Waste. Corn. Storage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma operacional básico de uma unidade armazenadora	12
Figura 2 - Equipamentos de transporte interligando etapas de uma unidade armazenadora ...	12
Figura 3 - Elevador de Caçamba	13
Figura 4 - Correia transportadora	13
Figura 5 - Calador duplo.....	14
Figura 6 - Amostrador automático	15
Figura 7 - Disposição de coleta de amostras	16
Figura 8 - Equipamento de leitura de teor de água eletrônico.....	17
Figura 9 - Moega e tombador	18
Figura 10 - Secador convencional de fluxo contínuo	20
Figura 11 – Silo Graneleiro Metálico	22
Figura 12 – Parte interna Silo metálico no final de descarga	22
Figura 13 – Máquina de pré-limpeza conjunto de peneiras fechada.	26
Figura 14 – Máquina de pré-limpeza conjunto de peneiras aberto.....	26
Figura 15 – Máquina de pré-limpeza rotativa	27
Figura 16 – Peneiras da máquina de pré-limpeza.....	28
Figura 17 – Componentes da máquina de pré-limpeza	29
Figura 18 – Resíduo sólido grosso	33
Figura 19 – Resíduos sólido médio	34
Figura 20– Resíduo sólido fino	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Unidades Armazenadoras – Secção 1	11
2.1.1 Recepção.....	14
2.1.2 Pré-limpeza	18
2.1.3 Secagem	19
2.1.4 Armazenagem	21
2.1.5 Expedição	23
2.2. Efeitos da pré-limpeza – Secção 2.....	24
2.3. Subprodutos da pré-limpeza – Secção 3.....	33
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O Brasil pode ser considerado um país tradicionalmente agrícola, visto que em 2021 é estimado que mais de 30% do PIB brasileiro seja em decorrência das atividades do agronegócio, considerando o desempenho da economia brasileira de forma geral e também a situação do agronegócio até junho de 2021 (CNA & CEPEA ESALQ/USP, 2021).

Em 2020, já era observado uma alta recorde em relação ao PIB do agronegócio, em 2021 não se espera menos, considerando que no primeiro trimestre já apresentou alta de 5,35%, crescimento que teve como impulsionador principalmente o desempenho da agricultura que em relação as demais atividades agropecuárias obteve crescimento mais acentuado de 14,77% (CNA & CEPEA ESALQ/USP, 2021).

Considerando a produção de grãos, o Brasil é também um país de destaque, pois levando em conta uma síntese entre os períodos de 2000 a 2020 o país é o quarto maior produtor de grãos, considerando arroz, cevada, soja, milho e trigo (SIRE, 2021).

Dentro desse mesmo contexto podemos destacar a produção de milho que no ano de 2020 foi de 100 milhões 456 mil toneladas, sendo uma safra recordista, em comparação com o ano de 2006, no qual foi produzido 42 milhões 73 mil e 76 toneladas do grão (IBGE, 2021).

Diante desse cenário expressivo de produção, é necessário salientar a importância das unidades armazenadoras responsáveis por beneficiar e armazenar essa produção, que correspondem a capacidade de armazenamento estático no país em 2020 de 171 milhões 542 mil e 700 toneladas (CONAB, 2020).

Devemos nos atentar quanto à qualidade de armazenamento das produções agrícolas brasileiras, visto que as perdas podem chegar a 30% se tratando de mundo, e no Brasil podem chegar a 20% entre a colheita e o armazenamento. Em relação à qualidade e quantidade de prejuízos causados, eles acontecem principalmente devido a presença de contaminantes biológicos, químicos e físicos, tanto na fase de pré-colheita, quanto na fase de pós-colheita, chegando a afetar em 10% a produção nacional (SENAR, 2018).

Da mesma forma, é necessário atentar-se para os benefícios de existirem unidades de armazenamento, pois através do correto tratamento pós-colheita e armazenamento, é possível aguardar para o melhor momento de comercialização da produção, podendo optar por negociar a produção nos momentos de entre safra, conseguindo um melhor valor devido a menor disponibilidade de produto nesse período (DESSBESELL, 2014).

Uma estrutura de armazenamento deve ser planejada adequadamente para realizar operações de recebimento, limpeza, secagem, armazenagem e expedição (SILVA L. S., 2006).

De forma semelhante, será necessário para uma boa planta de operação de uma unidade armazenadora equipamentos como: Edificações, Moegas, Silos Pulmões, Silos Graneleiros, Máquinas processadoras, Máquinas de pré limpeza, secadores e também equipamento de transporte, como correias transportadoras, elevadores de caneca, transportadores helicoidais e elevadores de caçamba (SILVA, 2006).

Segundo Weber (2005), independente das condições de colheita dos grãos, o produto que é encaminhado para as unidades armazenadoras sempre apresentará impurezas acima das aceitáveis para armazenagem, logo é necessário uma operação de limpeza dos grãos recebidos. São exemplos de impurezas encontradas nas massa de grãos: palhas, terras, ervas daninhas, grãos avariados e outros materiais inertes.

O teor de impurezas apresentada na massa de grãos varia de acordo com as condições da empresa responsável pelo armazenagem, todavia é bastante comum a comercialização de grãos com teor de impurezas em até 1% (WEBER, 2005)

Considerando o Brasil um grande produtor agrícola, podemos inferir que os resíduos agrícolas gerados pela atividade são proporcionais a sua produção, logo alternativas para a utilização de resíduos provenientes da operação de limpeza da massa de grãos devem ser discutidas (OLIVEIRA, 2011)

Sendo assim, podemos evidenciar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos que busca diretrizes para o melhor tratamento do resíduos sólidos no Brasil, destacando as barreiras para a implementação e o baixo aproveitamento dos resíduos agrícolas, tal plano esteve aberto à consulta pública até 16 de novembro de 2020 (MMA, 2021).

Portanto, indaga-se qual a importância da etapa de pré-limpeza, considerando seus efeitos sobre a massa de grãos e quais são os subprodutos gerados?

A pergunta de pesquisa foi construída com base no acompanhamento das atividades de uma unidade armazenadora, situada em Três Corações em Minas Gerais com capacidade estática de 450 mil sacas, no qual foi observado que nem sempre é entendida a real importância para a etapa de pré-limpeza. Além disso, dados como massa, teor de água e teor de impurezas dos lotes recebidos pela unidade foram coletados e utilizados.

Logo, o objetivo geral da presente pesquisa é destacar a importância da etapa de pré-limpeza do milho, identificando seus efeitos e entendendo quais os sub produtos são gerados a partir dessa etapa.

Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: Descrever de qual maneira uma unidade de armazenamento opera; analisar quais são os efeitos da pré limpeza sobre a massa de grãos de milho; além de entender e identificar quais são os sub produtos gerados a partir dessa etapa, ademais verificar possíveis usos para esses resíduos.

Parte-se da hipótese de que a importância da etapa da pré-limpeza de grãos é a uniformização da massa de grãos. Através da remoção de partículas estranhas, auxiliando na redução do risco de incêndio em secador, facilitado o transporte de grãos pelos equipamentos de transporte, além de favorecer o controle de pragas e doenças no armazenamento.

Assim, para viabilizar o teste da hipótese, realiza-se uma pesquisa de finalidade básica pura, com objetivo descritivo, sob o método hipotético-dedutivo, através de uma abordagem qualitativa e realizada com procedimento bibliográfico.

Em uma primeira seção são descritos de que forma uma unidade armazenadora é estruturada, de que maneira ela opera, e qual a sequência de etapas ocorrem desde a recepção de grãos vindos do campo até estarem aptos para o armazenamento ou expedição, com base na bibliografia e com uso de alguns dados coletados.

Já em uma segunda seção é dada ênfase na etapa de pré-limpeza do processamento de grãos de milho, quais os efeitos essa etapa realiza e de que maneira isso geralmente ocorre.

Além disso, em uma terceira seção são entendidos e identificados os sub produtos provenientes dessa etapa, destacando possíveis alternativas de uso.

Ao final, conclui-se que os objetivos são atingidos e a pergunta de pesquisa respondida, com a confirmação da hipótese, indicando que a etapa de pré limpeza é primordial para o bom funcionamento seguro da empresa armazenadora.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Unidades Armazenadoras – Seção 1

Não se sabe bem quando começou o processo de armazenagem, porém acredita-se que iniciou quando o homem deixou de ser nômade e passou à exercer atividades agropecuárias (BRANDÃO, 1989).

Já em relação ao Brasil o processo de armazenagem começou diante da necessidade de estocar café, entretanto o princípio de armazenamento a granel, passou a ser utilizado a partir do momento da necessidade de armazenamento de trigo, no qual sua maior parte era proveniente de importações (COSTA, 2012).

Um conceito mais abrangente escrito por (MOURA, 1997, p.4) apud (GIOVINE, 2010): “Armazenagem é a atividade de estocagem ordenada e a distribuição de produtos nos seus locais de fabricação ou nos locais destinados a esse fim pelos produtores, ou por meio de um processo de distribuição.”

Definição essa que retrata bem a realidade de armazenamento de grãos, pois é necessário o armazenamento e beneficiamento desses grãos de forma a manter sua integridade com o objetivo de distribuição futura.

O que pode ser confirmado por (REGINATO, ENSINAS, RIZZATO, SANTOS, & PRADO, 2014, p. 3):

A armazenagem é o processo de guardar o produto, associada a uma sequência de operações, tais como limpeza, secagem, tratamento fitossanitário, transporte, classificação, dentre outros, com o intuito de preservar as qualidades físicas e químicas da colheita, até o abastecimento.

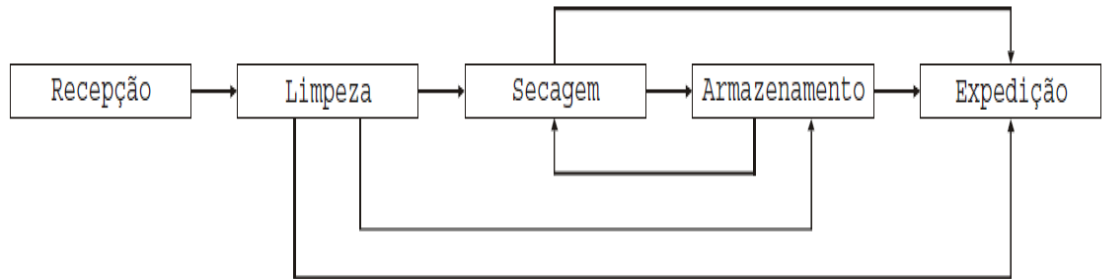
As unidades armazenadoras podem ser classificadas de diferentes formas, dessa maneira, uma possível classificação é em relação a entidade, podendo ser cooperativas, as quais são formadas a partir de um grupo de pessoas físicas ou jurídicas, podem ser particulares quando representam unidades privadas e também podem ser entidades governamentais quando existe a estruturação através de empresas estatais (WEBER, 1995).

Uma unidade de armazenamento básica geralmente é planejada para realizar as etapas de Recepção, Pré-limpeza, Secagem, Armazenagem e Expedição cada etapa demanda equipamentos e instalações específicas que serão descritas posteriormente (SILVA, 2006).

Podemos evidenciar essas etapas a partir da figura 1, no qual representa um fluxograma de uma unidade armazenadora básica, é necessário destacar que cada unidade terá suas

especificidades de acordo com seus objetivos e também as condições de recebimento de produtos (SILVA, 2006).

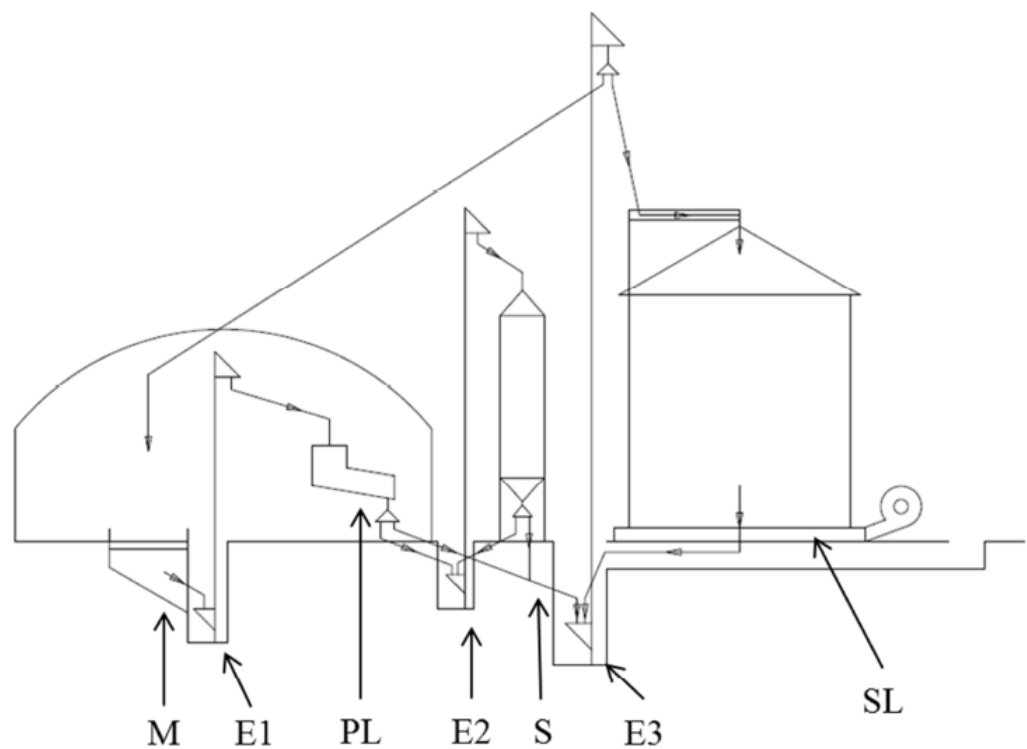
Figura 1- Fluxograma operacional básico de uma unidade armazenadora



Fonte - (MILMAN, 2002)

As etapas do fluxograma são ligadas através de equipamentos de transporte, que são responsáveis por transportar a massa de grãos, um exemplo que pode ser visto é a figura 2, que nos mostra como essas etapas estão correlacionadas através de equipamentos de transporte (SCHEER, 2019).

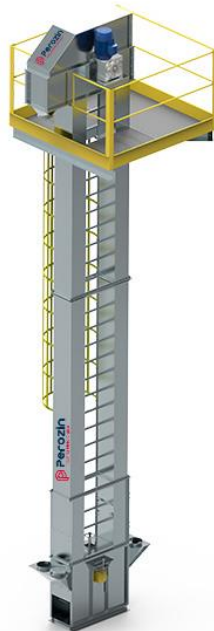
Figura 2 - Equipamentos de transporte interligando etapas de uma unidade armazenadora (M) Moega, (E1) Elevador 1, (PL) Máquina de Pré-Limpeza, (E2) Elevador 2, (S) Secador, (E3) Elevador 3, (SL) Silo



Fonte - (BAAL, 2013)

Logo, para movimentar a massa de grãos de uma etapa para outra o uso dos equipamentos vai depender do planejamento de cada unidade, de forma geral quando deseja-se movimentar a massa de grãos do chão para o alto (sentido vertical) utiliza-se elevadores (figura 3) para que em seguida os grãos possam cair por ação da gravidade através de tubos para dentro de alguma etapa, como por exemplo: máquinas de pré-limpeza, carregamento de silos graneleiros, além de tolhas utilizadas para expedição, quando deseja-se movimentar a massa de grãos de forma horizontal é comum utilizar-se correias transportadoras (figura 4) (MILMAN, 2002).

Figura 3 - Elevador de Caçamba



Fonte - (SINUÉLO GENÉTICA E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA, 2021)

Figura 4 - Correia transportadora



Fonte - (HACO EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS, 2021)

A unidade de beneficiamento de grãos deve-se atentar quanto ao dimensionamento dos equipamentos, considerando os produtos que serão recebidos e quais serão as suas condições, como teor de água e impurezas, condições essas que influenciam diretamente no planejamento e dimensionamento de equipamento e estruturas (SILVA, 2006).

2.1.1 Recepção

A primeira etapa é a recepção, etapa responsável pela entrada de produtos na unidade. Em um primeiro momento, é feita a retirada de amostra do meio de transporte utilizado para a locomoção do produto até a unidade armazenadora que posteriormente, é analisada e classificada (SCHEER, 2019).

Seu principal objetivo é avaliar as condições em que os produtos chegam na unidade, identificando contaminantes, visando uma tomada de decisão que assegura o armazenamento adequado, além de certificar a qualidade em que os produtos são recebidos e expedidos (CASEMG, 2015).

A fim de realizar a operação de amostragem, pode-se utilizar diferentes equipamentos, entretanto o mais comum é a utilização de calador duplo, que é constituído por 2 tubos metálicos concêntricos localizados um dentro do outro com espaçamento ínfimo, com uma série de aberturas equidistantes. O tubo interno pode ser girado, através de uma alavanca para que ocorra a abertura das entradas por coincidência entre os furos do tubo interno e externo, o fechamento ocorre de maneira semelhante. A figura 5, representa de maneira clara o calador duplo (ABCAO, 2011).

Figura 5 - Calador duplo



Fonte - (ABCAO, 2011)

Um Segundo equipamento que vem sendo utilizado e é ilustrado na figura 6 é o amostrador automático que visa otimizar o processo de amostragem, o equipamento utiliza um braço robotizado articulado é responsável pela captação da amostra (SCHEER, 2019).

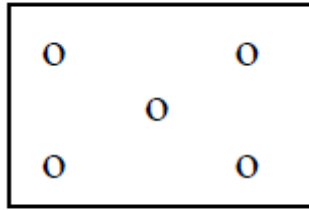
Figura 6 - Amostrador automático



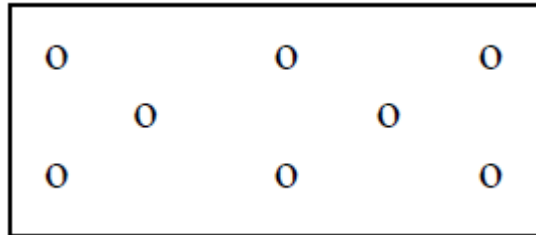
Fonte - (Perry Engineering Services Ltd, 2015)

No entanto, devemos nos atentar de que forma deve-se retirar amostras em cima de um caminhão, considerando a vista superior de uma carga de caminhão à granel. Segundo (CASEMG, 2015) a retirada de amostra recomendada é a exemplificada na figura 7, no qual junta-se as amostras de cada ponto no o intuito de formar uma amostra composta.

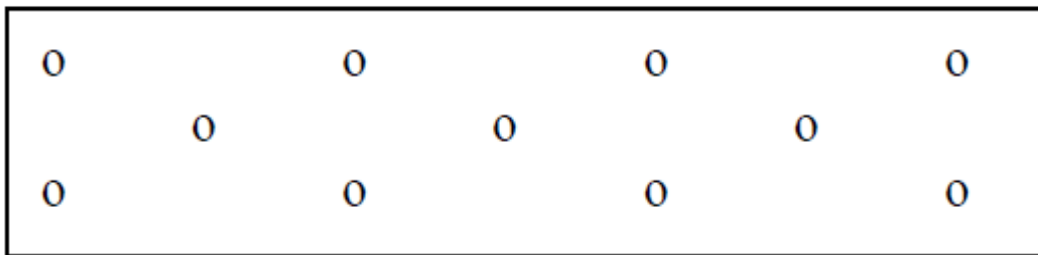
Figura 7 - Disposição de coleta de amostras



Vagões ou caminhões de até 15t, cinco pontos de amostragem
(no meio e cantos, a aproximadamente 50 cm dos lados).



Vagões ou caminhões para 15 a 30 t,
oito pontos de amostragem.



Vagões ou caminhões para 30 a 50 t,
onze pontos de amostragem.

Fonte – Adaptada de (CASEMG, 2015, p. 61)

Após a retirada de amostras é necessário que a amostra passe por classificação e também por análise de teor de água. Para averiguar o teor de água existem diversas formas, entretanto a forma mais comum é a utilização de um equipamento de análise eletrônica, na qual é necessário inserir no equipamento o produto a ser analisado, posteriormente coloca-se a quantidade de grãos da amostra necessária até atingir 100% e aperta-se o botão de ok, a leitura é feita de forma eletrônica e um cupon com as informações é expresso, tal equipamento é ilustrado na figura 8 (CASEMG, 2015).

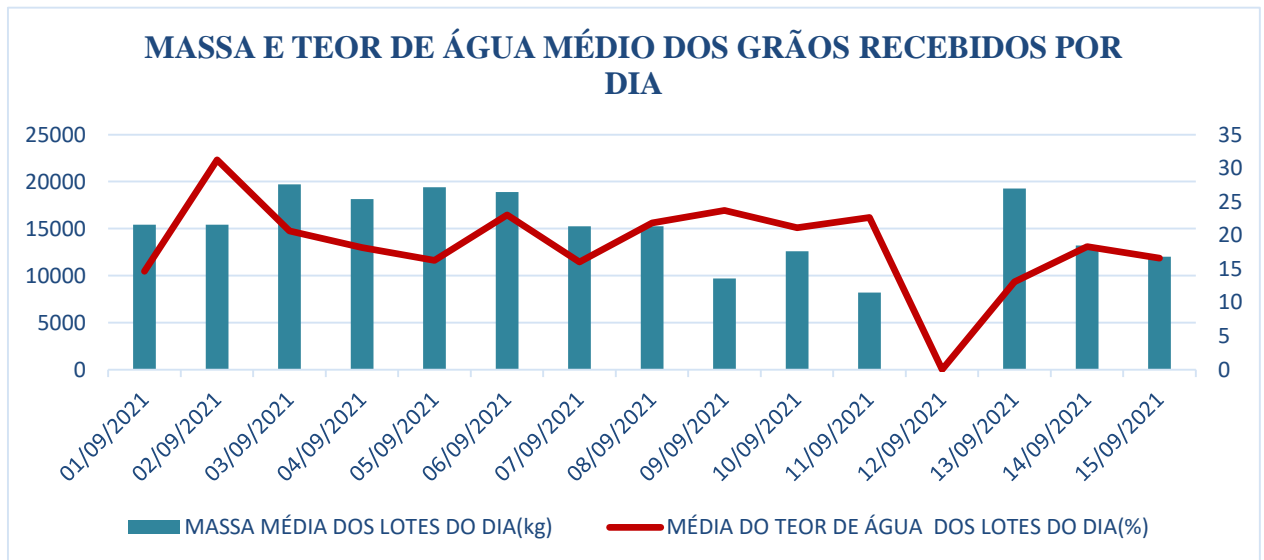
Figura 8 - Equipamento de leitura de teor de água eletrônico



Fonte - Acervo pessoal, 2021.

Com o objetivo de exemplificar a condição de teor de água na qual o produto chega em uma unidade armazenadora, foi coletado a massa do lote e também a teor de água de todos os lotes recebidos durante a primeira quinzena do mês de setembro, correspondendo ao final da safrinha de milho na região, esses dados foram coletados em uma unidade de armazenamento localizada em Três Corações - MG e compilados no gráfico 1.

Gráfico 1 - Massa e teor de água média dos lotes de grãos recebidos por dia.



Fonte – Autoria própria

O teor de água médio geral de todos os lotes desse período foi de 19,27, o que se enquadra dentro do recomendado de teor de água máximo aceitável para recepção/secagem até 28% (CASEMG, 2015), considerando a média. Entretanto é importante destacar que durante o período analisado ocorreram dois lotes acima de 28%, um no dia 2 de setembro e outro no dia 6 de setembro.

O processo de classificação segue a instrução normativa do MAPA nº60 de 2011 no qual é determinado o que são as impurezas, quais os defeitos os grãos de milho podem apresentar e de que forma são contabilizados, seguindo a tabela 1 (MAPA, 2011).

Tabela 2 - Limites máximos de tolerância expresso em percentual

Enquadramento	Grãos Avariados		Grãos Quebrados	Matérias Estranhas e impurezas	Carunchados
	Ardidos	Total			
Tipo 1	1,00	6,00	3,00	1,00	2,00
Tipo 2	2,00	10,00	4,00	1,50	3,00
Tipo 3	3,00	15,00	5,00	2,00	4,00
Fora do Tipo	5,00	20,00	Maior que 5,00	Maior que 2,00	8,00

Fonte – Adaptada de (MAPA, 2011)

Logo após a classificação das amostras o caminhão é encaminhado para a descarga onde é descarregado a massa de grãos dentro da moega de forma manual ou através de tombadores, o que fica evidente na figura 9 posteriormente a massa de grãos segue da moega para a etapa de pré-limpeza, através de elevador de canecas.

Figura 9 - Moega e tombador



Fonte - (BAIOTTO, 2018)

2.1.2 Pré-limpeza

O processo de pré-limpeza sucede ao processo de recepção, após a descarga na moega a massa de grãos é transportada através de elevadores de caçamba para a etapa de pré-limpeza. Esse processo é uma operação mecânica que visa reduzir a porcentagem de impurezas contidas nos grãos recebidos, impurezas que tem como origem o campo onde os grãos foram colhidos (BAAL, 2013).

É importante destacar que as impurezas contidas na massa de grãos prejudicam os processos sucessores como a secagem e armazenagem. (BAAL, 2013).

Dessa forma, para elucidar melhor a etapa de pré-limpeza e comprovar ou refutar a hipótese mencionada, será feito um detalhamento aprofundado da etapa em uma segunda seção deste trabalho.

2.1.3 Secagem

A etapa de secagem ocorre após a pré-limpeza onde os grãos são submetidos a uma corrente de ar aquecida com o objetivo de retirar o excesso de água contido no interior dos grãos e pode ser definida por Baal (2013) como: “um processo simultâneo de transferência de calor e massa (umidade) entre o produto e o ar de secagem” (p.17).

Sob ponto de vista semelhante Rasi (2020) define o processo de secagem como: “A remoção de umidade ocorre em geral pela evaporação por transferência de massa e calor entre as fases sólida e gasosa” (p.56334)

Ambos os autores definem o processo de forma semelhante, destacando que a retirada de água contida na massa de grãos sólida ocorre pela troca de calor que existe entre os grãos e o ar aquecido (gasoso).

Os métodos de secagem podem ser de forma natural ou artificial, a forma natural consiste em utilizar o ar ambiente para a secagem dos grãos de forma que os grãos fiquem expostos ao ar livre para evaporação de água (BIAGI & BERTOL, 2002).

Já em relação ao método artificial usa-se um equipamento chamado secador para realizar a passagem forçada do ar pela massa de grãos, além disso normalmente usa uma fornalha acoplada ao secador para aquecer o ar ambiente, deixando em condições mais favoráveis para realizar a secagem dos grãos. Consistindo, no método mais utilizado nas empresas de beneficiamento e armazenagem de grãos (BIAGI & BERTOL, 2002).

Para o aquecimento do ar através da fornalha, pode-se utilizar qualquer material inflamável como fonte de calor, entretanto as unidades armazenadoras levam alguns parâmetros em consideração ao decidir qual fonte energética será utilizada (MILMAN, 2002).

Os parâmetros mais comumente considerados são: eficiência térmica, eficiência econômica, conhecimento e/ou domínio tecnológico do produto e do processo, efeitos sobre o meio ambiente. Muitos estudos são demandados sobre fontes alternativas para aquecimento de

ar de secagem, que atendam de forma satisfatória os parâmetros mais considerados pelas unidade de beneficiamento e armazenamento (MILMAN, 2002).

Diversos benefícios podem ser citados, quando falamos da importância de realizar a secagem, através dela é possível manter o poder germinativo de sementes por tempo maior, minimiza perda do produto no campo, permitindo antecipação da colheita, além de impedir o desenvolvimento de insetos e microrganismos, favorecendo o armazenamento por períodos mais longos, diminuindo os riscos de deterioração do produto (MILMAN, 2002).

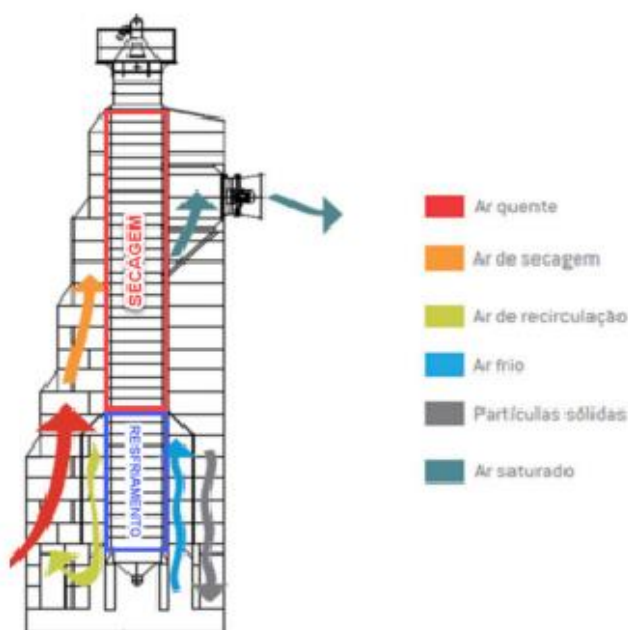
Em relação aos secadores mais comumente usados podem ser denominados de maneiras diferentes por diversos autores, algum chamam de secadores tipo Torre (BAAL, 2013), outros dizem tipo cascata (RASI, 2020), ou secador convencional (WEBER, 2005).

Uma classificação importante é em relação ao tipo de fluxo empregado, o mais comum é de fluxo contínuo, pois é o que entrega maior uniformidade de secagem em toda coluna de grãos, visto que, toda a largura é submetida ao mesmo ar de secagem, além de ocorrer a mistura da massa de grãos conforme passa pelo secador (SANTANA, LOPES, & STEIDLE NETO, 2020).

Já Weber (2005) afirma que o ar de secagem no secador de fluxo contínuo é aplicado na parte superior da coluna de secagem, com 2/3 da altura da coluna, já o ar frio distribuído na parte inferior da coluna de secagem, com o objetivo de retirar calor da massa de grãos.

A figura 10 exemplifica o funcionamento do secador convencional de fluxo contínuo.

Figura 10 - Secador convencional de fluxo contínuo



As fornalhas são os equipamentos projetados para ocorrer a queima do combustível utilizado para o aquecimento do ar, elas são acopladas aos secadores, sendo planejadas de forma adequada de acordo com o combustível utilizado, além de serem dimensionadas para geração de calor por hora de acordo com as necessidades do secador e da massa de grãos. Elas podem ser de fogo direto ou indireto, no caso de aquecimento direto, os gases provenientes da queima do combustível saem da fornalha e passam diretamente pela massa de grãos, já no caso de aquecimento indireto a fornalha aquece as tubulações que contém o ar que será utilizado para o contato direto com a massa de grãos (BAAL, 2013).

2.1.4 Armazenagem

O armazenamento dos grãos a granel pode ser feito de diversas formas, utilizando diferentes equipamentos, sendo fixos através de silos, ou temporários através de silo bag, essas estrutura devem estar preparadas para recebimento, expedição, separação de impurezas, transporte e secagem (SENAR, 2018).

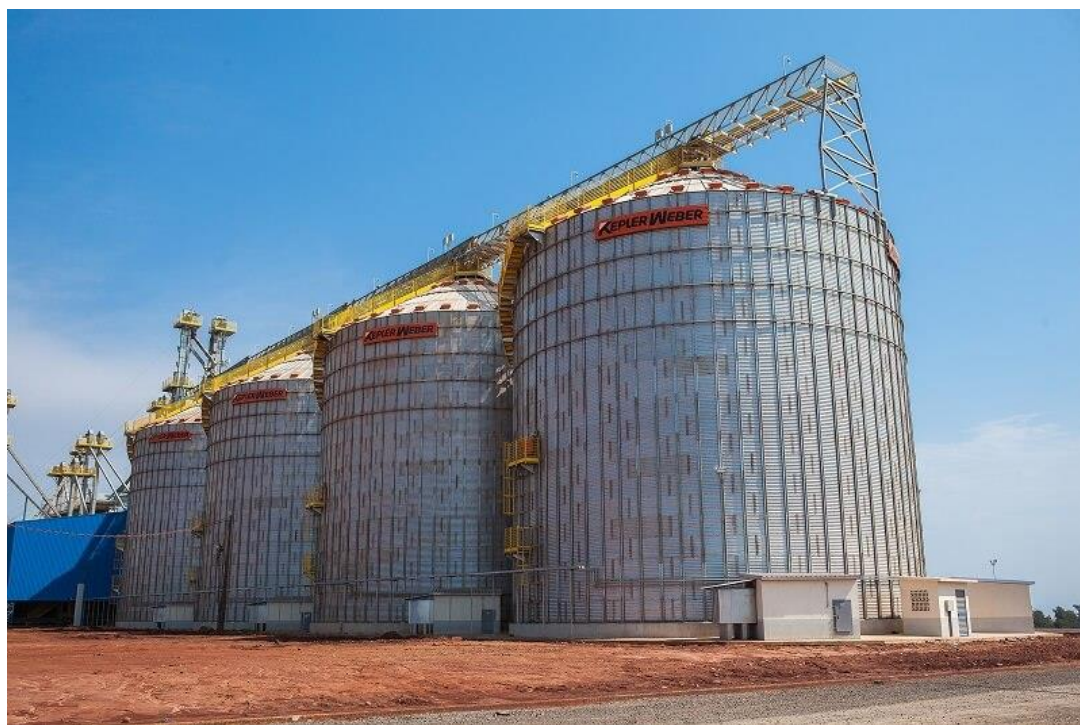
Os silos são sistemas semi-herméticos, no qual a conservação dos grãos que já estão secos é feita através de ventilação forçada do ar ambiente utilizando ventiladores. Esse processo é chamado de aeração, além disso o monitoramento e/ou controle da qualidade dos grãos é feita através de termometria. Dentro do silo estão presente cabos termopares com o objetivo de identificar a temperatura interna em vários pontos da massa de grãos armazenada. Nos silos é predominante a dimensão vertical, o que facilita a aeração e automatização de processos (ELIAS, OLIVEIRA, & VANIER, 2018).

Os silos mais utilizados hoje são metálicos ou de concreto, e devem ter uma rotina de higiene para evitar contaminações, além de proliferação de pragas e doenças, controle e monitoramento das condições do ambiente a fim de evitar alojamento e proliferação de pragas (CASEMG, 2015).

O fechamento superior do silo geralmente é feito de chapas metálicas galvanizadas planas, com reforços nas bordas laterais, as chapas se sobre passam nas laterais em busca de oferecer melhor vedação e maior resistência. Já seu corpo é feito de chapas metálicas galvanizadas onduladas e curvas que se unidas formando anéis, que unidos formam o corpo até a altura desejada. O fundo do silo pode ser plano, cônico ou parcialmente cônico, geralmente de concreto, responsável por transferir as cargas verticais para o solo, além de ser o local onde está localizada as canaletas onde serão injetado ar ambiente através de ventiladores, fazendo o

processo de aeração. No fundo geralmente encontra-se também equipamentos que auxiliam na descarga do silo, geralmente são utilizadas roscas transportadoras helicoidais (BAAL, 2013). A figura 11 exemplifica a parte externa de um silo.

Figura 11 – Silo Graneleiro Metálico



Fonte - (KEPLER WEBER, 2021)

A figura 12 exemplifica a estrutura interna de um silo metálico, evidenciando os cabos termopares, além de, equipamentos que são responsáveis pelo auxílio na descarga do silo quando a altura da massa de grãos já está no final.

Figura 12 – Parte interna Silo metálico no final de descarga



Fonte – Acervo pessoal

O processo de armazenamento visa evitar perdas, as principais problemas que pode ocorrer nessa etapa são: processo de respiração do grão, infestação de insetos, fungos, roedores e pássaros, além de super secagem dos grãos que ocorre devido ao fato de executar aeração sob condições psicrométricas não adequada. Geralmente para grãos de milho o teor de água adequado para armazenamento é de 13 % e temperaturas a baixo de 20° Celsius. O excesso de água favorece o aquecimento da massa de grãos, que por sua vez melhora as condições para ocorrer proliferação de insetos fungo e bactérias (COSTA, 2012).

A ação de insetos, fungos roedores e pássaros não só acarretam o consumo de massa dos grãos mas também podem causar contaminações por micotoxinas e/ou patógenos, além de promoverem aumento nas impurezas, através do aparecimento de penas, insetos mortos fezes e pelos (COSTA, 2012).

As principais formas de evitar as condições ótimas para o desenvolvimento de microrganismos é ter uma boa operação de aeração, juntamente com uso eficiente das máquinas de pré-limpeza com o objetivo de redução de percentual de impurezas e também uma boa operação de secagem, levando para armazenagem grãos com teor de água adequada (FARONI & SILVA, 2008).

Já em relação a pássaros e roedores é importante manter ambientes externo livres de possíveis abrigos, além de medidas de controle conforme a espécie e dinâmicas populacional, para pássaros também é importante o uso de barreiras físicas (REGINATO, ENSINAS, RIZZATO, SANTOS, & PRADO, 2014).

2.1.5 Expedição

O procedimento de expedição consiste nas operações de carregamento, e saída de produto da unidade armazenadora, no qual se avalia o veículo a ser carregado para que não existam contaminantes, deve-se ocorrer o preenchimento de documento de Ordem de Expedição com informações primordiais a respeito do produto a ser carregado como: data, lote, safra, mercadoria, setor a ordem do destinatário além de todos os dados do transportador (CASEMG, 2015).

Geralmente o carregamento ocorre através de uma tulha, que pode ser construída em concreto ou chapas metálicas, com fundo inclinado, com o objetivo de facilitar a descarga por gravidade, juntamente ao fundo utiliza-se uma comporta que possui comando mecânico ou

pneumático, para sua abertura ou fechamento, por onde os grãos caem até a caçamba do veículo de transporte (SILVA, 2015). A figura 12 ilustra um processo de carregamento.

Figura 13 – Carregamento de milho



Fonte – Acervo Pessoal

2.2. Efeitos da pré-limpeza – Secção 2

A pré-limpeza é uma operação que sucede à descarga dos grãos na moega que por meio de elevadores são transportados até a etapa de pré-limpeza (ZANOLLA, 2019).

Essa operação tem como objetivo reduzir o índice de impurezas apresentado pela massa de grãos, geralmente os grãos provenientes das lavouras apresentam condições inadequadas de imediato armazenamento. (REGINATO, ENSINAS, RIZZATO, SANTOS, & PRADO, 2014).

As impurezas são qualquer material estranho presente na carga de grãos, podendo ser partículas de solo, restos de outras culturas ou ervas daninhas e pedras. Muitas empresas também consideram grãos avariados como impurezas (SILVA, 2009).

Dessa forma, é necessário adequar as condições do produto, para reduzir as probabilidades de perda na quantidade e qualidade dos grãos colhidos, buscando comercializar no futuro grãos com a mesma qualidade do período de safra (REGINATO, ENSINAS, RIZZATO, SANTOS, & PRADO, 2014).

O percentual de impurezas é uma característica bastante importante de ser avaliada, pois normalmente se comercializa, grãos com teor de impureza até 1%, porém a unidade armazenadora recebe produtos com porcentagem bastante elevada em relação à comercializada (WEBER, 2005).

Podemos destacar que o produto que contém impurezas, apresenta condições que intensificam sua deterioração, pois apresenta matérias estranhas que possuem teores de água mais elevados que os grãos mesmo quando submetidos as mesmas condições de armazenagem, além de apresentarem maior quantidade de microrganismos (FARONI & SILVA, 2008).

De forma semelhante Eifert, (2009) destaca a importância da retirada das impurezas devido ao fato de poderem retardar o processo de secagem além de acelerar o surgimento e desenvolvimento de microrganismos e facilitar a proliferação de insetos.

Outros problemas foram citados por Teixeira, Martyn, Hara e Cunha, (2003), pois segundo eles as impurezas também dificultam a passagem dos grãos pelos transportadores, além de impossibilitar uma secagem satisfatória, gerando assim dificuldades no armazenamento seguro.

Logo é necessário calcular a quebra de impurezas, o que ocorre de forma semelhante também a quebra por teor de água. A quebra de impurezas segundo Silva (2009):” é o valor percentual a ser aplicado ao valor da massa da carga recebida para determinar o teor de impurezas a ser removida” (p.1) sendo importante para evidenciar qual porcentagem as máquinas responsáveis pela pré-limpeza terão que retirar da massa de grãos e qual valor será cobrado pela unidade armazenadora pela prestação do serviço, o que geralmente é pago em quantidade de produto (SILVA, 2009).

Ainda segundo Silva (2009) a fórmula (1) utilizada para o cálculo da quebra de impurezas é:

$$QI = \left(\frac{I_i - I_f}{100 - I_f} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde,

QI = Quebra de Impurezas, %;

I_i = Impurezas inicial, % e

I_f = Impurezas final, %.

As máquinas de pré-limpeza podem ser de conjunto de peneiras fechadas, conjunto de peneiras abertas ou Máquinas de limpeza rotativa, como pode ser exemplificado pelas figuras 13,14 e 15 respectivamente (KEPLER WEBER, 2021).

Figura 13 – Máquina de pré-limpeza conjunto de peneiras fechada.



Fonte - (KEPLER WEBER, 2021)

Figura 14 – Máquina de pré-limpeza conjunto de peneiras aberto



Fonte - (KEPLER WEBER, 2021)

Figura 15 – Máquina de pré-limpeza rotativa



Fonte - (KEPLER WEBER, 2021)

A diferenciação entre as máquinas de pré-limpeza de conjunto de peneiras abertas e fechadas é principalmente pelo fato da máquina de conjunto de peneiras abertas possui menor capacidade de pré-limpeza em comparação a de peneiras fechadas, pois possui apenas duas caixas de peneiras enquanto a outra possui três (KEPLER WEBER, 2021).

Já a máquina de pré-limpeza rotativa utiliza de um mecanismo de peneiramento, através de um tambor rotativo que possui diferentes opções de inclinação e velocidade, sendo utilizadas quando ocorre a necessidade de altas capacidades de pré-limpeza (KEPLER WEBER, 2021).

O funcionamento das máquinas que utilizam caixas de peneiras tanto aberta quanto fechada ocorrem de maneira semelhante, utilizando mecanismos de insuflação de ar sobre os grãos e peneiramento (BAAL, 2013).

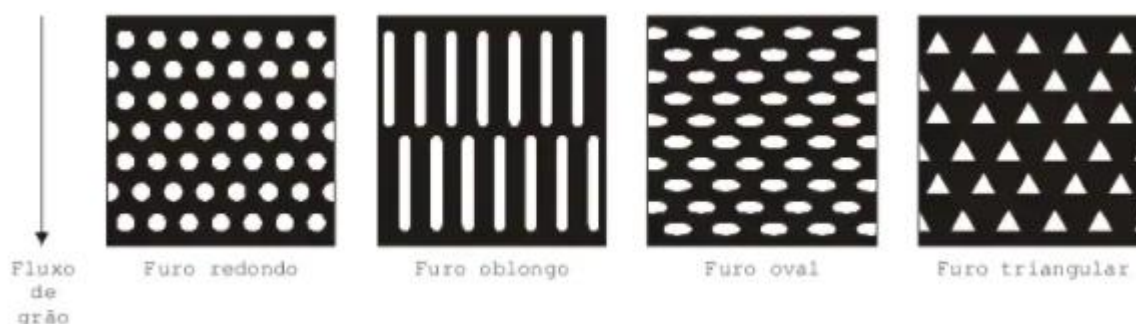
Para realizar o processo de insuflação é utilizado um ventilador que injeta ar sobre os grãos, fazendo com que os corpos flutuem e adquiram velocidade terminal, o que dependerá de sua relação peso, resistência aerodinâmica, resultando assim no arraste de corpos mais leves (BAAL, 2013).

Já o processo de peneiramento consiste na passagem dos grãos por chapas metálicas perfuradas e inclinadas entre 5 e 10° que tem movimento vibracional fazendo com que corpos maiores e diferentes do formato dos furos da chapa sejam retidos. O sistema de vibração é realizado por ação de um motor que transmite movimento através de polias e correias (MILMAN, 2002).

Logo o processo de peneiramento realiza a separação de partículas estranhas a partir das diferenças físicas entre os grãos e as impurezas, as propriedades físicas mais utilizadas são, espessura, comprimento, largura, massa, forma, peso específico e textura superficial (NUNES, 2016).

As peneiras, que podem ser ilustradas através da figura 16, normalmente são montadas em quadros metálicos, onde no seu interior são colocadas esferas de borracha, com o intuito de realizar a limpeza durante o funcionamento do equipamento, diferentes produtos demandam diferentes formatos de furos de peneira (MILMAN, 2002).

Figura 16 – Peneiras da máquina de pré-limpeza



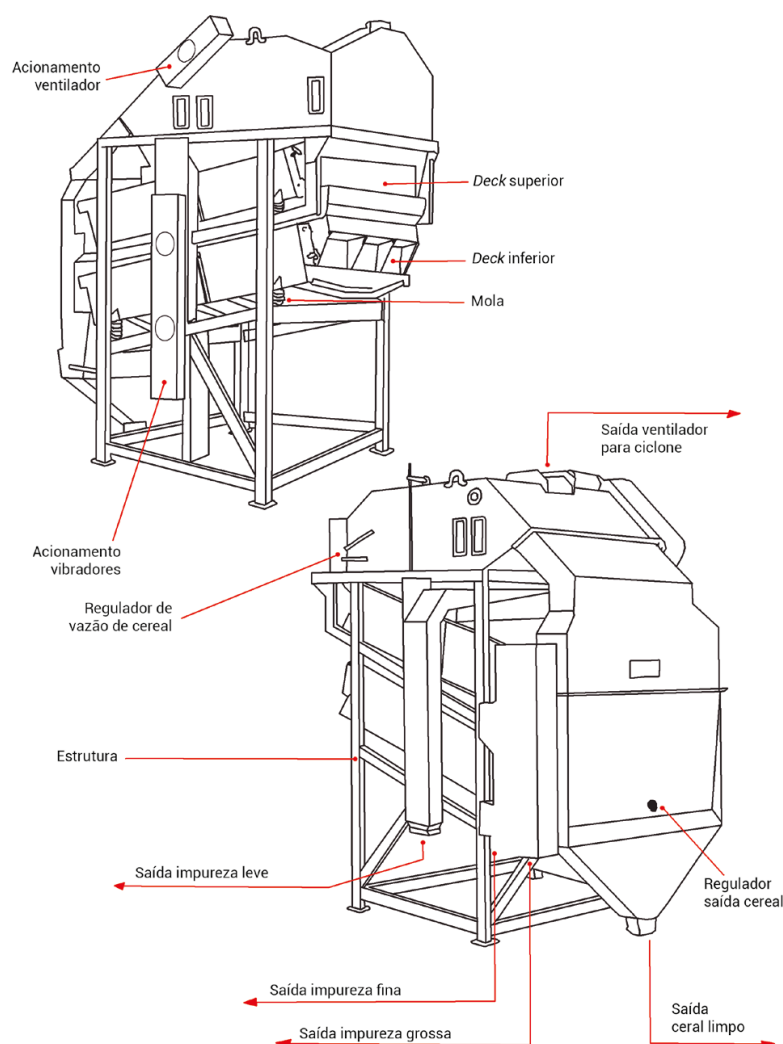
Fonte – (MILMAN, 2002, p. 67)

A realização da etapa da pré-limpeza exige muitos cuidados principalmente em relação as regulagens das máquinas, pois podem ocasionar perdas. Alguns desses erros são em relação a escolha errada de conjunto de peneiras, velocidade de oscilação das caixas de peneiras, além do sistema inflação de ar. Esses erros podem ocasionar de grãos serem carregados e direcionados para saída de impurezas ou impurezas passarem pelo processo e serem levadas para a saída dos grãos já limpos (SILVA, 2009).

De forma semelhante Eifert, (2009) destaca a importância da escolha das peneiras, que devem ser realizadas de forma criteriosa, avaliando sempre qual produto será trabalhando durante a operação, além de destacar que o fluxo de ar deve sempre estar ajustado evitando perdas de grãos.

Por fim, as máquinas de pré-limpeza possuem bicas de descarga por onde saem as impurezas e também por onde saem o produto limpo (BAAL, 2013). Os componentes das máquinas de pré-limpeza podem ser evidenciados na figura 17.

Figura 17 – Componentes da máquina de pré-limpeza



Fonte - (CASEMG, 2015, p. 95)

Máquinas de pré-limpeza e limpeza diferenciam-se devido ao processo, ambas funcionam de forma igual, ou seja possuem a mesma composição construtiva, no entanto ao se tratar de máquina de pré-limpeza, o procedimento é preliminar e retira até 4% do teor de impurezas da massa de grãos, já as máquinas de limpeza referem-se a um procedimento terminal que retira até 1% de impurezas final da massa (BAAL, 2013).

Assim como COPASUL, (2010) que também reafirma que a pré-limpeza retira em até 4% de impurezas.

No intuito de exemplificar e evidenciar as condições na qual o produto chega até a unidade de beneficiamento e armazenamento, fez-se a tabela 1, com base em dados coletados durante a primeira quinzena do mês de setembro em uma unidade de armazenamento em Três Corações. Os dados foram obtidos através do acompanhamento da rotina da empresa, utilizando

a balança rodoviária da unidade para massa do lote recebido e também balança digital para realizar o cálculo do percentual de impurezas, geralmente separa-se uma amostra da carga que foi retirada durante a recepção e através dela separa as impurezas de forma manual com o auxílio de uma peneira, pesa a impureza e calcula-se o percentual através da relação entre o massa das impurezas e o massa total da amostra. Os produtos foram exclusivamente milho.

Tabela 2 – Percentual de impurezas nos produtos recebidos na primeira quinzena do mês de setembro.

LOTE	DATA	MASSA DO LOTE (kg)	Teor de Impurezas (Incluso Grãos avariados) (%)
001	01/09/2021	20500	4,16
002	01/09/2021	13200	4,44
003	01/09/2021	18300	3,98
004	01/09/2021	8080	4,21
005	01/09/2021	16920	4,18
006	02/09/2021	17200	3,65
007	02/09/2021	13600	4,32
008	03/09/2021	20500	4,37
009	03/09/2021	21000	4,25
010	03/09/2021	17600	4,39
011	04/09/2021	18200	5,02
012	04/09/2021	18100	3,99
013	05/09/2021	19400	4,25
014	06/09/2021	20300	4,23
015	06/09/2021	17800	4,35
016	06/09/2021	18600	5,23
017	07/09/2021	18500	4,23
018	07/09/2021	13200	4,08
019	07/09/2021	14000	4,22
020	08/09/2021	16200	4,68
021	08/09/2021	14300	4,75
022	09/09/2021	9700	4,26
023	10/09/2021	12600	4,32
024	11/09/2021	8200	4,86
025	13/09/2021	20300	4,63
026	13/09/2021	18200	4,32
027	14/09/2021	13200	4,27
028	15/09/2021	12000	4,36

Fonte - Autoria própria

Foram adquiridos dados de 28 lotes de milho recebidos entre os dias 01 de setembro de 2021 e 15 de setembro de 2021, período referente ao final da safrinha na região. A média de percentual de impurezas dos 28 lotes é: 4,35 %.

Considerando a capacidade de remoção de até 4% das máquinas de pré-limpeza podemos notar que o produto final pronto para ser comercializado ficará dentro dos limites recomendados para comercialização, que é até 1% (WEBER, 2005).

Um ponto a se considerar é o armazenamento a longo prazo, visto que segundo Schropfer (2018) os grãos armazenados por longo prazo tendem a apresentar maior índice de grãos avariados, entretanto quando essa massa de grãos foi submetida ao processo de pré-limpeza de forma antecipada ao armazenamento apresentou menores índices de grãos quebrados, evidenciando a importância da operação na manutenção dos grãos armazenados a longo prazo.

Outro ponto a ser considerado ao abordarmos a pré-limpeza de grãos é o risco que as unidades armazenadoras apresentam a incêndios e explosões, que ocorrem frequentemente ao longo dos anos, acidentes como esses são extremamente perigosos e podem alastrar para toda a unidade (ROSA, LACASTA, HAURIE, & HADDAD, 2018).

Segundo Krause, (2009) são três possibilidades de substâncias com a capacidade de inflamar, gases inflamáveis, que podem ser provenientes de reações químicas dos produtos armazenados, nuvens de poeira, bastante comuns em operações de enchimento ou esvaziamento de silos e camada de material granular. Todas as três possibilidades são favorecidas pela presença de impurezas na massa de grãos juntamente com teor de água inadequado.

Assim como, Silva (2008) destaca que a massa de grãos ao ser transportada acaba sofrendo por impacto e fricção o que pode originar uma maior fragmentação, as impurezas podem intensificar os fenômenos que causam fragmentação, além de também se fragmentarem e ajudarem na formação de pó.

As impurezas são bastante agravantes durante o processo de secagem, pois além de dificultar o processo de secagem dos grãos, por elas não se movimentarem na mesma velocidade dos grãos, vão sofrendo super aquecimento até que entram em combustão causando incêndio. Logo é necessário garantir que não exista excesso de impurezas após o processo de pré-limpeza, assim como a limpeza periódica das torres de secagem (COSTA, 2012).

2.3. Subprodutos da pré-limpeza – Secção 3

Considerando os grandes volumes de produtos agrícolas recebidos pela unidade armazenadora, podemos inferir que grandes serão a formação de subprodutos da unidade armazenadora.

A atividade da unidade armazenadora pode gerar alguns impactos ambientais como: emissão de material particulado, resíduos sólidos da pré-limpeza, além de cinzas da secagem e também riscos de explosões e incêndios (DANTAS, 2017).

Após o maior detalhamento da etapa de pré-limpeza abordada na secção 2, podemos notar que diversas impurezas são separadas da massa de grãos, segundo a NBR 10.004/2004 os resíduos sólidos podem ser classificados como: Classe I A para resíduos perigosos, Classe II A para não inerteis podendo ter propriedades biodegradáveis além de combustibilidade ou solubilidade em água e também Classe II B para materiais inerteis.

Para os resíduos sólidos provenientes da etapa de pré-limpeza podemos classifica-los perante a NBR 10.004/2004 considerando resíduos Finos, médios ou grossos (TANIMOTO & MAGALHÃES, 2015). As figuras 18,19,20 exemplificam os sub-produtos gerados a partir da pré-limpeza.

Figura 18 – Resíduo sólido grosso



Fonte – Acervo pessoal

Figura 19 – Resíduos sólido médio



Fonte – Acervo pessoal

Figura 20– Resíduo sólido fino



Fonte – Acervo pessoal

Os resíduos finos geralmente são compostos por terra fina, quirela fina, pó de ciclone e farelos, já o resíduo médio possui maior teor de milho avariado e quirela grossa, além de sementes de outras culturas que geralmente é armazenado em sacarias, já se tratando do resíduo grosso é formado por pedaços grosseiros de sabugo e restos culturais da planta de milho. Os resíduos finos e grossos geralmente são armazenados em bags (TANIMOTO & MAGALHÃES, 2015).

Visando o reaproveitamento dos resíduos, diversos autores propõe usos alternativos para cada resíduo, como por exemplo, resíduos que contém maior quantidade de quirelas de milho e pedaços de grãos de milho podem ser utilizados para utilização como ração animal, desde que o uso seja imediato ou o resíduo seja secado e armazenado de maneira adequada (ELIAS, 2015).

Outra possibilidade é o uso da biomassa presente no resíduo sólido grosso, a biomassa pode ser definida como qualquer recurso formado por matéria orgânica animal ou vegetal que seja renovável e que pode ser utilizada na produção de energia, sendo o resíduo de milho o mais utilizado como fonte energética (VIEIRA, 2012).

Além disso, outra possibilidade é a utilização dos resíduos grossos como combustível das fornalhas da própria unidade de armazenamento, buscado substituir ou complementar o uso de lenhas e outros materiais (TANIMOTO & MAGALHÃES, 2015).

Para todos os resíduos existe também a possibilidade de realizar a compostagem, tratando-se de resíduos biodegradáveis existe a possibilidade da reciclagem de nutrientes que possam de alguma forma retornar às lavouras, resultando na melhoria do solo e auxílio no crescimento de plantas (OLIVEIRA, OLIVEIRA, BEZERRA, PEREIRA, & BATTISTELLE, 2017).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciou-se o trabalho de pesquisa constatou-se que nem sempre é dada a devida importância para a etapa de pre-limpeza dos grãos, logo foi necessário entender melhor quais são os benefícios e os motivos pelos quais a etapa é necessária.

Diante disso constata-se que o objetivo geral que era destacar a importância da pré-limpeza, identificando quais os sub-produtos são gerados a partir dessa operação, foi atendido. Visto que, no decorrer do trabalho, ficou claro que a retirada de impurezas é primordial, pois

auxilia em todos os processos que sucedem a pré-limpeza, além de reduzir riscos de incêndio e explosões.

O primeiro objetivo específico foi atendido pois na primeira seção foi descrito de que forma uma unidade de armazenamento opera, descrevendo as etapas do processamento e armazenamento de grãos.

O segundo objetivo específico foi contemplado na segunda seção, pois o detalhamento da etapa de pré-limpeza evidenciou que seus efeitos são a retirada de impurezas e quanto as impurezas podem influenciar negativamente todo a operação da unidade.

Já o terceiro objetivo específico foi satisfeito pela terceira seção, que identificou os resíduos gerados pela pré-limpeza, classificando os segundo a NBR correspondente e propondo usos desses resíduos segundo a bibliografia.

A hipótese que a importância da pré-limpeza dá-se pela ação de uniformização da massa de grãos, através da remoção de impurezas auxiliam na redução do risco de incêndio no secador, facilita o transporte de grãos e favorece o controle de pragas e doenças no armazenamento foi comprovada durante o decorrer de todas as três seções que destacaram que a presença de impurezas junto a massa de grãos causa uma série de dificuldades no beneficiamento e armazenamento de grãos.

Uma vez que durante o processo de secagem no secador as impurezas não se movimentam na mesma velocidade que os grãos, podendo ocorrer superaquecimento, causando incêndios.

Juntamente com o fato de as impurezas contribuem para o embuchamento de equipamentos de transporte, pois o seu escoamento é diferente do escoamento dos grãos.

Além disso ficou evidenciado que as impurezas retém teor de água de forma diferente dos grãos, pois geralmente o teor de água presente nelas é maior favorecendo o aparecimento e o ataque de pragas e doenças.

A pergunta de pesquisa pôde ser respondida através da confirmação da hipótese.

A pesquisa de finalidade básica pura, com objetivo descritivo, sob o método hipotético dedutivo, utilizando uma abordagem qualitativa e realizada com procedimento bibliográfico, foi executada considerando uma ampla pesquisa bibliográfica e também utilizando conhecimentos e dados adquiridos a partir da vivência dentro da unidade armazenadora.

A abordagem qualitativa da metodologia de pesquisa utilizada é importante para detalhar o processo de pré-limpeza, é entender como funciona, o que auxilia no levantamento de possibilidades e de formas diferentes de pesquisa sobre o tema.

Através da abordagem qualitativa da pesquisa, pode ser observado que uma análise quantitativa da operação de pré-limpeza, seja importante, pois através de uma coleta de dados experimentais de uma massa de grãos antes e após o processo de pré-limpeza possa evidenciar de fato a eficiência de remoção de até 4% de impurezas conforme é encontrado na bibliografia.

Uma oportunidade também é a análise da operação de pré-limpeza durante uma safra, fazendo um comparativo com a safrinha, visto que o volume de grãos recebidos por uma unidade de armazenamento e beneficiamento é diferente.

Além disso outra possibilidade é a quantificação dos resíduos gerados em uma unidade armazenadora, buscando analisar o impacto que possam causar e também formas mais economicamente viáveis, socialmente justo e ambientalmente corretas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCAO. *Manual de procedimentos técnicos e operacionais para amostragem rodoviária*. Curitiba. 2011. Acesso em 25 de outubro de 2021, disponível em: <http://www.abcao.org.br/wpcontent/>
- BAAL, E. *RECOMENDAÇÕES PARA PROJETO DE UNIDADES DE BENEFICIAMENTO E ARMAZENAGEM DE GRÃOS COM ENFOQUE EM SEGURANÇA DO TRABALHO*. Ijuí: UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.2013.
- BAIOTTO, M. *ADEQUAÇÃO DE UNIDADE ARMAZENADORA DE CEREAIS DE ACORDO COM AS NRS 33 E NR 35*. Panambi.2018.
- BIAGI, J. D., & BERTOL, R. *SECAGEM DE GRÃOS*. Campinas: FEAGRI/UNICAMP. 2002.
- BRANDÃO, F. *Manual do Armazenista*. Viçosa: Ciências Agrárias.1989.
- BRASIL. *NBR 10004*. ABNT. 2004.
- CASEMG. *SISTEMA DE BOAS PRÁTICAS DE ARMAZENAMENTO*. Belo Horizonte: Gráfion Comunicação Ltda ME.2015.
- CNA & CEPEA ESALQ/USP. *IMPULSIONADO POR RAMO AGRÍCOLA, PIB DO AGRONEGÓCIO CRESCE 5,35% NO 1º*.2021.
- CONAB. *Série Histórica da Capacidade Estática*. 2020.
- COPASUL. *Secagem de Cereais*. COPASUL ISO 9001.2010.
- COSTA, M. *Qualidade e riscos de contaminações de produtos armazenados*. Cuiabá. 2012. Fonte: <https://pt.slideshare.net/MarcosFerreira2/qualidade-de-produtos-armazenados>
- DANTAS, J. S. *ESTUDOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS GERADOS NO CICLO DE OPERAÇÕES DO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS*. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2017.
- DESSBESELL, R. *Viabilidade da implantação de uma unidade de armazenamento de grãos*. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS.2014.
- EIFERT, E. d. *SECAGEM ARMAZENAMENTO E BENEFICIAMENTO*. Em E. A. FEIJÃO, *Recomendações Técnicas para o Cultivo do Arroz Irrigado no Mato Grosso do Sul* (pp. 129 - 134). BRASÍLIA: EMBRAPA.2009.
- ELIAS, M. C. *TECNOLOGIAS DE PRÉ-ARMAZENAMENTO,ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS*. Pelotas : UFPel. 2015.

ELIAS, M. C., OLIVEIRA, M. d., & VANIER, N. L. *TECNOLOGIAS DE PRÉ-ARMAZENAMENTO, ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DE GRÃOS*. Capão do Leão: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. 2018.

Embrapa, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE). *Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo*. 2021.

FARONI, L. R., & SILVA, J. d. MANEJO DE PRAGAS NO ECOSISTEMA DE GRÃOS ARMAZENADOS. Em J. D. SILVA, *SECAGEM E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLAS* (pp. 371 - 406). VIÇOSA: Aprenda Fácil. 2021.

GIOVINE, H. *ESTUDO SOBRE PROCESSOS DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS – UM ESTUDO DE CASO - REGIÃO DE FRANCISCO BELTRÃO - PR*. Cascavel - PR: UNIOESTE. 2010.

HACO EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS. *Catálogo de Produtos*. Itu. 2021.

IBGE. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - Estatísticas da Produção Agrícola*. 2021.

KEPLER WEBER. 30 de OUTUBRO de 2021. Fonte: <https://www.kepler.com.br/produtos/maquinas-de-limpeza/maquina-de-limpeza-aberta-ml>.

KRAUSE, U. *Fire in Silos: Hazard Prevention and Fire Fighting*. WILEY-VCH. 2009. Fonte: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527623822>

Ltda, S. M. 2020. Fonte: <http://www.smasilos.com.br/>

MAPA. *INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60*. BRASÍLIA: DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. 2011.

MILMAN, M. J. *Equipamentos para pré-processamento de grãos*. Pelotas: UFPel. 2002. Fonte: <https://pt.slideshare.net/watersroll/pdf-2-apostila-equipamentos-para-o-processamento-de-graos>

MMA. *Sobre Ministério do Meio Ambiente*. Fonte: Ministério do Meio Ambiente 2002. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%ABlica.pdf>

MOURA, R. A. *Manual de Logística: armazenagem e distribuição física*. São Paulo. 1997.

NUNES, J. L. *Tecnologia de sementes - Secagem, Beneficiamento e*. 2016. Acesso em 18 de Novembro de 2021, disponível em https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologiasementes/secagem--beneficiamento-e-armazenagem_361343.html

OLIVEIRA, L. G. *Aproveitamento energético de resíduos agrícolas - O caso da agroletividade distribuída*. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE. 2011.

OLIVEIRA, L. S., OLIVEIRA, D., BEZERRA, B., PEREIRA, B., & BATTISTELLE, R. A. Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal of Cleaner Production*, 229 - 237. 2017. Fonte: <https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-cleaner-production>

Perry Engineering Services Ltd. *Catálogo de produtos Perry Engineering Services Ltd.* 2015. Acesso em 20 de Outubro de 2021, disponível em https://pdf.agriexpo.online/pt/pdf-en/perry-engineering-services-ltd/tplg-brochures-full-range-print-folded-email/183078-17321-_4.html

RASI, J. R. Avaliação de um secador de bagaço de cana com dois estágios de secagem que utiliza o calor residual de um gerador de vapor: Um estudo de caso. *Brazilian Journal of Development*, 56324-56344. 2020.

REGINATO, M. P., ENSINAS, S. C., RIZZATO, M. C., SANTOS, M. K., & PRADO, E. A. *Boas Práticas de Armazenagem de Grãos*. Naviraí: Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul; 8º ENEPE UFGD 5º EPEX UEMS. 2014.

ROSA, A. C., LACASTA, A. M., HAURIE, L., & HADDAD, A. Gerenciamento dos riscos durante o armazenamento de materiais agrícolas em silos. *Revista Gestão e Gerenciamento*, 9 - 17. 2018.

SANTANA, P. A., LOPES, D. C., & STEIDLE NETO, A. J. High-temperature grain drying: an economic analysis. *Open Access Journal of Science*, nº 1, 4, 24 - 29. 2020.

SCHEER, R. D. *Avaliação de Unidade de Secagem e Armazenamento de Grãos pela Ótica*. Porto Alegre: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. 2019.

Schropfer, D. J., Zambiasi, M. A., Müller, I., Ranzan, J. F., Dionello, R. G., & Radünz, L. Efeito da Pré-limpeza Sobre Qualidade Física e Tecnológica de Grãos de Milho Após Seis Meses de Armazenamento. *VII Conferência Brasileira de Pós-colheita*, pp. 464 - 469. 18 de Outubro de 2018

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, SENAR. *Grãos: armazenamento de milho, soja, feijão e café*. Brasília: Coleção SENAR 206. 2018.

SILVA, J. d. *SECAGEM E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLAS*. Viçosa: Aprenda Fácil. 2008.

SILVA, L. C. Avaliação de Perdas em Unidades Armazenadoras. *Grãos Brasil*, 18 - 20. 2009.

SILVA, L. C. Quebra de impurezas e umidade. *Grãos Brasil: Da semente ao consumo*, 23-27. 2009.

SILVA, L. C. *Estruturas para armazenagem de grãos a granel*. Vitória: UFES. 2015.

SILVA, L. S. *Unidades Armazenadoras: Planejamento e Gerenciamento Otimizado*. Universidade Federal do Espírito Santo. 2006.

SINUELO GENÉTICA E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA. *Catálogo de Produtos*. Curitiba. 2021. Acesso em 20 de Outubro de 2021, disponível em

<https://sinueloagropecuaria.com.br/maquinas-implementos/processamento-de-graos/moegas-e-elevadores/>

SMA METALÚRGICA LTDA. *SMA Metalúrgica*. 2020. Fonte: <http://www.smasilos.com.br/>

TANIMOTO, K. M., & MAGALHÃES, P. A. *Viabilidade do uso de resíduos de pré-limpeza no processo de secagem de grãos*. Bom Jesus. 2015.

TEIXEIRA, M. M., MARTYN, P. J., HARA, T. T., & CUNHA, J. P. Propriedades Físicas E Aerodinâmicas Aplicadas Ao Projeto De Máquinas De Limpeza Para Grãos De Milho. *Engenharia na Agricultura*, 52 - 57. 2003.

VIEIRA, A. C. *Caracterização da Biomassa proveniente de Resíduos Agrícolas*. Cascavel. 2012.

WEBER, É. A. *Armazenagem Agrícola*. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial. 1995.

WEBER, É. A. *Excelência em Baneficiamento e Armazenagem de Grãos*. Niterói: Salles. 2005.
ZANOLLA, G. A. *ESTUDO DE MELHORIA NO FLUXO OPERACIONAL DO PROCESSO DE BENEFICIAMENTO DE GRÃOS EM UMA UNIDADE ARMAZENADORA DE GRÃOS*. PATO BRANCO. 2019.