

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA  
SOUZA**

**Etec CIDADE TIRADENTES**

**Curso Técnico em Segurança do Trabalho**

**Amanda Pinho Macedo**

**Ana Clara de Souza Oliver Rodrigues**

**Débora Edite da Silva**

**Guilherme Moreira Pimenta**

**Guilherme Ribeiro**

**Jonathan Miranda Tavares de Goes**

**Marcel William Mossatto Filho**

**Marcelo Henrique Gonçalves de Sousa**

**Siuvanei Alves de Sousa**

**OPERAÇÃO SEGURA EM SILOS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS**

**São Paulo**

**2024**

**Amanda Pinho Macedo**  
**Ana Clara de Souza Oliver Rodrigues**  
**Débora Edite da Silva**  
**Guilherme Moreira Pimenta**  
**Guilherme Ribeiro**  
**Jonathan Miranda Tavares de Goes**  
**Marcel William Mossatto Filho**  
**Marcelo Henrique Gonçalves de Sousa**  
**Siuvanei Alves de Sousa**

## **OPERAÇÃO SEGURA EM SILOS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Segurança do Trabalho da Etec Cidade Tiradentes, orientado pelos Professores Bruno Marangoni e Noemi Pereira Lima Galvão como requisito parcial para obtenção do título de Técnico em Segurança do Trabalho.

**São Paulo**

**2024**

**Amanda Pinho Macedo**  
**Ana Clara de Souza Oliver Rodrigues**  
**Débora Edite da Silva**  
**Guilherme Moreira Pimenta**  
**Guilherme Ribeiro**  
**Jonathan Miranda Tavares de Goes**  
**Marcel William Mossatto Filho**  
**Marcelo Henrique Gonçalves de Sousa**  
**Siuvanei Alves de Sousa**

## **OPERAÇÃO SEGURA EM SILOS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS**

Este trabalho foi julgado e aprovado como parte das exigências para a obtenção do título de Técnico em Segurança do Trabalho da Escola Técnica Estadual de Cidade Tiradentes.

São Paulo, 20 de junho de 2024.

Coordenador do curso Técnico em Segurança do Trabalho: Professor Rynaldo Lucci  
Neto

Professores orientadores: Bruno Felipe Marangoni Lopes e Noemi Pereira Lima  
Galvão

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Benedito Flávio Vieira

---

Prof.<sup>a</sup> Denise Helena de Andrade

---

Prof. Luciano Rodrigues de Lacerda

## **AGRADECIMENTO**

É com grande satisfação que dedicamos este espaço para expressar nossa gratidão a todas as pessoas e a instituição ETEC Cidade Tiradentes que contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão do nosso curso de Técnico em Segurança do Trabalho.

Gostaríamos de agradecer a todos os professores, que sempre estiveram presentes, apoiando e incentivando nossa jornada acadêmica. Ao nosso professor Bruno, queremos expressar nossa profunda gratidão. Sua orientação, conhecimento e paciência foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Suas sugestões e conselhos moldaram significativamente a qualidade desta pesquisa.

Aos meus colegas de turma que compartilharam conosco os desafios e as alegrias ao longo desses anos, agradecemos a colaboração, amizade e troca de conhecimento. Juntos, crescemos como profissionais e seres humanos.

Este trabalho é o resultado de um esforço coletivo, estamos profundamente gratos a todos que fizeram parte dessa jornada. Que este trabalho contribua para a melhoria das condições de trabalho e para a segurança de todos os trabalhadores.

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho a todas as pessoas cujas vidas são tocadas pela importância da segurança no ambiente de trabalho.

Às famílias que esperam que seus entes queridos retornem em segurança para casa a cada dia, e aos trabalhadores que enfrentam desafios diários para proteger sua própria saúde e a de seus colegas.

Dedico também a todos os profissionais de segurança do trabalho, cuja dedicação incansável e conhecimento são fundamentais para prevenir acidentes e promover um ambiente de trabalho mais seguro.

Que este trabalho possa contribuir, de alguma forma, para a contínua busca por condições de trabalho mais seguras e saudáveis para todos.

## RESUMO

A necessidade deste trabalho surgiu a partir de uma reportagem sobre acidentes em silos de armazenamento de grãos, tornando-se fundamental implementar formas e meios para agilizar o processo, mantendo a segurança nas atividades em silos e armazéns de grãos e protegendo a saúde dos funcionários. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo aprofundado das atividades realizadas em silos e suas operações de armazenagem de produtos como grãos. Será feita uma análise das atividades realizadas pelos funcionários, jornada de trabalho, possíveis acidentes ou riscos graves e iminentes à vida. As legislações municipais, estaduais e federais serão utilizadas como material de apoio. E como técnicos de segurança do trabalho, iremos propor medidas preventivas para garantir a segurança dos trabalhadores e a prevenção de perdas, como por exemplo, através da preservação dos grãos. A metodologia que o TCC traz com a especificação desse trabalho é o estudo-exploratório com referências bibliográficas; normas regulamentadoras; pesquisas.

Palavras-chave: Acidentes; Armazenamento; Processo; Silos.

## **ABSTRACT**

The need for this work arose from a report on accidents in grain storage silos, making it essential to implement ways and means of streamlining the process, maintaining safety in activities in silos and grain warehouses and protecting the health of employees. The aim of this work is to carry out an in-depth study of the activities carried out in silos and their operations for storing products such as grain. An analysis will be made of the activities carried out by employees, working hours, possible accidents or serious and imminent risks to life. Municipal, state and federal legislation will be used as support material. And as occupational safety technicians, we will propose preventive measures to ensure the safety of workers and prevent losses, for example through grain preservation. The methodology used in this work is an exploratory study using reports, regulatory standards and research.

Keywords: Accidents; Storage; Process; Silos.

# SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Problemática .....	10
1.2 Hipóteses .....	11
1.3 Objetivos .....	11
1.3.1 Objetivo Geral .....	11
1.3.2 Objetivos Específicos .....	11
1.4 Justificativa .....	12
1.5 Metodologia .....	12
2.DESENVOLVIMENTO .....	13
2.1 Tipos de armazenamento de grãos.....	13
2.2 Levantamentos dos riscos.....	16
2.2.1. Riscos de acordo com as etapas .....	16
2.2.2. Matriz de risco.....	22
2.2.3. Acidente do trabalho.....	23
2.2.4. Trabalho em altura.....	24
2.2.5. Espaço Confinado .....	25
2.2.6. Incêndio e Explosão .....	25
2.2.7. Engolfamento.....	26
2.2.8. Eletricidade .....	27
2.2.9. Permissão de Entrada e Trabalho.....	28
2.2.10. Atividades e Operações insalubres.....	31
2.2.11. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....	32
2.2.12. Atestado de Saúde Ocupacional.....	32
2.2.13. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional .....	33
2.2.14. Ergonomia.....	34
2.2.15. Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos .....	34
2.2.16. Norma Regulamentadora 01 - Disposições gerais e gerenciamentos de riscos ocupacionais .....	35
2.2.17. Norma Regulamentadora 09 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos .....	36
2.2.18. NR - 06 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI.....	36
2.3 Proposta de melhoria.....	37
3.RESULTADOS OBTIDOS .....	45
4.CONCLUSÃO .....	46
REFERÊNCIAS .....	47



## 1. INTRODUÇÃO

Silos são construções importantíssimas para a produção na indústria alimentícia, já que armazenam grandes quantidades de grãos. Eles são considerados um dos lugares mais críticos para se trabalhar, por isso exigem cuidados especiais.

Os tipos de armazenamento de grãos são variados dependendo do seu material, são fabricados em concreto, metal ou madeira. Capacidade de armazenamento:

- Silos de madeira - volumes pequenos, 60 a 80 toneladas;
- Silos de alvenaria - de 100 a 1,2 mil toneladas;
- Silos de concreto - 1 tonelada a 3 mil toneladas ou mais;
- Silos metálicos - podem variar de 60 a 20 mil toneladas ou mais.

Os silos garantem que os grãos sejam armazenados em boas condições e geralmente são mais econômicos do que os armazéns e galpões. Além disso, é preciso considerar a especificidade de cada grão.

As inspeções de segurança em silos são essenciais para identificar e mitigar potenciais riscos de acidentes, como colapsos estruturais, vazamentos, incêndios e explosões. Além disso, garantem a conformidade com regulamentações governamentais e padrões de segurança da indústria. Ao detectar problemas precocemente, as inspeções podem ajudar a evitar danos materiais, lesões aos trabalhadores e perda de produto. (MAYORCA, 2024)

Segundo a Norma Regulamentadora 33 (NR-33) - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaço Confinados, do Ministério do Trabalho, publicada pela Secretaria de Inspeção do Trabalho em 03 de outubro de 2022, é responsabilidade da organização:

[...] assegurar que o gerenciamento de riscos ocupacionais contemple as medidas de prevenção para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interagem direta ou indiretamente com os espaços confinados. (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2022)

A NR-33, que aborda sobre espaços confinados, tem o objetivo de garantir permanentemente a segurança e saúde dos trabalhadores na atividade de armazenamento de grãos em silos. Trata-se de uma área de extrema importância,

pois envolve não apenas a preservação dos ativos valiosos que são os grãos, mas também a segurança dos trabalhadores e a prevenção de incidentes que podem causar danos significativos ao meio ambiente.

O armazenamento de grãos desempenha um papel crucial na cadeia de suprimentos de alimentos, pois permite a disponibilidade deles em épocas de escassez. No entanto, a operação de silos de armazenamento de grãos é um tanto ariscada devido à natureza inflamável e deterioração dos grãos, bem como às condições ambientais adversas. Incêndios, explosões, infestações de pragas e colapsos estruturais são apenas alguns dos riscos que podem ocorrer.

Segundo o engenheiro agrícola e de segurança do trabalho Valdir da Cruz de Oliveira, acidentes como este podem ser provocados pelo acúmulo de pó proveniente dos grãos armazenados. O confinamento em si acaba tornando o pó passível de explosão ao ter contato com faíscas de equipamentos, por exemplo, segundo esse engenheiro: “[...] todo pó é passível de ser explosivo, não só o pó do grão, não só o pó armazenado no silo. [...] O pó precisa estar em suspensão, em local confinado, e ao ter uma fonte de ignição (geradores do início de um incêndio, causa a explosão)”.

A exposição dos trabalhadores a esses riscos é uma preocupação constante, exigindo estratégias de segurança ocupacional.

### **1.1 Problemática**

A necessidade de haver um meio onde exista uma segurança nos armazenamentos de grãos vem sendo pautada em vários meios empresariais.

O problema se baseia principalmente em situações de sufocamento em que os colaboradores ficam expostos por tipos variados de grãos. Há risco aos trabalhadores ficarem presos e entalados ao lidar com os silos.

Os riscos de explosões são gerados após os grãos liberarem um gás através da poeira quando estão sendo despejados.

Riscos letais de engolfamento quando os grãos são armazenados em excesso, entupindo as saídas de despejo dos silos, levando colaboradores a se arriscarem para resolver o problema manualmente.

Com as possibilidades de engolfamento, existem trabalhadores que ficam expostos a tal risco, gerando possíveis acidentes letais e fatais.

Porém, nem todos os trabalhadores sabem dessas informações, com isso gerando falta de conhecimento e de treinamento correto para tal problema.

## **1.2 Hipóteses**

Devido a armazenagem de grãos, a atmosfera com excesso de poeira torna o ambiente instável, portanto a partir de um fator de fogo ou faísca elétrica, pode desencadear uma possível explosão que pode gerar um acidente mais grave. A probabilidade de ocorrer um evento causador de um acidente de desmoronamento, dependerá de certos fatores desencadeados por erros e imprudência, imperícia e negligência por falta de conhecimento ou o fato de querer executar a tarefa de forma mais ágil, porém desprovida de segurança.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Denotar aos alunos e possíveis leitores sobre os riscos no decorrer do processo dos grãos em silos e possíveis medidas de segurança a serem tomadas.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Identificar os principais riscos existentes nas atividades através de um estudo bibliográfico.

Identificar a presença de agentes nocivos à saúde (biológico, físico, químico).

Realizar um estudo sobre as normas Regulamentadoras que atendem ao estudo de caso sobre silos de armazenamento.

Levantar o número de acidentes em silos nos últimos anos.

Sugerir medidas de prevenção nos silos que não estão de acordo com as normas.

## **1.4 Justificativa**

O grupo estava assistindo um programa na televisão e viu uma reportagem sobre acidentes em silos de armazenamento, percebendo uma necessidade de implantação de segurança na operação e armazenamento de grãos, de forma a garantir a segurança dos trabalhadores atuando na prevenção e controle de perdas.

O corpo de bombeiros que atende este tipo de chamado desde o início do ano já atendeu 16 casos e perceberam a necessidade de implementar uma força tarefa

especializada nestes casos, o estado do Mato Grosso nos últimos anos vem ocorrendo um aumento de engolfamentos em silos de armazenamento.

Os riscos dos silos não são os únicos, ainda temos também atividade em altura, ambiente confinado e risco de explosões por conta da poeira dos grãos e dos gases que se acumulam neste ambiente confinado, onde uma fagulha pode causar um incêndio e até mesmo uma explosão. O medidor de gás é usado nestes espaços pois alguns gases que além de serem inflamáveis, podem também suprir o oxigênio do ambiente trazendo riscos à saúde e a vida do colaborador.

Com a prevenção desses acidentes, os trabalhadores teriam um local mais seguro para trabalhar, a qualidade do trabalho melhoraria pois seria um lugar onde os riscos de acidentes seriam quase inexistentes, além de melhorar a imagem da empresa reduziria os gastos.

### **1.5 Metodologia**

O trabalho apresentado traz a abordagem quantitativa, contando com a visão dos autores e pesquisas das referências bibliográficas, tendo o objetivo de tornar as operações em silos de armazenagem de grãos seguras.

A metodologia que o TCC traz com a especificação desse trabalho é o estudo-exploratório com referências bibliográficas, normas regulamentadoras e pesquisas.

## 2.DESENVOLVIMENTO

A partir deste item foi possível compreender a real situação dos problemas em silos de armazenamento, como possíveis despreparos técnicos nas atividades, gerenciamento dos equipamentos de proteção e falta de comunicação entre os colaboradores.

Desde a colheita, até o transporte e outras atividades de pré-armazenamento, há uma série de etapas a serem cumpridas para que a armazenagem de grãos seja eficiente. As principais etapas anteriores ao armazenamento são:

- Recepção, onde são recebidos os grãos a serem armazenados;
- Amostragem, para que sejam analisadas as condições de armazenamento de cada grão;
- Pré-limpeza, assim que o caminhão chega e despeja os grãos no aterramento, se inicia um processo de limpeza, visando retirar a terra ou poeira dos grãos;
- Secagem, para retirar o excesso de água ou umidade dos grãos;
- Classificação, que determina quanto tempo e em qual espaço do silo ou armazém o grão deve ficar;
- Limpeza de semente de grãos, etapa básica para garantir que a mercadoria mantenha sua integridade até a distribuição;
- Armazenagem, quando a carga finalmente pode ficar guardada até que seja destinada ao consumidor. (AEGRO, 2023)

### 2.1 Tipos de armazenamento de grãos

Existem estruturas para armazenagem de grãos com diferentes funções.

Silo de espera (silo-pulmão): são silos usados como apoio durante o recebimento dos grãos. Portanto, eles armazenam os grãos limpos, porém úmidos, por poucas horas, até o momento em que os grãos são direcionados para o secador.

Em resumo, esse tipo de silo deve possuir sistema de ventilação de ar natural para evitar o aquecimento da massa de grãos devido à umidade elevada.

Figura 1: silo espera (silo-pulmão).



Fonte: *site* institucional da Becker.

Silo secador: este é o silo para onde os grãos são encaminhados após o silo de espera, para atingirem a umidade desejada para o armazenamento. Nele, os grãos recebem ar natural ou aquecido para secagem.

No entanto, esse processo é lento e a umidade não deve ser elevada, visto que pode provocar o aquecimento da massa e, com isso, a fermentação dos grãos, o que afeta a qualidade.

Figura 2: silo secador.



Fonte: *site* institucional da Perozin.

Silo armazenador: em geral, recebe o produto limpo após a secagem. Caso necessário, nesse silo a massa de grãos recebe aeração para resfriar e uniformizar a umidade.

Figura 3: silo armazenador.



Fonte: *site* institucional da Jhonrob.

Silo de expedição: por fim, os silos de expedição são suspensos e, por meio de transportadores, recebem os grãos provenientes dos silos armazenadores.

Assim, para realizar a descarga, os grãos são liberados por gravidade sobre o veículo transportador, caminhão ou vagão ferroviário (MYFARM, 2020).

Figura 4: silo de expedição.



Fonte: *site* institucional da Só Silos.

## 2.2 Levantamentos dos riscos

O levantamento dos riscos é um procedimento no qual a empresa identifica os riscos associados às suas atividades, estabelecendo medidas para diminuir ocorrências que possam trazer danos para a instituição e para seus funcionários. (Ambipar ESG, 2019).

Com base em pesquisas bibliográficas, será realizado o levantamento dos riscos de acordo com cada etapa dos processos.

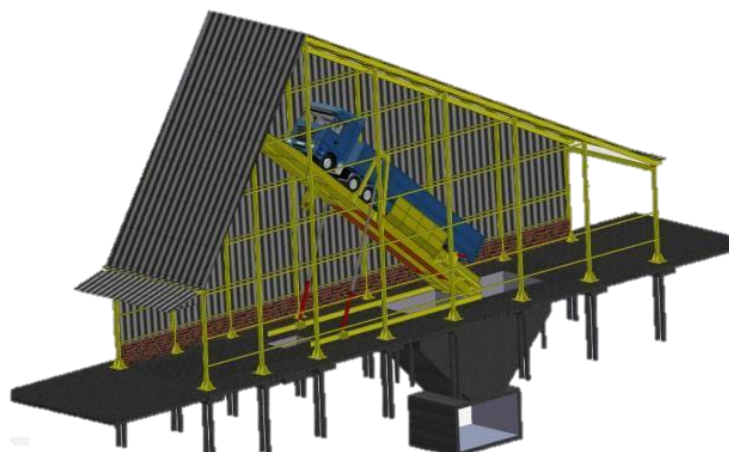
### 2.2.1. Riscos de acordo com as etapas

1º etapa: descarregamento nas moegas/tombador de caminhão.

A etapa de descarregamento de grãos nas moegas é realizada por tombadores, onde os caminhões são elevados a um ângulo de 45° graus, de modo a extrair a carga por completo pela tampa traseira, sendo direcionados para a moega e logo após para os elevadores de grãos.

O tombador é sustentado pelo “pistão”, aparelho responsável pela sua subida e descida, nesse processo apresentam vários riscos por conta da poeira emanada pelos grãos, que por sua vez, oferecem agravos aos funcionários e ao meio ambiente. Entre os riscos principais, podemos citar: ruído, dificuldades respiratórias, bactérias transportadas pela poeira, trava do pistão e queda do tombador.

Figura 5: descarregamento nas moegas.



Fonte: *site* institucional da Engeparker.



Tabela 1: Riscos da etapa 1.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Queda do tombador e trava do pistão.
Biológico	Bactérias liberadas pela poeira dos grãos.
Físico	Ruído.
Químico	Dificuldade respiratória.

Fonte: dos autores, 2024.

2º etapa: elevador de grãos.

Nessa etapa o risco implica em acúmulo de poeira e gases por conta de ser um ambiente enclausurado.

Figura 6: elevador de grãos.



Fonte: *site* institucional da Saur.

Tabela 2: Riscos da etapa 2.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Ergonômico	Movimentação dos membros superiores durante a atividade de direcionamento do pistão
Químico	Acúmulo de poeira e gases enclausurados.

Fonte: dos autores, 2024.

3° etapa: pré-limpeza dos grãos.

Os riscos presentes nesta atividade são os riscos de inalação de particulados, riscos ergonômicos, risco de incêndio e explosão por fagulha ou centelha.

Figura 7: máquina de pré-limpeza.



Fonte: *site* institucional da Pagé.

Tabela 3: Riscos da etapa 3.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Incêndio, explosão por fagulhas ou centelha.
Químico	Inalação de particulados.

Fonte: dos autores, 2024.

4° etapa: silo pulmão.

Alguns grãos armazenados, desprendem uma poeira que pode causar lesão aos olhos ou dificuldades respiratórias. A soja, por ser uma planta de porte baixo, ao ser colhida, leva consigo muita terra. Assim, ao ser armazenada desprende essa poeira, que pode provocar uma doença pulmonar chamada silicose ou o empedramento dos pulmões.

Tabela 4: Riscos da etapa 4.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Lesão nos olhos.
Químico	Silicose e dificuldade respiratória.

Fonte: dos autores, 2024.

5° etapa: expurgo.

Técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos mediante uso de gás. Deve ser realizada sempre que houver infestação, seja em produto recém-colhido infestado na lavoura ou mesmo após um período de armazenamento em que houve infestação no armazém.

Na operação de expurgo, os trabalhadores utilizam fumigantes e pesticidas, controles de pragas através do tratamento químico, alguns fumigantes contêm produtos inflamáveis: dissulfeto de carbono, dicloreto de etileno, fosfina e outros.

Figura 8: utilização de fumigantes.



Fonte: *site* institucional da Quality.

Tabela 5: Riscos da etapa 5.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Engolfamento
Químico	Produtos inflamáveis, dissulfeto de carbônico, dicloroetano e fosfina.

Fonte: dos autores, 2024.

6° etapa: estocagem.

Condições inadequadas de estocagem favorecem a proliferação de bactérias, fungos, ácaros e insetos nos grãos. A intensidade do trabalho físico aumenta a frequência respiratória e o volume de ar corrente por ser um espaço confinado, aumentando a absorção de agentes que podem causar intoxicação, asfixia na massa de grãos e explosões, devido a liberação de gases metano e etano, pelo acúmulo de poeiras no interior dos silos e em equipamentos elétricos, se forem agitados ou colocados em suspensão. Além disso, as máquinas envolvidas no processo produzem intenso ruído e vibração.

Tabela 6: Riscos da etapa 6.

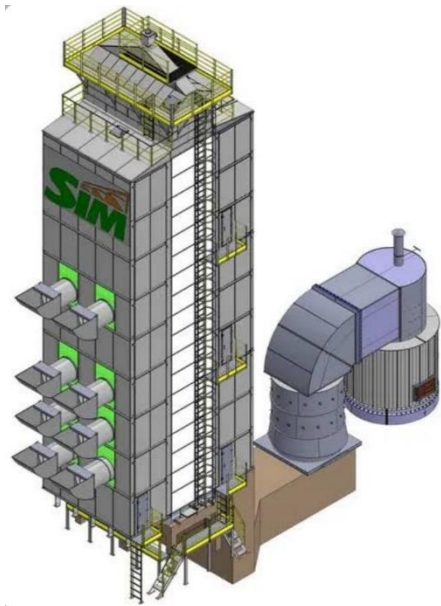
<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Explosão.
Biológico	Proliferação de bactérias, fungos, ácaros e insetos nos grãos.
Físico	Espaço confinado, ruído e vibração.
Químico	Gases metano e etano, intoxicação e asfixia.

Fonte: dos autores, 2024.

7° etapa: secador de grãos.

Nessa etapa a secagem é feita de modo artificial com o uso de secadores, é realizado com temperaturas muito altas, podendo chegar a mais de 120°C, portanto apresentam riscos de incêndios, soterramentos, quedas, explosões e riscos à saúde do trabalhador devido a causa do excesso de calor.

Figura 9: secador de grãos.



Fonte: *site* institucional da Agrofy.

Tabela 7: Riscos da etapa 7.

Riscos	Descrição
Acidente	Incêndio, soterramento, queda e explosões.
Físico	Excesso de calor.

Fonte: dos autores, 2024.

8° etapa: silo de expedição.

Os silos de expedição são suspensos e recebem os grãos destinados ao armazenamento de produtos. O recebimento dos grãos é feito através de transportadores e logo em seguida são liberados por gravidade em um veículo.

Caso o motorista estacione o caminhão errado tem grandes chances de cair grãos fora da caçamba, atingindo a cabine do motorista e criando um risco de engolfamento e altas vibrações no caminhão, por conta da tremedeira.

Devido à distância da área de carregamento, o motorista corre o risco de respirar poeira e entrar grãos no seu globo ocular.

Tabela 8: Riscos da etapa 8.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Queda dos grãos e engolfamento.
Físico	Vibração.
Químico	Dificuldade respiratória.

Fonte: dos autores, 2024.

9º etapa: casa de máquinas.

As casas de máquinas são espaços dedicados em uma edificação, especialmente em instalações industriais ou de grande porte, onde são abrigados equipamentos e máquinas responsáveis por fornecer energia, controle e suporte para o funcionamento do edifício ou de um sistema específico. Nele contém vários riscos, entre eles riscos de explosão, incêndio, esmagamento, vazamento de substâncias e quedas.

Tabela 9: Riscos da etapa 9.

<b>Riscos</b>	<b>Descrição</b>
Acidente	Explosão, incêndio, esmagamento e queda.
Químico	Vazamento de substâncias.

Fonte: dos autores, 2024.

### 2.2.2. Matriz de risco

A matriz de risco é uma ferramenta utilizada para avaliar a probabilidade de um evento acontecer e quais seriam os impactos. O grande diferencial da matriz de riscos é a facilidade que ela proporciona para visualizar informações sobre um determinado conjunto de riscos. Por se tratar de uma ferramenta gráfica, se torna fácil identificar quais riscos irão afetar menos ou mais a organização, possibilitando a tomada de decisões e a realização de medidas preventivas para tratar esses riscos.

O primeiro passo para montar a matriz de risco é definir a quantidade de níveis, para a probabilidade e impacto. Se for desejável, os níveis descritivos podem ser associados à porcentagem que os representam.

Tabela 10:Matriz de risco.

Muito baixa	> 1% a 10%
Baixa	> 11% a 30%
Moderada	> 31% a 50%
Alta	> 51% a 70%
Muito alta	> 71% a 100%

Fonte: dos autores, 2024.

Um risco baixo significa que é provável que não aconteça, já um risco alto pode acontecer toda semana.

Um impacto baixo significa que as consequências não são significativas. Por outro lado, um risco de alto impacto pode significar um dano irreversível ou que tem um custo inviável para reparação.

### 2.2.3. Acidente do trabalho

Segundo a lei 8.213 de 24 de julho de 1991, da Previdência Social:

[...] acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (PREVIDENCIA SOCIAL, 1991)

As causas dos acidentes de trabalho são na maioria das vezes complexas, porém, há três fatores que diretamente ou indiretamente atuam no desencadeamento de qualquer acidente: atos inseguros, condições inseguras e fator pessoal de insegurança (BARSANO e BARBOSA, 2012).

De acordo com Helena Corezomaé, Mato Grosso tem a maior capacidade estática e espaço de armazenagem do país. São 2.557 edificações dentre silos, graneleiros e armazéns convencionais, que perfazem um total de 48.257.378 toneladas de capacidade estática, que é a quantidade de produto que pode ser armazenado na estrutura física do armazém ou silo.

E foram nesses espaços que cinco pessoas morreram em 2021, no estado. No ano seguinte, em 2022, o número subiu para 15 mortes. Em 2023, até o mês de agosto, morreram 8 pessoas em silos, conforme levantamento feito pelo MTE (Ministério do Trabalho e Emprego) em Mato Grosso.

Figura 10: Número de mortes em Mato Grosso.



Fonte: *site* institucional primeira página.

O último acidente noticiado no estado foi em 22 de setembro, após a passarela do silo ceder.

#### 2.2.4. Trabalho em altura

Segundo a Norma Regulamentadora 35 (NR-35) - Trabalho em Altura, do Ministério do Trabalho, publicada pela Secretaria de Inspeção do Trabalho em 20 de dezembro de 2022, considera trabalho em altura toda a atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja riscos de queda.

De acordo com a própria norma, é de responsabilidade do empregador:

[...] garantir a implementação das medidas de proteção, desenvolver um procedimento operacional para as atividades rotineiras e assegurar que quando aplicável, seja emitida uma permissão de trabalho e adotar as providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de prevenção estabelecidas nesta Norma pelas organizações prestadoras de serviços (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2022).

É de responsabilidade do empregador zelar pela saúde e segurança dos colaboradores no ambiente de trabalho.

O empregado tem o direito de rejeitar executar certas tarefas caso constatar que elas apresentam riscos.

O trabalho em altura dentro da atividade de beneficiamento de grãos é rotineiro e está ligado na operação de limpeza das estruturas, seja das cédulas ou até dos silos e secadores. Essa atividade deve ser realizada apenas por pessoas capacitadas e



treinadas, deverá possuir monitoramento periódico da pressão arterial e abertura de permissão de trabalho, por parte do supervisor.

Para os trabalhos executados dentro dos silos, deve-se observar alguns critérios para as atividades em altura, como a utilização de cinto de segurança e linha de vida.

### **2.2.5. Espaço Confinado**

Segundo a Norma Regulamentadora 33 (NR-33) - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaço Confinados, do Ministério do Trabalho, classifica o espaço confinado como qualquer ambiente ou área não projetada para ocupação humana de forma contínua, no qual possui formas limitadas de entrada e saída, cujo ambiente possa ter deficiência, enriquecimento de oxigênio ou sua ventilação existente seja insuficiente de retirar contaminantes (BRASIL, 2014).

Cabe ao empregador indicar formalmente o responsável técnico para o cumprimento da norma, na maioria das vezes fica a cargo do supervisor do turno e do técnico de segurança, realizar as avaliações do ambiente.

Dentro dessa avaliação, o primeiro passo é identificar os espaços confinados existentes.

Para que o trabalhador possa trabalhar em segurança, é de responsabilidade do empregador identificar todos os riscos inerentes às atividades, sinalizar os espaços confinados e garantir que o acesso só aconteça depois de realizar a permissão de trabalho, e capacitar os funcionários quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual, o acesso, riscos e medidas de emergência e salvamento.

Para o trabalho em espaços confinados, existem pequenos aparelhos que indicam a concentração de gases perigosos no interior dos silos.

### **2.2.6. Incêndio e Explosão**

O processo de explosão se compara a uma onda que inicialmente se propaga a uma velocidade menor que a do som, aumentando de forma gradativa logo após a sua ignição, formando então ondas de alta pressão que causam rupturas em instalações, geralmente acompanhadas de incêndios (SPRADA, 2015, p. 24).

Os elementos necessários para o surgimento do fogo, são combustíveis, comburente, calor e reação em cadeia. Esses quatro elementos dispostos de forma conjunta constituem o tetraedro do fogo, e são responsáveis pela origem do processo de combustão (SPRADA, 2015, p. 24).

Figura 11: tetraedro do fogo.



Fonte: *site* institucional da Getwet.

O pó em suspensão e o oxigênio presente no ambiente, atrelado a uma possível fonte de ignição em um ambiente confinado, torna-se uma grande área de risco.

As explosões ocorrem de forma frequente nas unidades processadoras de grãos, onde existe formação de poeiras com propriedades combustíveis, é necessário que as mesmas estejam dispersas no ar e em concentrações adequadas, tal como ocorre nos locais de descarga, limpeza, secagem e armazenagem, locais onde não possuem controle de exaustão de poeiras ou que não estejam operando de forma correta (SPRADA, 2015, p. 25).

Os equipamentos elétricos, por sua própria natureza podem constituir fontes de ignição quando operando em uma atmosfera potencialmente explosiva. Essa fonte de ignição pode ser ocasionada por centelhamento devido à abertura ou fechamento de contatos, ou ainda por superaquecimento de algum componente elétrico, devido ao próprio funcionamento ou provocado por correntes de defeito.

### **2.2.7. Engolfamento**

O engolfamento é uma condição em que o material particulado sólido possa envolver uma pessoa, e que durante o processo respiratório, a inalação possa vir a causar inconsciência ou morte por asfixia.

Esse tipo de acidente pode ocorrer quando os operadores caminham sob o topo da massa de grãos e o sistema de descarga do silo é acionado. Outra situação do engolfamento ocorre quando abaixo de uma camada de grãos ocorrem estruturas com espaços vazios ou ocos, devido a problemas no enchimento da estrutura e

acomodação dos grãos, o operador ao caminhar sobre o topo do armazém acaba caindo nestes espaços e imediatamente são afundados e soterrados por quilos ou toneladas de grãos, que se moverão para ocupar aquele espaço vazio.

Figura 12: engolfamento.



Fonte: *site* institucional Blog da Engenharia.

### 2.2.8. Eletricidade

Segundo a Norma Regulamentadora 10 (NR-10) - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, do Ministério do Trabalho, publicada pela Secretaria de Inspeção do Trabalho em 08 de junho de 1978, determina que:

[...] os materiais, peças, dispositivos, equipamentos e sistemas destinados à aplicação em instalações elétricas de ambientes com atmosferas potencialmente explosivas devem ser avaliados quanto à sua conformidade, no âmbito do Sistema Brasileiro de Certificação. (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1978)

Essa norma determina também que os processos ou equipamentos capazes de gerar ou até mesmo acumular eletricidade estática, devem dispor de proteção específica e dispositivos de descarga elétrica.

Em locais com ocorrência de gases inflamáveis e explosivos, as tarefas de manutenção elétrica devem ser realizadas sob supervisão nos termos da NR-10, com a rede de energia desligada e chave de acionamento bloqueada, monitorando-se continuamente a concentração dos gases, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos.

Os grãos em silos de armazenamento liberam gases metano e etano que em contato com faíscas de equipamentos podem causar explosões, resultante da descarga eletrostática, podendo inflamar vapores ou poeiras explosivas, desencadeando tragédias fatais.

Os riscos associados à eletricidade estática incluem incêndios, danos aos equipamentos, interrupção de processos de produção, perdas de produtos e até mesmo riscos de choques elétricos nos trabalhadores.

#### **2.2.9. Permissão de Entrada e Trabalho**

A Permissão de Entrada e Trabalho, ou PET, é um documento de segurança para o trabalho em espaços confinados. Seu objetivo é garantir que o ambiente tenha condições adequadas de saúde e segurança para os profissionais.

De acordo com a Norma Regulamentadora 33 (NR-33) - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaço Confinados, do Ministério do Trabalho, cabe ao técnico de segurança do trabalho:

- a) identificar e elaborar o cadastro de espaços confinados;
- b) adaptar o modelo da Permissão de Entrada e Trabalho - PET de modo a contemplar as peculiaridades dos espaços confinados da organização;
- c) elaborar os procedimentos de segurança relacionados ao espaço confinado;
- d) indicar os equipamentos para trabalho em espaços confinados; e) elaborar o plano de resgate; e
- f) coordenar a capacitação inicial e periódica dos supervisores de entrada, vigias, trabalhadores autorizados e da equipe de emergência e salvamento. (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2022)

O empregador deve garantir que o trabalho só seja iniciado após a emissão do documento da PET, conforme o exemplo a seguir:

Figura 13: Permissão de entrada espaço confinado.



Fonte: *site* institucional coad.

Tabela 11: Permissão de Entrada de Trabalho.

<b>Modelo de caráter informativo para elaboração de PET em espaço confinado</b>
Nome da organização: Química NP
Local do espaço confinado: Cilindro de armazenamento
Espaço confinado n°: 2
Data e horário da emissão: 08/12/2024
Data e horário do término: 09/04/2024 às 15h
Trabalho a ser realizado: Limpeza em espaço confinado
Trabalhadores autorizados: Lútian Marrara e Jeferson Guimarães
Vigia: Bruno Souza
Equipe de resgate: Ricardo Alencar, Cleiton Ramos e João Silva
Supervisor de entrada: Nonato Rodrigues

Fonte: dos autores, 2024.

Tabela 12: Procedimentos que devem ser completados antes da entrada.

<b>Procedimentos que devem ser completados antes da entrada</b>		
1. Isolamento	S (X)	N ( )
2. Teste inicial da atmosfera: 08:00		
Oxigênio: 22%O <sub>2</sub>		
Inflamáveis: 10%LIE		
Gases / Vapores tóxicos: 5 ppm		
Gases / Vapores tóxicos (Listar na PET adaptada os gases monitorado pelo instrumento detector de gás): Propanona		
Poeiras / Fumos / Nevoas toxicas: 1 mg/m		
Nome legível / assinatura do supervisor dos testes: Douglas Costa		
3. Bloqueios, travamento e etiquetagem	N/A ( )	S(X)
4. Purga e/ou lavagem	N/A ( )	S(X)
5. Ventilação/exaustão – tipo, equipamento e tempo	N/A ( )	S(X)
Teste após ventilação e isolamento: Horário 09:30		
Oxigênio: 21,5 %O <sub>2</sub> >20,5% ou <22,0%		
Inflamáveis: 0,05 %LIE<10		
Gases/vapores tóxicos (listar na PET adaptada os gases monitorados pelo instrumento detector de gás) ppm		
Poeira / Fumo / Nevoa toxica: 0 mg/m		
Nome legível / assinatura do Supervisor dos testes: Douglas costa		
6. Iluminação geral	N/A ( )	S(X)
7. Procedimentos de comunicação	N/A ( )	S(X)
8. Procedimentos de resgate	N/A ( )	S(X)
9. Procedimentos e proteção de movimentação vertical	N/A ( )	S(X)
10. Treinamento de todos os trabalhadores?	S (X)	N ( )
11. Equipamentos:	S(X)	N()

12. Equipamentos de monitoramento contínuo de gases adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas de leitura direta com alarmes em condições:	S (X)	N ( )
Lanternas	S ( )	N (X)
Roupa de proteção	S (X)	N ( )
Extintores de incêndio	S (X)	N ( )
Capacetes, botas, luvas	S (X)	N ( )
Equipamentos de proteção respiratória/autônomo ou sistema de ar mandado com Cilindro de escapes	S (X)	N ( )
Cinturão de segurança e linhas de vida para a equipe de resgate	S (X)	N ( )
Escada	S (X)	N ( )
Equipamentos de movimentação vertical/suportes externos	S (X)	N ( )
Equipamento de comunicação eletrônica adequado para trabalho em áreas potencialmente explosivas	S (X)	N ( )
Equipamento de proteção respiratória autônomo ou sistema de ar mandado com cilindro de escape para a equipe de resgate	S (X)	N ( )
Equipamentos elétricos e eletrônicos adequados para trabalho em áreas potencialmente explosivas	S (X)	N ( )
Procedimentos que devem ser completados durante o desenvolvimento dos trabalhos 14. Permissão de trabalhos à quente S (X) N ( )		
Procedimentos de Emergência e Resgate: Telefones e contatos: Ambulância: 192 Bombeiros: 193 Segurança: 190		
Legenda: N/A – “não se aplica”; N - “não”; S - “sim”. ATENÇÃO: A entrada deve ser proibida se algum campo não for preenchido ou contiver a marca na coluna “não”. A falta de monitoramento contínuo da atmosfera no interior do espaço confinado, alarme, ordem do vigia ou qualquer situação de risco à segurança dos trabalhadores, implica no abandono imediato da área. Qualquer saída de toda a equipe implica a emissão de nova permissão de entrada e trabalho, exceto quanto a PET for prorrogada, atendidos os requisitos do item 33.5.12.1, desta NR. Esta permissão de entrada deverá ficar disponível no local de trabalho até o seu encerramento. Após o trabalho, esta permissão deverá ser arquivada		

Fonte: dos autores, 2024.

### 2.2.10. Atividades e Operações insalubres

Desde às operações nas fazendas no momento da colheita, até no processo de armazenagem e transporte dos grãos, todo processo que pode haver impacto e

quebra desses grãos pode levar a exposição desses trabalhadores, desenvolvendo tosse, bronquite crônica, dispneia, asma, depressão do pulmão e obstrução crônica das vias aéreas.

Se tratando da composição dos grãos, eles têm entre 60 e 75% de matéria orgânica, e entre 25 e 40% de material inorgânico. Os grãos podem conter fragmentos de cereal, óleos provenientes das sementes, e partes de leguminosas, por exemplo.

#### **2.2.11. Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente**

De acordo com a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) - Atividades e operações insalubres, do Ministério do Trabalho, para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias, o nível máximo de ruído que o trabalhador poderá ficar exposto é de 85 decibéis (dB).

Estudos apontam que a exposição a ruídos de 80 decibéis, geram danos, por isso normas estrangeiras já utilizam o limite máximo de exposição de 85 dB para uma jornada de 8 horas diárias.

À medida que o nível de ruído for aumentando, o tempo de exposição do trabalhador deverá ser diminuído. Ruídos acima de 90 dB prejudicam a conversação, além de acarretar reações fisiológicas que são prejudiciais ao organismo, como o aumento da fadiga e o do estresse.

#### **2.2.12. Atestado de Saúde Ocupacional**

Exames médicos admissionais, periódicos, demissionais, mudança de função e retorno ao trabalho. Objetiva a redução do adoecimento dos trabalhadores e acompanha a exposição dos trabalhadores a riscos do ambiente de trabalho garantindo sua saúde e bem-estar.

7.5.19.1 O ASO deve conter no mínimo:

- a) razão social e CNPJ ou CAEPF da organização;
- b) nome completo do empregado, o número de seu CPF e sua função;
- c) a descrição dos perigos ou fatores de risco identificados e classificados no PGR que necessitem de controle médico previsto no PCMSO, ou a sua inexistência;
- d) indicação e data de realização dos exames ocupacionais clínicos e complementares a que foi submetido o empregado;
- e) definição de apto ou inapto para a função do empregado;
- f) o nome e número de registro profissional do médico responsável pelo PCMSO, se houver;



g) data, número de registro profissional e assinatura do médico que realizou o exame clínico.

7.5.19.2 A aptidão para trabalho em atividades específicas, quando assim definido em Normas

Regulamentadoras e seus Anexos, deve ser consignada no ASO.

(MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2022).

### **2.2.13. Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional**

De acordo com a Norma Regulamentadora 07 (NR-07) - Programa De Controle Médico De Saúde Ocupacional - PCMSO, do Ministério do Trabalho, durante a atividade é possível notar riscos existentes, sendo um deles, a poeira gerada pelos grãos, podendo ser um agravante a saúde dos colaboradores.

Ela estabelece a obrigatoriedade de criação e implementação, por parte das empresas empregadoras, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional com a finalidade de promover e preservar a saúde de seus colaboradores.

Portanto, as empresas devem encarregar o setor de RH para providenciar exames médicos admissionais, periódicos, de retorno ao trabalho, mudança de função e demissionais.

Tudo isso para que seja possível prevenir, monitorar e controlar possíveis danos à saúde dos colaboradores.

O PCMSO é obrigatório e pode, ainda, exigir a fiscalização do ambiente de trabalho para verificar possíveis riscos que possam afetar a saúde dos colaboradores. Sobretudo, ele procura identificar especificamente as doenças diretamente relacionadas ao trabalho.

7.3.2 São diretrizes do PCMSO:

- a) rastrear e detectar precocemente os agravos à saúde relacionados ao trabalho;
- b) detectar possíveis exposições excessivas a agentes nocivos ocupacionais;
- c) definir a aptidão de cada empregado para exercer suas funções ou tarefas determinadas;
- d) subsidiar a implantação e o monitoramento da eficácia das medidas de prevenção adotadas na organização;
- e) subsidiar análises epidemiológicas e estatísticas sobre os agravos à saúde e sua relação com os riscos ocupacionais;
- f) subsidiar decisões sobre o afastamento de empregados de situações de trabalho que possam comprometer sua saúde;
- g) subsidiar a emissão de notificações de agravos relacionados ao trabalho, de acordo com a regulamentação pertinente;

- h) subsidiar o encaminhamento de empregados à Previdência Social;
- i) acompanhar de forma diferenciada o empregado cujo estado de saúde possa ser especialmente afetado pelos riscos ocupacionais;
- j) subsidiar a Previdência Social nas ações de reabilitação profissional;
- k) subsidiar ações de readaptação profissional;
- l) controlar da imunização ativa dos empregados, relacionada a riscos ocupacionais, sempre que houver recomendação do Ministério da Saúde.

7.3.2.1 O PCMSO deve incluir ações de:

- a) vigilância passiva da saúde ocupacional, a partir de informações sobre a demanda espontânea de empregados que procurem serviços médicos;
- b) vigilância ativa da saúde ocupacional, por meio de exames médicos dirigidos que incluam, além dos exames previstos nesta NR, a coleta de dados sobre sinais e sintomas de agravos à saúde relacionados aos riscos ocupacionais.

(MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2022).

#### **2.2.14. Ergonomia**

De acordo com a Norma Regulamentadora 17 (NR-17) – Ergonomia, do Ministério do Trabalho, se aplica a todas as atividades que envolvam a ergonomia no ambiente de trabalho. Isso inclui atividades realizadas em silos e locais de armazenamento de grãos, uma vez que a NR 17 estabelece diretrizes e parâmetros técnicos para adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de forma a proporcionar o máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. É importante garantir que as condições de trabalho nesses ambientes estejam de acordo com as exigências da NR 17 para promover o bem-estar e a saúde dos trabalhadores.

#### **2.2.15. Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**

De acordo com a Norma Regulamentadora 12 (NR-12) – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos do Ministério do Trabalho, se aplica a todas as atividades que envolvam máquinas e equipamentos no ambiente de trabalho. Isso inclui as zonas de perigo que as máquinas podem estar e garantir o uso dos equipamentos certos.

12.5.1. As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

12.5.1.1. A adoção de sistemas de segurança, em especial nas zonas de operação que apresentem perigo, deve considerar as características técnicas da máquina ou equipamento e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de

segurança, conforme a análise de apreciação de riscos elaborado por profissional legalmente habilitado.

12.5.1.2. A análise de apreciação de riscos deverá ser documentada com a devida anotação de responsabilidade técnica – ART e estar disponível à fiscalização do Ministério do Trabalho e Emprego.

12.5.2 Das responsabilidades:

12.5.2.1 Do Empregador: garantir que nenhuma máquina seja colocada em operação sem que possua dispositivos de segurança.

12.5.2.2 Do Trabalhador: verificar e somente colocar em operação as máquinas e equipamentos após a constatação dos dispositivos de segurança existentes encontrem-se em condições de funcionamento.

(MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2024).

## **2.2.16. Norma Regulamentadora 01 - Disposições gerais e gerenciamentos de riscos ocupacionais**

Normas que podem ser aplicadas na NR-1 (Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais) e evidenciando o comprometimento da empresa em criar um ambiente seguro para os trabalhadores envolvidos no armazenamento de grãos em silos.

Realizar análises de riscos para identificar perigos específicos relacionados ao armazenamento de grãos em silos e elaborar planos de ação para mitigar esses riscos.

Estabelecer procedimentos claros para relatar e investigar incidentes e acidentes de trabalho, visando a identificação de causas e implementação de medidas corretivas para evitar sua recorrência.

Consultar os trabalhadores sobre a percepção de riscos ocupacionais, podendo utilizar as manifestações da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Assédio (CIPA), quando aplicável, conforme previsto na NR-1.

Comunicar aos trabalhadores os riscos consolidados no inventário de riscos e as medidas de prevenção contidas no plano de ação do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), em conformidade com a NR-1.

Classificar os riscos ocupacionais de acordo com as diretrizes do subitem 1.5.4.4.2 da NR-1, visando determinar a necessidade de adotar medidas preventivas e elaborar o plano de ação correspondente.

Implementar e acompanhar as medidas de segurança, registrando as ações realizadas e realizando verificações periódicas para garantir sua eficácia, conforme estabelecido na NR-1.

Cuidar da saúde dos funcionários, integrando essa preocupação com as demais medidas de segurança, de acordo com os riscos identificados no ambiente de trabalho, seguindo as orientações da NR-1.

Estudar os acidentes e doenças que ocorrem no trabalho, registrando essas ocorrências e analisando suas causas para promover melhorias nas medidas de segurança existentes, conforme determinado pela NR-1.

### **2.2.17. Norma Regulamentadora 09 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**

Esta NR estabelece os requisitos para avaliação das exposições ocupacionais, quando identificados no PGR, previsto na NR-1, auxiliando quando as medidas de prevenção para os riscos ocupacionais. O Anexo I desta norma, determina os limites de exposição ocupacional para o agente físico vibração, estabelecendo os requisitos para a avaliação da exposição ocupacional às Vibrações em Mãos e Braços (VMB) e às Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) – quando identificados no PGR, previsto na NR1 auxiliando quanto as medidas de prevenção.

### **2.2.18. NR - 06 - Equipamentos de Proteção Individual – EPI**

Equipamento de Proteção Individual – EPI, seria todo dispositivo ou produto de uso individual utilizado pelo trabalhador e tem como finalidade protegê-lo de riscos ou ameaças a sua saúde e segurança.

Segundo a norma regulamentadora, cabe à organização fornecer ao empregado os equipamentos de proteção de forma gratuita, exigir o seu uso, registrar o seu fornecimento e comunicar ao órgão de âmbito nacional.

Com relação ao trabalhador, é de sua responsabilidade utilizar o equipamento, conservar e comunicar a organização quando o equipamento estiver danificado.

Lista de equipamentos de proteção individual:

- Proteção da cabeça – capacete, capuz ou balaclava.
- Olhos e face - óculos ou protetor facial.

- Proteção auditiva - protetor auditivo circum-auricular, semiauricular ou de inserção.
- Proteção respiratória - respirador purificador de ar motorizado e não motorizado, respirador de adução de ar tipo linha de ar comprimido ou máscara autônoma e respirador de fuga.
- Proteção do tronco – vestimenta contra agentes térmicos, mecânicos, químicos, ionizantes, contra umidade e colete à prova de balas de uso permitido para vigilantes que trabalhem portando arma de fogo.
- Proteção dos membros superiores – luvas, creme protetor de segurança, manga para proteção do braço e antebraço, braçadeira e dedeira para proteção dos dedos.
- Proteção dos membros inferiores – calçado, meia para proteção dos pés contra baixas temperaturas, perneira e calça.
- EPI para proteção do corpo inteiro – macacão e vestimenta contra agentes.
- Proteção contra quedas com diferença de nível - cinturão de segurança com talabarte.

O Ministério do Trabalho é responsável por emitir o certificado de aprovação (CA), um documento importante e necessário pois garante que os equipamentos de proteção foram testados por laboratórios competentes, aprovados conforme as normas de segurança do país e dentro do prazo de validade.

### **2.3 Proposta de melhoria**

O projeto de melhoria é uma estratégia utilizada para analisar, planejar e implementar aperfeiçoamento no processo de silos de armazenamento de grãos, a seguir encontram-se listadas as etapas propostas para a realização da atividade de forma segura.

#### **Etapa 1 - Atividade de descarga de grãos em moega**

Orientar que as áreas de circulação e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores se movimentem com segurança, e receber treinamentos específicos, no qual terão ciência dos riscos, recebendo orientações claras de como proceder para reduzir os acidentes. Além disso, há obrigatoriedade de utilização de proteção móvel quando o

acesso a uma zona de perigo for requerido mais de uma vez por turno de trabalho, notabilizando que a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco, além de oferecer medidas de proteção contra explosão.

Para combater os riscos provenientes de um ambiente contaminado por partículas prejudiciais à saúde, faz-se necessário o uso de equipamentos especiais, equipamentos de proteção respiratória. Sempre que houver a necessidade de um colaborador utilizar um respirador para sua proteção, deve ser implementado um Programa de Proteção Respiratória, utilizado por um único indivíduo.

O uso de equipamentos de proteção individual (EPI), como máscaras, óculos, toucas jalecos e calçados apropriados, também devem ser utilizados. Os treinamentos envolvendo teoria e prática são necessários para o manuseio correto dos agentes, assim como informar qual deve ser o procedimento em caso de um acidente.

Quando não é possível o controle dos níveis de ruído por meio de medidas de engenharia, como o isolamento acústico ou a substituição de equipamentos ruidosos, o uso de EPIs se torna essencial. O EPI mais comumente utilizado para proteção contra o ruído são os protetores auriculares.

## **Etapa 2 – Elevador de grãos**

Manter a Realização de limpezas periódicas com aspiradores industriais ou jatos de ar comprimido para remover a poeira acumulada.

Instalação de sistemas de ventilação adequados, como exaustores e ventiladores para garantir a circulação do ar no ambiente e evitar acúmulo excessivo de poeira e gases.

Dispositivos de filtragem como filtros de ar e mangas coletoras, para reter as partículas de poeira e evitar sua dispersão no ar.

Implementação de boas práticas de manutenção, como troca regular de filtros e limpezas de dutos e tubulações, para garantir a eficiência dos sistemas de controle de poeira.

Fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados para os trabalhadores como máscaras respiratórias, óculos de proteção e luvas para reduzir a exposição aos gases e poeiras.

Além dessas medidas, é importante também realizar treinamentos e conscientização dos trabalhadores sobre os riscos de acúmulo de poeira e gases no elevador de grãos, e sobre a importância de seguir corretamente as medidas de prevenção e controle estabelecidas.

### **Etapa 3 - Pré-limpeza de grãos**

Na etapa de pré-limpeza de grãos, é necessário haver treinamentos especializados para lidar com material particulado que se desprende dos grãos, saber os riscos que podem causar para conscientizar os colaboradores da importância do uso dos EPIs devemos utilizar as medidas de proteção coletiva e medidas administrativas ou de proteção de trabalho e medidas de proteção individual.

É importante que a empresa promova uma cultura de segurança no trabalho, incentive a comunicação aberta sobre questões de segurança e realize avaliações regulares de riscos para garantir um ambiente de trabalho seguro para todos os funcionários.

### **Etapa 4 - Silos Pulmão**

Instalar barreiras físicas ao redor dos silos para impedir o acesso não autorizado e garantir a segurança dos trabalhadores.

Colocar sinalização clara e visível indicando os perigos associados aos silos, incluindo avisos sobre riscos de queda, esmagamento ou asfixia.

Fornecer treinamento regular sobre os procedimentos de segurança ao operar perto dos silos, incluindo medidas de prevenção de acidentes e procedimentos de emergência.

Implementar um programa de manutenção preventiva para garantir que os equipamentos relacionados aos silos estejam em condições seguras de operação.

Instalar sensores de gás para monitorar os níveis de oxigênio e outros gases potencialmente perigosos dentro e ao redor dos silos, alertando os trabalhadores sobre condições perigosas.

Implementar medidas de controle de acesso, como portões com travas e sistema de controle de entrada, para garantir que apenas pessoal autorizado possa entrar na área dos silos.

Desenvolver e treinar equipes de resgate para responder rapidamente a emergências que possam ocorrer nos arredores dos silos, como resgate de pessoas presas ou confinadas.

Desenvolver e implementar políticas de segurança claras e Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) específicos para trabalhos realizados nos arredores dos silos pulmão. Isso inclui instruções detalhadas sobre como operar os equipamentos com segurança, como manusear materiais a granel e como responder a emergências.

Realizar avaliações regulares de riscos para identificar e mitigar potenciais perigos associados às operações nos silos pulmão. Isso envolve identificar os perigos existentes, avaliar os riscos associados e implementar medidas de controle apropriadas para reduzir esses riscos a níveis aceitáveis.

Promover uma cultura de segurança onde os funcionários se sintam capacitados a relatar preocupações e compartilhar ideias para melhorias na segurança. Isso pode incluir campanhas de conscientização, reuniões regulares de segurança e canais de comunicação abertos para discussão de questões relacionadas à segurança.

Garantir que o *layout* dos silos pulmão seja projetado de forma ergonômica e segura, com acesso fácil e seguro para os trabalhadores, além de garantir que os equipamentos e controles estejam ergonomicamente posicionados para facilitar o uso seguro.

Designar supervisores responsáveis pela implementação e fiscalização dos procedimentos de segurança nos silos pulmão. Esses supervisores devem ser treinados em segurança e estar cientes dos regulamentos e padrões de segurança relevantes.

Realizar auditorias regulares de segurança para avaliar o cumprimento dos procedimentos de segurança, identificar áreas de melhoria e garantir a conformidade com os regulamentos de segurança e saúde ocupacional.

Fornecer EPI adequado, como capacetes, óculos de proteção, luvas resistentes, calçados de segurança e coletes refletivos, para proteger os trabalhadores contra possíveis quedas, impactos, e outros riscos.



## **Etapa 5 - Expurgo**

Na etapa de expurgo, utilizam-se alguns pesticidas e fumigantes contendo fosfina em sua composição química, trata-se de em gás tóxico incolor, com odor forte e extremamente inflamável e explosivo.

Para os locais em que o gás se deslocar, devem ser previamente pressurizados e testados com o máximo rigor e em relação a possíveis vazamentos. Dois métodos de teste que podem ser utilizados estão listados abaixo em ordem de preferência:

1. Pressurizar o sistema com gás hélio e testar todas as conexões com um detector de vazamento, normalmente um espectrômetro de massa.
2. Pressurizar o sistema com uma mistura de no máximo 5% de hidrogênio em nitrogênio e testar todas as conexões com um detector de condutividade térmica.

Em qualquer um dos dois casos, antes de utilizar o sistema com fosfina, todas as linhas e equipamentos devem também ser inertizados com hélio ou nitrogênio puro. Caso seja necessária a utilização de fosfina em ambiente confinado, o cilindro deve ser instalado dentro de uma cabine especial com um sistema de exaustão, monitoramento de vazamentos com alarme, purga com nitrogênio e de neutralização dos gases residuais.

Para a proteção dos trabalhadores é necessário a utilização dos equipamentos de proteção individual, sendo eles:

- Máscara facial completa: indicada nas aplicações de inseticidas espaciais;
- Luva nitrílica ou luva contra agentes químicos: esse tipo de luva deve ser utilizado durante qualquer atividade que envolva o manuseio de inseticidas (preparação de caldas, abastecimento de equipamentos e aplicação residual/espacial);
- Capacete de aba larga: deve ser utilizado durante qualquer atividade que envolva o manuseio de inseticidas (preparação de caldas, abastecimento de equipamentos e aplicação residual/espacial). Esse equipamento poderá ser substituído pela touca árabe, que fornece uma proteção maior;
- Protetor auricular: o protetor auricular é indicado para uso durante o manuseio de equipamentos motorizados, no momento de regulagens ou na aplicação de produtos;

- Óculos de Segurança: utilizado durante o manuseio de inseticidas, durante a preparação de caldas, abastecimento de equipamentos e aplicação do produto;
- Avental impermeável: apenas durante a preparação de caldas e o abastecimento de equipamentos;
- Calças de brim, camisas de brim e calçados de segurança.

### **Etapa 6 - Estocagem**

Aprimoramento das condições de armazenamento por meio da implementação de sistemas de ventilação e controle de umidade nos silos, visando a mitigação da proliferação de microrganismos nos grãos.

Realização de inspeções periódicas nos silos para identificação e correção de eventuais deficiências estruturais que possam comprometer a integridade e qualidade dos grãos armazenados.

#### **Redução do Trabalho Físico Intenso:**

- Adoção de medidas de automação para minimizar a manipulação manual de cargas pesadas e conseqüentemente reduzir o esforço físico dos trabalhadores;
- Provisão de treinamento ergonômico, objetivando a disseminação de técnicas apropriadas de levantamento e transporte de cargas, bem como a promoção de pausas regulares durante as atividades laborais.

#### **Controle de Emissão de Gases e Poeiras:**

- Implementação de sistemas de ventilação e exaustão para eliminação de gases inflamáveis acumulados nos silos, mitigando riscos de explosões e incêndios;
- Adoção de medidas de controle de poeira, tais como sistemas de aspiração e filtragem de ar, visando à minimização da concentração de partículas suspensas nos ambientes de trabalho.

#### **Proteção contra Ruído e Vibração:**

- Instalação de barreiras acústicas e disponibilização de equipamentos de proteção auricular, visando a redução da exposição dos trabalhadores a níveis excessivos de ruído;

- Realização de manutenção preventiva em máquinas e equipamentos, com o propósito de minimizar a ocorrência de vibrações que possam impactar negativamente a saúde e bem-estar dos colaboradores.

### **Etapa 7 - Secador de grãos**

Durante as atividades é possível notar riscos existentes, sendo um deles, a poeira gerada pelos grãos, podendo ser um agravante a saúde dos colaboradores.

Podendo-se despejar com segurança, em uma área abrangente e sem excessos, com um limite tolerável de exposição.

O uso e controle dos Equipamentos de proteção individual deve ser observado, para se garantir um trabalho mais seguro.

Respiradores são importantes para a função, para garantir que as vias aéreas do trabalhador sejam protegidas de diversos contaminantes.

### **Etapa 8 – Silo de expedição**

Por conta dos grãos que caem na caçamba, uma poeira é formada, devido a isso o trabalhador deve usar EPI como óculos, máscaras e luvas para que os grãos não caiam nos olhos e o mesmo não respire a poeira.

O motorista e os trabalhadores que irão receber a carga devem ficar afastados para não acontecer um soterramento ou até mesmo uma explosão.

O técnico que irá fazer a verificação ou até mesmo o trabalhador no silo de expedição devem ter treinamento e o local deve conter parapeitos para que não possa ter quedas.

### **Etapa 9 - Casa de máquinas**

Seguindo os riscos existentes na casa de máquinas, é possível concluir as seguintes melhorias:

- Detecção e supressão de incêndio: Contenha rapidamente quaisquer tipos de incêndios que ocorram na casa de máquinas, implementando sistemas de detecção e supressão automática de incêndio, como sprinklers e sistemas de espuma;

- Separação e contenção de materiais perigosos: Certifique-se de que materiais perigosos, como produtos químicos inflamáveis, sejam armazenados em recipientes apropriados e protegidos para evitar vazamentos e contaminação ambiental;

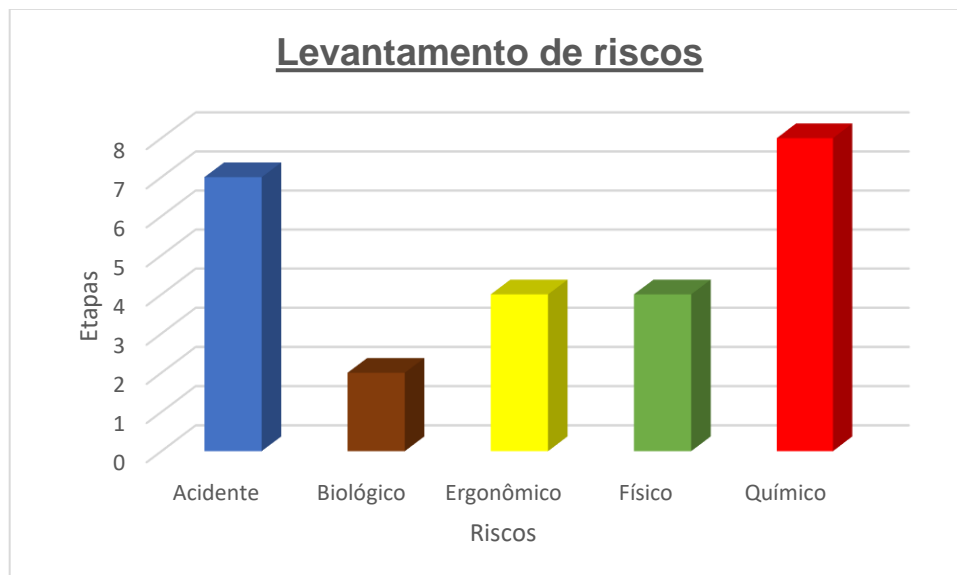
- Manutenção preventiva: Estabeleça um programa de manutenção preventiva para garantir que todos os equipamentos da casa de máquinas estejam em boas condições e operem com segurança;
- Treinamento e Conscientização: treine regularmente os funcionários sobre procedimentos de segurança, incluindo o que fazer em uma situação de emergência, como derramamento de materiais perigosos ou incêndio;
- Sinalização Adequada: sinais claros e visíveis são colocados em toda a casa de máquinas indicando a localização das saídas de emergência, equipamentos de segurança e procedimentos de emergência;
- Prevenção de quedas: instale dispositivos de proteção como corrimões e guarda-corpos para evitar quedas de locais altos da casa de máquinas;
- Inspeções regulares: inspecione o compartimento do motor regularmente para identificar e resolver possíveis problemas de segurança antes que se tornem sérios;
- Procedimentos de Emergência: desenvolver e implementar procedimentos de emergência detalhados, incluindo evacuação do local, em caso de incêndio ou derramamento de material perigoso.

### 3.RESULTADOS OBTIDOS

Com este trabalho, fica possível perceber o quanto determinadas atividades relacionadas aos silos de armazenagem são importantes e perigosas, os riscos existentes são notáveis, como a poeira gerada, possíveis explosões e o mais conhecido, engolfamento, sendo assim, constantes vistorias, treinamentos e equipamentos adequados podem amenizar cada vez mais os perigos e acidentes nas atividades. Foi demonstrado que a presença de uma atmosfera com alto teor de poeira aumenta significativamente o risco de explosão durante o armazenamento de grãos. Estes resultados confirmam a importância de medidas preventivas para reduzir os riscos, conforme exigido pelas normas de segurança relevantes.

Foi constatado que a possibilidade de um evento resultar em um acidente de colapso está diretamente ligada a fatores como erro, ineficiência e descuido. Através de uma análise das etapas de trabalho, criamos um gráfico evidenciando os riscos presentes nas atividades, destacando os maiores potenciais de riscos dentre os aspectos ergonômicos, químicos e acidentais.

Gráfico 1: Levantamento de risco.



Fonte: dos autores, 2024.

A análise dos dados revela que os principais fatores que contribuem para essa probabilidade são a falta de conhecimento ou a busca por maior eficiência, sem considerar a segurança como prioridade.

## 4.CONCLUSÃO

Em vista de todos os aspectos que foram discutidos, foi possível atingir o objetivo geral e realizar um levantamento dos riscos existentes e as possíveis medidas de prevenção, de modo a proteger o coletivo e o trabalhador de forma individual, de maneira a neutralizar os riscos quando não for possível a eliminação.

Ao analisar cada etapa, localizando cada perigo, eliminando e controlando os riscos de cada atividade em base nos estudos e pesquisas sobre um grupo de bombeiros que atendem o estado do Mato Grosso, aprimorando no resgate de engolfamento em silos de armazenamento de grãos.

Ao identificar os riscos associados ao ambiente de trabalho e propor medidas preventivas, buscando eliminar os impactos negativos sobre a saúde e segurança, os resultados fornecem subsídios importantes para a implementação de práticas seguras e mais eficientes.

No entanto, existe a necessidade de continuar aprimorando essas medidas e promover uma cultura de prevenção e visando garantir condições de trabalho mais seguras e saudáveis para todos os envolvidos.

As hipóteses apresentadas inicialmente se mostram verdadeiras tendo em vista que o excesso de poeira é uma das principais causas de acidentes em silos, além dos agentes nocivos à saúde que em cada etapa se mostram prejudiciais à saúde dos trabalhadores.

A pesquisa e elaboração deste trabalho agregou, o conhecimento e o entendimento sobre os processos que antes era algo incógnito nas observações do grupo, mas a partir do momento que buscaram, passou a ser claro, cognoscível e necessário para o conhecimento do público.

A escolha adequada do tipo de silo, juntamente com práticas de manejo e monitoramento eficaz, são essenciais para garantir a segurança alimentar, minimizar perdas pós-colheita e contribuir para a rentabilidade do produtor. No entanto também existe a necessidade contínua de pesquisa e desenvolvimento para aprimorar ainda mais as tecnologias de armazenamento de grãos, visando enfrentar desafios futuros, como as mudanças climáticas e a demanda crescente por alimentos.

## REFERÊNCIAS

AEGRO, São Paulo, 04, agosto. 2023. Disponível em: <https://aegro.com.br/>. Acesso em: 02 de mar. de 2024

AGROLINK, São Paulo, 09, março. 2022. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/poscolheita/operacoes/seguranca/>. Acesso em: 12 de mar. de 2024.

Ambipar ESG, São Paulo, 12, agosto. 2019. Disponível em: <https://www.verdeghaia.com.br/acoes-corretivas-e-identificacao-perigos-e-riscos/>. Acesso em: 12 de mar. de 2024.

Armac, São Paulo, 28, janeiro. 2022. Disponível em: <https://armac.com.br/blog/seguranca/acidentes-em-silos/>. Acesso em: 13 de mar. de 2024.

BORSANO, Paulo Roberto e BARBOSA, Rildo Pereira. Segurança do Trabalho, Guia Prático e Didático. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 01 – disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Brasília: Portaria MTP no 344, 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 07 – programa de controle médico de saúde ocupacional - PCMSO**. Brasília: Portaria MTP no 567, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 09 – avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos**. Brasília: Portaria MTP no 426, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Portaria MTP no 598, 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 12 – segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**. Brasília: Portaria MTP no 344, 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 15 – atividades e operações insalubres**. Brasília: Portaria MTP no 806, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 17 – ergonomia**. Brasília: Portaria MTP no 4.219, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados**. Brasília: Portaria MTP no 1.690, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Educação. **Norma Regulamentadora 35 – Trabalho em Altura**. Brasília: Portaria MTP no 4.218, 2022.

CLIMATE FIELD VIEW, São Paulo, 06, junho. 2020. Disponível em: <https://climatefieldview.com.br/> Acesso em: 21 de out. de 2023.

GIOMBELLI, Gilvana. Silo de grãos: entenda o que é e o que pode causar explosões como as que deixaram mortos e feridos no PR. G1 - O portal de notícias da Globo, Paraná, 27 jul. 2023.

Globo Rural Completo 06-08-2023 HD., 6 ago. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=L2BL4FBCImg>.

KOCK, Maikol Anderson. **Dimensionamento de um silo metálico com fundo plano para armazenamento de soja**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.

Mayorca Inspeções Industriais, Paraná, 05, abril. 2024. Disponível em: <https://mayorca.ind.br/importancia-da-inspecao-de-seguranca-em-silos-de-armazenagem-tipos-periodicidade-e-observacoes-essenciais/>. Acesso em: 21 de jun. de 2024.

MOTA, Felipe Sprada Tavares. Identificação dos riscos na atividade de beneficiamento de grãos – um estudo de caso. 2015. 47 f. TCC (Graduação – Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015

MYFARM, São Paulo, 18, junho. 2020. Disponível em: <https://www.myfarm.com.br/> Acesso em: 04 de mar. de 2024.

Revista Cultivar, Rio Grande do Sul, 28, abril. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/armazenagem-segura-de-graos>. Acesso em: 13 de mar. de 2024.