

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE**  
**CAMPUS CASCAVEL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE SECAGEM E**  
**ARMAZENAGEM DE GRÃOS**

**PETERSON DIEGO KUNH**

**CASCAVEL - PR**

**AGOSTO - 2023**

**PETERSON DIEGO KUNH**

**GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE SECAGEM E  
ARMAZENAGEM DE GRÃOS**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, área de concentração em Sistemas Biológicos e Agroindustriais.

Orientador: Prof. Dr. Divair Christ

**CASCADEL - PR**

**AGOSTO - 2023**

Kunh, Peterson

GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE SECAGEM E  
ARMAZENAGEM DE GRÃOS / Peterson Kunh; orientador Divair  
Christ. -- Cascavel, 2023.

98 p.

Tese (Doutorado Campus de Cascavel) -- Universidade  
Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e  
Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,  
2023.

1. Segurança do trabalho. 2. Acidente do trabalho. 3.  
Avaliação de riscos ambientais. I. Christ, Divair, orient.  
II. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Reitoria

CNPJ 78.680.337/0001-84

Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário

Tel: (45) 3220-3000 - Fax: (45) 3225-4590 - www.unioeste.br

CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701

Cascavel - PARANÁ



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

## **PETERSON DIEGO KUNH**


### **GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE SECAGEM E ARMAZENAGEM DE GRÃOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola, área de concentração Sistemas Biológicos e Agroindustriais, linha de pesquisa Tecnologias de Produção Vegetal e Pós-colheita, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **DIVAIR CHRIST**  
Data: 04/08/2023 11:38:44-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Orientador(a) - Divair Christ**

**Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)**

Documento assinado digitalmente  
 **EVANDRO ANDRE KONOPATZKI**  
Data: 04/08/2023 12:58:51-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


**Evandro André Konopatzki**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

Documento assinado digitalmente  
 **SILVIA RENATA MACHADO COELHO**  
Data: 04/08/2023 16:06:18-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


**Silvia Renata Machado Coelho**

**Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)**

Documento assinado digitalmente  
 **CARLOS APARECIDO FERNANDES**  
Data: 07/08/2023 09:35:09-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Carlos Aparecido Fernandes**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

Documento assinado digitalmente  
 **SERGIO ADELAR BRUN**  
Data: 05/08/2023 07:23:39-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

**Sergio Adelar Brun**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)**

**Cascavel, 04 de agosto de 2023.**

## BIOGRAFIA

Peterson Diego Kunh, nascido no dia 03 de outubro de 1983, na cidade de Assis Chateaubriand – PR, filho de Nélio José Kunh e Lira Kunh. Possui graduação em Engenharia de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR de Campo Mourão – PR (2005). Especialização em MBA – Gestão Empresarial pela UNIPAR em Toledo – PR (2007). Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela FAG em Cascavel – PR (2010). Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR de Ponta Grossa (2010). Licenciatura em Matemática pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR de Medianeira (2019). Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE Campus de Cascavel, sob orientação do professor Dr. Divair Christ na área de concentração: Sistemas Biológicos e Agroindustriais, com início em março de 2020. Desde 2014, é professor do magistério superior da UTFPR Campus Medianeira; trabalhou no fomento avícola da C-Vale – Cooperativa Agroindustrial em Palotina – PR (2007 - 2008), Cargo: analista administrativo; UTFPR Campus Toledo (2008 – 2011), Cargo: Assistente em Administração; UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana em Foz do Iguaçu (2011-2014), Cargo: Engenheiro de Segurança do Trabalho.

A Jesus, meu mestre; Maiara, minha esposa;  
Guilherme, meu filho,  
dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida e oportunidade de ser um eterno aprendiz. Quero agradecer às pessoas que me ajudaram durante toda essa jornada do Doutorado.

Gratidão a meus pais, Nélio e Lira, por me ensinarem os caminhos corretos e justos.

Gratidão à minha esposa Maiara, que, nesse período, me apoiou com seu carinho, amor e paciência. Obrigado por ser minha fortaleza: sem você, nada disso seria possível.

Gratidão ao meu filho, Guilherme, pelo apoio, amor e compreensão nos momentos de minha ausência.

Gratidão a meu orientador, professor Dr. Divair Christ, pelos ensinamentos, pelo apoio, que, além de um excelente profissional, é um grande amigo.

Gratidão à UTFPR de Medianeira – PR, pelo apoio e a disponibilidade dos equipamentos.

Gratidão a todos os colegas, alunos, técnicos, colaboradores e professores da UNIOESTE de Cascavel, pela ajuda e companheirismo em todos os momentos.

## **GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS NOS PROCESSOS DE SECAGEM E ARMAZENAGEM DE GRÃOS**

Kunh, Peterson Diego. **Gestão de riscos ocupacionais nos processos de secagem e armazenagem de grãos**. Orientador: Divair Christ. 2023. 99f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2023.

### **RESUMO GERAL**

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver e aplicar um modelo para realizar a gestão de riscos ocupacionais durante o processo de armazenagem e secagem de grãos, com o qual é possível caracterizar, priorizar e propor medidas que auxiliem a resolução das não conformidades identificadas. O modelo foi aplicado em uma unidade localizada na região Oeste do Paraná e validado com os profissionais do Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do Trabalho, além de uma empresa que presta serviços na área de segurança do trabalho na região. A pesquisa foi dividida em 2 artigos, sendo que o primeiro possui como objetivo realizar uma abordagem prática do modelo aplicado à inspeção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas com a utilização de veículos aéreos não tripulados nas atividades de inspeção visual desses sistemas, para que seja possível realizar o planejamento da manutenção e das atividades realizadas em altura. O procedimento permitiu realizar o planejamento e direcionar o trabalho de manutenção apenas onde foi necessário. Dentre as principais vantagens está a eliminação da exposição a trabalhos realizados em altura, bem como maior agilidade e registro por meio das fotos e vídeos. Como desvantagens há a dependência das condições climáticas (sem chuvas e ventos fortes), obstáculos e cabos utilizados na sustentação da estrutura que dificultam a operação do equipamento. O modelo de avaliação pode ser aprimorado ao utilizar a inspeção autônoma do sistema, que, aliada à utilização de software de análise de imagens e vídeos, poderá identificar as não conformidades. O segundo artigo teve como objetivo identificar, avaliar, priorizar e estabelecer medidas de controle para a exposição ao calor e ruído nas atividades efetivadas, o que gerou uma pontuação que representa a situação dos riscos no ambiente. Dos 104 pontos possíveis na avaliação, a exposição ocupacional ao calor obteve a menor pontuação, 70 (nível regular), que indica bom estado com restrição à norma; para ruído, a nota obtida foi 90 (nível normal), em bom estado, com poucas restrições à norma. Com o modelo foi possível avaliar os riscos priorizando, por meio da pontuação gerada, às de níveis mais críticos (calor), a fim de propor medidas para auxiliar a resolução (instalar um medidor de temperatura e umidade no ambiente e troca da luva de proteção contra agentes térmicos). Sua aplicação cria um banco de dados que auxiliará a identificar e prever situações de risco.

**Palavras-Chave:** Segurança do trabalho. Acidente do trabalho. Avaliação de riscos ambientais.



## OCCUPATIONAL RISK MANAGEMENT IN GRAIN DRYING AND STORAGE PROCESSES

Kunh, Peterson Diego. **Occupational risk management in grain drying and storage processes**. Advisor: Divair Christ. 2023. 99p. Thesis (Doctorate in Agricultural Engineering) - Graduate Program in Agricultural Engineering, Western Paraná State University, Cascavel, PR, 2023.

### ABSTRACT

This research aims to develop and apply a model to perform occupational risk management during the grain storage and drying process, with which it is possible to characterize, prioritize, and propose measures that assist in resolving identified non-conformities. The model was applied in a unit located in the western region of Paraná and validated with professionals from the Specialized Service in Safety and Occupational Medicine, as well as a company that provides services in the area of occupational safety in the region. The research was divided into two articles, the first of which aims to carry out a practical approach to the model applied to the inspection of lightning protection systems using uncrewed aerial vehicles in the visual inspection activities of these systems, so that it is possible to carry out the planning of maintenance and activities carried out at height. This procedure allowed planning and directing maintenance work only where necessary. Among the main advantages is eliminating exposure to work carried out at height and greater agility and recording through photos and videos. Disadvantages include the dependence on weather conditions (no rain and strong winds), obstacles and cables used to support the structure, which makes it difficult to operate the equipment. The evaluation model can be improved by using the autonomous inspection of the system, which, combined with image and video analysis software, can identify non-conformities. The second article aimed to identify, evaluate, prioritize and establish control measures of the exposure to heat and noise in the activities carried out, which generated a score that represents the situation of risks in the environment. Of the 104 possible points in the evaluation, occupational exposure to heat obtained the lowest score, 70 (normal level), which indicates good condition with restriction to the standard; for noise, the score obtained was 90 (normal level), in good condition, with few restrictions to the standard. With the model, it was possible to evaluate the risks, prioritizing, through the score generated, those of more critical levels (heat) in order to propose measures to assist the resolution (install a temperature and humidity meter in the environment and change the protective glove against thermal agents). Its application creates a database that will help identify and predict risk situations.

**Keywords:** Occupational safety. Work accident. Environmental risk assessment.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
3.1 Produto Interno Bruto.....	17
3.2 Geração de empregos .....	19
3.3 Etapas do processo de armazenagem e secagem de grãos.....	21
3.4 Gestão de riscos .....	24
3.5 Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos.....	26
3.5.1 Legislação da engenharia em segurança do trabalho aplicada ao setor.....	31
3.5.1.1 Ruído .....	31
3.5.1.2 Temperatura .....	32
3.5.1.3 Iluminação .....	33
3.5.1.4 Riscos em máquinas e equipamentos.....	33
3.5.1.5 Espaços confinados, engolfamento, agentes químicos e material particulado .....	34
3.5.1.6 Trabalho em altura .....	38
3.5.1.7 Vibração.....	39
3.5.1.8 Instalações elétricas.....	40
3.5.1.9 Prevenção e combate a incêndios .....	41
3.6 Considerações a respeito da revisão sistemática da literatura .....	41
<b>4 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>42</b>
<b>5 ARTIGO 1: INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM PLANTAS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS</b> .....	<b>51</b>
5.1 Introdução.....	52
5.2 Material e métodos.....	53
5.2.1 Levantamento do atual estado da literatura .....	53
5.2.2 Checklist de inspeção .....	53
5.2.3 Indicador de avaliação e plano de ação .....	56
5.2.4 Equipamento utilizado.....	56
5.3 Resultados e discussão .....	57
5.3.1 Aplicação do Indicador de avaliação .....	58
5.4 Conclusões .....	67

5.5 Agradecimentos .....	67
5.6 Referências.....	67
<b>6 ARTIGO 2: GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS EM UNIDADES DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS .....</b>	<b>70</b>
6.1 Introdução.....	71
6.2 Material e métodos .....	72
6.3 Resultados e discussão .....	81
6.3.1 Avaliação ocupacional ao calor.....	83
6.3.2 Avaliação ocupacional ao ruído.....	88
6.3.3 Plano de ação .....	92
6.4 Conclusões .....	93
6.5 Agradecimentos.....	94
6.6 Referências.....	94
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>98</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores de contribuição do PIB por Setores e Subsetores. Brasil, 1º trimestre 2022 .....	18
Tabela 2 Organização Hierárquica da CNAE .....	28
Tabela 3 Exemplo de codificação. ....	28
Tabela 4 Parâmetros de regulagem utilizados em cada equipamento .....	79
Tabela 5 Período entressafra: resumo da avaliação de exposição ao calor .....	85
Tabela 6 Período de safra: avaliação do ciclo de exposição ao calor .....	86
Tabela 7 Período de safra: resumo da avaliação de exposição ao calor .....	86
Tabela 8 Dosimetrias realizadas durante o período entressafra 28/11/2022 .....	89
Tabela 9 Dosimetrias realizadas durante o período de safra 23/02/2023 .....	89

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Painel de informações do novo CAGED admissões, desligamentos e saldos mensais de janeiro de 2020 a maio de 2022.....	19
Figura 2 Painel de informações do novo CAGED, saldos mensais por grande agrupamento de atividade econômica. ....	20
Figura 3 Imagem de uma unidade de armazenagem.....	23
Figura 4 Processo de uma unidade armazenadora.....	23
Figura 5 Processo de gestão de riscos. ....	25
Figura 6 Distribuição de acidentes do trabalho liquidados por consequência no Brasil em 2019. ....	27
Figura 7 Média da quantidade de acidentes do trabalho do setor agropecuário no Brasil....	29
Figura 8 Esquema utilizado para inspeção. ....	58
Figura 9 Unidade de armazenagem e secagem inspecionada (A), SPDA haste de Franklin, isoladores e cabeamento (B) e SPDA gaiola de Faraday, isoladores e cabeamento (C). ....	62
Figura 10 Inspeção Haste de Franklin. ....	63
Figura 11 A) Medidor de estresse calórico e central Commander; B) audiodosímetros SmartdB.....	79
Figura 12 A) Vista aérea da unidade; B) setor das fornalhas em período entressafra.....	82
Figura 13 A) Estoque de lenha e local das fornalhas em período de safra e B) equipamento de calor posicionado e realizando coleta com escotilha da fornalha aberta. ....	83
Figura 14 Período entressafra - Temperatura do IBUTG, tbs, tbn e tg. ....	84
Figura 15 Período de safra - Temperatura do ciclo de exposição IBUTG, tbs, tbn e tg .....	85
Figura 16 Planilha de inspeção da exposição ao calor.....	87
Figura 17 Planilha de inspeção da intensidade sonora da unidade - avaliação nº4 - 23/02/2023 .....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Pontos avaliados durante a inspeção.....	54
Quadro 2 Avaliação dos riscos: perda do link, condições climáticas desfavoráveis e colisão da aeronave com cabos e rede elétrica. ....	60
Quadro 3 Embasamento legal das questões avaliativas ao calor. ....	76
Quadro 4 Embasamento legal das questões avaliativas ao ruído. ....	78

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no quarto trimestre de 2022, o setor agropecuário contribuiu para o Produto Interno Bruto - PIB do Brasil com aproximadamente R\$ 116 bilhões por meio da produção de alimentos e fornecimento de matérias-primas à indústria. Vistos os novos desafios decorrentes da pandemia do coronavírus, causador da Covid-19, observa-se que esse setor possui um papel estratégico no enfrentamento da atual crise econômica, no que se refere à disponibilidade de alimentos no Brasil e no Mundo (BACHEWE et al., 2018; BECKMAN; COUNTRYMAN, 2021).

Para o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2020a), o setor agropecuário é o elo fundamental da cadeia de bens alimentícios; a produção e distribuição são essenciais para a preservação e recuperação das populações, contribuindo para manter e gerar empregos.

Em maio de 2022, o Brasil contabilizou 41.729.858 vínculos celetistas ativos, sendo que, desse total, aproximadamente 4,15% pertencem ao setor Agropecuário; vale ressaltar que, nesse quantitativo, não estão contabilizados os produtores familiares e trabalhadores informais, mais frequentes nesse setor (DAVIS; KOTOWSKI, 2007; MEDEIROS et al., 2015; BARAZA; CUGUERÓ-ESCOFET, 2021). No período de janeiro de 2020 a maio de 2022, o setor agropecuário teve menor oscilação no saldo de admissões versus desligamentos, permanecendo com saldo positivo na maioria dos meses, inclusive no auge da pandemia, que começou a surtir efeitos no Brasil a partir de março de 2020 (CAGED, 2022).

Diante da importância desse setor para a economia, observa-se que se tem utilizado diversas tecnologias e equipamentos nas atividades desenvolvidas na agropecuária, entretanto, em algumas situações, essa interação com o trabalhador pode ter como resultado o acidente ou adoecimento, afetando tanto os trabalhadores como as empresas nos quesitos produtividade e economia (GALLEGO et al., 2021).

O trabalho deve ser visto como um meio digno, no qual a pessoa seja remunerada e, assim, consiga satisfazer suas necessidades, adquirindo bens e serviços. Mas esse não é o resultado quando ocorrem mortes, amputações e lesões.

De acordo com o Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho - AEAT, em 2020, ocorreram 445.814 acidentes do trabalho no Brasil. Verifica-se uma redução dos números quando comparado aos anos de 2018 (586.017) e 2019 (586.857), reflexos da redução das atividades industriais e de prestação de serviços impactadas diretamente pela pandemia da Covid-19 (AET, 2020).

Uma situação que se deve considerar é que o dado estatístico somente representa os acidentes que possuíram a Comunicação de Acidente do Trabalho - CAT registrada, com

empregados que possuem carteira de trabalho assinada. Dessa forma, estima-se que, se forem considerados os trabalhadores informais e os autônomos, esse número pode ser até sete vezes maior, de acordo com um estudo realizado pela Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho – FUNDACENTRO, fundação ligada ao Ministério do Trabalho e Previdência (RAMOS, 2020).

De acordo com os dados da Organização Internacional do Trabalho – OIT, ocorrem no mundo aproximadamente 2,3 milhões de mortes por ano, decorrentes do processo inadequado de trabalho, de maneira que os custos econômicos variam entre 1,8 a 6% do PIB do país, com uma média de 4% (TAKALA et al., 2014; BERMUDEZ, 2018; GALLEGO et al., 2021).

Contextualizado o tema que será abordado nesta pesquisa, tem-se, como problema, o elevado número de acidentes e adoecimentos acometidos no processo de secagem e armazenagem de grãos; como hipótese, elenca-se a falta de um modelo eficaz de gestão de riscos aplicada ao setor. Propõe-se um modelo com vistas a desenvolver e aplicar estratégias para identificar, avaliar, priorizar e neutralizar os riscos ocupacionais.

Esta tese está dividida em 3 seções, sendo que a primeira contém o referencial teórico, que forneceu a base para o desenvolvimento da pesquisa. Na segunda seção, visa-se fornecer orientações sobre a aplicação prática do método proposto para evitar acidentes em uma unidade de armazenagem e secagem de grãos, que envolve trabalho em altura durante a inspeção de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA. Na terceira e última seção, visa-se realizar a avaliação da exposição ocupacional ao calor e ruído, propondo medidas para auxiliar a resolução das não conformidades identificadas, priorizando, por meio da pontuação gerada, as de níveis mais críticos.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um modelo de gestão, identificação e neutralização de riscos, com vistas a reduzir os acidentes do trabalho durante o processo de secagem e armazenagem de grão em silos verticais.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) Caracterizar os acidentes do trabalho que ocorrem na atividade econômica analisada, por meio de uma revisão sistemática da literatura;
- b) Propor um roteiro de coleta de informações com base nos riscos identificados, considerando a legislação aplicada, mecanismos de mensuração e limites de tolerância;
- c) Utilizar indicador de avaliação para constatar o nível de urgência de adequação das situações de riscos identificadas priorizando as de níveis mais críticos;
- d) Propor um plano de ação para minimizar/neutralizar as não conformidades identificadas.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para vislumbrar a importância do estudo dos acidentes de trabalho no setor primário agrícola e sua influência, é necessário contextualizar a importância do setor e mostrar sua representatividade para a economia e geração de emprego no Brasil. Na sequência, visa-se apresentar o conceito de gestão de riscos, as etapas do processo de armazenagem e secagem de grãos, os respectivos riscos ocupacionais existentes e a legislação aplicada.

#### 3.1 Produto Interno Bruto

O PIB é considerado um indicador de fluxo de novos bens e serviços finais que foram produzidos durante um período de tempo (mensal, trimestral e anual), os quais são medidos no preço que chegam ao consumidor, levando em consideração também os impostos sobre os produtos comercializados. Isso significa que, se um país ficar estagnado, durante o período de um ano (não produzir nada), seu PIB será nulo (IBGE, 2022b).

Para realizar o cálculo do PIB, são utilizados diversos dados e informações produzidos pelo IBGE e outros de fontes externas: Balanço de Pagamentos (Banco Central); Declaração de Informações Econômico-Fiscais da Pessoa Jurídica - DIPJ (Secretaria da Receita Federal); Índice de Preços ao Produtor Amplo - IPA (FGV); Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo - IPCA (IBGE); Produção Agrícola Municipal - PAM - (IBGE); Pesquisa Anual de Comércio - PAC (IBGE); Pesquisa Anual de Serviços - PAS (IBGE); Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF (IBGE); Pesquisa Industrial Anual - Empresa - PIA-Empresa (IBGE); Pesquisa Industrial Mensal - Produção Física - PIM-PF (IBGE); Pesquisa Mensal de Comércio - PMC (IBGE); Pesquisa Mensal de Serviços - PMS (IBGE) (IBGE, 2022b).

A partir do PIB, podem ser realizadas diversas análises, tais como: comparações entre as economias dos diversos países; PIB per capita; evolução histórica; participação dos diversos setores econômicos; entre outras. Dessa forma, pode-se verificar que o PIB é considerado um indicador síntese da economia de um país (IBGE, 2022b).

No período que antecedeu a pandemia, depois das quedas nos anos de 2015 e 2016, o PIB teve três anos de resultados positivos com altas de 1,3%, em 2017 e 2018, fechando o ano de 2019 com um crescimento de 1,1%, o que totalizou R\$ 7,257 trilhões (IBGE, 2020).

Em 2020, ano em que os reflexos da pandemia de Covid-19 no Brasil foram iniciados, o PIB caiu 4,1% frente a 2019, menor taxa histórica desde 1996. Tal resultado é um reflexo das quedas na indústria (-3,5%) e nos serviços (-4,5%). Houve apenas aumento na agropecuária (2%), decorrente principalmente do ganho de produtividade e crescimento da produção da atividade de agricultura (IBGE, 2021).

Observa-se que, mesmo com a queda do PIB em 2020, quebrando uma série histórica de aumento dos últimos 3 anos, o desempenho não foi pior em virtude da alta na agropecuária no referido ano (BECKMAN; COUNTRYMAN, 2021; IBGE, 2021).

Comparado a outras economias, observa-se que, durante o ano de 2020, o PIB dos EUA diminuiu 4%, Europa 9% e esses indicadores mostram que ocorreu uma queda mundial de aproximadamente 5%. Em contraste a esses números, há o PIB da China, que cresceu 1,7% em 2020 (BECKMAN; COUNTRYMAN, 2021).

Em 2021, o PIB do Brasil encerrou o ano com um crescimento de 4,6%, sendo que, em 2022, alcançou a marca de R\$ 9,9 trilhões. O crescimento da economia no ano de 2021 é decorrente das altas na indústria (4,5%) e serviços (4,7%), que representam aproximadamente 90% do PIB do país; já o setor agropecuário, recuou 0,2% em decorrência de geadas e da estiagem prolongada (IBGE, 2022a).

Conforme observa-se na Tabela 1, do valor produzido no 4º trimestre de 2022, o setor agropecuário representou aproximadamente R\$ 116 bilhões:

Tabela 1 Valores de contribuição do PIB por Setores e Subsetores no Brasil, 4º trimestre 2022	
Setores e subsetores	Preços correntes (Milhões de R\$)
Agropecuária-total	116.479
Indústria-total	539.752
Serviços-total	1.594.066
Impostos líquidos sobre produtos	333.829
PIB a preços de Mercado	2.584.126

Fonte: IBGE (2022b)

Frente aos novos desafios decorrentes da pandemia, é necessário realizar uma nova perspectiva do PIB agropecuário brasileiro. Nesse cenário, o setor agropecuário possui um papel estratégico no enfrentamento da atual crise (SCHOENINGER et al., 2019; SANTOS et al., 2020).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, com a publicação da Portaria nº 116 de 26 de março de 2020, que dispõe sobre os serviços, as atividades e os produtos considerados essenciais para o pleno funcionamento das cadeias produtivas de alimentos, bebidas e insumos agropecuários, visa garantir que as operações desse setor funcionem durante o estado de calamidade pública, publicada pelo Governo para enfrentamento da crise decorrente da pandemia (MAPA, 2020).

Mesmo com esse bom desempenho demonstrado pelo setor do agropecuário, pode-se considerar prematuro quantificar os impactos da crise. O cenário mostra-se otimista com a expectativa de retomada de consumo do mercado chinês, mas, de acordo com o IPEA (2020b), ainda existem riscos que necessitam de um acompanhamento constante da evolução

do mercado doméstico, que possui a tendência da substituição do consumo de proteínas optando por preços mais baixos.

Relacionado ao impacto financeiro causado pelos acidentes do trabalho, estima-se que o custo dos acidentes representa 4% do PIB, o que poderia ser evitado utilizando medidas preventivas com foco na segurança do trabalho, conforme se demonstra no decorrer desta pesquisa (BERMUDES, 2018).

### 3.2 Geração de empregos

Na Figura 1, são apresentadas informações estatísticas mensais do emprego formal relacionado a admissões, desligamentos e saldos no Brasil, durante os anos de 2020, 2021 e 2022.

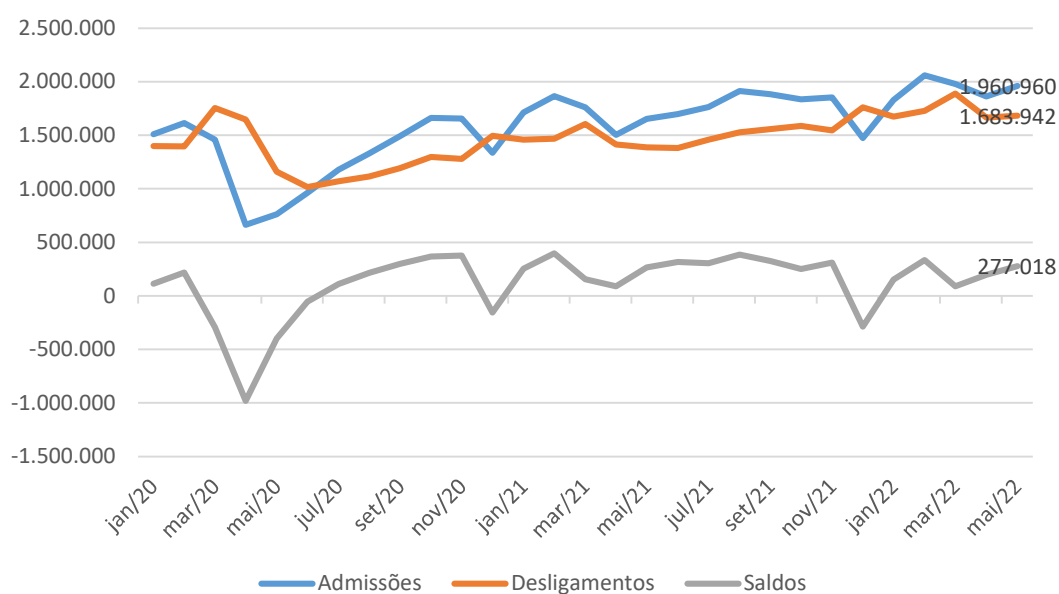


Figura 1 Painel de informações do novo CAGED admissões, desligamentos e saldos mensais de janeiro de 2020 a maio de 2022.

Fonte: Adaptado de CAGED (2022)

Observa-se que, em março, abril, maio e junho de 2020, o saldo de admissões versus desligamentos foi negativo, pior período durante a análise temporal, em decorrência dos efeitos da pandemia e incertezas do mercado.

De acordo com o Novo CAGED, o emprego celetista no Brasil apresentou crescimento em maio de 2022, registrando saldo de 277.018 postos de trabalho. Esse resultado decorreu de 1.960.960 admissões e de 1.683.942 desligamentos. A quantidade total de vínculos celetistas ativos do ano de 2020 foi de 37.912.813; em maio de 2022, foram contabilizados 41.729.858 vínculos (CAGED, 2022).

Os dados de empregabilidade foram obtidos no portal do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados - CAGED. Foram utilizadas as informações do Novo CAGED que, desde janeiro de 2020, foi substituído pelo Sistema de Escrituração Digital das Obrigações Fiscais, Previdenciárias e Trabalhistas (e-Social). Como se trata de um período de transição, o Novo CAGED utiliza informações do sistema e-Social, CAGED e Empregador Web (CAGED, 2022).

Nesta pesquisa, optou-se por utilizar somente os dados do Novo CAGED sobre empregabilidade, que trabalha com uma gama maior de informações, considerando, desde então, os contratos temporários que são registrados no e-Social, sendo que, até 2020, no antigo CAGED, isso era opcional (CNN, 2022).

Nos meses de março e abril de 2020 (Figura 2), todos os setores (Agropecuária, Comércio, Construção, Indústria e Serviços) tiveram saldos negativos; em maio, somente o setor agropecuário teve saldo positivo (14.791) e, em junho, os setores agropecuários (37.709) e construção civil (15.566).

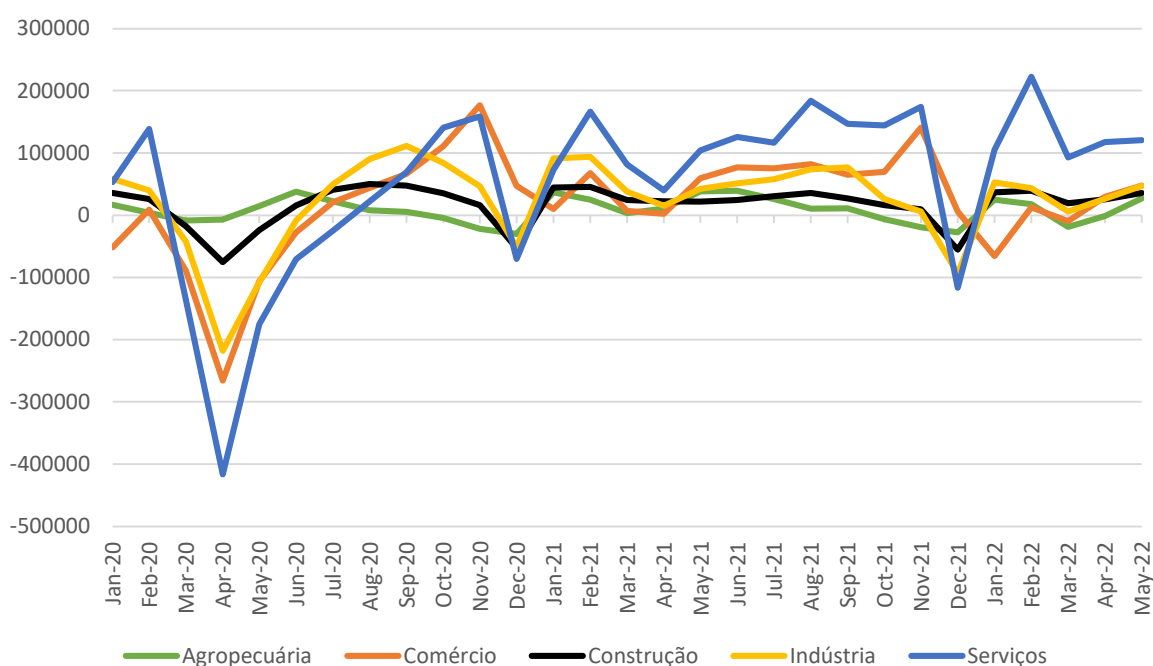


Figura 2 Painel de informações do novo CAGED, saldos mensais por grande agrupamento de atividade econômica.

Fonte: Adaptado de CAGED (2022)

Com o avanço da vacinação, estabelecimento de protocolos sanitários e conscientização da população, os setores de prestação de serviços, comércio e indústria mais afetados estão apresentando tendência de crescimento desde então. Observa-se que o setor agropecuário foi o que possuiu menor oscilação, permanecendo com saldo positivo na maioria dos meses.

A Organização Internacional do Trabalho - OIT estima que o setor agrícola emprega no mundo cerca de 874 milhões de trabalhadores, dados de 2020, o que representa praticamente 27,4% da força de trabalho global. Além disso, pelo menos 210 mil trabalhadores agrícolas morrem por ano, o que significa que possuem três vezes mais chances de morrer no trabalho agrícola em comparação com os outros setores. Em estudo realizado pela comissão Europeia, em 15 países do continente, conclui-se que a agricultura está entre os três setores mais perigosos (AGOVINO, 2014; OIT, 2020; BARAZA; CUGUERÓ-ESCOFET, 2021).

### **3.3 Etapas do processo de armazenagem e secagem de grãos**

O Brasil encerrou o 1º semestre do ano de 2022 com uma capacidade de armazenagem instalada estática de aproximadamente 188,8 milhões de toneladas de grãos, sendo que aproximadamente 17% está localizada no estado do Paraná (CONAB, 2021; IBGE, 2022c).

Com a safra 2021/2022, de 271,2 milhões de toneladas anuais e produção estimada para safra de 2022/2023 de 309,9 milhões de toneladas, observa-se que a capacidade de armazenagem representa aproximadamente 60,9% da produção atual, verificando-se que esse setor tem uma grande perspectiva de expansão (IBGE, 2022c).

Antes da armazenagem, os grãos passam pelo processo de beneficiamento que realiza a retirada do excesso de impurezas e teor de água.

Para que essas atividades possam ser realizadas, existem alguns critérios técnicos mínimos que devem ser observados, os quais devem seguir as recomendações da Lei nº 9.973, de 29 de maio de 2000, que dispõe sobre o sistema de armazenagem de produtos agropecuários. Em seu artigo segundo, estabelece que o Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAPA) criará “sistema de certificação, estabelecendo condições técnicas e operacionais, assim como a documentação pertinente, para qualificação dos armazéns destinados à atividade de guarda e conservação de produtos agropecuários” (BRASIL, 2000).

Dessa forma, as unidades armazenadoras ficam obrigadas a possuir certificação para que possam realizar a prestação de serviços a terceiros, entretanto, as unidades privadas não precisam cumprir tal exigência (GRESELE, 2020). A Instrução Normativa nº 29, de 8 de junho de 2011, estabelece os requisitos técnicos que as unidades de armazenagem devem possuir de acordo com seu enquadramento, que leva em consideração a sua localização e suas características operacionais, as quais podem ser em quatro níveis: de fazenda, coletor, intermediário e terminal (MAPA, 2011).

De acordo com a referida instrução normativa, a Unidade Armazenadora em Nível de Fazenda é aquela localizada na propriedade rural, com capacidade e estrutura dimensionada para atender o próprio produtor. A unidade armazenadora coletora é localizada na zona rural ou urbana dotada de equipamentos para processamento de limpeza, secagem e armazenagem; é a unidade armazenadora que recebe os produtos diretamente da lavoura para a prestação de serviços para vários produtores. A unidade armazenadora intermediária é a unidade localizada em ponto estratégico para facilitar a recepção e o escoamento dos produtos provenientes das unidades armazenadoras coletoras. Assim, a unidade armazenadora terminal é aquela localizada junto aos grandes centros consumidores ou portos, dotada de condições para a rápida recepção e o rápido escoamento do produto (MAPA, 2011).

De acordo com o enquadramento, as unidades armazenadoras podem ter a necessidade ou não de ter diversos tipos de equipamentos. Dessa forma, as unidades, exceto a Terminal, possuem Sistema de Pesagem, Sistema de Amostragem, Sistema de Determinação da Qualidade, Sistema de Limpeza, Sistema de Secagem, Sistema de Movimentação e Sistema de Armazenagem (GOUVEIA et al., 2013; GRESELE, 2020).

No quesito sistema de segurança, a referida instrução normativa estabelece como obrigatória a instalação do sistema de captação de material particulado, sistema de combate a incêndio e o Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR em todas as unidades. Já o sistema de ventilação em ambientes confinados e semiconfinados, é obrigatório a nível de Fazenda, Coletor, Intermediário e Terminal somente quando classificados a granel. Os indicadores ou detectores de gases e o sistema de proteção contra fenômenos naturais são apenas recomendações (MAPA, 2011).

O que geralmente pode alterar, entre as diferentes unidades, resume-se à disposição de equipamentos e tipo de silos, conforme ilustrado na Figura 3.



Figura 3 Imagem de uma unidade de armazenagem.  
Fonte: Weber (2021)

Os processos pelos quais o produto passa antes de ser armazenado podem ser classificados como Recebimento (a), Limpeza (b), Secagem (c) e Armazenagem (d), conforme representado na Figura 4.

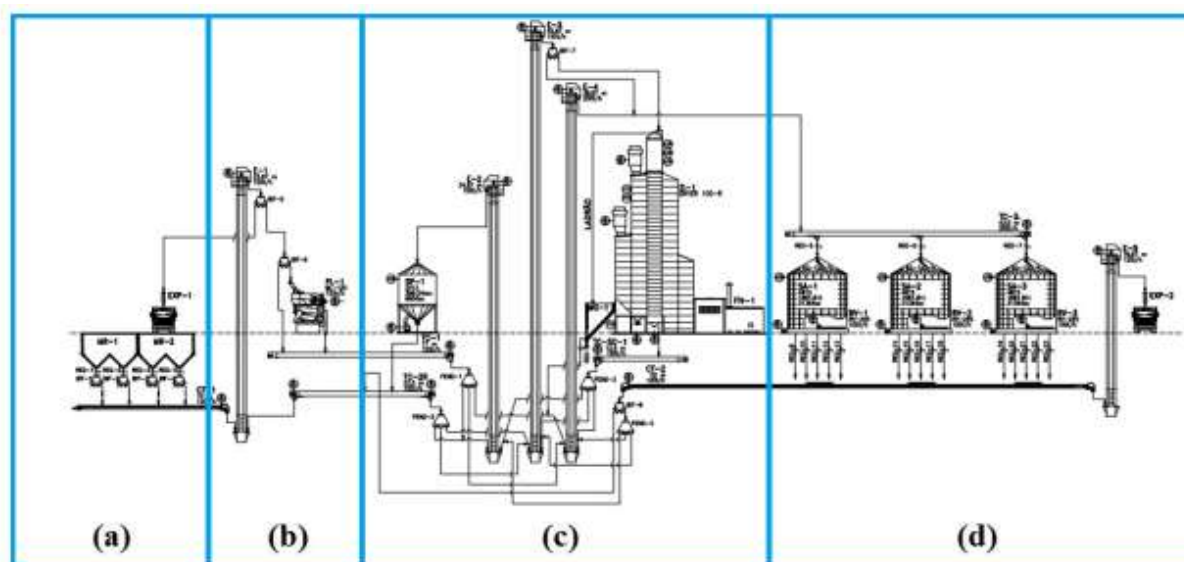


Figura 4 Processo de uma unidade armazenadora.  
Fonte: Nunes (2019)

No processo (a), ocorre a pesagem, coleta de amostra e classificação. Durante o processo (b), passa por uma máquina de limpeza, de maneira que são retiradas as impurezas dos grãos maiores e, em seguida, dos grãos menores, cuja movimentação é realizada por transportadores mecânicos. No processo (c), realiza-se a secagem do produto por meio do



equipamento secador, atividade realizada para diminuir a umidade a níveis aceitáveis. Nessa etapa, utilizam-se fornalhas, sendo que a passagem do ar pela massa de grãos é realizada por meio de exaustores (MOTA, 2015; NUNES, 2019; GRESELE, 2020).

Na última etapa, processo (d), é realizada a armazenagem dos grãos, existindo uma grande variedade de modelos de silos. A necessidade de armazenar produtos em silos acontece pela necessidade da guarda de grandes quantidades, por longo período de tempo, em espaços físicos reduzidos (FICANHA, 2020).

A armazenagem em silo fornece a economia de espaço físico, custos de transporte e mão de obra. A construção é geralmente de perfis metálicos em chapa galvanizada, sendo que o investimento depende do projeto e do valor da principal matéria-prima, o aço (MOTA, 2015; FICANHA, 2020).

A maioria dos acidentes em unidades de armazenagens de grãos pode estar associada à complexidade das estruturas presentes nos processos (DIAS et al., 2019).

### **3.4 Gestão de riscos**

A gestão de riscos é considerada um conjunto de medidas, cujo objetivo é assegurar a integridade física e psicológica do trabalhador, considerando o contexto interno e externo da organização, que inclui o comportamento humano e fatores culturais, por meio de um modelo de identificação, análise e avaliação dos riscos (ABNT, 2018; BERMUDES, 2018).

A gestão de riscos auxilia a tomada de decisão, considerando as incógnitas e a probabilidade de determinadas situações ou eventos futuros intencionais ou não, além de seus efeitos. Para que isso seja possível, é necessário o comprometimento de todos, em especial, da alta direção, devendo atribuir papéis de autoridade e responsabilidade, além de disponibilizar recursos para a implantação e manutenção (ABNT, 2012, 2018, 2020).

Na Figura 5, é representado o processo de gestão de riscos que, de acordo com a NBR ISO 31.000 (2018), envolve “a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas para as atividades de comunicação e consulta, estabelecimento do contexto e avaliação, tratamento, monitoramento, análise crítica, registro e relato de riscos”.

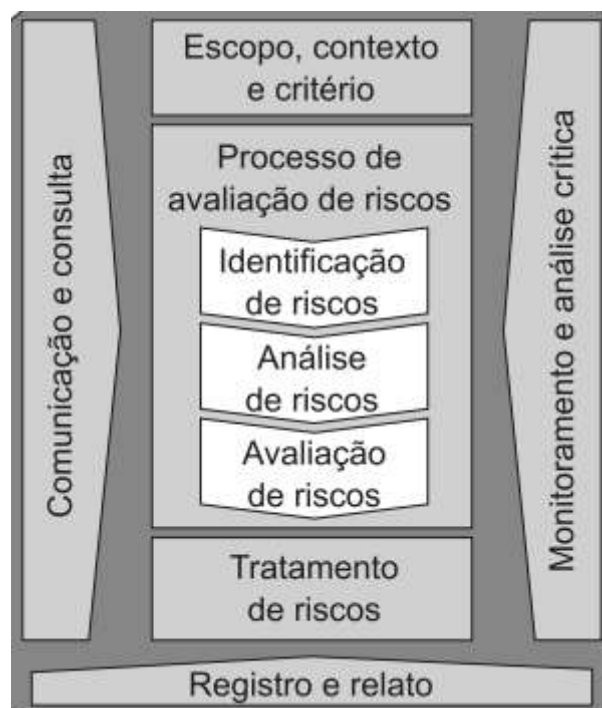


Figura 5 Processo de gestão de riscos.  
 Fonte: Associação brasileira de normas técnicas (2018)

Durante a avaliação de riscos, a etapa de identificação tem como objetivo encontrar, reconhecer e descrever os riscos; informações pertinentes, apropriadas e atualizadas são importantes nesse processo. O propósito da análise de riscos é compreender a natureza do risco e suas características, considerando as incertezas, fonte de risco, consequências, eventos, cenários, controles e sua eficácia, podendo ser utilizadas várias técnicas qualitativas, quantitativas ou uma combinação delas.

A avaliação de riscos envolve a comparação dos resultados de análise de risco com os critérios de risco para determinar onde é necessária uma ação adicional. O tratamento de riscos tem como foco selecionar e implementar opções para minimizar os riscos, por meio de um processo interativo, que leva em consideração os custos, esforços e vantagens/desvantagens da implementação (ABNT, 2012, 2018).

De acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 31010 - Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos, existem diversas técnicas disponíveis. A referida norma detalha 31 técnicas, enfatizando critérios que devem ser utilizados em suas seleções, dentre os quais se destacam: “a complexidade do problema e os métodos necessários para analisá-lo; da natureza e o grau de incerteza do processo de avaliação de riscos baseado na quantidade de informações disponíveis e o que é requerido para atender aos objetivos” (ABNT, 2012).

Considerando esses aspectos, Bermudes (2018) destacou as seguintes técnicas na construção de um modelo de gestão de riscos para a colheita florestal: Análise Preliminar de

Riscos (APR) – Preliminary Hazard Analysis (PHA); Análise do Modo de Falhas e Efeitos (AMFE) – Failure Modes and Effects Analysis (FMEA); Estudo de Perigos e Operabilidades – Hazard and Operability Studies (HAZOP); Análise por Árvore de Eventos (AAE) – Event Tree Analysis (ETA); Análise por Árvore de Falhas (AAF) – Fault Tree Analysis (FTA); O que aconteceria se? – What if?; e Análise de causa e efeito.

### **3.5 Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos**

De acordo com dados da OIT e da Organização Mundial da Saúde – OMS, de todas as mortes que ocorrem em países industrializados, aproximadamente 5 a 7% estão relacionadas a doenças ou lesões ocupacionais; já em países em desenvolvimento, como o Brasil, essa porcentagem é um pouco menor, pois, aqui, os problemas de saúde não ocupacionais têm uma participação maior (TAKALA et al., 2014).

Segundo a Lei 8.213/91, considera-se acidente do trabalho aquele em que o trabalhador é acometido pelo seu exercício, estando a serviço da empresa, o qual gerou uma lesão corporal ou perturbação funcional, que tenha como resultado a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho, a qual pode ser permanente ou temporária (BRASIL, 1991).

Na contramão dos vínculos celetistas ativos e admissões vistos anteriormente, ocorreram, no ano de 2020, 445.814 acidentes do trabalho. O ser humano, pela sua essência, é falho, entretanto, o seu erro não pode ter como resultado seu adoecimento, a amputação de um membro ou até mesmo a morte, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias de prevenção que identifiquem o erro; assim, é possível atuar para que não evolua a um acidente do trabalho, priorizando as situações de risco identificadas de acordo com a sua gravidade. Os Acidentes não só causam grandes perdas de vidas, mas geram custos financeiros, sociais e pessoais (FERNÁNDEZ-MUÑIZ et al., 2018; SHAO et al., 2019).

De acordo com o Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho, em 2019, ocorreram 586.857 acidentes do trabalho no Brasil, quantitativo antes do período pandêmico, com o estado de São Paulo ocupando a primeira posição no ranking nacional, seguido pelos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná (AET, 2020; RAMOS, 2020).

Esses números só representam os empregados formais, não levando em consideração os trabalhadores informais e autônomos, sendo que, mesmo entre esses, a subnotificação é um problema. O cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) contabilizou, em 2018, aproximadamente 38 milhões de empregados formais, chegando-se a 15 mil casos para cada milhão de trabalhadores. Dessa forma, se o acidente do trabalho fosse

considerado uma doença infectocontagiosa, sua capacidade de contágio seria cinco vezes maior do que a do coronavírus (RAMOS, 2020).

Os acidentes do trabalho podem ser enquadrados em: simples assistência médica (atendimento médico com pronta recuperação para o trabalho); incapacidade com afastamento inferior a 15 dias (incapacidade temporária para o trabalho que gerou afastamento, a cargo da empresa arcar com esse custo); incapacidade com afastamento superior a 15 dias (idêntica à anterior, só que agora gera direito ao recebimento de benefício acidentário pago pelo Instituto Nacional do Seguro Social - INSS); incapacidade permanente (quando fica permanentemente incapacitado para o exercício laboral, podendo ser parcial ou total); óbito (falecimento do segurado). (AET, 2018; DIAS et al., 2019). Na Figura 6, pode ser verificado um resumo dos dados do ano de 2019.

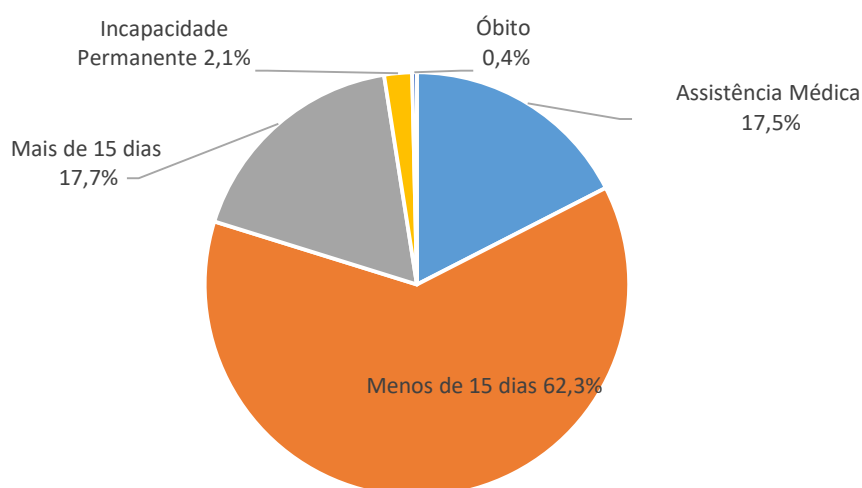


Figura 6 Distribuição de acidentes do trabalho liquidados por consequência no Brasil em 2019.  
Fonte: Adaptado de AET (2019)

O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial relacionado a mortes por acidentes do trabalho, atrás somente de Estados Unidos e China (PROTEÇÃO, 2020).

No Brasil, os acidentes de trabalho são enquadrados de acordo com a atividade econômica desenvolvida pela empresa.

O CNAE possui uma hierarquia em cinco níveis (seções, divisões, grupos, classes e subclasses), sendo o último nível um detalhamento utilizado para identificar a atividade econômica da unidade de produção, que é constituída por pessoa jurídica ou profissionais autônomos (IBGE, 2015).

Essa classificação tem com princípio realizar um agrupamento de unidades com base na similaridade de produção, de acordo com a natureza ou o uso dos produtos produzidos. Entretanto, não é algo rígido. A CNAE-Subclasses versão 2.2 está estruturada de forma

hierarquizada, em 5 níveis, com 21 seções, 87 divisões, 285 grupos, 673 classes e 1.329 subclasses. As categorias, de seção à subclasse, são identificadas por um código acompanhado de uma denominação (IBGE, 2015).

Na Tabela 2 Organização Hierárquica da CNAE, é apresentada a organização hierárquica da CNAE 2.0/CNAE-Subclasses 2.2.

Tabela 2 Organização Hierárquica da CNAE

<b>Nome</b>	<b>Nível</b>	<b>Número de Agrupamentos</b>	<b>Identificação</b>
Seção	Primeiro	21	Código alfabético de 1 dígito
Divisão	Segundo	87	Código alfabético de 2 dígitos
Grupo	Terceiro	285	Código alfabético de 3 dígitos
Classe	Quarto	673	Código alfabético de 4 dígitos + DV
Subclasse	Quinto	1329	Código alfabético de 7 dígitos (incluindo o DV)

DV = dígito verificador;

Fonte: IBGE (2015)

Observa-se que o modelo de codificação é misto, formado por uma letra para indicar o primeiro nível de agrupamentos da classificação, a seção, e de códigos numéricos para os demais níveis de agregação, divisão, grupo e classe.

A partir do segundo nível, o modelo é agregativo, com o código de cada nível de agrupamento mais detalhado, incorporando o anterior. Assim, o código da subclasse (sete dígitos) incorpora o código da classe (quatro dígitos + DV) que, por sua vez, incorpora o código do grupo (três dígitos) a que pertence, e este, o da respectiva divisão (dois dígitos) (IBGE, 2015).

O que foi descrito anteriormente pode ser observado na Tabela 3 Exemplo de codificação:

Tabela 3 Exemplo de codificação

<b>Nome</b>	<b>Identificação</b>	<b>Descrição</b>
Seção	A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
Divisão	1	Agricultura, pecuária e serviços relacionados
Grupo	01.1	Produção de lavouras temporárias
Classe	01.11-3	Cultivo de cereais
Subclasse	0111-3/01	Cultivo de arroz

Fonte: IBGE (2015)

Com a utilização do CNAE, é possível obter dados estatísticos relacionados à atividade econômica que se deseja pesquisar. Nesta pesquisa, realizou-se um apontamento do número de acidentes de trabalho no setor agropecuário, enquadrado na Seção A (Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura) (IBGE, 2015).

Os históricos de acidentes do trabalho, dos anos de 2006 a 2020, obtidos da base de dados do INFOLOGO AET do site do Ministério do Trabalho e Previdência, considerando-se a média histórica dos anos de 2006-2019 (655.832) e comparado ao ano de 2020 (445.814), mostram uma queda de aproximadamente 32% na ocorrência de acidentes, reflexos da redução das atividades industriais e de prestação de serviços impactadas diretamente pela pandemia da Covid-19 (INFOLOGO AET, 2022).

Essa queda no número de acidentes está relacionada à crise econômica; historicamente, isso já foi verificado em outros momentos, como relatado em pesquisa desenvolvida na Espanha de 1994-2014, sendo impossível acreditar que tal realidade seja um reflexo da melhoria das condições de segurança e saúde no trabalho (FERNÁNDEZ-MUÑIZ et al., 2018).

Outra informação relevante refere-se ao número de acidentes que ocorreram no setor agropecuário (Divisão do CNAE 2.0 igual a Agricultura, Pecuária e Serviços Relacionados, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura) com uma ocorrência anual de aproximadamente 23.744 mil acidentes, que representa 3,6% do total, os quais foram enquadrados, de acordo com o CNAE's, Figura 7 Média da quantidade de acidentes do trabalho do setor agropecuário no Brasil. (INFOLOGO AET, 2022).

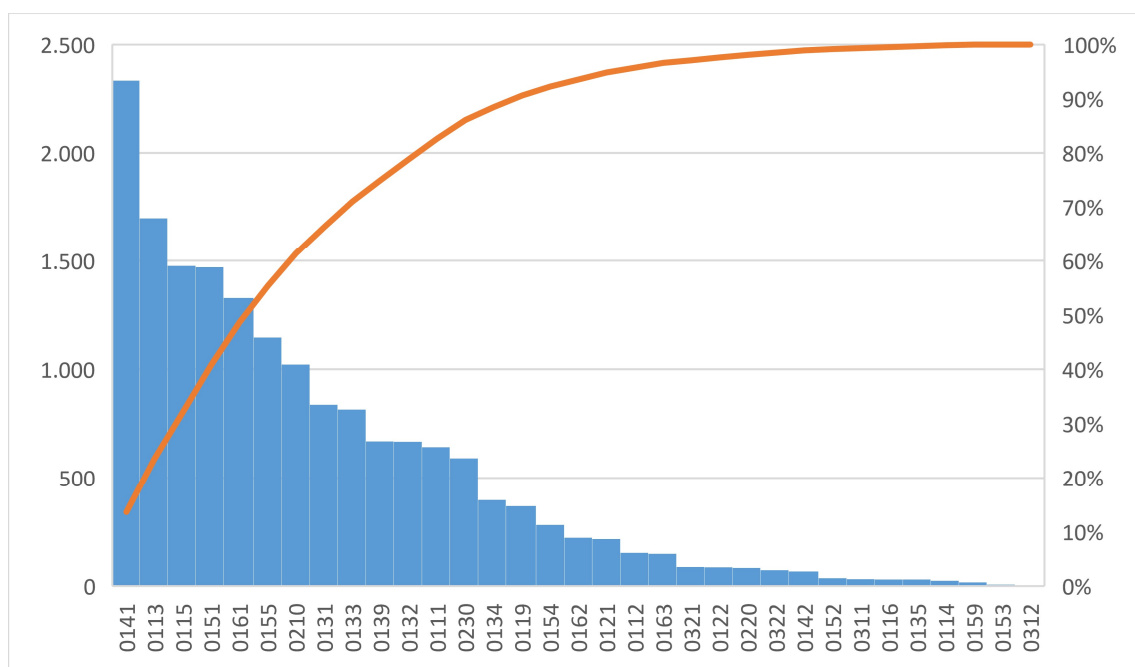


Figura 7 Média da quantidade de acidentes do trabalho do setor agropecuário no Brasil.  
Fonte: Adaptado de INFOLOGO AET (2022)

Conforme pode ser observado, dos trinta e três CNAE's do setor agropecuário, apenas doze representam mais de 80% dos acidentes do setor: em primeiro lugar, está a produção de sementes certificadas (CNAE 0141), seguida pelo cultivo de cana-de-açúcar (CNAE 0113)

e o cultivo de soja (CNAE 0115). Na sequência, estão: a criação de bovinos (CNAE 0151), atividades de apoio à agricultura (CNAE 0161), criação de aves (CNAE 0155), produção florestal - florestas plantadas (CNAE 0210), cultivo de laranja (CNAE 0131), cultivo de frutas de lavoura permanente, exceto laranja e uva (CNAE 0133), cultivo de plantas de lavoura permanente, exceto café e cacau (CNAE 0139), cultivo de uva (CNAE 0132) e cultivo de cereais (CNAE 0111).

A pesquisa foi desenvolvida no CNAE 0161, que se refere a atividades de apoio à agricultura, as quais são desenvolvidas em unidades de armazenagem e secagem de grãos.

Os acidentes geralmente ocorrem por atos e condições inseguras. Caracterizam-se condições inseguras as situações presentes no ambiente de trabalho que coloquem em risco o trabalhador, tais como: máquinas e equipamentos com defeito, falta de fornecimento de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, entre outras. Já os atos, são a maneira como o trabalhador se comporta na execução da tarefa, consciente ou não dos riscos a que está exposto: extrapolar a velocidade máxima permitida e avançar um sinal vermelho são alguns exemplos (SHAO et al., 2019).

Durante as atividades executadas no meio rural, os trabalhadores podem estar expostos a diversas situações de risco, tais como ruídos, vibrações, calor, frio, gases, engolfamento, quedas de diferentes níveis, animais peçonhentos e poeiras, de forma que, quando extrapolados os limites de tolerância, podem causar doenças, explosões, afogamento e sufocamento (GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015; BERMUDEZ, 2018; DIAS et al., 2019; SANTOS et al., 2020).

Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, no setor agropecuário, identificou-se que as causas de lesões mais frequentes estavam relacionadas a mordidas, chutes e quedas de animais, em 36%, queda de tratores e capotamento, 24%, e quedas de outras máquinas agrícolas e acidente com partes móveis, 28%, o que é agravado pelo emprego de mão de obra temporária (DAVIS; KOTOWSKI, 2007; FERNÁNDEZ-MUÑIZ et al., 2018).

Um exemplo são os acidentes em unidades de armazenamento que têm ocorrido com certa frequência conforme o agronegócio atinge constantes recordes de produção e lucro, sendo um efeito colateral da modernização desse setor que poucos sabem (FELLET, 2018).

Uma coleta de dados, realizada pela BBC News Brasil, de 2009 até julho de 2018, mostra que ocorreram 106 mortes de trabalhadores em silos de grãos no país, de forma que foram contabilizados apenas casos noticiados pela imprensa em armazéns de alimento a granel. Os estados que lideram o ranking de mortes são também os que possuem as maiores produções de grãos (Mato Grosso - 28 mortes; Paraná - 20 mortes; Rio Grande do Sul - 16 mortes; e Goiás - 9 mortes) (FELLET, 2018).

### **3.5.1 Legislação da engenharia em segurança do trabalho aplicada ao setor**

As condições de trabalho modificam-se ao longo do tempo, principalmente com a utilização de novas tecnologias que visam aumentar a produção e, pelo menos em tese, diminuir o esforço físico dos trabalhadores. Entretanto, se tal tecnologia não for utilizada de forma correta, sem considerar a segurança no trabalho, poderá ocasionar diversos problemas (GOEL et al., 2021; LÓPEZ-TORO et al., 2021).

A análise das condições de trabalho envolve o equipamento, a atividade executada, os aspectos ergonômicos e principalmente os aspectos de conforto ambiental, os quais se referem às características do ambiente de trabalho, que podem afetar o trabalhador, sendo um exemplo a exposição ao estresse térmico a que os trabalhadores rurais estão sujeitos (BORG et al., 2021).

Considerando a necessidade de as condições ambientais de trabalho proporcionarem aos trabalhadores um máximo de conforto, segurança e desempenho de suas atividades, o Ministro de Estado do trabalho aprovou, por meio da Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978, as Normas Regulamentadoras – NR's, que, atualmente, são 38, cujo objetivo é proporcionar a saúde e segurança dos trabalhadores em serviços laborais em segmentos econômicos específicos (BERMUDES, 2018; SIT, 2021).

#### **3.5.1.1 Ruído**

Ficar exposto a um som intenso, forte e repetitivo pode causar perda auditiva, a qual pode ser inicialmente temporária, mas, com o passar do tempo, permanente. Essa é a chamada Perda Auditiva Induzida por Ruído - PAIR, que ocorre por meio de uma degeneração lenta, mas progressiva, das células do ouvido interno, sensíveis ao som. A sensibilidade ao ruído varia de pessoa a pessoa, podendo causar efeitos fisiológicos e psicológicos aos trabalhadores, com alteração do estado de alerta e perturbação do sono, os quais podem ser agravados se considerar a exposição simultânea a outros riscos ocupacionais, por exemplo, a vibração (GOUVEIA et al., 2013; NARI et al., 2020).

O principal efeito colateral do ruído está relacionado à dificuldade de entender o que as pessoas dizem, o que pode ocasionar acidentes se a mensagem a ser transmitida for entendida incorretamente, já que, em um ambiente ruidoso, a concentração é diminuída (KROEMER; GRANDJEAN, 2007).

Atividades com ruído acima dos limites de tolerância estabelecidos em legislação são consideradas insalubres, o que está relacionado na NR 15 – Atividades e operações insalubres, em seus anexos nº 1 (ruído contínuo e intermitente) e nº 2 (ruído de impacto).



Essa norma estabelece os critérios para a caracterização da condição de trabalho insalubre da exposição ao ruído, os níveis de exposição sonoras e os respectivos tempos permitidos de exposição, assim como os procedimentos técnicos de regulagem dos equipamentos. A metodologia de avaliação quantitativa e qualitativa desse risco é estabelecida pela Norma de Higiene Ocupacional nº 1: NHO 01 – Avaliação da exposição ocupacional ao ruído (FUNDACENTRO, 2001; SIT, 2019a).

Nas unidades de recebimento de grãos, o ruído está presente em praticamente todo o processo, desde a chegada do produto até a armazenagem, estando, muitas vezes, acima do limite de tolerância estabelecido pela legislação (DIAS et al., 2019).

Em um estudo realizado no estado do Rio Grande do Sul, Dias et al. (2019) realizaram a avaliação do ruído ambiental em uma unidade de armazenamento de grãos e identificaram que as principais fontes de ruído estavam nas máquinas de pré-limpeza e limpeza, secador, descarga de cereais na moega e elementos externos à infraestrutura da empresa, principalmente focados na movimentação de veículos.

### **3.5.1.2 Temperatura**

Nas unidades de armazenagem, a secagem é realizada de modo artificial com uso de secadores, apresentando riscos à saúde do trabalhador expostos às temperaturas elevadas e com risco de incêndio (GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015).

A temperatura é um dos aspectos que merece atenção quando se busca criar adequadas condições ambientais de trabalho, pois existem temperaturas que dão sensação de conforto, enquanto outras se tornam desagradáveis e prejudiciais à saúde do trabalhador. As variáveis ambientais que influenciam o conforto térmico são a temperatura, umidade, velocidade do ar e o calor radiante. A vestimenta que o trabalhador utiliza também interfere na sensação de conforto térmico (RIO; PIRES, 2001).

A exposição a altas temperaturas é considerada uma atividade insalubre, a qual está descrita na NR 15 – Atividades e operações insalubres, em seu anexo nº 3 - limites de tolerância para a exposição ao calor, a qual estabelece os critérios para a caracterização da condição de trabalho insalubre decorrente da exposição ao calor em ambientes fechados ou ambientes com fontes artificiais. A metodologia de avaliação quantitativa e qualitativa desse risco é estabelecida pela Norma de Higiene Ocupacional nº 6: NHO 06 – Avaliação da exposição ocupacional ao calor (FUNDACENTRO, 2017; SIT, 2019a).

### 3.5.1.3 Iluminação

Uma boa iluminação, uma das principais responsabilidades dos projetistas, administradores e autoridades, também deve ser considerada, pois aumenta a produtividade e propicia um ambiente mais confortável, além de evitar acidentes.

De acordo com a NR 17 – Ergonomia, o método de medição e os níveis mínimos de iluminação a serem observados nos locais de trabalho são estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional nº 11: NHO 11 – Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes de trabalho interno, publicada pela FUNDACENTRO. O conforto visual constitui a existência de um conjunto de fatores, em um ambiente no qual o trabalhador pode desenvolver suas atividades visuais com o máximo de acuidade e precisão (SIT, 2018a).

A NHO 11 foi elaborada com base nas seguintes normativas: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, de 2013 (Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: interior); ABNT NBR 5461, de 1991 (Iluminação – Terminologia); ABNT NBR 5382, de 1985 (Verificação de iluminância de interiores); NHT 10-I/E, de 1986 (Norma para avaliação ocupacional do nível de iluminação); HSE HSG 38, de 1997 (Lighting at Work) (FUNDACENTRO, 2018).

Essa norma estabelece os procedimentos de avaliação, a abordagem nos locais e das condições de trabalho, os equipamentos de medição, como deve ser elaborado o relatório e os níveis de iluminação mínimo E (lux) para cada ambiente/tarefa. Por exemplo: em edificações na agricultura, durante as atividades de carregamento e operação de mercadorias, equipamentos de manuseio e máquinas, deve-se manter um mínimo de 200 lux (unidade de medida do nível de iluminação) e IRC/Ra de 80 (índice de reprodução de cor mínimo) (ABNT, 2013; FUNDACENTRO, 2018).

A intensidade de luz incidente sobre a superfície de trabalho deve se encontrar na quantidade correta para que garanta uma boa visibilidade. Para que a iluminação possa ser adequada no posto de trabalho, existem algumas recomendações a serem seguidas. De acordo com Dul e Weerdmeester (2004), deve-se melhorar a legibilidade da informação, realizando uma combinação da iluminação local com a ambiental, verificando se a luz natural pode ser usada no ambiente. Sempre que possível, as incidências diretas da luz devem ser quebradas, bem como é preciso evitar reflexos e sombras no plano de trabalho e utilizar luz difusa, impedindo as oscilações da luz.

### 3.5.1.4 Riscos em máquinas e equipamentos

A Norma Regulamentadora nº 12 - NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos estabelece medidas de proteção e requisitos mínimos para a prevenção de

acidentes e doenças do trabalho, tanto na fase de projeto quanto na utilização de máquinas e equipamentos, abordando também a sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão. Como forma complementar, devem ser observadas as demais normas técnicas oficiais e internacionais aplicáveis (SIT, 2019b).

Nas medidas de proteção aos trabalhadores, deve ser priorizada a seguinte ordem: 1º - medidas de proteção coletiva; 2º - medidas administrativas ou de organização do trabalho; e 3º - medidas de proteção individual (SIT, 2018b, 2019b).

Na prática empresarial, o que ocorre é a inversão dessa ordem de priorização, em que o EPI é visto como a primeira alternativa. Conforme a Norma Regulamentadora nº 6 - NR 6 – Equipamento de Proteção Individual, o risco será considerado neutralizado somente após o empregador comprovar que realiza o fornecimento (que deverá ser feito por um profissional da área de segurança do trabalho devidamente habilitado), treinamento (capacitação da maneira correta de utilização, higienização, guarda, conservação e importância do uso) e fiscalização, de maneira que todas essas etapas deverão ser documentadas (SIT, 2018b).

No processo de secagem e armazenagem de grãos, são utilizadas diversas máquinas e equipamentos que oferecem riscos ao trabalhador, os quais devem ser monitorados para que os riscos possam ser neutralizados.

### **3.5.1.5 Espaços confinados, engolfamento, agentes químicos e material particulado**

Devido a diversos acidentes que ocorrem nas unidades de recebimento, armazenamento e beneficiamentos de grãos, fez-se necessária a publicação da NR 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura, publicada em 03 de março de 2005; essa norma aborda diversas temáticas, dentre as quais se destacam as medidas de segurança para trabalhos realizados no interior de silos (SIT, 2013).

Com a necessidade de uma normativa mais abrangente, que abordasse as mais diferentes situações de trabalhos em espaços confinados, em 22 de dezembro de 2006, foi publicada a NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados, que é uma das principais legislações que trata dessa temática, a qual é complementada pelo Guia Técnico da NR 33, que foi elaborado entre uma parceria do Ministério do Trabalho e Previdência e a FUNDACENTRO.

Essa norma estabelece as medidas administrativas, de prevenção, pessoais, capacitação e procedimentos a serem adotados em caso de emergência em trabalhos realizados em espaços confinados. Como principal avanço das normas internacionais, pode-se destacar a não classificação dos espaços confinados e a obrigação da emissão de

Permissão de Entrada de Trabalho (PET) para realizar trabalhos nesses ambientes (SIT, 2019c).

De acordo com a referida norma, “Espaço Confinado é qualquer área ou ambiente não projetado para ocupação humana contínua, que possua meios limitados de entrada e saída, cuja ventilação existente é insuficiente.” ...“Engolfamento é o envolvimento e a captura de uma pessoa por líquidos ou sólidos finamente divididos” (SIT, 2019c).

A NR33 descreve que os estabelecimentos deverão adotar de modo complementar os atos normativos: NBR 14606 – Posto de Serviço – Entrada em Espaço Confinado, NBR 16577 – Espaço Confinado – Prevenção de Acidentes, Procedimentos e Medidas de Proteção; NBR16710-1 – Resgate Técnico Industrial em altura e/ou em espaço confinado – Parte 1: Requisitos para a qualificação do profissional; NBR16710-2 - Resgate Técnico Industrial em altura e/ou em espaço confinado – Parte 2: Requisitos para provedores de treinamento e instrutores para a qualificação do profissional (SIT, 2019d).

Os acidentes de afogamento (vítima arrastada) e sufocamento (vítima encoberta) ocorrem pela asfixia mecânica a que as vítimas são submetidas quando atingidas por uma massa de grãos. Tais situações podem ocorrer durante a carga e descarga de silos, moegas, graneleiros, silos-pulmões e de expedição, além do deslocamento de placas horizontais e verticais que são estruturas instáveis, as quais geram avalanches de grãos, que podem ocorrer, por exemplo, quando o operador caminha sobre a massa de grãos dentro de um silo (SILVA, 2015; ABNT, 2017a).

Por meio de um Relatório de Análise de Acidente fatal, elaborado pela Gerência Regional do Trabalho de Santa Maria – RS, em que houve, como fator de mortalidade, a asfixia mecânica do trabalhador por soterramento de grãos em um silo de armazenagem na data de 14/08/2019, verificou-se que o estivador (trabalho de operacionalizar o processo de recebimento, movimentação, limpeza, secagem e armazenagem de grãos, com atividades que exigiam a entrada em espaços confinados e trabalho em altura), devido ao trancamento do fluxo de grãos pela presença de um “torrão” na entrada de descarga, adentrou no silo sem autorização, pois o acesso ao espaço confinado estava aberto e, quando estava caminhando sobre a massa de grãos, sofreu o aprisionamento, seguido de engolfamento (ABNT, 2017b; TRABALHO, 2019).

Observa-se que a empresa já tinha sido notificada anteriormente, conforme termo de interdição em 2013, de maneira que assumiu o risco descumprindo os termos de interdição e deu continuidade aos serviços de entrada e trabalho em espaços confinados e em altura, sendo mantidos os 13 autos de infração lavrados em 2013 e adicionados mais 27 autos de infração em 2019 (TRABALHO, 2019).

Nas unidades armazenadoras, pode ocorrer a intoxicação dos trabalhadores por gases, principalmente devido ao seu acúmulo em ambientes confinados. Esses locais estão presentes em poços de elevadores, interior de silos, câmara dos secadores e túneis (SILVA, 2005).

Durante o processo de armazenagem, ocorre a respiração da massa de grãos formando o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), água e energia. Sua intensidade é influenciada pelas condições do meio, como a umidade relativa, temperatura, microrganismos, insetos, roedores e pássaros (SCHOENINGER et al., 2019).

Em condições inapropriadas de armazenagem, pode ocorrer a formação de gases tóxicos, como o sulfeto de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{S}$ ), monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) e dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ), os quais possuem diversas origens, dentre as quais pode se relacionar a decomposição de produtos orgânicos. Outro exemplo é o metano ( $\text{CH}_4$ ), liberado pela ação de microrganismos, que pode causar explosões; por último, há a Fosfina ( $\text{PH}_3$ ), utilizada no controle de pragas dos grãos armazenados, a qual é extremamente irritante para o organismo humano (SILVA, 2005; SCHOENINGER et al., 2019).

O  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  e o  $\text{PH}_3$  são os principais gases tóxicos que podem ser encontrados nas unidades de armazenagem de grãos.

Fellet (2018) cita o relato do Tenente Gustavo do Corpo de Bombeiros de Sorriso (Mato Grosso do Sul), que já atendeu 4 vítimas de soterramento; os gases tóxicos gerados pela fermentação, quando inalados, podem contribuir para a ocorrência de um acidente fatal (quando o trabalhador cai na massa de grãos e é soterrado por passar mal) ou, dependendo da sua concentração no ambiente, podem ser o motivo principal das mortes. Nessa reportagem, é destacada a morte de um bombeiro (Município de Tangará - MT, em 2011), que, ao tentar resgatar dois trabalhadores em um silo de soja, passou mal e desmaiou ao inalar uma grande quantidade de gás tóxico; ele ficou 17 dias internado antes de entrar em óbito.

Os agentes químicos são considerados insalubres, os quais estão relacionados na NR 15 – Atividades e operações insalubres, em seus anexos nº 11 e 13, respectivamente: Agentes químicos, cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho; e Agentes químicos, que estabelecem os critérios para a caracterização da condição de trabalho insalubre, os quais descrevem os procedimentos e técnicas para a avaliação qualitativa e quantitativa dos agentes identificados.

Na ausência de limites de tolerância previstos na NR 15 e seus anexos, conforme descrito na NR 9 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais, agentes físicos, químicos e biológicos devem ser utilizados como referência para a adoção de medidas de

prevenção previstas pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH (SIT, 2019e).

A poeira composta de partículas contendo potenciais agentes químicos também está presente em unidades de armazenagem. A poeira está associada a diversas doenças respiratórias (sinusite, rinite, perfuração do septo nasal e alterações do olfato), além de poder lesionar o globo ocular. Para sua prevenção, a empresa deve possuir um programa de controle e avaliação dos riscos respiratórios adaptados a cada situação (GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015).

Um aspecto importante no estudo do Material Particulado - MP está relacionado à sua complexidade referente às características físico-químicas, que podem ter origem de diversas fontes, sendo que a sua morfologia e dinâmica estão correlacionadas também ao tamanho das partículas (COLBECK, 2009).

Dentre as partículas com diâmetro igual ou menor que 10  $\mu\text{m}$ , denominada de material particulado, MP10 são as que apresentam maiores riscos, pois são pequenas o suficiente para penetrar no sistema respiratório. Essas partículas constituem o aerossol e são de tamanho, forma e composição diferente. Classicamente, a distribuição de massa do aerossol acontece em função do tamanho das partículas, as quais são divididas em intervalos específicos de tamanho decorrentes do equipamento de medição e legislação (WIKUATS et al., 2020).

A geração de Material Particulado (MP) pode variar de acordo com as condições de operação, tipo de material processado, características do projeto e até devido a variáveis meteorológicas, destacando-se a importância de realizar sua avaliação para o desenvolvimento de mecanismos de controle e neutralização (WIKUATS et al., 2020).

A sua formação pode acontecer a partir da mistura de vários compostos, incluindo sulfatos, nitratos, íons inorgânicos (cálcio, potássio etc.) e orgânicos, carbono elementar, entre outros elementos (COLBECK, 2009; SQUIZZATO, 2017; WIKUATS, 2020).

As partículas presentes nos ambientes podem ser emitidas diretamente devido aos processos industriais (emissões primárias) ou formadas na atmosfera por reações químicas (emissões secundárias). A classificação é realizada de acordo com o tamanho aerodinâmico, as quais podem ser classificadas em partículas ultrafinas, com diâmetro aerodinâmico menor que 0,1  $\mu\text{m}$  (MP0,1); partículas finas, com diâmetro menor que 2,5  $\mu\text{m}$  (MP2,5); partículas grossas ou respiráveis, com diâmetro aerodinâmico entre 2,5 e 10  $\mu\text{m}$  (MP10), e as partículas totais em suspensão (PTS), com diâmetro igual ou menor que 50  $\mu\text{m}$  (COLBECK, 2009; BRASIL, 2018; WIKUATS, 2020).

Essas partículas menores estão relacionadas a diversos efeitos à saúde, como sintomas respiratórios, agravamento de asma, aumento das internações hospitalares,

diminuição da função pulmonar, mortalidade, e podem potencializar casos de doenças de Alzheimer e Parkinson (VIMERCATI et al., 2016; ROUX et al., 2017; WIKUATS et al., 2020).

No Brasil, existem somente diretrizes quantitativas para Material Particulado proveniente de pó mineral em ambientes industriais (amianto, manganês e seus compostos e sílica cristalina), descritos na NR 15 – anexo nº 12, assim, deve-se utilizar o valor máximo recomendado (VMR) de  $80 \mu\text{g m}^{-3}$  para o material particulado, que, conforme pesquisa realizada por Wikuats et al. (2020), em um centro de reciclagem, representa o VMR para aerossóis totais em ar interior, estabelecido pela Resolução nº 09/2003 da Agência Reguladora de Saúde. Ela não se destina a ambientes industriais, mas pode ser utilizada para definir e descrever os riscos dos ambientes de trabalho, além de estabelecer mecanismos de controle, similar à que foi realizada na referida pesquisa (SIT, 2019a; WIKUATS et al., 2020).

De acordo com a OMS, o MP de fontes internas e externas é prejudicial à saúde humana, em que as diretrizes de qualidade do ar recomendadas para MP (média de 24h:  $50 \mu\text{g m}^{-3}$  para MP<sub>10</sub> e  $25 \mu\text{g m}^{-3}$  para MP<sub>2.5</sub>) também podem ser aplicadas a ambientes internos (ORGANIZATION, 2005; WIKUATS et al., 2020).

#### **3.5.1.6 Trabalho em altura**

Acidentes graves e fatais ocorrem principalmente devido a situações que envolvem a queda de trabalhadores de diferentes níveis. De acordo com ABNT (2017c), “a queda de altura é uma das maiores causas de morte e ferimentos no local de trabalho. É, portanto, essencial que medidas sejam tomadas para proteger os trabalhadores de quedas de altura.” O risco de queda está presente nas atividades realizadas durante a armazenagem e secagem de grãos, sendo que todo trabalho executado há mais de 2 metros do nível inferior, onde haja o risco de queda, é considerado trabalho em altura (SIT, 2018c, 2019f).

Por esse motivo, foi elaborada a Norma Regulamentadora nº 35 – Trabalho em altura, de forma ampla, a fim de que atenda aos diversos ramos de atividades desenvolvidos pelas empresas, focada nos aspectos de gestão de segurança e saúde do trabalho. Ela é concebida como norma geral, a qual deve ser complementada por anexos e legislações aplicados a cada situação, como as Normas Brasileiras (NBR's), de autoria da Associação Brasileira de Normas Técnicas, destacando-se: NBR 16325-1 e NBR 16325 - Proteção contra quedas de altura – Respectivamente as Partes 1 e 2: dispositivos de ancoragem; NBR16489 – Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura – recomendações e orientações para seleção, uso e manutenção; e as NBR's 14626; 14628; 14627; 15834; 15837; 14629; 15835; 15836 que abordam a temática (ABNT, 2017c; SIT, 2019f).

Todo trabalho em altura deve ser planejado, evitando, sempre que possível, a exposição ao risco de queda; dessa forma, identificam-se tais situações e estabelecem mecanismos de neutralização ou medidas que minimizem suas consequências. Dessa maneira, utilizam os preceitos de antecipação dos riscos para o estabelecimento de medidas adequadas, metodologia de avaliação, permissões de trabalho, para que seja possível realizar o trabalho com o máximo de segurança e conforto (SIT, 2018c).

### **3.5.1.7 Vibração**

Quanto à vibração, pode afetar o corpo inteiro ou apenas parte do corpo, como mãos e os braços. De acordo com Kroemer (2007), o som é uma vibração que afeta nossas células auditivas. Vibrações mecânicas podem causar mudanças na disposição de órgãos importantes. As vibrações das mãos e braços ocorrem geralmente quando se utilizam ferramentas elétricas, pneumáticas, ou mesmo nos casos de equipamentos que funcionam à combustão interna, como a motosserra.

Existem basicamente três variáveis que influenciam a vibração no corpo humano, sendo elas a frequência (Hertz - Hz), a duração (tempo) e o nível ( $m s^{-2}$ ), cujos efeitos dependem da sensibilidade de cada organismo. Segundo Dul e Weerdmeester (2004), as vibrações de baixa frequência, menores que 1 Hz, podem produzir sensações de enjoo. As vibrações entre 1 e 100 Hz, especialmente entre 4 e 8 Hz, podem produzir dores no peito, dificuldades respiratórias, dores nas costas e vista embaralhada. As vibrações da mão e braços, entre 8 e 1.000 Hz, produzem alterações na sensibilidade, redução da destreza dos dedos, bem como distúrbios dos músculos, ossos e articulações.

De acordo com o referido autor, na maioria dos equipamentos e ferramentas manuais, as vibrações concentram-se na faixa entre 25 e 150 Hz. Como visto anteriormente, esse feito pode produzir desde dores no peito, dificuldades respiratórias, dores nas costas, vista embaralha, até distúrbios dos músculos, ossos, articulações e distúrbios do sono (PADILHA; CATAI, 2017; NARI et al., 2020).

A vibração é considerada uma atividade insalubre, a qual está relacionada na NR 15 – Atividades e operações insalubres, em seu anexo nº 8. Estabelece os critérios para a caracterização da condição de trabalho insalubre decorrente da exposição a vibrações de corpo inteiro e de mãos e braços, a qual descreve que os procedimentos técnicos para avaliação quantitativa são os estabelecidos nas Normas de Higiene Ocupacional nº 09 - NHO 09 – Avaliação da exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro e NHO 10 – Avaliação da exposição ocupacional à vibração ocupacional à vibração em mãos e braços; utiliza-se também de metodologia recomendada pela International Organization for Standardization -



ISO 2631 - Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1: General requirements e ISO 8041 - Human response to vibration -- Measuring instrumentation (FUNDACENTRO, 2012, 2013; SIT, 2019a; CAZANI et al., 2021);

Verificado que os limites de tolerâncias estabelecidos pelas normativas vigentes foram extrapolados, diversas são as recomendações de melhoria que podem ser executadas no posto de trabalho: em análise realizada, a exposição do operador à vibração de corpo inteiro durante a extração de madeira, Cazani et al. (2021) propuseram melhorias relacionadas ao sistema de amortecimento da máquina, com foco principal no assento, as quais, se forem implementadas, podem prevenir o aparecimento de doenças ocupacionais.

### **3.5.1.8 Instalações elétricas**

Praticamente todo trabalho industrial envolve, direta ou indiretamente, o contato com instalações elétricas, desde o seu projeto em execução, reforma, ampliação, operação, manutenção, até o contato dos usuários e terceiros das instalações. Com a modernização das instalações industriais e introdução de novas tecnologias, faz-se necessário constantemente rever as condições das instalações que envolvem serviços elétricos (SIT, 2010, 2019g).

De acordo com Fundacentro (2007), o choque elétrico pode ser definido como “o efeito patofisiológico que resulta da passagem de uma corrente elétrica, chamada de corrente de choque, através do organismo humano, podendo provocar efeitos de importância e gravidades variáveis, bem como fatais”.

Vários são os relatos de acidentes ocasionados por um choque, curto-circuito ou mesmo arco-elétrico, além de incêndios que tiveram como fator de ignição tais situações. Em termos de legislação, a Norma Regulamentadora nº 10 - NR 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade estabelece os requisitos e condições mínimas para os trabalhos com energia elétrica. Essa norma é aplicável às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e trabalhos na sua proximidade, devendo-se atender também às normas técnicas oficiais aplicadas e, na ausência delas, às normas internacionais (SIT, 2010, 2019g).

A respeito das normas técnicas oficiais aplicadas, podem ser destacadas as seguintes: NBR-5410 – Instalações elétricas de baixa tensão; NBR –14039, para média tensão até 36,2 kV; NBR 5418 – Instalações elétricas, em atmosferas explosivas, NBR 5419 – para proteção contra descargas elétricas atmosféricas; NBR 8674, para proteção contra incêndios em transformadores; NBR-8222 e NBR 12232, sobre proteção contra incêndio (SIT, 2010).

### **3.5.1.9 Prevenção e combate a incêndios**

Várias podem ser as origens de um princípio de incêndio, dentre os quais se destacam as ordens elétricas, manuseio de forma inadequada de materiais inflamáveis, ou até mesmo a mistura das substâncias compostas por partículas sólidas suspensas e o ar atmosférico; isso geralmente constitui o material explosivo que produz diversos danos às unidades armazenadoras. A fonte de ignição pode ocorrer do atrito de componentes metálicos, uso de aparelho de solda, descarga atmosférica, acúmulo de cargas eletrostáticas e curtos-circuitos (SILVA, 1999; GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015).

A legislação nacional que regulamenta essa temática está descrita na Norma Regulamentadora nº 23 – Proteção contra incêndios, de maneira que cabe às empresas adotar as medidas estabelecidas em conformidade com a legislação de cada estado e normas técnicas aplicáveis (SIT, 2011).

O corpo de Bombeiros do estado do Paraná possui o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (CSCIP), que entrou em vigor no estado em 08 de janeiro de 2012. Dentre as diversas Normas de Procedimentos Administrativos (NPA), Normas de Procedimentos Técnicos (NPT) e Orientações Técnicas, convém destacar a NPT 27 – Unidades de Armazenamento e/ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos, Parte 1 – Regras Gerais, Parte 2 – Grãos, e Parte 3 – Insumos agrícolas (BOMBEIROS, 2018a, 2018b, 2018c).

## **3.6 Considerações a respeito da revisão sistemática da literatura**

Observa-se que o primeiro objetivo específico desta pesquisa foi atingido por meio da identificação dos principais riscos do trabalho que ocorrem na atividade econômica analisada, em que se destacam ruídos, vibrações, temperaturas extremas, gases, engolfamentos, quedas de diferentes níveis e poeiras, visto que, quando extrapolados os limites de tolerância, podem causar acidentes e doenças.

Para caracterizar os acidentes acometidos pelo setor, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com a metodologia multicritério *Methodi Ordinatio*, que gerou um ranking dos artigos utilizados no portfólio. A pesquisa exploratória foi realizada nas bases de dados Scopus, Science Direct, Web of Science e Scielo.

Por meio desse procedimento, pode-se constatar a importância do setor agropecuário para a economia do país, utilizando-se o PIB, bem como para a manutenção e geração de empregos. Existe uma grande perspectiva de expansão das unidades de armazenagem, pois a capacidade de armazenagem representa, atualmente, 60,9% da produção atual.

A maioria dos acidentes e adoecimentos em unidades de armazenagem e secagem de grãos está associada à complexidade das estruturas utilizadas nas etapas de recebimento, limpeza, secagem e armazenagem de grãos.

#### 4 REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO/IEC 31010 - Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos.** Rio de Janeiro ABNT, 2012.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO/CIE 8995-1-2013 Iluminação de ambientes de trabalho.** Rio de Janeiro ABNT, 2013.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR16577: Espaço confinado — Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção.** Rio de Janeiro ABNT, 2017a.

ABNT. **NBR 16577-2017 Espaços confinado - prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção.** Rio de Janeiro ABNT, 2017b.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 16489 - Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura.** Rio de Janeiro ABNT, 2017c.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO 31000 - Gestão de riscos - Diretrizes.** Rio de Janeiro ABNT, 2018.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 31022 - Gestão de riscos - Diretrizes para a gestão de riscos legais.** Rio de Janeiro ABNT, 2020.

AET. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho: AEAT 2018.** Brasília: 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho/arquivos/aeat-2018.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2021.

AET. **Quantidade de acidentes do trabalho liquinados em 2019.** Brasília: 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho/arquivos/aeat-2019-versao-online/secao-i-estatisticas-de-acidentes-do-trabalho/copy\\_of\\_subsecao-b-acidentes-do-trab](https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/dados-de-acidentes-do-trabalho/arquivos/aeat-2019-versao-online/secao-i-estatisticas-de-acidentes-do-trabalho/copy_of_subsecao-b-acidentes-do-trab). Acesso em: 25 jul. 2022.

AET. **Quantidade de acidentes do trabalho, por situação do registro e motivo, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), no Brasil - 2018/2020.** Brasília: 2020.

AGOVINO, M. What are the main explanations of occupational diseases and accidents at work in the agricultural sector? A panel analysis for Italian regional data. **QUALITY \ QUANTITY**, [s.l.], v. 48, n. 2, p. 1045-1073, mar. 2014.

BACHEWE, F. N., BERHANE, G., MINTEN, B., TAFESSE, A. S. Agricultural Transformation in Africa? Assessing the Evidence in Ethiopia. **World Development**, [s.l.], v. 105, p. 286-298, 2018.

BARAZA, X.; CUGUERÓ E., N. Severity of occupational agricultural accidents in Spain, 2013–2018. **Safety Science**, [s.l.], v. 143, p. 105422, 2021.

BECKMAN, J.; COUNTRYMAN, A. M. The Importance of Agriculture in the Economy: Impacts from COVID-19. **American Journal of Agricultural Economics**, [s.l.], v. 103, n. 5, p. 1595-1611, 2021.

BERMUDES, W. L. **Metodologia de avaliação de riscos de acidentes na colheita florestal**. Orientador: Luciano José Minette. 2018. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2018.

BOMBEIROS, C. D. E. **NPT 27 - Unidades de armazenamento e / ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos Parte 01 – Regras gerais**. 2018a. Disponível em: [https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/NPT027Parte01.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT027Parte01.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

BOMBEIROS, C. D. E. **NPT 027 - Unidades de armazenamento e / ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos**. 2018b. Disponível em: [https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-05/NPT\\_027\\_Parte\\_02\\_Gr%C3%A3os\\_.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/NPT_027_Parte_02_Gr%C3%A3os_.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

BOMBEIROS, C. D. E. **NPT 27 - Unidades de armazenamento e / ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos Parte 03 – Insumos agrícolas**. 2018c. Disponível em: [https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2021-05/NPT\\_027\\_Parte\\_03\\_Insumos\\_Agricolas\\_24%20OUTUBRO%202018\\_0.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2021-05/NPT_027_Parte_03_Insumos_Agricolas_24%20OUTUBRO%202018_0.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

BORG, M. A., XIANG, J., ANIKEEVA, O., PISANIELLO, D., HANSEN, A., ZANDER, K., DEAR, K., SIM, M. R., BI, P. Occupational heat stress and economic burden: A review of global evidence. **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, [s.l.], v. 195, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33516686/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 25 jul. 1991. Seção 1, p. 15.542. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis). Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.973, de 29 de maio de 2000**. Dispõe sobre o sistema de armazenagem dos produtos agropecuários. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 maio 2000. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=245249#:~:text=1%C2%BA%20Constitui%20atividade%20de%20armazenagem,p%C3%BAblico%20ou%20privado%2C%20em%20estruturas](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=245249#:~:text=1%C2%BA%20Constitui%20atividade%20de%20armazenagem,p%C3%BAblico%20ou%20privado%2C%20em%20estruturas). Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 nov. 2018. Disponível em:

<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/OdcyOwi55H-xZl8O4PeTAfGtVl2ocX5H.pdf>. Acesso em: 10 ju. 2023.

CAGED. **Sumário executivo novo CAGED Estatísticas Mensais do Emprego Formal**. 2022. Disponível em: [http://pdet.mte.gov.br/images/Novo\\_CAGED/Nov2022/1-sumarioexecutivo.pdf](http://pdet.mte.gov.br/images/Novo_CAGED/Nov2022/1-sumarioexecutivo.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

CAZANI, A. C.; MIYAJIMA, R. H.; SIMÕES, D.; DOS SANTOS, J. E. Operator Exposure to Whole-Body Vibration in Timber Extraction with Grapple Skidder. **Journal of Vibrational Engineering and Technologies**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 177-182, jan. 2021.

CNN. **Novo Caged aponta criação de 1,4 milhão de vagas nos primeiros trimestres dos últimos três anos**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/novo-caged-aponta-criacao-de-14-milhao-de-vagas-nos-primeiros-trimestres-dos-ultimos-tres-anos/>. Acesso em: 8 ago. 2022.

COLBECK, I. **Environmental Chemistry of Aerosols**. [s.l.]: Blackwell Pub, 2009.

CONAB. **Série Histórica da Armazenagem**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/armazenagem/serie-historica-da-armazenagem>. Acesso em: 17 mar. 2021.

DAVIS, K. G.; KOTOWSKI, S. E. Understanding the ergonomic risk for musculoskeletal disorders in the United States agricultural sector. **American Journal Of Industrial Medicine**, [s.l.], v. 50, n. 7, p. 501-511, jul. 2007.

DIAS, J. P. S.; LOSEKAN, I.; SILVA, T. L. da; STRAPASON, B. R.; GOMIDE, D. S.; FRANZ, L. A. dos S. Avaliação do Ruído Ambiental em uma Unidade de Armazenagem de Grãos localizada na Região Sul do Brasil. **Revista Vértices**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 57–69, 2019. DOI: 10.19180/1809-2667.v21n12019p57-69. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/11876>. Acesso em: 10 jul. 2023.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2004.

FELLET, J. **As silenciosas mortes de brasileiros soterrados em armazéns de grãos - BBC News Brasil**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45213579>. Acesso em: 5 mar. 2021.

FERNÁNDEZ-MUÑIZ, B.; MONTES-PEÓN, J. M.; VÁZQUEZ-ORDÁS, C. J. Occupational accidents and the economic cycle in Spain 1994-2014. **Safety Science**, [s.l.], v. 106, p. 273-284, 2018.

FICANHA, D. C. **Resistência das chapas laterais de silos metálicos utilizando novo modelo de parafuso**. Orientador: Divair Christ. 2020. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5243/5/Daniele%20C.%20Ficanha.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 01: avaliação da exposição ocupacional ao ruído: procedimento técnico**. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, 2001. Disponível em: <https://www.areaseg.com/bib/10%20-%20NHO%20Normas%20de%20Higiene%20Ocupacional/NHO-01.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Instalações elétricas temporárias em canteiro de obras. Recomendação técnica de procedimentos - RTP 05**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2007. Disponível em:

[http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23\\_1/apache\\_media/FI21P5JK3RS2KPHTIN1T9L5KB3QTVG.pdf](http://arquivosbiblioteca.fundacentro.gov.br/exlibris/aleph/a23_1/apache_media/FI21P5JK3RS2KPHTIN1T9L5KB3QTVG.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 10 - avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços: procedimento técnico**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://antigo.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2013/4/nho-10-procedimento-tecnico-avaliacao-da-exposicao-ocupacional-a-vibracao-em-maos-e>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 09 : avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro : procedimento técnico**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.areaseg.com/bib/10%20-%20NHO%20Normas%20de%20Higiene%20Ocupacional/NHO-09.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 06 - avaliação da exposição ocupacional ao calor : procedimento técnico**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/NHO-06.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 11 : avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho : procedimento técnico**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://antigo.fundacentro.gov.br/biblioteca/normas-de-higiene-ocupacional/publicacao/detalhe/2018/8/nho-11-avaliacao-dos-niveis-de-iluminamento-em-ambientes-internos-de-trabalho>. Acesso em: 10 jul. 2023.

GALLEGO, V., SÁNCHEZ, A., MARTÓN, I., MARTORELL, S. Analysis of occupational accidents in Spain using shrinkage regression methods. **Safety Science**, [s.l.], v. 133, p. 105000, 2021.

GOEL, R. K., YADAV, C. S., VISHNOI, S., RASTOGI, R. Smart agriculture – Urgent need of the day in developing countries. **Sustainable Computing: Informatics and Systems**, [s.l.], v. 30, p. 100512, 2021.

GOUVEIA, R., GALVANI, E., HENRIQUE JUNIOR, M., GOUVEIA, R. Avaliação das condições de segurança no trabalho em armazéns agrícolas na cidade de Tangará da Serra/MT-Brasil. **Espacios**, [s.l.], v. 34, n. 10, p. 1-10, set. 2013.

GRESELE, E. D. **Armazenagem de soja com controle da umidade relativa do ar de aeração**. Orientador: Divair Christ. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5221/5/Evertom\\_Gresele2020.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5221/5/Evertom_Gresele2020.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE. Produção da Pecuária Municipal**, 2015. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/metodos-e-classificacoes/classificacoes-e-listas-estatisticas/9078-classificacao-nacional-de-atividades-economicas.html>. Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE. **PIB cresce 1,1% e fecha 2019 em R\$ 7,3 trilhões** . Agência de notícias. Disponível

em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27007-pib-cresce-1-1-e-fecha-2019-em-r-7-3-trilhoes>. Acesso em: 9 ago. 2022.

IBGE. **PIB cai 4,1% em 2020 e fecha o ano em R\$ 7,4 trilhões**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30165-pib-cai-4-1-em-2020-e-fecha-o-ano-em-r-7-4-trilhoes>. Acesso em: 9 ago. 2022.

IBGE. **Tabela 1846: Valores a preços correntes - PIB por setor produtivo**. 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1846#/n1/all/v/all/p/-1/c11255/90687,90691,90696,90705,90706,90707,93404,93405,93406,93407,93408,102880//v,,c11255+t+p/resultado>. Acesso em: 22 fev. 2023

IBGE. **Produto Interno Bruto - PIB**. 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 05 mar. 2023.

IBGE. **Capacidade de armazenagem agrícola cresce 3,0% e chega a 188,8 milhões de toneladas no 1º semestre de 2022**. Agência de Notícias. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/35416-capacidade-de-armazenagem-agricola-cresce-3-0-e-chega-a-188-8-milhoes-de-toneladas-no-1-semester-de-2022>. Acesso em: 28 mar. 2023c.

INFOLOGO AET. **Base de dados históricos de acidentes de trabalho**. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/scripts10/dardoweb.cgi>. Acesso em: 25 jul. 2022.

IPEA. **Perspectivas do PIB agropecuário brasileiro 2020**. 2020a. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2020/03/CC46\\_Boletim-Agro.pdf](http://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2020/03/CC46_Boletim-Agro.pdf). Acesso em: 22 fev. 2021

IPEA. **Carta de Conjuntura, número 46 – 1 trimestre de 2020**. 2020b. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2020/03/CC46\\_Boletim-Agro.pdf](https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2020/03/CC46_Boletim-Agro.pdf). Acesso em: 22 fev. 2021.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: 2005.

LÓPEZ-TORO, A. A., PARDO-FERREIRA, M. C., MARTÍNEZ-ROJAS, M., CARRILLO-CASTRILLO, J. A., RUBIO-ROMERO, J. C. Analysis of occupational accidents during the chainsaws use in Andalucía. **Safety Science**, [s.l.], v. 143, p. 105436, 2021.

MAPA. **Instrução Normativa nº29, de 8 de junho de 2011**, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/infraestrutura-e-logistica/documentos-infraestrutura/29-2011.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MAPA. **PORTARIA Nº 116, DE 26 DE MARÇO DE 2020**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/Portaria/PRT/Portaria-116-20-mapa.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Portaria/PRT/Portaria-116-20-mapa.htm). Acesso em: 1 mar. 2021

MASCARENHAS, M. D. M., FREITAS, M. G. D., MONTEIRO, R. A., SILVA, M. M. A. D., MALTA, D. C., GÓMEZ, C. M. Emergency room visits for work-related injuries: characteristics and associated factors - Capitals and the Federal District, Brazil, 2011. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 667-678, 2015.

MOTA, F. S. T. DA. **Estudo de caso: identificação dos riscos na atividade de beneficiamento de grãos**. Orientador: André Nagalli. 2015. 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, 2015. Disponível em:

[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6664/1/CT\\_CEEEST\\_XXX\\_2015\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6664/1/CT_CEEEST_XXX_2015_15.pdf). Acesso em: 27 mar. 2021

NARI, F., KIM, Y. K., KANG, S. H., PARK, E. C., JANG, S. I. Association between Occupational Noise and Vibration Exposure and Insomnia among Workers in Korea. **Life**, [s.l.], v. 10, p. 46, 2020.

NUNES, L. F. **Sistema de aeração para silos de armazenagem de grãos com utilização de termometria digital**. Orientador: Giovani Guarienti Pozzebon. 2019. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019. Disponível em:

<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/4822/1/Lucas%20Fontoura%20Nunes%20-%202019.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

OIT. **Agriculture: a hazardous work**. Disponível em:

[https://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS\\_356550/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/safework/areasofwork/hazardous-work/WCMS_356550/lang-en/index.htm). Acesso em: 18 ago. 2022.

ORGANIZATION, W. H. **Air Quality Guidelines: Global Update 2005**. Disponível em:

[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=7VbxUdlJE8wC&oi=fnd&pg=PR9&ots=w335yMU6uf&sig=CugpmOLt06FEMWZwrGnu4LNshXY&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=7VbxUdlJE8wC&oi=fnd&pg=PR9&ots=w335yMU6uf&sig=CugpmOLt06FEMWZwrGnu4LNshXY&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 9 jul. 2021.

PADILHA, R. A. B.; CATAI, R. E. **Experimental analysis of occupational vibration of hands and arms in the use of pneumatic tools in assembler**. Espacios Caracas - Venezuela, 2017. Disponível em:

<http://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p30.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

PAWLAK, K.; KOLODZIEJCZAK, M. The Role of Agriculture in Ensuring Food Security in Developing Countries: Considerations in the Context of the Problem of Sustainable Food Production. **SUSTAINABILITY**, [s.l.], v. 12, n. 13, jul. 2020.

PROTEÇÃO. **Anuário Brasileiro de Proteção 2020: Indicadores globais**. Disponível em: <https://protecao.com.br/mundo-2020/>. Acesso em: 26 mar. 2021.

RAMOS, É. **Número de acidentes de trabalho no Brasil e no RS segue alto**. Disponível em: <https://www.trt4.jus.br/portais/trt4/modulos/noticias/305976>. Acesso em: 26 mar. 2021.

RIO, R. P.; PIRES, L. **Ergonomia: Fundamentos da Prática Ergonômica**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

ROUX, J., BARD, D., LE PABIC, E., SEGALA, C., REIS, J., ONGAGNA, J. C., SEZE, J., LERAY, E. Air pollution by particulate matter PM10 may trigger multiple sclerosis relapses. **Environmental Research**, [s.l.], v. 156, p. 404-410, 2017.

SANTOS, R. C., LOVATTO, J., SANCHES, A. C., GOMES, E. P., De SOUZA, C. M. A. Expert systems as a tool to manage accident risks in grain storage facilities. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 87, 2020.



SILVA, L. C. **Explosões em unidades armazenadoras**. Disponível em: <http://agais.com/explosao.htm>. Acesso em: 4 mar. 2021.

SILVA, L. C. Gases tóxicos em unidades armazenadoras. **UFES – Universidade Federal do Espírito Santo Departamento de Engenharia Rural Boletim Técnico: AG: 03/05 em 29/03/2005 Gases**, p. 12-15, 2005. Disponível em: [http://www.agais.com/manuscript/ag0305\\_gasestoxicos.pdf](http://www.agais.com/manuscript/ag0305_gasestoxicos.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

SILVA, L. C. **Afogamento e Sufocamento em Grãos**. p. 21-23, 2015. Disponível em: [http://www.agais.com/manuscript/ag0205\\_afogamento.pdf](http://www.agais.com/manuscript/ag0205_afogamento.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

SCHOENINGER, V., SIQUEIRA, V. C., NICIPORENCO NETO, A., LEITE, R. A., PINTO, V. D., FERAZ, L. R., MARTHA, A. L. M. D., PAGNONCELLI, L. C. Saúde e segurança no trabalho em unidades armazenadoras de grãos no Estado do Mato Grosso do Sul. **Realização**, [s.l.], v. 6, n. 12, p. 0515, 2019.

SHAO, B., HU, Z., LIU, Q., CHEN, S., HE, W. Fatal accident patterns of building construction activities in China. **Safety Science**, [s.l.], v. 111, p. 253-263, 2019.

SIT - Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR 10**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2010. 100 p. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/escola/e-biblioteca/manual-de-auxilio-na-interpretacao-e-aplicacao-da-nr-10-ano-2010.pdf/view>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT - Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 23 - Proteção contra incêndios**. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-23-nr-23>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Guia Técnico da NR 33**. Ministério do Trabalho e Previdência, Brasília. Disponível em: [https://www.udop.com.br/legislacao-arquivos/81/nr33\\_guia\\_tecnico\\_espaco\\_confinado.pdf](https://www.udop.com.br/legislacao-arquivos/81/nr33_guia_tecnico_espaco_confinado.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 17 - Ergonomia**. Ministério do Trabalho e Previdência, 2018a. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 6 - Equipamento de proteção individual**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério do Trabalho e Previdência, 2018b. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-6-nr-6>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da NR 35 - Trabalho em altura**. Brasília, Ministério do Trabalho e Previdência, 2018c. Disponível em: [https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/manuais-e-publicacoes/manual\\_consolidado\\_da\\_nr\\_35.pdf](https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/manuais-e-publicacoes/manual_consolidado_da_nr_35.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 15 - Atividades e operações insalubres**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério do Trabalho e Previdência,

2019a. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos**, Ministério do Trabalho e Previdência, 2019b. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Inspeção do Trabalho, NR-33**, 2019c. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-33-nr-33>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**, Ministério do Trabalho e Previdência, 2019d. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-33-nr-33>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - Portaria SEPRT n.º 1359, de 9 de dezembro de 2019. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Ministério do Trabalho e Previdência, 2019e. Disponível em: <https://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-seprt-1359-2019.htm>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 35 - Trabalho em altura**, 2019f. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade**, Ministério do Trabalho e Previdência, 2019g. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SIT- Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Inspeção do Trabalho - Normas Regulamentadoras**. Disponível em: <https://sit.trabalho.gov.br/portal/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/legislacao-sst/normas-regulamentadoras?view=default>. Acesso em: 8 mar. 2021.

SQUIZZATO, R. **Avaliação de curto prazo nos sintomas respiratórios em indivíduos expostos ao material particulado em ar ambiente**. Orientador: Leila Droprinchinski Martins. 2017. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

TAKALA, J., HÄMÄLÄINEN, P., SAARELA, K. L., YUN, L. Y., MANICKAM, K., JIN, T. W., HENG, P., TJONG, C., KHENG, L. G., LIM, S., LIN, G. S. Global Estimates of the Burden of

Injury and Illness at Work in 2012. **JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HYGIENE**, [s.l.], v. 11, n. 5, p. 326-337, 2014.

TRABALHO, G. R. DO. **Relatório de análise de acidente do trabalho**. Santa Maria - RS. Ministério da Economia, 2019. Disponível em:  
[https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST\\_acidente\\_s\\_de\\_trabalho/Relatorio\\_Analise\\_Acidentes\\_AGROSOLO.pdf](https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_acidente_s_de_trabalho/Relatorio_Analise_Acidentes_AGROSOLO.pdf). Acesso em: 19 mar. 2022.

VIMERCATI, L., BALDASSARRE, A., GATTI, M. F., DE MARIA, L., CAPUTI, A., DIRODI, A. A., CUCCARO, F., BELLINO, R. M. Respiratory health in waste collection and disposal workers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s.l.], v. 13, n. 7, p. 631, 2016.

WEBER, K. **Produtos - Galeria - Kepler Weber: Soluções para Armazenagem Agrícola e Movimentação de Granéis Sólidos**. Disponível em:  
<https://www.kepler.com.br/produtos/galeria/projetos-agricolas>. Acesso em: 17 mar. 2021.

WIKUATS, C. F. H. **Estudo da exposição de trabalhadores ao material particulado e bioaerossóis em em cooperativa de processamento de materiais recicláveis**. Orientador: Leila Droprinchinski Martins. 2022. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020. Disponível em:  
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4858>. Acesso em: 7 jul. 2022.

WIKUATS, C. F. H., DUARTE, E. H., PRATES, K. V. M. C., JANIASKI, L. L. L., DE OLIVEIRA GABRIEL, B., Da CUNHA MOLINA, A., MARTINS, L. D. Assessment of airborne particles and bioaerosols concentrations in a waste recycling environment in Brazil. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 10, n. 1, 2020.

## **5 ARTIGO 1: INSPEÇÃO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM PLANTAS DE ARMAZENAMENTO DE GRÃOS<sup>1</sup>**

### **RESUMO**

O Brasil é o país com a maior incidência de descargas atmosféricas, sendo que, em média, 77,8 milhões atingem o país todos os anos, de forma que as mortes estão associadas principalmente às atividades do agronegócio. Verifica-se o crescimento do número de empresas prestadoras de serviços pós-colheita, que possuem um elevado valor monetário concentrado em suas estruturas, as quais predominantemente são metálicas. Os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas são utilizados, nesse contexto, para realizar a proteção das instalações e pessoas, os quais são compostos por vários elementos que necessitam de inspeção visual com determinada periodicidade, atividade enquadrada como trabalho em altura. Com o intuito de prevenir acidentes, propõe-se a utilização de veículos aéreos não tripulados nas atividades de inspeção visual desses sistemas. Realizou-se um levantamento da atual literatura relacionada ao assunto, além das normas, órgãos fiscalizadores e pré-requisitos operacionais desse tipo de equipamento em território nacional. Por fim, foi criado e validado um método com base no checklist de inspeção com os principais pontos para conferência, a qual gera uma pontuação que representa o nível de urgência de intervenção, aplicado a uma unidade localizada no oeste do Paraná em 28/11/2022. Tal procedimento permitiu realizar o planejamento e direcionar o trabalho de manutenção apenas onde necessário. Dentre as principais vantagens, está a eliminação da exposição a trabalhos realizados em altura, maior agilidade e registro por meio das fotos e vídeos. Como desvantagens, há a dependência das condições climáticas, obstáculos e cabos utilizados na sustentação da estrutura, que dificultam a operação do equipamento.

**Palavras-chave:** Trabalho em altura. Drone. Veículos aéreos não tripulados.

### **INSPECTION OF ATMOSPHERIC DISCHARGE PROTECTION SYSTEMS IN GRAIN STORAGE PLANTS**

#### **ABSTRACT**

Brazil has the highest incidence of atmospheric discharges, with an average of 77.8 million reaching the country yearly, so deaths are mainly associated with agribusiness activities. A growing number of companies are providing post-harvest services, which have a high monetary value concentrated in their predominantly metallic structures. Lightning protection systems are used in this context to protect facilities and people, composed of several elements that require visual inspection with a certain periodicity, an activity framed as work at height. In order to prevent accidents, it is proposed to use uncrewed aerial vehicles in the visual inspection activities of these systems. A survey of the current literature related to the subject was carried out, in addition to the standards, supervisory bodies, and operational prerequisites of this type of equipment in the national territory. Finally, a method was created and validated based on the inspection checklist with the main points for the conference, which generates a score that represents the urgency of intervention, applied to a unit located in western Paraná on Nov 28<sup>th</sup>, 2022. This procedure allowed planning and directing maintenance work only where necessary. Among the main advantages are eliminating exposure to work carried out at height, greater agility, and registration through photos and videos. As a disadvantage, there is dependence on weather conditions, obstacles, and cables used to support the structure, which hinders the operation of the equipment.

---

<sup>1</sup> Artigo submetido à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Agriambi).

**Keywords:** Work at height. Drone. Uncrewed aerial vehicles.

## 5.1 Introdução

O Brasil ocupa o primeiro lugar mundial em incidência de descargas elétricas. O Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) relata que, em média, 77,8 milhões atingem o país todos os anos, sendo que, nos meses de janeiro e fevereiro de 2022, foi observado um aumento de 29% quando comparado ao mesmo período de 2021. Estima-se que 100 milhões de raios por ano atingirão o território nacional por volta de 2081, o que pode trazer consequências graves para as instalações, equipamentos e seres vivos (COSTA, 2022; TOMAZELA, 2022).

Para reduzir os danos em decorrência das descargas atmosféricas e proteger os estabelecimentos industriais, comerciais e residenciais, é necessária a utilização de Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que proporcionam um trajeto para a dissipação da corrente elétrica até o solo (ABNT, 2015; PATRÍCIO, 2016).

Por meio de um levantamento realizado pelo ELAT, durante o período de 2000 a 2019, ocorreram 2.194 fatalidades, com uma média de 110 casos de morte por ano, sendo que os maiores percentuais estão associados a atividades de agronegócio (26%) (ELAT, 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Todas as edificações e estruturas metálicas de manuseio e armazenagem dos produtos agrícolas devem possuir sistema de proteção contra descargas atmosféricas e energia estática gerada para prevenir danos e acidentes, cuja inspeção e manutenção são enquadradas como trabalho em altura. Nesse contexto, cresce o uso de veículos aéreos não tripulados no reconhecimento e mapeamento de riscos, tornando-os uma ferramenta de grande utilidade na prevenção de acidentes (ABNT, 2015; BOMBEIROS, 2018; LOPES et al., 2020).

Esta pesquisa teve como objetivo estabelecer um modelo para o emprego de Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) na análise visual das condições operacionais dos componentes de SPDA externo, localizados em estruturas de armazenamento de grãos, para coletar informações durante a elaboração da análise preliminar de riscos e planejamento das atividades em altura. Foi possível desenvolver e validar um procedimento da análise da estrutura, o que gerou uma pontuação que retratou o estado do sistema e que permitiu ao setor de manutenção direcionar seus esforços para pontos específicos, reduzindo o tempo de exposição aos riscos da atividade em altura.

## **5.2 Material e métodos**

Para o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado inicialmente o levantamento do atual estado da literatura, elaboração do checklist, verificação do equipamento RPAS e sua documentação em território nacional. As inspeções e planejamento das atividades de manutenção foram realizados no dia 28/11/2022, às 10:30 h, em uma unidade de armazenagem e secagem de grãos localizada na região Oeste do Paraná, Brasil.

### **5.2.1 Levantamento do atual estado da literatura**

Utilizou-se o método de revisão sistemática da literatura, *Methodi Ordinatio*, proposto por Pagani et al. (2018), que possui como objetivo a classificação dos trabalhos encontrados de acordo com seu grau de relevância.

O primeiro passo foi selecionar as palavras-chave relacionadas ao tema da pesquisa: inspection, labour inspection (I); work at height, height (II); RPAS, drones, unmanned aerial vehicle, aircraft, UAV (III); storage facilities, grain storage units, grain operations, grain storage plants, grain silo (IV) e lightning arrester, arrester, ADPS, Atmospheric Discharge Protection Systems (V). Realizaram-se combinações entre as palavras-chave por meio da utilização de variáveis booleanas e a pesquisa exploratória foi feita nas bases de dados Scopus, Science Direct, Web of Science e Scielo.

Como critério de busca, foram utilizados filtros para delimitar o espaço temporal a um intervalo entre 2019 a 2022; quanto ao tipo de documento, optou-se apenas pelos classificados como artigos (PAGANI et al., 2018).

O quantitativo de trabalhos obtidos com a aplicação dos filtros foi de 181 artigos. Utilizaram-se os procedimentos de filtro para eliminar trabalhos com ausência de resumo e/ou autores, obras duplicadas e assuntos fora do tema, resultando em 28 artigos selecionados.

Os artigos foram submetidos ao método RankIn, apresentado por Pagani et al. (2018), que objetiva a classificação das obras encontradas, identificando as mais relevantes. Tal procedimento foi utilizado para obter o atual estado da arte da pesquisa proposta.

### **5.2.2 Checklist de inspeção**

Para desenvolver o checklist, foram considerados os pontos passíveis de inspeção visual do SPDA, constantes na NBR 5419, NR 10, NBR 5410 e NPT 27-2, subdividindo-o em 4 tópicos, respectivamente: projeto, hastes captoras, isoladores e cabeamento, conforme observa-se no Quadro 1.

Das 15 questões que o compõem, a questão 1 refere-se à verificação da existência do projeto do SPDA e se está atualizado. Todo SPDA deve ser projetado e instalado sob a responsabilidade de um profissional devidamente habilitado, sendo responsabilidade da empresa manter essa documentação atualizada (ABNT, 2015; SOUZA et al., 2020).

Questões	Projeto
1	O projeto está atualizado e representa corretamente o SPDA instalado?
	Hastes Captoras
2	Apresentam boas características de fixação?
3	Estão sem a presença de trincas ou pontos de fusão?
4	Isentas de pontos de oxidação, corrosão ou ferrugem?
5	Sem a alterações física (torção, ausência de algum componente)?
	Sistema de descida (isoladores)
6	Os isoladores estão devidamente fixados?
7	Estão isentos de algum tipo de alteração física?
8	Isentos de pontos de oxidação ou corrosão nos isoladores?
9	As borrachas estão integras sem apresentar avarias ou rachaduras?
	Sistema de descida (Cabeamento)
10	Os cabos não estão em contato com alguma parte da estrutura (exceto isoladores)?
11	Os cabos estão bem tensionados?
12	Estão sem a presença de sujidades (massa, resinas, tintas) que possam comprometer o sistema?
13	Os condutores de descida não possuem conexões ou emendas?
14	As conexões ou emendas estão integras sem a presença de pontos de oxidação ou corrosão?
	Dispositivos de proteção complementares
15	Existe dispositivo complementar de inspeção instalado ou procedimentos realizados?

Quadro 1 Pontos avaliados durante a inspeção.

Fonte: O autor

Nas questões 2 a 5 - Hastes captoras e questões 6 a 9 - Sistema de descida (isoladores), são identificadas as condições de fixação, deformações, trincas, oxidação, corrosão e ferrugem. Hastes captoras: deve-se realizar a inspeção das hastes captoras independentemente do método de proteção utilizado (Franklin ou Faraday), uma vez que

compõem a parte do sistema onde os raios incidem diretamente. Devido às condições naturais e fatores ocasionados pela potência das descargas atmosféricas, deve-se atentar a pontos, como a existência de oxidação ou corrosão, se estão bem afixadas ou apresentam deformação física, para evitar mau funcionamento ou perda de eficiência. Isoladores: são parte fundamental do sistema de condução e descida da descarga. Avarias, como pontos de oxidação, torção e desgaste das borrachas isoladoras, são comumente encontradas, apresentando riscos de acidentes, a saber, a energização das instalações (contato do cabo com a estrutura), podendo gerar danos a equipamentos e seres vivos (ABNT, 2015).

Nas questões 10 a 14 – Sistema de descida (cabearamento), observa-se a integridade dos cabos usados para conduzir as descargas elétricas, ou seja, se estão tensionados, sem contato com partes da estrutura e com o mínimo possível de conexões com presença de oxidação e/ou corrosão, pois estão sujeitos ao rompimento em casos de corrosão ou mal esticados (ABNT, 2015).

Complementando os pontos mencionados anteriormente, é necessário verificar a qualidade das ligações de equipotencialização entre estruturas metálicas, juntas e conexões (solda elétrica ou exotérmica e conexões mecânicas de compressão ou pressão), não podendo estar presentes no cabearamento de descida e verificar se as caixas de inspeção estão limpas, os terminais e conexões não oxidados (ABNT, 2015).

Questão 15 - Dispositivos de proteção complementares, refere-se à existência de dispositivos ou procedimentos realizados além do previsto em norma.

Durante a inspeção, para os itens em não conformidade com a norma, é atribuída a palavra “NÃO”, com pontuação zero. Aos itens em conformidade, é atribuída a palavra “SIM” ou “NÃO SE APLICA”, cujo peso de cada questão corresponde à pontuação máxima que pode ser obtida na avaliação (100 pontos), dividido pelo número de itens avaliados (14). A Questão 15 - Dispositivos de proteção complementares vale 4 pontos e gera uma pontuação bônus, podendo-se obter uma nota máxima na avaliação de 104 pontos.

Pode-se fornecer pesos diferentes para cada item avaliado, de acordo com a importância. Neste estudo, foram estipulados 30 pontos para a questão 1, sendo que, para as questões 2 a 14, foi estipulado peso de 5,38 (70/13).

O checklist gera uma pontuação e deve ser interpretada conforme os preceitos a seguir.



### **5.2.3 Indicador de avaliação e plano de ação**

Utilizou-se um indicador de avaliação para constatar o nível de urgência de adequação das situações de risco identificadas, priorizando as mais críticas. Os riscos antes descritos foram avaliados de forma qualitativa e quantitativa de acordo com a legislação.

A pontuação obtida define o quanto aquele item atende à legislação, sendo apresentado como um indicador de avaliação. Pontos de 0 a 40: nível crítico e as adequações devem ser executadas com urgência; de 41 a 60: nível de alerta e se recomenda adequação; de 61 a 80 pontos: nível regular, em bom estado, mas com algumas restrições à norma; de 81 a 104: nível normal, em bom estado, com pouca ou nenhuma restrição à norma.

A aplicação de cada checklist gerou uma pontuação que retratou a situação do respectivo risco no local avaliado e, com base na pontuação obtida, foi possível avaliar individualmente os riscos e propor um plano de ação para auxiliar a resolução das não conformidades identificadas, priorizando as de níveis mais críticos.

### **5.2.4 Equipamento utilizado**

Para realizar as atividades de inspeção do SPDA, foi utilizado um RPAS quadricóptero da marca DJI, modelo Mavic Pro de propriedade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Medianeira.

O equipamento possui câmera que registra vídeos em 4K (3840 x 2160 px) e captura imagens a 12 Mpx. Deve atender a uma série de pré-requisitos para que seu uso esteja de acordo com o estabelecido pelos órgãos regulamentadores e possa ser utilizado a campo.

Atualmente, a responsabilidade de regulamentação dos RPAS em território nacional é de três órgãos, Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL, Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA, cabendo a cada um deles fiscalizar, no âmbito da vigência de suas normas, o cumprimento dos requisitos mínimos para a utilização.

Primeiramente, foi identificado o peso do dispositivo (730 g), que, de acordo com essa característica, se enquadra na classe 3, o qual determina alguns requisitos operacionais, por exemplo, a necessidade de habilitação ou não do piloto. O próximo passo foi verificar a existência de homologação da frequência de rádio utilizada pelos componentes de comunicação, a qual é realizada por meio da constatação da presença do selo da ANATEL na parte inferior da bateria (ANATEL, 2019; ANAC, 2021).

Antes de realizar o cadastro do piloto, é necessário realizar a certificação do RPAS na ANAC, por meio da plataforma do Sistema de Aeronaves não Tripuladas - SISANT. O

equipamento foi cadastrado como pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pessoa jurídica, perante apresentação de documentos, como nota fiscal e imagens do dispositivo, e foi gerado um código de identificação da aeronave, que foi fixado na parte frontal do equipamento em material antichamas (ANAC, 2021).

Após cadastro no sistema da ANAC, é requisitado que o RPAS esteja vinculado à Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas - SARPAS, órgão controlado pelo DECEA. De modo a cumprir essa exigência, foram apresentados, na plataforma, como requisitos de cadastro, o certificado emitido anteriormente pelo SISANT e alguns dados relacionados à pessoa jurídica (DECEA, 2020).

Finalizadas essas etapas, deve-se realizar o cadastro dos pilotos no SARPAS, executado por meio da apresentação de um documento oficial com foto e, então, o responsável pelo RPAS (pessoa jurídica) está apto a compartilhar o equipamento com os operadores de modo a atender às normas e legislações.

Para cada operação realizada, é necessário que o piloto, por meio de seu perfil pessoal no sistema SARPA, realize uma solicitação de voo perante apresentação do código da aeronave utilizada, assim como a localização, altitude e período de duração.

A documentação obrigatória a ser portada pelo operador é composta pela certidão emitida pela ANAC, manual de voo, documento de identificação pessoal com foto, nota fiscal do equipamento e a avaliação de risco operacional (ANAC, 2021).

Como o RPAS é enquadrado como de classe 3 e não irá operar em altitudes acima de 121 m, não é necessário possuir certificado de aeronavegabilidade, habilitação e certificado médico aeronáutico válido; a apólice de seguro pode ser dispensada devido ao equipamento pertencer a uma instituição controlada pelo Estado (ANAC, 2021).

### **5.3 Resultados e discussão**

Atualmente, não se tem métodos ou dispositivos capazes de alterar, manipular ou prevenir a ocorrência de fenômenos climáticos, como descargas atmosféricas, então, torna-se necessária a aplicação de técnicas e medidas para reduzir os riscos, bem como os danos gerados por tais condições, tanto para estruturas e equipamentos quanto para pessoas e animais presentes nas proximidades do local, por meio dos SPDA (ABNT, 2015).

De acordo com a Norma de Procedimento Técnico nº 27-2, as estruturas e plantas destinadas à armazenagem e secagem de grãos devem apresentar um sistema de SPDA aprovado e certificado por profissional qualificado, além de manter a documentação atualizada referente à manutenção e inspeção ( ABNT, 2015; BOMBEIROS, 2018; SIT, 2019).

Levando em conta o tamanho e altura das estruturas, nota-se a presença de inúmeros pontos para inspeção, trabalho cuja execução é enquadrada como atividade em altura tanto no momento da instalação quanto durante as vistorias (ABNT, 2015).

Dentre as ocorrências registradas na etapa de pré-processamento e armazenamento, os incidentes envolvendo quedas de estruturas em atividades de inspeção e manutenção de máquinas de limpeza, elevadores, transportadores e silos ocupam a segunda posição no índice de maior frequência, ficando somente atrás de acidentes relacionados a aprisionamento ou engolfamento (BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Por meio da identificação dos itens necessários para realizar a inspeção externa do SPDA com a utilização de RPAS, foi desenvolvido o modelo para efetivar a inspeção visual de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, que aborda os aspectos gerais e obrigações legais por parte da empresa.

Observa-se que o uso de aeronaves não tripuladas teve um crescimento sem precedentes em ampla classe de manufaturas, incluindo principalmente a comercial e militar. A maioria dos projetistas visa aperfeiçoar o funcionamento aerodinâmico de seu projeto para fornecer maior carga útil, potência e alcance (SIDDIQI; LEE, 2022).

Operações desse tipo são compostas basicamente por três elementos: uma aeronave não tripulada, uma estação de controle em solo e um link de comunicação entre os dois. Geralmente, a estação de controle de solo serve como gateway de comunicação com uma tela de visualização de transmissão em tempo real da câmera, o que possibilita a obtenção de dados para auxiliar e otimizar inúmeras atividades rotineiras (BUTCHER et al., 2021).

### 5.3.1 Aplicação do Indicador de avaliação

A fim de validar o modelo apresentado neste trabalho, foram realizadas atividades de inspeção de SPDA com o auxílio de RPAS, atendendo aos passos da Figura 8.



Figura 8 Esquema utilizado para inspeção.  
Fonte: O autor

As atividades preliminares à inspeção incluíram etapas, a saber: verificar e obter a documentação necessária para o operador e para o RPAS; analisar as condições climáticas

do local; observar a estrutura para identificar a presença de fatores e/ou elementos que possam gerar obstruções no processo; e solicitar voo na plataforma SARPAS.

A análise de riscos foi realizada com o objetivo de descrever o cenário operacional encontrado, constando os possíveis riscos e sua classificação; isso considerando a probabilidade e severidade da ocorrência; ademais, foi necessário apresentar para cada um dos riscos identificados uma solução de mitigação, com base no procedimento para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas.

Foram registradas as informações, como a identificação do operador, aeronave, cenário operacional, se existe ou não a obrigação do operador de se manter distante de área de terceiros, se os pilotos precisam ou não realizar algum treinamento específico e, em caso de acidente com lesões, as pessoas a quem acionar e como proceder (Quadro 2).

Situação 1	Perda do link
Probabilidade de ocorrência	1
Severidade da ocorrência	E
Risco	1E
Tolerabilidade	Risco Muito Baixo
Nível hierárquico de autorização da operação	Responsável pela Unidade a ser inspecionada.
Medidas de mitigação do risco	Durante a operação do equipamento jamais ocorreu a perda de link, o equipamento somente deve ser operado se o sistema de GPS estiver funcionando e habilitado o comando Return-To-Home, caso ocorra a perda de link o equipamento irá subir 50 metros de altura e retornará ao ponto de decolagem.
Situação 2	Condições climáticas desfavoráveis
Probabilidade de ocorrência	4
Severidade da ocorrência	D
Risco	4D
Tolerabilidade	Risco Moderado
Nível hierárquico de autorização da operação	Responsável pela Unidade a ser inspecionada.
Medidas de mitigação do risco	A operação será suspensa em caso de chuva, sendo realizada no dia subsequente. Em situações de rajadas de ventos fortes, a operação pode ocorrer com controles preventivos cabendo ao operador avaliar cada situação (obs: o equipamento possui sensores que alertam o operador em caso de risco).

Situação 3	Colisão com cabos e fiação elétrica
Probabilidade de ocorrência	3
Severidade da ocorrência	C
Risco	3C
Tolerabilidade	Risco Moderado
Nível hierárquico de autorização da operação	Responsável pela Unidade a ser inspecionada.
Medidas de mitigação do risco	A operação pode ocorrer com controles preventivos para mitigação do risco estabelecidos identificando todos os cabos e fiações, traçando-se um percurso seguro para realizar as fotos e imagens do SPDA. O equipamento possui sensores frontais e abaixo do equipamento.

Quadro 2 Avaliação dos riscos: perda do link, condições climáticas desfavoráveis e colisão da aeronave com cabos e rede elétrica.

Fonte: Adaptado de ANAC (2021)

Durante a avaliação, foram identificados os riscos: perda do link (comunicação do operador utilizando o controle com a aeronave), condições climáticas desfavoráveis (chuva e vento) e possibilidade de colisão da aeronave com cabos (sustentação das estruturas e com a rede elétrica).

Utilizando-se, como exemplo, a situação 2 – condições climáticas desfavoráveis, avaliou-se a probabilidade de ocorrência (4 – ocasional: é provável que ocorra algumas vezes ou historicamente ocorreu com pouca frequência) e a severidade da ocorrência (D – pequeno: incidentes menores, danos a objetos, animais ou vegetação no solo, lesões leves), dados obtidos por meio do quadro Matriz de risco probabilidade, severidade de ocorrência e tolerabilidade, da Instrução Suplementar – IS nº 94-003.

Com essas informações, o risco é enquadrado em 4D, que, de acordo com a referida instrução, obtém uma tolerabilidade moderada em que a operação pode ocorrer com controles preventivos para mitigação do risco estabelecido e que devem estar em vigor, conforme necessários. Operações nesse nível de risco devem ser aprovadas por nível hierárquico imediatamente superior.

Tal procedimento foi aplicado de forma análoga aos demais riscos, para os quais foram estabelecidos os seguintes procedimentos para mitigação: para perda do link - o RPAS deverá ser utilizado com o GPS e habilitado o comando Return-To-Home; no caso das condições climáticas desfavoráveis, a operação deve ser suspensa, em caso de chuva ou ventos fortes; e, para colisão com cabos e fiação elétrica, elaborou-se um plano de voo com um percurso seguro; o RPAS utilizado deve possuir sensores frontais.

Realização da inspeção do SPDA, utilizando o checklist e análise dos dados: vale ressaltar que o sistema de captação pode ser composto por um ou mais métodos de proteção

combinados, cuja função é conduzir a corrente da descarga atmosférica de forma segura até a terra. Dentre os existentes, três destacam-se: o Método do ângulo de proteção, também conhecido como Método de Franklin; Método das esferas rolantes; e Método das malhas ou Método da gaiola de Faraday (ABNT, 2015; PATRÍCIO, 2016; SOUZA et al., 2020).

Desenvolvida por Benjamin Franklin e comprovada pelo francês Thomas François D'Alibard, no ano de 1.752, o método do Ângulo de proteção consistia inicialmente em aproximar uma haste metálica aterrada a uma nuvem de tempestade. Foi possível observar que, ao atingir a haste, o raio era conduzido pelo cabo de aterramento, estabelecendo, dessa forma, o princípio inicial para o desenvolvimento de para-raios (PATRÍCIO, 2016; SOUZA et al., 2020).

A inspeção foi realizada no dia 28/11/2022 às 10:30 h por meio da observação em tempo real das imagens captadas pelo equipamento e gravação para fins de verificação (Figura 9A). Observou-se que o SPDA era composto por dois tipos de sistema de proteção: SPDA Haste de Franklin (Figura 9B) e Gaiola de Faraday (Figura 9C), para os quais foram desenvolvidos os checklist's (Figura 10). No momento da inspeção, o piloto pôde anotar, como observação, a identificação de qualquer situação observada, a exemplo de degradação ou inconsistência no sistema de SPDA.

A.



B.



C.



Figura 9 Unidade de armazenagem e secagem inspecionada (A), SPDA haste de Franklin, isoladores e cabeamento (B) e SPDA gaiola de Faraday, isoladores e cabeamento (C).  
Fonte: O autor

Após a obtenção das mídias, foram avaliadas por um engenheiro eletricista habilitado. A inspeção realizada na Haste de Franklin gerou uma pontuação de 43,04 representando um nível de alerta, de forma que foi necessário programar adequações (Figura 10).







Nº da avaliação: 01 Data: 28/11/22 Hora de inic: 10:30				<b>INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b> NÍVEL DE ALERTA (41 A 50)		<b>PONTUAÇÃO</b> 43,04									
Logo da empresa		CIDADE		EMPRESA		CNPJ									
<b>INSPEÇÃO VISUAL DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDAS)</b>															
TIPO				MOTIVO											
<input checked="" type="checkbox"/> Haste de Franklin				<input type="checkbox"/> Suspeita de descarga											
<input type="checkbox"/> Gaiola de Faraday				<input type="checkbox"/> Alteração estrutural											
Obs:				<input type="checkbox"/> Semestral											
				<input type="checkbox"/> Anual											
				<input type="checkbox"/> Dois anos											
				<input checked="" type="checkbox"/> Outros: aplicar e validar a metodologia.											
<b>PROJETO</b>				SIM		NÃO		NÃO SE APLICA		OUTRAS OBSERVAÇÕES		PONTOS			
1		O projeto está atualizado e representa corretamente o SPDA instalado?		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		A empresa não possui o projeto do SPDA.		0,00			
<b>HASTES CAPTORAS</b>				SIM		NÃO		NÃO SE APLICA		OUTRAS OBSERVAÇÕES		PONTOS			
2		Apresentam boas características de fixação?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
3		Estão sem a presença de trincas ou pontos de fusão?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
4		Isentas de pontos de oxidação, corrosão ou ferrugem?		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Presença de ferrugem		0,00			
5		Sem a alterações física (torção, ausência de algum componente?)		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Presença de cabo solto na haste e falta de lâmpada de sinalização		0,00			
<b>SISTEMA DE DESCIDA (INSOLADORES)</b>				SIM		NÃO		NÃO SE APLICA		OUTRAS OBSERVAÇÕES		PONTOS			
6		Os isoladores estão devidamente fixados?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
7		Estão isentos de algum tipo de alteração física?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
8		Isentos de pontos de oxidação ou corrosão nos isoladores?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
9		As borrachas estão integras sem apresentar avarias ou rachaduras?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
<b>SISTEMA DE DESCIDA (CABEAMENTO)</b>				SIM		NÃO		NÃO SE APLICA		OUTRAS OBSERVAÇÕES		PONTOS			
10		Os cabos não estão em contato com alguma parte da estrutura (exceto isoladores)?		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		O cabo está em contato com o guarda corpo e foi pintado de amarelo		0,00			
11		Os cabos estão bem tensionados?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
12		Estão sem a presença de sujidades (massa, resinas, tintas) que possam comprometer o sistema?		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		O cabo está em contato com o guarda corpo e foi pintado de amarelo		0,00			
13		Os condutores de descida não possuem conexões ou emendas?		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Conexões e emendas são observadas		0,00			
14		As conexões ou emendas estão integras sem a presença de pontos de oxidação ou corrosão?		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				5,38			
<b>DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO COMPLEMENTARES</b>				SIM		NÃO		NÃO SE APLICA		OUTRAS OBSERVAÇÕES		PONTOS			
15		Existe dispositivo complementar de inspeção instalado ou procedimentos realizados?*		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>				0,00			
<b>LEGENDA: INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b>												<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>43,04</b>	
<b>NÍVEL CRÍTICO (0 A 40)</b>				Proceder adequações URGENTE								Peterson Diego Kunh			
<b>NÍVEL ALERTA (41 A 50)</b>				Programar adequações											
<b>NÍVEL REGULAR (51 A 80)</b>				Em bom estado, com restrições à Norma											
<b>NÍVEL NORMAL (81 A 104)</b>				Em bom estado, com poucas ou nenhuma restrição a norma											
* Dispositivos de proteção complementares equivalente a 4 pontos.															
<b>Descrição da metodologia utilizada na avaliação:</b>															
Inspeção realizada com drone DJI Mavic Pro por meio de fotos e filmagens do sistema SPDA. Para a pontuação, a questão 1 teve peso de 30 pontos (projeto) e as questões 2 a 14 com peso de 5,38 (70/13).															

Figura 10 Inspeção Haste de Franklin.

Fonte: O Autor



Planejamento da manutenção: conforme inspeção realizada na Haste de Franklin, Figura 10, há necessidade de programar as seguintes adequações:

Questão 1 - Projeto - Elaborar e atualizar o SPDA por um profissional habilitado; a empresa atualmente não possui o projeto, por se tratar de uma edificação antiga;

Questão 2 - Hastes captoras - Realizar a troca das que apresentam ferrugem, realizar a ligação e manutenção do sistema de iluminação;

Questão 3 - Sistema de descida (cabeamento) - Ajustar o cabo para não encostar no guarda-corpo; verificar se realmente é uma emenda no cabo ou somente uma isolação, pois a legislação proíbe emendas em cabos de descidas, exceto a 1,5 m do solo, onde deverá ser instalado, obrigatoriamente, o conector de ensaios. É importante ressaltar que essa proibição se aplica apenas à utilização de cabos como condutores de descida, ou seja, não se aplica para o caso de barras chatas utilizadas como condutores (ABNT, 2015).

O mesmo procedimento foi realizado com o SPDA gaiola de Faraday, Figura 9C, que gerou uma pontuação de 70,0, nível regular, em bom estado e com restrição à norma, com a necessidade de adequação por não possuir o projeto do SPDA.

O Método da gaiola de Faraday é constituído por uma longa malha de captos espaçados com base em seu raio de proteção, sendo recomendada para estruturas que apresentem grande área horizontal, como telhados e lajes, podendo ser utilizada também a exemplo de meio de proteção para descargas laterais em estruturas com mais de 60 m (ABNT, 2015; SOUZA et al., 2020).

Identificados os elementos demandantes de manutenção, torna-se possível realizar o planejamento do processo, de modo a direcionar as atividades apenas aos pontos onde realmente se mostra necessário, evitando, assim, a exposição desnecessária do colaborador aos riscos apresentados pelo trabalho em altura. Nesse sentido, é possível fornecer também uma maior agilidade e previsibilidade das condições em que a estrutura se encontra.

Observa-se que os RPAS podem tornar os processos mais rápidos e ágeis, melhorando a precisão, a segurança e a relação custo-benefício. Como consequência, há o uso comercial associado a vastas oportunidades econômicas, dentre as quais, pode ser citada a inspeção do SPDA e das estruturas de armazenagem, analisada nesta pesquisa (KITONSA; KRUGLIKOV, 2018).

Dentre as vantagens da utilização de RPAS para a inspeção do sistema SPDA, observa-se a eliminação da exposição a trabalhos realizados em altura, maior agilidade, facilita o acesso a locais de difícil alcance, registro por meio de fotos e vídeos, visualização em tempo real das imagens da câmera e facilidade na busca de detalhes e ângulos diferentes de um mesmo ponto, que podem ser utilizados e analisados posteriormente na elaboração do relatório pelo profissional habilitado.

Como desvantagens, estão a dependência das condições climáticas, obstáculos e cabos utilizados na sustentação da estrutura, que dificultam a operação do equipamento (que podem ser superados pela qualidade da câmera e zoom), falta de experiência do piloto e elevado custo para obtenção do RPAS (a atividade de fotos e filmagens podem ser terceirizadas).

Nesta pesquisa, foram abordadas atividades relacionadas à inspeção de sistemas já existentes, entretanto, observa-se a possibilidade da utilização do método durante a análise e elaboração do projeto, acompanhamento da instalação do sistema SPDA, após suspeita de descarga atmosférica e no planejamento das atividades de manutenção, quando é imprescindível o acesso de um trabalhador ao local, sendo utilizado na análise prévia de riscos.

Observou-se que várias edificações antigas não estão adequadas para o acesso do trabalhador durante a inspeção, não só dificultando o acesso ao local, como também expondo o trabalhador ao risco de queda, por não possuir, em muitas vezes, os pontos de ancoragem. Assim, é necessária, em algumas situações, a utilização de plataformas elevatórias, o que aumentaria o custo da inspeção; dessa forma, a utilização de RPAS seria uma alternativa para superar essas dificuldades.

Deve-se realizar inspeção visual com periodicidade semestral a fim de identificar e apontar possíveis pontos deteriorados no circuito de proteção. Anualmente, essa inspeção deve ser realizada por profissional habilitado e capacitado, com a emissão da documentação pertinente, para estruturas contendo munição, explosivos ou fornecedores de serviços essenciais, ou a cada 3 anos para as demais estruturas (ABNT, 2015).

Devido à sua grande mobilidade e ao fato de não estar diretamente ligado a fios e outros dispositivos que limitem seu alcance, a utilização desses equipamentos se mostra uma grande aliada na realização de diversas atividades vinculadas às mais diversas áreas. Conforme revisão sistemática da literatura realizada, observam-se as áreas que mais utilizam esse tipo de tecnologia:

a) No âmbito da geração de energia fotovoltaica, a associação do uso de Veículo Aéreo Não Tripulado – VANT, juntamente a técnicas de gestão e inspeção por termografia infravermelha, tem se mostrado promissora, uma vez que a manutenção adequada aumenta a eficiência e a produção de energia. Assim, é uma forma eficaz de evitar, reparar ou atenuar os efeitos de possíveis falhas e mecanismos de degradação (RAMÍREZ et al., 2022).

Diversos estudos têm sido desenvolvidos na utilização de RPAS em inspeções de linhas de transmissão, com foco no desenvolvimento e aplicação de técnicas para identificação de rotas ideais e inspeção autônoma de isoladores, o que fornece uma maior agilidade ao processo (MA et al., 2021; AHMED et al., 2022; YIN et al., 2022);

b) Construção civil - diversos são os relatos, dentre eles, a aplicação de métodos de deep learning, associados a técnicas de captura de imagens na automação da avaliação de defeitos decorrentes da umidade em estruturas, modelos para detecção e avaliação de rachaduras em tanques, inspeção de manifestações patológicas e rachaduras em fachadas com revestimento cerâmico, além de procedimentos de investigação para estruturas tradicionais de madeira (JEONG et al., 2020; LIU et al., 2020; MARTINEZ et al., 2020; WU et al., 2020);

c) Agricultura e demais áreas - no setor agrícola, a utilização de RPAS vem ganhando espaço na realização de diversas atividades, como geomapeamento, controle de pragas, análise do solo, dentre outras aplicações, devido, principalmente, às suas características de operação, que possibilitam o desenvolvimento de análises não destrutivas do terreno em um tempo menor. Tan et al. (2022) abordaram, em sua pesquisa, a combinação das tecnologias UAV (Unmanned Aerial Vehicle) e algoritmos de aprendizado de máquina, de modo a explorar maneiras eficientes de detectar os três principais estágios de crescimento de mudas de arroz.

Paralelamente aos temas até aqui mencionados, algumas outras aplicações presentes na literatura são passíveis de destaque: o uso de produtos de fotogrametria para detecção semiautomática e classificação de danos em estradas afetadas por deslizamentos de terra; identificação de parâmetros de voo para detecção de buracos em pavimentos; e contagem de multidões (RIBEIRO et al., 2020; ROMERO-CHAMBI et al., 2020; HOU et al., 2021; NAPPO et al., 2021).

Para trabalhos futuros, pretende-se identificar as características mínimas necessárias do equipamento para realizar a inspeção do SPDA, como a qualidade da câmera para análise de imagens e vídeos; autonomia da bateria; e quais sensores de detecção de obstáculos são necessários.

Validado o modelo de inspeção, pretende-se desenvolver um software para realizar a análise das imagens coletadas e identificar as não conformidades descritas no checklist de avaliação (cabo rompido, oxidação, entre outras), que irá gerar um relatório de avaliação, com a respectiva pontuação; isso irá auxiliar o planejamento da manutenção e emissão do relatório pelo profissional habilitado que, em várias situações, não precisará ir ao local avaliado. Em cada inspeção, poderão ser utilizadas técnicas para identificar rotas ideais, elaborando-se um plano de voo que realize a inspeção autônoma do sistema, o que fornece uma maior agilidade e segurança ao processo.

## 5.4 Conclusões

1. O uso de veículos aéreos não tripulados apresenta-se como excelente alternativa para inspeção de estruturas e planejamento de atividades em altura.
2. A principal vantagem da utilização de RPAS, em trabalho em altura, está relacionada à eliminação da exposição ao risco de queda e à desvantagem da dependência das condições climáticas favoráveis.
3. A inspeção do SPDA, com a utilização de RPAS, mostrou-se satisfatória, por meio das fotos e filmagens realizadas, auxiliando o profissional habilitado na emissão do laudo técnico de vistoria.
4. O modelo de avaliação pode ser aprimorado ao utilizar a inspeção autônoma do sistema, que, aliada à utilização de software de análise de imagens e vídeos, poderá identificar as não conformidades.

## 5.5 Agradecimentos

O presente artigo contou com o apoio do Programa de Inovação Universidade Empresa (Parque Tecnológico de Itaipu – PTI), empresa APTA Segurança no Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

## 5.6 Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR5419-1: Proteção contra descargas atmosféricas** - Parte 1, 2 e 3, 2015.

AHMED, M. F.; MOHANTA, J. C.; SANYAL, A. Inspection and identification of transmission line insulator breakdown based on deep learning using aerial images. **Electric Power Systems Research**, [s.l.], v.211, p.1-15, 2022.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento da Aviação Civil Especial**, RBAC-E nº 94 emenda nº 02. p.1-26, 2021. Disponível em: [https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/REL-ANAC-Relatorio\\_Atividades-2017.PDF](https://pergamum.anac.gov.br/arquivos/REL-ANAC-Relatorio_Atividades-2017.PDF). Acesso em: 10 jul. 2023.

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações. **Resolução nº 715, Aprova o Regulamento de Avaliação da Conformidade e de Homologação de Produtos para Telecomunicações**, 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-715-de-23-de-outubro-de-2019-223850480>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BELLOCHIO, S. D. C.; CORADI, P. C. Systematic review of occupational hazards at postharvest grain operations. **Injury Prevention**, [s.l.], v. 28, n. 2, p.165-174, 2022.

BOMBEIROS, C. D. E. Npt 27 - **Unidades de armazenamento e / ou beneficiamento de produtos agrícolas e insumos**, parte 01 – Regras gerais, 2018. Disponível em: [https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos\\_restritos/files/documento/2018-12/NPT027Parte01.pdf](https://www.bombeiros.pr.gov.br/sites/bombeiros/arquivos_restritos/files/documento/2018-12/NPT027Parte01.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

BUTCHER, P. A.; COLEFAX, A. P.; GORKIN III, R. A.; KAJIURA, S. M.; LÓPEZ, N. A.; MOURIER, J.; PURCELL, C. R.; SKOMAL, G.B.; TUCKER, J.P.; WALSH, A.J.; WILLIAMSON, J. E.; RAOULT, V. The drone revolution of shark science: a review. **Drones**, [s.l.], v.5, p.1-28, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2504-446X/5/1/8>. Acesso em: 10 jul. 2023.

COSTA, L. **Brasil registra aumento de 29% no número de raios em relação à 2021**, 2021. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/brasil-registra-aumento-de-29-no-numero-de-raios-em-relacao-a-2021>. Acesso em: 10 jul. 2023.

DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA - 100-40 - Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. Ministério da Defesa, p.157, 2020. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/drone/docs/ICA%20100-40%20-%20Aeronaves%20n%C3%A3o%20Tripuladas%20e%20o%20Acesso%20ao%20Espa%C3%A7o%20A%C3%A9reo%20Brasileiro%202023%20-%20BCA%20103%2006.06.23.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ELAT - Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Cartilha de Proteção contra Raios**, 2020. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

HOU, X.; XU, J.; WU, J.; XU, H. Cross domain adaptation of crowd counting with model-agnostic meta-learning. **Applied Sciences**, Suíça, v.11, p.1-18, 2021.

JEONG, G. Y.; NGUYEN, T. N.; TRAN, D.K.; HOANG, T.B.G. Applying unmanned aerial vehicle photogrammetry for measuring dimension of structural elements in traditional timber building. **Measurement**, [s.l.], v.153, p.1-13, 2020.

KITONSA, H.; KRUGLIKOV, S. V. Significance of drone technology for achievement of the United Nations sustainable development goals. **R-Economy**, [s.l.], v.4, p.115 -120, 2018.

LIU, Y.; YEOH, J. K. W.; CHUA, D. K. H. Deep Learning–Based Enhancement of Motion Blurred UAV Concrete Crack Images. **Journal of Computing in Civil Engineering**, [s.l.], v.34, p.1-14, 2020.

ASSIS LOPES , A. B. .; DE JESUS SANTOS , J.; DOS SANTOS BARROS , L. I. .; FERREIRA LIMA , M. L. .; CARDOSO DE ALMEIDA, T. SEGURANÇA NO TRABALHO: O PAPEL DAS NOVAS TECNOLOGIAS NOS TRABALHOS EM ALTURA. **Revista de Direito do Trabalho, Processo do Trabalho e Direito da Seguridade Social**, [S. I.], v. 1, n. 1, 2020. Disponível em: <https://revista.laborjuris.com.br/laborjuris/article/view/34>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MA, Y.; LI, Q.; CHU, L.; ZHOU, L. XU, C. Real-time detection and spatial localization of insulators for uav inspection based on binocular stereo vision. **Remote Sensing**, [s.l.], v. 13, p.1-23, 2021.

MARTINEZ, J. G.; GHEISARI, M.; ALARCÓN, L. F. UAV Integration in Current Construction Safety Planning and Monitoring Processes: Case Study of a High-Rise Building Construction Project in Chile. **Journal of Management in Engineering**, [s.l.], v.36, p.1-15, 2020.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. **Ci.Inf.**, Brasília, DF, v.46 n.2, p.161-187, maio/ago. 2017.

PATRÍCIO, F. N. **Proteção Contra Descargas Atmosféricas -SPDA**. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná, p.1-32, 2016.

RAMÍREZ, I. S.; MARUGÁN, A. P.; MÁRQUEZ, F. P. G. A novel approach to optimize the positioning and measurement parameters in photovoltaic aerial inspections. **Renewable Energy**, [s.l.], v.187, p.371-389,2022.

RIBEIRO, D.; SANTOS, R.; SHIBASAKI, A.; MONTENEGRO, P.; CARVALHO, H.; CALÇADA, R. Remote inspection of RC structures using unmanned aerial vehicles and heuristic image processing. **Engineering Failure Analysis**, [s.l.], v.117, p.1-15, 2020.

ROMERO-CHAMBI, E.; VILLARROEL-QUEZADA, S.; ATENCIO, E.; MUÑOZ-LA RIVERA, F. Analysis of optimal flight parameters of unmanned aerial vehicles (UAVs) for detecting potholes in pavements. **Applied Sciences**, Suíça, v.10,p.1-33, 2020.

SIDDIQI, Z.; LEE, J. W. Experimental and numerical study of novel Coanda-based unmanned aerial vehicle. **Journal of Engineering and Applied Science**, [s.l.], v.69, p.1-19, 2022.

SIT - Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 35 - Trabalho em altura e NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Ministério do Trabalho e Previdência, 2019. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr10.htm>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SOUZA, A. N. D.; BORELLI, R.; RODRIGUES, J. E.; DE BARROS, B. F. **SPDA - Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas: teoria, prática e legislação**. 2.ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. 217p.

TAN, S.; LIU, J.; LU, H.; LAN, M.; YU, J.; LIAO, G.; WANG, Y; LI, Z. MA, X. Machine Learning Approaches for Rice Seedling Growth Stages Detection. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.], v.13, p.1-15,. 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.914771/full>. Acesso em: 10 jul. 2023.

TOMAZELA, J. M. **Brasil registra alta de 29% de raios neste ano; veja regiões com mais casos**. Disponível em: <https://istoedinheiro.com.br/brasil-registra-alta-de-29-de-raios-neste-ano-veja-regioes-com-mais-casos/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

WU, Z. Y.; KALFARISI, R.; KOUYOUMDJIAN, F.; TAELMAN, C. Applying deep convolutional neural network with 3D reality mesh model for water tank crack detection and evaluation. **Urban Water Journal**, [s.l.], v.17, p.682-695,2020.

YIN, L.; HU, J.; WANG, W.; ZOU, J.; HE, L.; XIONG, Z.; LI, M.; LI, F.; Tu, Y.. Parameters Optimization of UAV for Insulator Inspection on Power Transmission Line. **IEEE Access**, [s.l.], v.10, p.97022-97029,2022.

## 6 ARTIGO 2: GESTÃO DE RISCOS OCUPACIONAIS EM UNIDADES DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS<sup>2</sup>

### RESUMO

Com a expansão da produção mundial de grãos, em que o Brasil ocupa a 4ª posição com 7,8%, e frente à produção estimada para safra 2022/2023, de 309,9 milhões de toneladas, observa-se um déficit da capacidade de armazenagem que atualmente representa 60,9% da produção. Visto a importância e expectativa de expansão das unidades de armazenagem de grãos, observa-se a necessidade de evitar o adoecimento e os acidentes vinculados a esse processo. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver e aplicar estratégias para realizar a gestão de riscos ocupacionais durante o processo de armazenagem e secagem de grãos, com a qual é possível caracterizar os riscos a que os trabalhadores estão expostos nas atividades desenvolvidas. O modelo foi aplicado na região oeste do Paraná em uma unidade de secagem e armazenagem de grãos, durante o período entressafra (28/11/2022) e de safra (23/02/2023), a fim de analisar, identificar, avaliar (quantitativamente e qualitativamente), priorizar e elaborar um plano de ação dos riscos, que contou com a participação do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho da empresa. Dentre os riscos identificados na literatura e no local, avaliou-se a exposição ao calor e ruído nas atividades realizadas, que gerou uma pontuação, a qual representa a situação do risco no ambiente. Dos 104 pontos possíveis na avaliação, a exposição ocupacional ao calor obteve a menor pontuação 70 (nível regular) em bom estado, com restrição à norma, quando comparado ao ruído 90 (nível normal) em bom estado com poucas restrições à norma. Dentre as sugestões de resolução das não conformidades identificadas, é possível destacar a troca da luva de proteção contra agentes térmicos que está com o certificado de aprovação vencido e a necessidade de instalar um medidor de temperatura e umidade no ambiente. Com o modelo, é possível avaliar os riscos e propor medidas para auxiliar a resolução, priorizando, por meio da pontuação gerada, níveis mais críticos. Sua aplicação criará um banco de dados que auxiliará a identificar e prever situações de risco.

**Palavras-chave:** Segurança do trabalho. Acidente do trabalho. Riscos ambientais. Calor. Ruído.

### OCCUPATIONAL RISK MANAGEMENT IN GRAIN STORAGE UNITS

#### ABSTRACT

With the expansion of world grain production, in which Brazil occupies the fourth position with 7.8%, and given the estimated production for the 2022/2023 harvest, of 309.9 million tons, there is a deficit in storage capacity, which currently represents 60.9% of production. Given the importance and expectation of expanding grain storage units, there is a need to avoid illness and accidents linked to this process. In this sense, this research aims to develop and apply strategies to perform occupational risk management during the grain storage and drying process, with which it is possible to characterize the risks to which workers are exposed in the activities developed. The model was applied in the western region of Paraná in a grain drying and storage unit during the period between the harvests of Nov 28<sup>th</sup>, 2022 and Feb 23<sup>rd</sup>, 2023, in order to analyze, identify, evaluate (quantitatively and qualitatively), prioritize, and elaborate a risk action plan, which had the participation of the Specialized Service in Safety and Occupational Medicine of the company. Among the risks identified in the literature and on-site, exposure to heat and noise in the activities carried out was evaluated, generating a score representing the environmental risk situation. Of the 104 possible points in the evaluation,

---

<sup>2</sup> Artigo submetido à revista Bulgarian Journal of Agricultural Science.

occupational exposure to heat obtained the lowest score, 70 (normal level) in good condition, with restriction to the standard, compared to noise, 90 (normal level) in good condition with few restrictions to the standard. Among the suggestions for resolving the identified nonconformities, it is possible to highlight the exchange of the protective glove against thermal agents whose certificate of approval expired and the need to install a temperature and humidity meter in the environment. With the model, it is possible to assess the risks and propose mechanisms to assist resolution, prioritizing, through the score generated, more critical levels. Its application will create a database to help identify and predict risk situations.

**Keywords:** Occupational safety. Accident at work. Environmental risks. Heat. Noise.

## 6.1 Introdução

A produção mundial de grãos para 2022 está estimada em 2,774 bilhões de toneladas; de acordo com levantamento realizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, são 16 milhões a menos, comparada ao recorde de 2021. Os países que lideram a produção global são a China, Estados Unidos, Índia e Brasil, os quais são responsáveis por 54% de toda a produção; o Brasil ocupa a 4ª posição com 7,8% da produção mundial (ESTADÃO, 2022; EXAME, 2022; FAO, 2023).

Tais números mostram a importância do agronegócio para a economia mundial. Dentre os vários processos que envolvem a produção de grãos, as atividades realizadas pós-colheita (pré-processamento e armazenagem) destacam-se como uma etapa da cadeia produtiva que utiliza diversas tecnologias, cujo objetivo é manter a qualidade e as características dos produtos produzidos a campo.

O Brasil encerrou o 1º semestre de 2022 com uma capacidade disponível de armazenagem de 188,8 milhões de toneladas, 3% superior quando comparada ao semestre anterior. O Mato Grosso tem a maior capacidade de armazenagem do país, com 46,9 milhões de toneladas, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. Os silos representam 50,9% da capacidade útil, com 96,1 milhões de toneladas, armazéns graneleiros e granelizados 37,1%; já os armazéns convencionais, estruturais e infláveis, contribuem com 12% da armazenagem nacional (IBGE, 2022a).

Os principais produtos agrícolas em estoque nas unidades armazenadoras são soja, milho, arroz, trigo e café, os quais representam 95,8% do total estocado no primeiro semestre de 2022; algodão, feijão preto, feijão de cor e outros grãos e sementes representam o restante (IBGE, 2022a, 2022b).

Frente à safra recorde de produção 2021/2022 de 271,2 milhões de toneladas de grãos, com acréscimo de 14,5 milhões de toneladas, comparado ao ciclo anterior e produção estimada para safra de 2022/2023 de 309,9 milhões de toneladas, observa-se que a



capacidade de armazenagem representa 60,9% da produção atual e que esse setor tem uma grande perspectiva de expansão (CONAB, 2022a, 2022b, 2023).

De acordo com Gresele (2020), o crescimento da capacidade estática brasileira passou de 106,5 milhões de toneladas, em 2005, para 169,8 milhões de toneladas, em 2019, aumento de 63,3 milhões de toneladas (59%), que, em 15 anos, representa uma média de 3,96% de aumento ao ano.

Visto a necessidade e expectativa de expansão das unidades de armazenagem de grãos, observa-se a importância de evitar o adoecimento e os acidentes nesse meio. Tem-se poucos estudos relacionados a riscos ocupacionais desenvolvidos nas atividades pós-colheita em unidades de pré-processamento e armazenamento de grãos. Conclui-se, assim, que tais estudos são recentes na identificação das causas de incidentes ocupacionais nesse ramo de atividade (GENG; DEE JEPSEN, 2018; KAKHKI; FREEMAN; MOSHER, 2019; CHEN; YUE; LA ROSA, 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Sabendo da posição estratégica desse setor para a economia do país e dos riscos ocupacionais a que os trabalhadores estão expostos, esta pesquisa possui como objetivo desenvolver e aplicar um modelo de gestão de riscos que auxiliará as empresas durante a identificação, avaliação, priorização e neutralização dos riscos ocupacionais presentes no processo de armazenagem e secagem de grãos, com foco na redução dos acidentes e adoecimentos.

## **6.2 Material e métodos**

Realizou-se uma revisão sistemática de literatura por meio da metodologia multicritério *Methodi Ordinatio*. Para orientar a revisão, foi utilizada a seguinte questão de pesquisa: quais são as metodologias de gestão e avaliação de riscos ocupacionais utilizadas nas operações de secagem e armazenagem de grãos? (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; CAMPOS et al., 2018; PAGANI; KOVALESKI; DE RESENDE, 2018; PAULA et al., 2020).

A pesquisa foi direcionada à operação pós-colheita e aos riscos ocupacionais existentes nas unidades de armazenagem de grãos que possam resultar em acidentes e adoecimento. A busca sistemática foi realizada nas bases de dados Scopus, Science Direct, Web of Science e Scielo, em 10/09/2022.

Utilizou-se a seguinte sintaxe de pesquisa nas bases de dados: ("storage facilities" OR "grain storage units " OR " grain operations" OR "grain storage plants" OR "grain silo\*") AND ("occupational safety" OR "occupational accident" OR "occupational hazards" OR "work accident"). Inicialmente, não se aplicaram restrições, obtendo-se, como resultado, 35 Scopus, 1 Science Direct, 11 Web of Science e 0 artigos na base Scielo. Aplicando-se os

procedimentos de filtragem para retirar artigos duplicados, artigos de conferência, livros, capítulos de livros e artigos com temas fora do escopo, por meio da leitura do título, resumo e palavras-chave, resultou em 18 artigos selecionados.

Os trabalhos selecionados foram ordenados considerando o fator de impacto, número de citações e ano de publicação, a fim de gerar um ranking dos artigos. Realizou-se leitura e análise sistemática dos artigos selecionados para obter informações sobre o desenvolvimento da pesquisa, metodologia e riscos ocupacionais identificados/analísados.

Em paralelo, foi verificada a legislação que aborda os riscos mais frequentes do setor, mecanismos de mensuração e limites de tolerância a cada situação, sendo possível elaborar um roteiro de avaliação dos riscos ambientais a campo. Foram utilizados os critérios de seleção recomendados pela ABNT NBR ISO/IEC 31010 - Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos (ABNT, 2012; 2018).

Por meio da utilização de indicadores proativos, é possível mensurar e estabelecer ações preventivas, atuando antes da ocorrência das consequências indesejadas, o que reduz os riscos no ambiente de trabalho (BERMUDES, 2018).

Com visitas realizadas a uma unidade de secagem e armazenagem de grãos em novembro de 2022 e fevereiro de 2023, respectivamente, período entressafra e período de safra, foi possível validar o modelo proposto com a participação do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT da empresa. Dentre os riscos identificados na literatura e no local, avaliou-se inicialmente a exposição ao calor e ruído nas atividades realizadas.

O estabelecimento da empresa está localizado no oeste do estado do Paraná, Brasil. A unidade foi adquirida em 2020 e conta com uma capacidade estática de armazenagem de 5.000 toneladas de grãos, distribuídos em quatro silos.

Com base na legislação vigente, foram elaboradas planilhas de inspeção, em que cada pergunta avaliativa possui a respectiva fundamentação legal, o que foi apresentado nos Quadro 3 (calor) e Quadro 4 (ruído):

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
1	O valor obtido do IBUTG (médio) está abaixo do nível de ação de exposição ocupacional?	NR 9 – anexo 3 – 3.1 A organização deve adotar medidas de prevenção, de modo que a exposição ocupacional ao calor não cause efeitos adversos à saúde do trabalhador, (nível de ação). NR 15 – anexo 3 – 2.3 São caracterizadas como insalubres as atividades ou operações realizadas em ambientes fechados ou ambientes com fonte artificial de calor sempre que o Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo - IBUTG

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
		<p>(médio) medido ultrapassar os limites de exposição ocupacional estabelecidos com base no IBUTG apresentados no Quadro 1 e determinados a partir da taxa metabólica das atividades, apresentadas no Quadro 2 da NR 15, anexo 3.</p> <p>NHO 06 – 4. Limite de exposição ocupacional: valor máximo de IBUTG relacionado à taxa metabólica média (M). Representa as condições sob as quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, durante toda a sua vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à sua saúde.</p> <p>5.3 O limite de exposição ocupacional ao calor é estabelecido com base no IBUTG médio ponderado (IBUTG) e na taxa metabólica média ponderada (M). Este é um limite horário e, portanto, deve ser respeitado em qualquer período de 60 minutos corridos ao longo da jornada de trabalho.</p>
2	A empresa disponibiliza água fresca potável e incentiva a sua ingestão?	<p>NR 9 – anexo 3 – 4.1.1 Sempre que os níveis de ação para exposição ocupacional ao calor, estabelecidos no Quadro 1 forem excedidos, devem ser adotadas pelo empregador, uma ou mais das seguintes medidas: a) disponibilizar água fresca potável (ou outro líquido de reposição adequado) e incentivar a sua ingestão.</p> <p>NHO 06 – 10.1 As medidas preventivas são ações que visam minimizar a probabilidade de as exposições ocupacionais ao calor atingirem a região de incerteza, podendo causar prejuízos à saúde do trabalhador. Disponibilizar água e sais minerais para reposição adequada da perda pelo suor, segundo orientação.</p>
3	Os trabalhos mais pesados são programados preferencialmente nos períodos com condições térmicas mais amenas?	<p>NR 9 – anexo 3 – 4.1.1 Sempre que os níveis de ação para exposição ocupacional ao calor, estabelecidos no Quadro 1 forem excedidos, devem ser adotadas pelo empregador, uma ou mais das seguintes medidas: b) programar os trabalhos mais pesados (acima de 414W – quatrocentos e quatorze watts), preferencialmente nos períodos com condições térmicas mais amenas, desde que nesses períodos não ocorram riscos adicionais.</p> <p>NHO 06 – 10.1 Cuidados e procedimentos recomendáveis para redução da sobrecarga fisiológica; eventuais limitações de proteção das medidas de controle, sua importância e seu uso correto;</p>

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
4	É fornecido vestimenta adequada de trabalho adaptada ao tipo de exposição e a natureza da atividade?	<p>NR 9 – anexo 3 – 4.1.2 Para os ambientes fechados ou com fontes artificiais de calor, além do subitem 4.1.1, o empregador deve fornecer vestimentas de trabalho adaptadas ao tipo de exposição e à natureza da atividade.</p> <p>NHO 06 – 5.5 As vestimentas utilizadas podem influenciar nas trocas de calor do corpo com o ambiente, devendo, portanto, ser consideradas na avaliação da exposição ocupacional ao calor.</p> <p>Assim, a correção para vestimentas deve ser realizada sempre que o trabalhador utilizar vestimentas ou EPIs diferentes dos uniformes tradicionais (compostos por calça e camisa de manga comprida) que prejudiquem a livre circulação do ar sobre a superfície do corpo, dificultando essas trocas de calor com o ambiente.</p>
5	Ocorre a possibilidade de alternar operações que gerem exposições a níveis mais elevados de calor com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, resultando na redução da exposição?	<p>NR 9 – anexo 3 – 4.2.2 Quando ultrapassados os limites de exposição estabelecidos no Quadro 2, devem ser adotadas pelo empregador uma ou mais das seguintes medidas corretivas: b) alternar operações que gerem exposições a níveis mais elevados de calor com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, resultando na redução da exposição.</p> <p>NHO 06 – 10.2 Alternância de operações que geram exposições a níveis mais elevados de calor com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, resultando na redução da exposição horária.</p>
6	A empresa disponibiliza acesso a locais, inclusive naturais, termicamente mais amenos, que possibilitem pausas espontâneas?	<p>NR 9 – anexo 3 – 4.2.2 Quando ultrapassados os limites de exposição estabelecidos no Quadro 2, devem ser adotadas pelo empregador uma ou mais das seguintes medidas corretivas: c) disponibilizar acesso a locais, inclusive naturais, termicamente mais amenos, que possibilitem pausas espontâneas, permitindo a recuperação térmica nas atividades realizadas em locais abertos e distantes de quaisquer edificações ou estruturas naturais ou artificiais.</p> <p>NHO 06 – 10.2 Disponibilização de locais climatizados ou termicamente mais amenos para recuperação térmica.</p>
7	Existem mecanismos para controlar a temperatura ou emissividade da fonte de calor?	NR 9 – anexo 3 – 4.2.2.1 Para os ambientes fechados ou com fontes artificiais de calor, além do subitem 4.2.2, o empregador deverá: a) adaptar os locais e postos de trabalho; b) reduzir a temperatura ou a emissividade das fontes de

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
		calor.
8	Utiliza-se de barreira para o calor radiante?	NR 9 – anexo 3 – 4.2.2.1 Para os ambientes fechados ou com fontes artificiais de calor, além do item 4.2.2, o empregador deverá: c) utilizar barreiras para o calor radiante. NHO 06 – 10.2 Utilização de barreiras refletoras ou absorventes.
9	Possui sistema de ventilação do ar no local do trabalho?	NR 9 – anexo 3 – 4.2.2.1 Para os ambientes fechados ou com fontes artificiais de calor, além do item 3.2.2, o empregador deverá: d) adequar o sistema de ventilação do ar. NHO 06 – 10.2 Adequação da ventilação.
10	Possui mecanismos de controle e de adequação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente?	NR 9 – anexo 3 – 4.2.2.1 Para os ambientes fechados ou com fontes artificiais de calor, além do item 3.2.2, o empregador deverá: e) adequar a temperatura e a umidade relativa do ar. NHO 06 – 10.2 Redução da umidade relativa do ar.
11	Existe Equipamento de Proteção Coletiva implementado e/ou medidas administrativas ou organizacionais?	Esse item se enquadra como um dispositivo de proteção complementar.

Quadro 3 Embasamento legal das questões avaliativas ao calor.

Fonte: O Autor

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
1	O Nível de Exposição Normalizado - NEN - está abaixo de 80 dB(A)?	NR 9 – 9.6.1 c) como nível de ação para o agente físico ruído, a metade da dose. 9.6.1.2 Considera-se nível de ação, o valor acima do qual devem ser implementadas ações de controle sistemático de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições ocupacionais ultrapassem os limites de exposição. NR 15 – anexo 1 – e NHO 01 – 5.1.1.2 O nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído é de dose diária igual a 50%. OBS: a escala de ruído é logarítmica, utilizando-se os

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
		parâmetros da NR 15 onde o nível de ruído dobra a cada 5 decibéis, isto significa dizer que a metade de 85 dB(A) é 80 dB(A).
2	O ambiente possui placa descrevendo a obrigatoriedade da utilização dos EPI's no ambiente?	NBR 7195 – 3.1.5 Azul é a cor utilizada em sinais de ação da obrigatório, por exemplo, uso de EPI e outras ações similares. NR 26 – 26.1.1 Devem ser adotadas cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes.
3	A recomendação do EPI foi realizada por profissional devidamente habilitado?	NR 6 – 6.5.2.2 A seleção do EPI deve ser realizada pela organização com a participação do Serviço Especializado de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT, quando houver, após ouvidos empregados usuários e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA ou nomeado.
4	Foi realizado o registro da entrega do EPI?	NR6 – 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: c) fornecer ao empregado, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas situações previstas no subitem 1.5.5.1.2 da Norma Regulamentadora nº 01 (NR-01) - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais, observada a hierarquia das medidas de prevenção: d) registrar o seu fornecimento ao empregado, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico, inclusive, por sistema biométrico.
5	Foi realizado o registro do treinamento do EPI?	NR 1 – 1.7 Capacitação e treinamento em Segurança e Saúde no Trabalho; 1.7.1.1 Ao término dos treinamentos inicial, periódico ou eventual, previstos nas NR, deve ser emitido certificado contendo o nome e assinatura do

Item	Pergunta avaliativa	Norma Utilizada
		trabalhador, conteúdo programático, carga horária, data, local de realização do treinamento, nome e qualificação dos instrutores e assinatura do responsável técnico do treinamento. NR6 – 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: b) orientar e treinar o empregado.
6	Está sendo realizada a verificação periódica da utilização do EPI?	NR6 – 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: e) exigir seu uso.
7	O Certificado de Aprovação (CA) está dentro do prazo de validade?	NR 6 – 6.9.2.1 O EPI deve ser comercializado com o Certificado de Aprovação - CA válido. 6.9.3 Todo EPI deve apresentar, em caracteres indelévels, legíveis e visíveis, marcações com o nome comercial do fabricante ou do importador, o lote de fabricação e o número do CA. 6.9.3.1 Na impossibilidade de cumprir o determinado no item 6.9.3, pode ser autorizada forma alternativa de gravação, devendo esta constar do CA.
8	O trabalhador possui local adequado para realizar guarda do EPI?	NR 6 – 6.5.1 Cabe à organização, quanto ao EPI: f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica, quando aplicáveis esses procedimentos, em conformidade com as informações fornecidas pelo fabricante ou importador. 6.6 Responsabilidades do trabalhador: c) responsabilizar-se pela limpeza, guarda e conservação.
9	O trabalhador possui local adequado para realizar a higienização do EPI?	NR 6 – item 8 – 6.5.1 f) e item 6.6 alínea c).
10	O Nível de Pressão Sonora (NPS) resultante com a utilização do EPI está abaixo de 80 dB(A)?	NR 9 – item 1 – 9.6.1 c) e item 9.6.1.2 NHO 01 – item 1 – 5.1.1.2.
11	Existe Equipamento de Proteção Coletiva implementado e/ou medidas administrativas ou organizacionais?	Esse item se enquadra como um dispositivo de proteção complementar.

Quadro 4 Embasamento legal das questões avaliativas ao ruído.

Fonte: O Autor

Das 11 questões que compõem os quadros, a questão 1 refere-se à avaliação quantitativa.

A avaliação quantitativa da exposição ocupacional ao calor é realizada por meio do Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo – IBUTG, relacionado à Taxa Metabólica - M da atividade física exercida pelo trabalhador. O equipamento utilizado foi o medidor de estresse calórico IBUTG Net®.temp, juntamente com a central de controle remoto Commander da empresa Chrompack, Figura 11A.

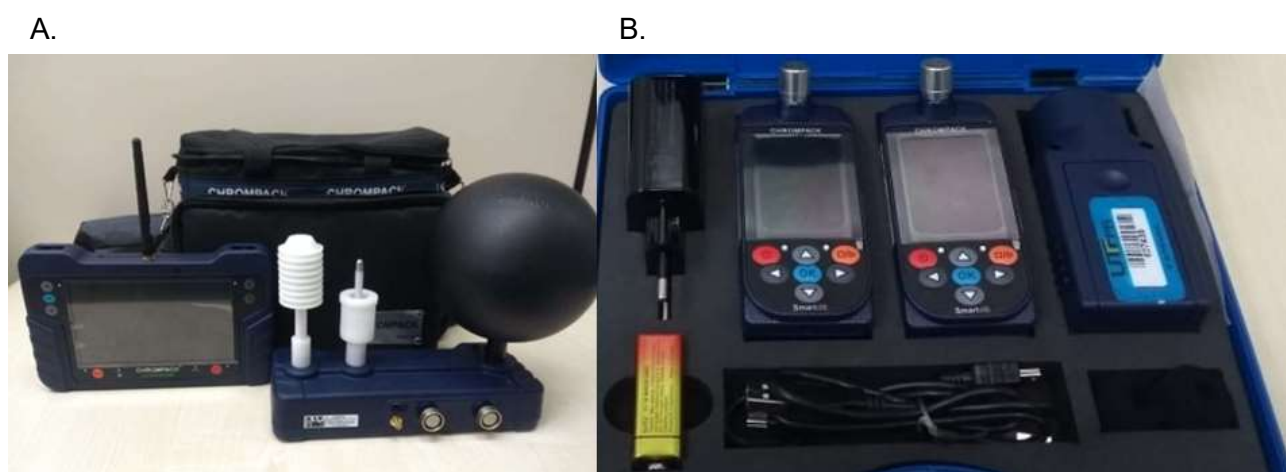


Figura 11 A) Medidor de estresse calórico e central Commander; B) audiodosímetros SmartdB.  
Fonte: O Autor

Para mensurar o ruído, foram utilizados dois audiodosímetros SmartdB, Figura 11B, e um calibrador acústico Smartcal da marca Chrompack. Cada equipamento realiza, de forma simultânea, duas medições levando em consideração os parâmetros da Norma de Higiene Ocupacional - NHO 01 – Avaliação da exposição ocupacional ao ruído (dosímetro 1) e Norma Regulamentadora - NR 15 – Atividades e operações insalubres anexo nº 1 limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente (dosímetro 2), conforme se observa na Tabela 4.

Tabela 4 Parâmetros de regulação utilizados em cada equipamento

Audiodosímetro	Nível de Critério	Nível Limiar	Taxa de dobra	Ponderação em Frequência	Ponderação Temporal
Dosímetro 1	85 dB	80 dB	3 dB	A	Slow
Dosímetro 2	85 dB	80 dB	5 dB	A	Slow

Fonte: O autor

A coluna nível de critério representa o limite de tolerância de 85 dB para exposição ocupacional ao ruído quando o trabalhador está sem proteção, durante uma jornada de



trabalho de 8 horas diárias. O nível limiar é o nível de ruído a partir dos quais os valores devem ser computados na integração para determinação da dose de exposição ou do nível médio, 80 dB. Taxa de dobra representa o incremento de duplicação de dose, NHO 01: 3 dB e NR 15: 5 dB. A ponderação em frequência (A) e temporal (slow) representa regulagens do equipamento para realizar a mensuração de ruídos contínuos e intermitentes.

Para a avaliação quantitativa de calor e ruído, foram realizados os seguintes procedimentos:

1. Instrumento em condições para avaliação: realizou-se a inspeção prévia nos equipamentos quanto à integridade eletromecânica, carga das baterias e calibração.
2. Especificações mínimas dos medidores: a avaliação da exposição ao calor é obtida por meio das temperaturas de bulbo úmido natural (tbn), temperatura de globo (tg) e temperatura de bulbo seco (tbs), para que, assim, possa ser calculado o IBUTG, atendendo aos pré-requisitos mínimos dos equipamentos previstos na NHO 06 – Avaliação da exposição ocupacional ao calor. Os dosímetros de ruído atendem à Norma ANSI S1.25-1991 e possuem classificação mínima do tipo 2, os quais foram ajustados com os seguintes parâmetros: circuito de ponderação “A”; circuito de resposta – lenta (slow); critério de referência – 85 dB, que corresponde à dose de 100% para uma exposição de 8 horas; Nível limiar de integração – 80 dB; faixa de medição mínima – 80 a 115 dB (A); incremento de duplicação de dose = 3 (q=3) NHO 01 ou 5 (q=5) NR 15; indicação da ocorrência de níveis superiores a 115 dB (FUNDACENTRO, 2001).
3. Para a medição de calor, foi umidificado previamente o pavio (termômetro de bulbo úmido), que deve ocorrer por capilaridade e a estabilização do sistema para iniciar os registros. As medições de ruído foram realizadas com o microfone posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador, sobre o ombro e preso na vestimenta.
4. Antes de realizar as medições, os trabalhadores foram informados do objetivo do trabalho, visto que as medições não efetuam gravação de conversas, que os equipamentos só podem ser removidos pelo avaliador e não se deve mexer ou obstruir.
5. Após as medições, foram realizadas as aferições da calibração dos equipamentos de ruído, as quais se mantiveram dentro da faixa de tolerância +- 1 dB.

As avaliações quantitativas (questão 1) e qualitativas (questões 2 – 11) dos Quadro 3 e Quadro 4 foram realizadas nos dias 28/11/2022 e 23/02/2023, com uma duração de amostragem que representou a exposição diária do trabalhador. A aplicação de cada planilha

de inspeção gerou uma pontuação que retratou a situação do respectivo risco no local avaliado.

Para constatar o nível de urgência de adequação das situações de riscos identificadas e conseqüentemente priorizar as de níveis mais críticos, utilizou-se um indicador de avaliação que segue os seguintes preceitos:

- Cada questionário poderá possuir uma pontuação final de 100 pontos, caso atenda a todos os itens avaliados, podendo receber um bônus de 4 pontos quando possuir algum dispositivo complementar de proteção (questão 11 dos quadros 3 e 4) e obter uma nota máxima de 104 pontos.
- Durante a inspeção, para os itens em não conformidade com a norma, é atribuída a palavra “NÃO”, com pontuação zero. Aos itens em conformidade, é atribuída a palavra “SIM” ou “NÃO SE APLICA”, cujo peso de cada questão corresponde à pontuação máxima que pode ser obtida na avaliação (100 pontos), dividido pelo número de itens avaliados (10). Neste estudo, foram estipulados 10 pontos para cada questão. Pode-se fornecer pesos diferentes para cada item avaliado, de acordo com a importância.
- A pontuação final será interpretada da seguinte forma: Pontos de 0 a 40 - está em nível crítico e as adequações devem ser executadas com urgência; de 41 a 60 - nível de alerta, e recomenda-se programar adequação; de 61 a 80 pontos - nível regular, em bom estado, porém, com algumas restrições à norma; de 81 a 104 - nível normal, em bom estado, todavia, com poucas ou nenhuma restrição à norma.

A pontuação retrata a situação do respectivo risco no local avaliado. Com base na pontuação obtida, é possível avaliar individualmente os riscos e propor um plano de ação para auxiliar a resolução das não conformidades identificadas, priorizando as de níveis mais críticos.

### **6.3 Resultados e discussão**

Antes dos grãos serem armazenados nos silos, o produto passa pelo processo de beneficiamento, que consiste na retirada do excesso de umidade e impurezas; na sequência, os grãos são pesados e descarregados. Para essas etapas, as unidades de armazenamento (Figura 12A) possuem, no seu processo, máquinas de limpeza e secadores de grãos (GRESELE, 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

A.



B.



Figura 12 A) Vista aérea da unidade; B) setor das fornalhas em período entressafra.  
Fonte: O Autor

Os processos pelos quais o produto passa antes de ser armazenado podem ser classificados como recebimento, limpeza e secagem.

No recebimento, ocorre a recepção do produto em que é feita a pesagem, coleta de amostra e classificação. Durante o processo de limpeza, são retiradas as impurezas em duas etapas: retirada dos grãos maiores e, na sequência, dos grãos menores, de forma que a movimentação é realizada por transportadores mecânicos. Nessas etapas, os riscos ocupacionais mais frequentes estão relacionados à movimentação em máquinas e equipamentos, poeira e ruído. A secagem do produto consiste em passar a massa de ar aquecido pela massa de grãos, atividade realizada para diminuir a umidade a níveis aceitáveis. Nessa etapa, são utilizadas fornalhas, Figura 12B, sendo que a passagem do ar pela massa de grãos é realizada por meio de exaustores, por isso, deve-se observar as altas temperaturas utilizadas no processo; nesse momento, o calor representa risco ao trabalhador (MOTA, 2015; NUNES, 2019; GRESELE, 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Na última etapa, para realizar a armazenagem dos grãos, existe uma grande variedade de modelos de silos, os quais podem ser classificados como horizontais, verticais, fundo em V e semi V, entre outros. Nessa etapa, existe o risco de queda de diferentes níveis, espaços confinados, poeira e engolfamento. A necessidade de armazenar produtos em silos efetiva-se pela necessidade da guarda de grandes quantidades de produtos, longo período de tempo e espaço físico reduzido (FICANHA, 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

A maioria dos acidentes em unidades de armazenagens de grãos pode estar associada à complexidade das estruturas presentes nos processos e suas operações, que oferecem riscos de lesões graves e fatais (GENG; DEE JEPSEN, 2018; DIAS et al., 2019; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Durante o processo de armazenagem de grãos, os trabalhadores podem estar expostos a diversas situações de risco, tais como as físicas (ruídos, vibrações e calor), químicas (gases, poeiras e espaço confinado), acidente (engolfamento, quedas de diferentes níveis, máquinas, incêndio e explosão), ergonômicas (transporte de carga, postura e movimentos repetitivos) e biológicas (bactérias, parasitas e vírus), já que, quando extrapolados os limites de tolerância, podem causar doenças, acidentes e a morte do trabalhador. A falta de informação sobre os mecanismos de prevenção são, ainda, a maior causa de acidentes nesses locais (GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015; ISSA et al., 2017; BERMUDES, 2018; GENG; DEE JEPSEN, 2018; DIAS et al., 2019; SANTOS et al., 2020; BELLOCHIO; CORADI, 2022).

Conforme dados obtidos na unidade, considerou-se período de safra os meses de janeiro, fevereiro e março (soja), julho e agosto (milho) e setembro (trigo), período que aumenta a demanda de atividades na unidade, conforme ilustrado nas Figura 13A e B.



Figura 13 A) Estoque de lenha e local das fornalhas em período de safra e B) equipamento de calor posicionado e realizando coleta com escotilha da fornalha aberta.  
Fonte: O Autor

Na Figura 13A, está a imagem do setor onde ficam localizadas as duas fornalhas, sendo que as Figura 13A e B mostram a dinâmica do setor no período de safra com as fornalhas em funcionamento.

### 6.3.1 Avaliação ocupacional ao calor

Na unidade avaliada, a secagem é realizada de modo artificial com uso de secadores. Utilizam-se fornalhas à lenha, apresentando riscos à saúde do trabalhador expostos às

temperaturas elevadas, que, dependendo do tempo de exposição, podem causar a desidratação, sendo que as doenças térmicas mais comuns podem ser a síncope e o edema por calor (GOUVEIA et al., 2013; MOTA, 2015).

A temperatura é considerada uma atividade insalubre, a qual está descrita na NR 15 – Atividades e operações insalubres, em seu anexo nº 3 - limites de tolerância para a exposição ao calor. Essa norma estabelece os critérios para a caracterização da condição de trabalho insalubre decorrente da exposição ao calor em ambientes fechados ou ambientes com fontes artificiais, os quais podem ser encontrados nas unidades de secagem e armazenagem de grãos. A avaliação quantitativa do calor deve ser realizada com base na metodologia e procedimentos da NHO 06 (FUNDACENTRO, 2017; SIT, 2019).

A avaliação ocupacional de calor foi realizada no local que possui a maior exposição, setor da fornalha, em que se realiza o controle, monitoração e alimentação das fornalhas durante o período de safra; no período entressafra, somente são realizadas a manutenção e limpeza do ambiente.

Foram realizadas 2 medições: 28/11/2022 (período entressafra) e 23/02/2023 (período de safra), seguindo os procedimentos de estabilização do equipamento antes de iniciar as medições.

Em 28/11/2022, as condições climáticas eram: sol; temperatura do ar: 25 °C; umidade relativa: 62,29%; 23/02/2023 as condições climáticas: sol entre nuvens, temperatura do ar: 23,13 °C e umidade relativa: 87,54% (dados obtidos da estação meteorológica do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR).

No período entressafra, observou-se que o trabalhador está exposto a somente uma condição térmica, tendo em vista que as fornalhas estão desligadas, obtendo-se um IBUTG de 23,5 °C, taxa de metabolismo de 279 W (trabalho moderado com os dois braços). A Figura 14 representa o comportamento do IBUTG, tbs, tbn e tg, durante a amostragem realizada, ratificando a estabilidade das variáveis.

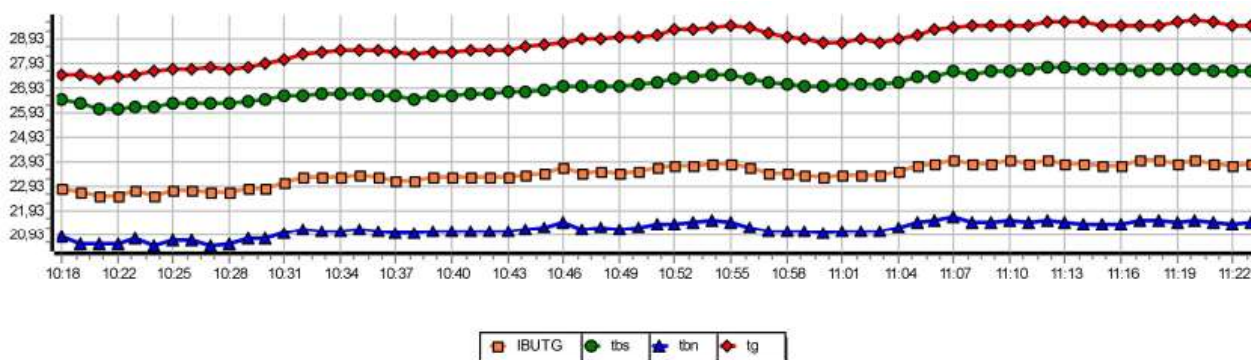


Figura 14 Período entressafra – Temperatura (°C) do IBUTG, tbs, tbn e tg.  
Fonte: O Autor



O resumo e o resultado da avaliação estão apresentados na Tabela 5:

Tabela 5 Período entressafra: resumo da avaliação de exposição ao calor.

Metabolismo Médio (W)	Tempo Total Amostrado (hh:mm)	IBUTG Médio (°C)	IBUTG Nível de Ação (°C)	IBUTG Limite de Exposição (°C)
279	01:05	23,5	25,4	28,5

Fonte: O autor

Observa-se que as condições de exposição atendem o que preconiza a legislação e não ultrapassaram o nível de ação de 25,4 °C e o limite de exposição ocupacional de 28,5 °C, considerando-se aceitável o IBUTG médio de 23,5 °C para uma taxa de metabolismo de 279 W, recomendando-se, no mínimo, manter as condições existentes.

Durante o período de safra, observou-se que o trabalhador realiza um ciclo de trabalho a cada 15 minutos em média, que corresponde a um conjunto de atividades desenvolvidas em uma sequência definida e que se repete de forma contínua durante a sua jornada de trabalho.

Cada ciclo é composto por dois eventos. Durante os primeiros 4 minutos (evento 01), realiza a alimentação da fornalha à lenha; nos 11 minutos restantes (evento 02), há a reposição de lenha do estoque e o monitoramento da temperatura do sistema. Tais atividades foram mensuradas e observadas durante 60 minutos, completando 4 ciclos completos. Observa-se, na Figura 15, a existência de picos de temperatura, momento em que o operador abre a escotilha da fornalha para colocar lenha.

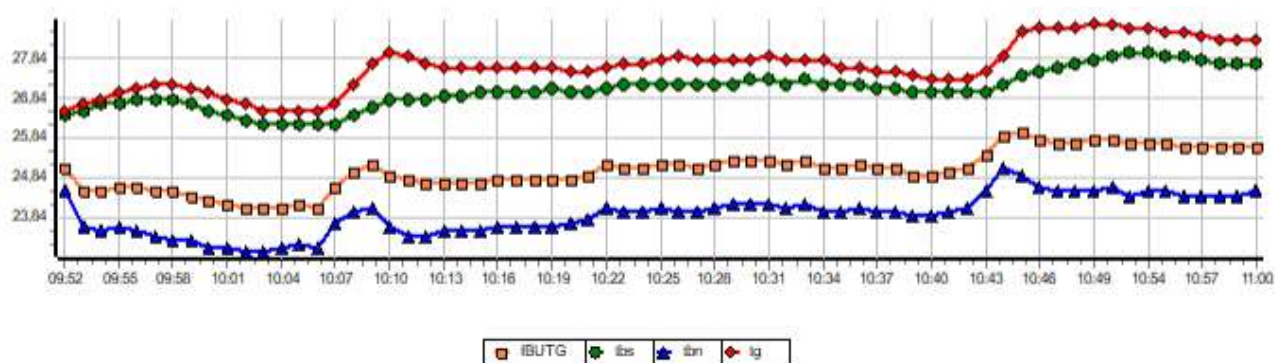


Figura 15 Período de safra – Temperatura (°C) do ciclo de exposição IBUTG, tbs, tbn e tg.  
Fonte: O Autor

No evento 01, tem-se a condição térmica mais desfavorável com a fornalha aberta, o qual foi considerado como trabalho (metabolismo de 279 W - trabalho moderado com os dois braços) e o evento 02 como o período de descanso (metabolismo de 180 W - trabalho moderado com as mãos).

Os resultados das avaliações com os respectivos ciclos, eventos, IBUTG, tempo de exposição e metabolismo (watt) são apresentados na Tabela 6; o resumo e resultado da avaliação podem ser observados na Tabela 7, para o período de safra:

Tabela 6 Período de safra: avaliação do ciclo de exposição ao calor.

Ciclo	Evento	IBUTG (°C)	Tempo de Exposição (hh:mm)	Metabolismo (W)
01	01	24,7	00:04	279
	02	24,3	00:12	180
02	01	25,0	00:04	279
	02	24,9	00:17	180
03	01	25,3	00:04	279
	02	25,1	00:11	180
04	01	25,9	00:04	279
	02	25,7	00:12	180

Fonte: O autor

Tabela 7 Período de safra: resumo da avaliação de exposição ao calor.

Metabolismo Médio (W)	Tempo Total Amostrado (hh:mm)	IBUTG Médio (°C)	IBUTG Nível de Ação (°C)	IBUTG Limite de Exposição (°C)
230	01:07	25,1	26,6	29,5

Fonte: O autor

A respeito do critério de julgamento, as condições de exposição foram obedecidas e não ultrapassaram o nível de ação de 26,6 °C, assim como o limite de exposição ocupacional de 29,5 °C, considerando-se aceitável o IBUTG médio de 25,1 °C para uma taxa de metabolismo média de 230 W; assim, recomenda-se, no mínimo, manter as condições existentes.

Realizadas as avaliações quantitativas e inspecionado o ambiente, Figura 16, obteve-se a seguinte pontuação durante o período de safra:

Nº avaliação: 02 Data: 23/02/23 Hora de inic: 09:52 Tempo de av: 01:07				<b>INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b> NÍVEL DE REGULAR (51 A 80)		<b>PONTUAÇÃO</b> 70					
Logo da empresa		CIDADE		IDENTIFICAÇÃO		FONTE GERADORA					
---		---		Ambiente		Fornalha a lenha					
<b>INSPEÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO CALOR - NR 15, ANEXO III, NHO 06 E NR 9.</b>											
TIPO DE AMBIENTE				FONTE/ ATIVIDADE GERADORA							
<input checked="" type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Externo				<input checked="" type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> Céu aberto							
VALOR MENSURADO IBUTG				TEMPO DE EXPOSIÇÃO CICLO							
Cálculo realizado no software 25.1°C				Evento 1: 04 minutos							
				Evento 2: 11 minutos							
TAXA METABÓLICA				IBUTG MÉDIO e TAXA METABÓLICA MÉDIA							
Evento 1: 279W				IBUTG MÉDIO: 25.1°C TAXA METABÓLICA MÉDIA: 230W							
Evento 2: 180W											
TRABALHADOR ACLIMATIZADO?											
<input type="checkbox"/> Sim <input checked="" type="checkbox"/> Não											
<b>IBUTG (MÉDIO)</b>					SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	OUTRAS OBSERVAÇÕES	PONTOS		
1	O valor obtido do IBUTG (médio) está abaixo do nível de ação de exposição ocupacional?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10		
<b>INSPEÇÃO DO AMBIENTE</b>					SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	OUTRAS OBSERVAÇÕES	PONTOS		
2	A empresa disponibiliza água fresca potável e incentiva a sua ingestão?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10		
3	Os trabalhos mais pesados são programados preferencialmente nos períodos com condições térmicas mais amenas?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Em período de safra as atividades ocorrem por demanda	10		
4	É fornecido vestimenta adequada de trabalho adaptada ao tipo de exposição e a natureza da atividade?				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A luva de raspa de couro está com o CA vencido	0		
5	Ocorre a possibilidade de alternar operações que gerem exposições a níveis mais elevados de calor com outras que não apresentem exposições ou impliquem exposições a menores níveis, resultando na redução da exposição?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10		
6	A empresa disponibiliza acesso a locais, inclusive naturais, termicamente mais amenos, que possibilitem pausas espontâneas?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		10		
7	Existem mecanismos para controlar a temperatura ou emissividade da fonte de calor?				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A maior exposição ocorre no momento de colocar a lenha na fôrnia	0		
8	Utiliza-se de barreira para o calor radiante?				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A tampa da fôrnia fica fechada, utiliza avental e luva	10		
9	Possui sistema de ventilação do ar no local do trabalho?				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Ambiente aberto	10		
10	Possui mecanismos de controle e de adequação da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente?				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Somente controle de operação da temperatura da fôrnia	0		
<b>DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO COMPLEMENTARES</b>					SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	OUTRAS OBSERVAÇÕES	PONTOS		
11	Existe Equipamento de Proteção Coletiva implementado e/ou medidas administrativas ou organizacionais?*				<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0		
<b>LEGENDA: INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b>								<b>TOTAL DE PONTOS</b>		<b>70</b>	
<b>NÍVEL CRÍTICO (0 A 40)</b> <b>NÍVEL ALERTA (41 A 50)</b> <b>NÍVEL REGULAR (51 A 80)</b> <b>NÍVEL NORMAL (81 A 104)</b>					Proceder adequações URGENTE Programar adequações Em bom estado, com restrições à Norma Em bom estado, com poucas ou nenhuma restrição a norma					Peterson Diego Kunh	
* Dispositivos de proteção complementares equivalente a 4 pontos.											
<b>Descrição da metodologia utilizada na avaliação:</b>											
Utilizou-se o medidor de IBUTG CHROMPACK Net. Temp. A empresa disponibiliza os seguintes EPI's - Capacete com protetor auditivos tipo concha (CA 29638 e 33835); Luva de raspa (CA 29368 - vencido); Avental de raspa de couro (CA 37009); Viseira com proteção facial (CA 15019);											

Figura 16 Planilha de inspeção da exposição ao calor.

Fonte: O Autor



Obeve-se a pontuação de 70 (nível regular) em bom estado, com restrição à norma. Conforme avaliação quantitativa realizada, observa-se que o valor do IBUTG médio ficou abaixo do nível de ação de exposição ocupacional; a empresa disponibiliza água fresca e incentiva a sua ingestão.

Não é possível programar os trabalhos mais pesados nos períodos com condições térmicas mais amenas, pois o trabalho em período de safra é realizado por demanda. É fornecida, ao trabalhador, a vestimenta adequada, entretanto, a luva de raspa de couro está com o Certificado de Aprovação - CA vencido; é possível alternar em operações que gerem exposições a níveis mais elevados e mais baixos resultando na redução da exposição; a empresa dispõe no local de trabalho em ambientes naturais com temperaturas mais amenas para realizar pausas espontâneas e a própria estrutura da fornalha é considerada barreira para o calor radiante.

Não é necessário ter ventilação no local de trabalho, pois trata-se de um ambiente aberto com ventilação natural. O ambiente não possui mecanismos para controlar a temperatura, umidade relativa do ambiente e emissividade da fonte de calor quando a fornalha está sendo alimentada.

As atividades do funcionário são realizadas em ambiente interno. Atualmente, a empresa fornece a todos os funcionários capacete (CA 29638), para proteção da cabeça do usuário contra impactos de objetos sobre o crânio e contra choques elétricos; protetor auditivo (CA 33835), para proteção do sistema auditivo do usuário contra níveis de pressão sonora superiores ao estabelecido na NR 15, anexos I e II, conforme tabela de atenuação de 17 dB(A); luva (CA 29368), para proteção das mãos do usuário contra agentes abrasivos, escoriantes, cortantes e perfurantes e contra agentes térmicos (calor e chamas), que está com o CA vencido e não poderia estar em uso; avental de raspa de couro (CA 37009), para proteção do tronco do usuário contra agentes abrasivos, escoriantes e térmicos provenientes de operações de soldagem e processos similares e viseira com proteção facial (CA 15019), para proteção dos olhos do usuário contra impactos de partículas volantes frontais; consulta realizada ao sistema do Ministério do Trabalho e Previdência Social – Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual – CAEPI.

### **6.3.2 Avaliação ocupacional ao ruído**

A presença de ruídos acima dos 80 decibéis no ambiente de trabalho pode ocasionar perturbações e, com o tempo, compromete a audição. Isso provoca interferência na comunicação e redução da concentração, que podem ocorrer com ruídos relativamente baixos. Um ruído que ultrapassa a média de 80 dB (A), em oito horas de exposição, pode

provocar surdez e até ocasionar acidentes, se a mensagem transmitida for interpretada incorretamente (DUL; WEERDMEESTER, 2004; GOUVEIA et al., 2013; DIAS et al., 2019; NARI et al., 2020).

Foram realizadas 4 medições para avaliação ocupacional ao ruído, avaliações 1 e 2, no dia 28/11/2022, com resumo das dosimetrias apresentado na Tabela 8 Dosimetrias realizadas durante o período entressafra 28/11/2022, início 10:00 horas e com término as 11:18 horas; as avaliações 3 e 4 foram feitas no dia 23/02/2023, com dados registrados na Tabela 9 Dosimetrias realizadas durante o período de safra 23/02/2023, início 9:35 horas e com término às 10:52 horas; os equipamentos foram calibrados antes e ao término das medições.

Tabela 8 Dosimetrias realizadas durante o período entressafra 28/11/2022.

	Avaliação 1		Avaliação 2	
	Dosímetro 1	Dosímetro 2	Dosímetro 1	Dosímetro 2
NEN:	57,6 dB (A)	39,5 dB (A)	76,6 dB (A)	67,8 dB (A)
LMAX:	89 dB (A)	89 dB (A)	103,4 dB (A)	103,4 dB (A)
DOSEp:	0,1%	0,1%	14,3%	9,2%

Fonte: O Autor

Tabela 9 Dosimetrias realizadas durante o período de safra 23/02/2023.

	Avaliação 3		Avaliação 4	
	Dosímetro 1	Dosímetro 2	Dosímetro 1	Dosímetro 2
NEN:	83,8 dB (A)	80,5 dB (A)	85 dB (A)	81,4 dB (A)
LMAX:	98,6 dB (A)	98,6 dB (A)	104,6 dB (A)	104,6 dB (A)
DOSEp:	75,7%	53,5%	99,9%	60,7%

Fonte: O Autor

Observa-se, nas avaliações 1 e 2, Tabela 8 Dosimetrias realizadas durante o período entressafra 28/11/2022, que o Nível de Exposição Normalizado – NEN, que representa o nível de ruído médio convertido para uma jornada de 8 horas, utilizado para fins de comparação com o limite de tolerância de 85 dB(A), ficou abaixo do nível de critério ao utilizar a taxa de dobra de 3dB (NHO 01): 57,6 dB (A) e 76,6 dB (A); ou 5 dB (NR 15): 39,5 dB (A) e 67,8 dB (A) durante o período entressafra. O mesmo ocorreu durante o período de safra, representado pelas avaliações 3 e 4, Tabela 9 Dosimetrias realizadas durante o período de safra 23/02/2023, taxa de dobra de 3 dB: 83,8 dB (A) e 85 dB (A); ou 5 dB: de 80,5 dB (A) e 81,4 dB (A). Tal fato é ratificado ao se analisar a Dose de ruído projetada – DOSEp, que representa a exposição diária ao ruído e não pode ultrapassar a unidade 100%, independentemente da

duração da jornada; as avaliações ficaram abaixo desse limiar: período entressafra com 0,1%, 0,1%, 14,3% e 9,2% e, no período de safra, com 75,7%, 53,5%, 99,9% e 60,7%.

No período entressafra, o nível de ação não foi extrapolado, dose diária abaixo de 50%; quando a dose diária estiver entre 50-100%, a exposição é considerada acima do nível de ação, observada nas avaliações realizadas no período de safra (FUNDACENTRO, 2001).

Quando a dose diária (%) estiver entre 50 e 80, a consideração técnica é que está acima do nível de ação e recomenda-se adotar medidas preventivas, o que foi observado em três avaliações realizadas durante o período de safra. Se a dose diária estiver entre 80 e 100, uma avaliação obteve esse resultado; assim, a consideração técnica descreve uma região de incerteza em que se recomenda adoção de medidas preventivas e corretivas visando à redução da dose diária, as quais visam resguardar a audição do trabalhador e evitar que o limite de exposição seja ultrapassado (FUNDACENTRO, 2001).

LMAX, Tabela 8 e Tabela 9, representa o maior nível de pressão sonora durante a avaliação, período entressafra: avaliação 1: 89 dB (A) e avaliação 2: 103,4 dB (A). Já no período de safra, a avaliação é de 3: 98,6 dB (A) e avaliação 4: 104,6 dB (A). Em nenhum momento da jornada de trabalho, os níveis de ruído contínuo ou intermitente ficaram acima de 115 dB (A), o qual não seria permitido para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos (FUNDACENTRO, 2001; SIT, 2019).

Realizadas as avaliações quantitativas, inspecionou-se o ambiente, ilustrado na Figura 17, que representa a pior situação de exposição ao ruído, avaliação 4, que gerou a pontuação 90.

Dos 104 pontos possíveis, a empresa obteve a pontuação de 90 (nível normal) em bom estado com poucas restrições à norma, por não conseguir manter o ambiente de trabalho com um NEN abaixo dos 80 dB(A) para 8 horas de exposição diária, o qual representa o nível de ação para a exposição ocupacional ao ruído, questão 01, visto que o valor obtivo de 85 dB (A) NHO 1 ou 81,4 dB(A) NR15 está intrínseco ao processo produtivo realizado.

As atividades do funcionário são realizadas no setor operacional em ambientes internos e externos. Atualmente, a empresa fornece a todos os funcionários capacete e protetor auditivo (CA 33835), já que, conforme consulta ao sistema CAEPI, o CA está válido e possui um grau de atenuação de 17 dB (A), expondo o aparelho auditivo do trabalhador ( $85 - 17 = 68$ ) a 68 dB (A).

Relacionado à Inspeção dos EPI's utilizados, o ambiente possui placa descrevendo a obrigatoriedade da utilização; foram recomendados por um técnico de segurança do trabalho devidamente habilitado, que realizou o registro da entrega, treinamento e efetiva inspeções periódicas.

Nº avaliação: 04 Data: 23/02/23 Hora de inic: 09:35 Término: 10:52				<b>INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b>		<b>PONTUAÇÃO</b>			
				NÍVEL NORMAL (81 A 104)		90			
Logo da empresa		<b>CIDADE</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	<b>SETOR</b>					
		---	Funcionário B	Operacional					
<b>INSPEÇÃO DA INTENSIDADE SONORA - RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE - NR 1; NR 9; NR15, ANEXO I; NHO 01; NR 26 e NBR 7195.</b>									
<b>TIPO DE AMBIENTE</b>				<b>FONTE/ ATIVIDADE GERADORA</b>					
■ Interno		■ Externo		Ambiente					
<b>VALOR MENSURADO NPS/NEN</b>				<b>TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO RISCO/DIA EM MINUTOS</b>					
85 dB(A) NHO e 81.4 dB(A) NR15				480 minutos					
<b>MENSURAÇÃO DA INTENSIDADE SONORA EM (dB)</b>				SIM	NÃO	NÃO SE APLICA		<b>OUTRAS OBSERVAÇÕES</b>	<b>PONTOS</b>
1	O Nível de Exposição Normalizado - NEN - esta abaixo de 80 dB(A)?			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0
<b>INSPEÇÃO DOS EPI'S</b>				SIM	NÃO	NÃO SE APLICA		<b>OUTRAS OBSERVAÇÕES</b>	<b>PONTOS</b>
2	O ambiente possui placa descrevendo a obrigatoriedade da utilização dos EPI's no ambiente?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
3	A recomendação do EPI foi realizada por profissional devidamente habilitado?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
4	Foi realizado o registro da entrega do EPI?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
5	Foi realizado o registro do treinamento do EPI?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
6	Está sendo realizada a verificação periódica da utilização do EPI?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
7	O Certificado de Aprovação (CA) está dentro do prazo de validade?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
8	O trabalhador possui local adequado para realizar guarda do EPI?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
9	O trabalhador possui local adequado para realizar a higienização do EPI?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
10	O Nível de Pressão Sonora (NPS) resultante com a utilização do EPI está abaixo de 80 dB(A)?			<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			10
<b>DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO COMPLEMENTARES</b>				SIM	NÃO	NÃO SE APLICA		<b>OUTRAS OBSERVAÇÕES</b>	<b>PONTOS</b>
11	Existe Equipamento de Proteção Coletiva implementado e/ou medidas administrativas ou organizacionais? *			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			0
<b>LEGENDA: INDICADOR DE AVALIAÇÃO</b>								<b>TOTAL DE PONTOS</b>	90
<b>NÍVEL CRÍTICO (0 A 40)</b>				Proceder adequações URGENTE					
<b>NÍVEL ALERTA (41 A 50)</b>				Programar adequações					
<b>NÍVEL REGULAR (51 A 80)</b>				Em bom estado, com restrições à Norma					
<b>NÍVEL NORMAL (81 A 104)</b>				Em bom estado, com poucas ou nenhuma restrição a norma					
* Dispositivos de proteção complementares equivalente a 4 pontos.									
<b>Descrição da metodologia utilizada na avaliação:</b>									
Avaliação realizada durante o período de safra, no momento das avaliações as fornalhas estavam ligadas, com trânsito de caminhões no pátio. Dosimetria com audiodosímetro CHROMPACK SmartdB nº de série: 0000003299. A empresa disponibiliza os seguintes EPI's - Capacete com protetores auditivos tipo concha (CA 33835 - 17dB de atenuação);									

Figura 17 Planilha de inspeção da intensidade sonora da unidade - avaliação nº 4 - 23/02/2023.  
Fonte: O Autor

No setor operacional, os funcionários possuem um local para realizar a guarda e higienização dos EPI's, sendo que a empresa não tem dispositivos de proteção complementares.

Por meio da análise de 22 dosimetrias, realizadas nos anos de 2020 a 2022, em unidades de recebimento e armazenagem de grãos, dados disponibilizados por uma empresa que presta assessoria na área de engenharia de segurança do trabalho, na região oeste do Paraná, observou-se que o nível de ação para o NEN foi extrapolado em 11 situações, com uma média de ruído de 85,83 dB(A), próximo ao resultado obtido nesta pesquisa.

Nas unidades de recebimento de grãos, o ruído está presente em praticamente todo o processo, desde a chegada do produto até a armazenagem, estando, muitas vezes, acima do limite de tolerância estabelecido pela legislação, principalmente durante o período de safra. Em estudo realizado em casa de máquinas de uma unidade, na cidade de Maringá - PR, verificou-se que os níveis de ruídos obtidos ficaram acima do limite de tolerância estabelecido pela NR 15, em que se identificou que as principais fontes de ruído foram encontradas na máquina de pré-limpeza e limpeza, secador e descarga de cereais na moega. Como os trabalhadores utilizavam EPI's, o ruído foi atenuado a níveis aceitáveis pela legislação, não oferecendo risco aos trabalhadores (GASQUES et al., 2018; DIAS et al., 2019).

Tais resultados mostram a grande incidência de ruído nas atividades realizadas, o que justifica a importância do desenvolvimento de pesquisas que tenham como foco melhorar as condições ambientais de trabalho.

### **6.3.3 Plano de ação**

Dentre os riscos avaliados, pode ser observado que a exposição ocupacional ao calor obteve a pontuação mais baixa (70), quando comparada ao ruído (90). Utilizando-se o modelo proposto, deve ser priorizada a resolução de não conformidades na exposição ao calor, com as seguintes sugestões:

1. Troca imediata da luva (CA 29368), que está com o certificado de aprovação vencido, não fornecendo a correta proteção das mãos do usuário contra agentes abrasivos, escoriantes, cortantes e perfurantes e contra agentes térmicos (calor e chamas);
2. Instalar no ambiente um medidor de temperatura e umidade;
3. Dispor no local de trabalho uma barreira refletora que proteja o trabalhador contra a emissividade da fonte de calor quando a fornalha estiver sendo alimentada.

Realizando os ajustes, a pontuação passaria dos atuais 70 para 104, em bom estado, com nenhuma restrição à norma.

Na exposição ocupacional ao ruído, observa-se a necessidade de reduzir a intensidade sonora do ambiente que extrapolou o nível de ação, com um NEN acima de 80 dB(A) para 8 horas/dia. Tal fato ocorre, pois o ruído ambiental está intrínseco ao processo produtivo realizado (circulação de caminhões, carregamento, descarregamento, motores, entre outras fontes). Recomenda-se climatizar a sala de descanso já existente, para que as portas e janelas possam ser mantidas fechadas, o que reduziria significativamente o ruído desse local durante as pausas e trabalhos administrativos. Tal ajuste pode aumentar a pontuação dos atuais 90 para 104, em bom estado, com nenhuma restrição à norma.

O plano de ação foi apresentado ao SESMT da empresa, o qual validou o modelo apresentado; pretende-se desenvolver um software para a coleta de informações e registro das não conformidades identificadas para todos os riscos intrínsecos ao processo, o qual auxiliará a empresa a manter um banco de dados atualizado, a fim de dispor esforços de forma assertiva na priorização e resolução dos problemas, seja os da unidade ou do conjunto de unidades que possui.

A gestão de riscos auxilia a tomada de decisão, considerando as incógnitas e a probabilidade de determinadas situações ou eventos futuros intencionais ou não, bem como seus efeitos, por meio de um modelo de identificação, análise e avaliação dos riscos conforme foi apresentado nesta pesquisa (ISSA; NOUR; FIELD, 2018; ABNT, 2020; ASONGU; MENIAGO; SALAHODJAEV, 2022;).

#### **6.4 Conclusões**

1. O modelo de gestão de riscos mostrou-se eficaz para a análise, identificação, avaliação (quantitativa e qualitativa), priorização e elaboração do plano de ação.
2. Por meio do sistema de pontuação, a empresa consegue priorizar as situações que oferecem um maior risco de acidente/adoecimento.
3. A aplicação do modelo irá criar um banco de dados, que, aliado à inteligência artificial, pode auxiliar a identificar e prever situações de risco no ambiente de trabalho, com o desenvolvimento do software;
4. Atendimento à legislação, o que evita multas e interdições do processo;
5. Falta de normas padronizadas entre os países.

## 6.5 Agradecimentos

O presente artigo contou com o apoio do Programa de Inovação Universidade Empresa (Parque Tecnológico de Itaipu – PTI), empresa APTA Segurança no Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

## 6.6 Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 31010 - Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos**. Rio de Janeiro, 2012.

Disponível em:

[https://planejamentoestrategico.mcti.gov.br/arquivos/Gestao\\_Riscos\\_Tecnicas\\_%20ABNT%20NBR%20ISO-IEC%2031010-2012.pdf](https://planejamentoestrategico.mcti.gov.br/arquivos/Gestao_Riscos_Tecnicas_%20ABNT%20NBR%20ISO-IEC%2031010-2012.pdf). Acesso em: 11 jul. 2023.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR ISO 31000 - Gestão de riscos - Diretrizes**. Rio de Janeiro. ABNT, 2018. Disponível em:

<http://200.129.168.182:4030/attachments/download/7055/0000077796-ISO31000.pdf>.

Acesso em: 10 jul. 2023.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 31022 - Gestão de riscos - Diretrizes para a gestão de riscos legais**. Rio de Janeiro. ABNT, 2020. Disponível em:

[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br). Acesso em: 11 jul. 2023.

ASONGU, S.; MENIAGO, C.; SALAHODJAEV, R. The role of value added across economic sectors in modulating the effects of FDI on TFP and economic growth dynamics.

**International Journal of Emerging Markets**, 2022. Disponível em:

<file:///C:/Users/silva/Downloads/The-role-of-value-added-across-economic-sectors-in-modulating-the-effects-of-FDI-on-TFP-and-GDP.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2023.

BELLOCHIO, S. D. C.; CORADI, P. C. Systematic review of occupational hazards at postharvest grain operations. **Injury Prevention**, [s.l.], v. 28, n. 2, p. 165-174, 2022.

BERMUDES, W. L. **Metodologia de avaliação de riscos de acidentes na colheita florestal**. Orientador: Luciano José Minette. 2018. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2018.

CAMPOS, E. A. R., PAGANI, R. N., RESENDE, L. M., PONTES, J.. Construction and qualitative assessment of a bibliographic portfolio using the methodology Methodi Ordinatio. **Scientometrics**, [s.l.], v. 116, n. 2, p. 815-842, 2018.

CHEN, Y.; YUE, W.; LA ROSA, D. Which communities have better accessibility to green space? An investigation into environmental inequality using big data. **Landscape and Urban Planning**, [s.l.], v. 204, p. 103919, 2020.

CONAB. **Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias-2022/producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 10 set. 2022a.

CONAB. **Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de t impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão**, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boia-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acesso em: 10 set. 2022b.

CONAB. **Boletim da Safra de Grãos 2022/2023**, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 28 mar. 2023.

DIAS, J. P. S., LOSEKAN, I., SILVA, T. L., STRAPASON, B. R., GOMIDE, D. S., DOS SANTOS FRANZ, L. A. **Avaliação do Ruído Ambiental em uma Unidade de Armazenagem de Grãos localizada na Região Sul do Brasil**. Revista Vértices, 2019. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/11876/11202>. Acesso em: 25 mar. 2021

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. 2. ed. São Paulo: 2004

ESTADÃO, C. A. **Quais são os principais produtores de grãos do mundo?**, 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/comercio-exterior/quais-sao-os-principais-produtores-de-graos-do-mundo/>. Acesso em: 10 set. 2022.

EXAME. **FAO: produção global de grãos cairá em 2022 pela primeira vez em quatro anos, 2022**. Disponível em: <https://exame.com/agro/fao-producao-global-de-graos-caira-em-2022-pela-primeira-vez-em-quatro-anos/>. Acesso em: 10 set. 2022.

FAO. **Nota informativa sobre a oferta e a procura de cereais da FAO, Situação Alimentar Mundial , Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>. Acesso em: 28 mar. 2023.

FICANHA, D. C. **Resistência das chapas laterais de silos metálicos utilizando novo modelo de parafuso**. Orientador: Divair Christ. 2020. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5243/5/Daniele%20C.%20Ficanha.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 01: avaliação da exposição ocupacional ao ruído: procedimento técnico**. São Paulo: Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, 2001. Disponível em: <https://www.areaseg.com/bib/10%20-%20NHO%20Normas%20de%20Higiene%20Ocupacional/NHO-01.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional NHO 06 - avaliação da exposição ocupacional ao calor : procedimento técnico**. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.norminha.net.br/Arquivos/Arquivos/NHO-06.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

GASQUES, A. C. F., DOS SANTOS, J. D., DE CASTRO, T. R., FERREIRA, T. S.. Análise do ruído ocupacional: estudo de caso em uma casa de máquinas de uma unidade armazenadora de cereais. **Revista Produção Industrial & serviço**, Maringá, v. 05 n. 02 p.



13-24, 2018.

GENG, Y.; DEE JEPSEN, S. Current grain storage and safety practices of Ohio cash grain operators. **Journal of Agricultural Safety and Health**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 127-139, 2018.

GOUVEIA, R., GALVANI, E., HENRIQUE JUNIOR, M., GOUVEIA, R. Avaliação das condições de segurança no trabalho em armazéns agrícolas na cidade de Tangará da Serra/MT-Brasil. **Espacios**, [s.l.], v. 34, n. 10, p. 1-10, set. 2013.

GRESELE, E. D. **Armazenagem de soja com controle da umidade relativa do ar de aeração**. Orientador: Divair Christ. 2020. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2020. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5221/5/Evertom\\_Gresele2020.pdf](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/5221/5/Evertom_Gresele2020.pdf). Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE. **Capacidade de armazenagem agrícola cresce 3,0% e chega a 188,8 milhões de toneladas no 1º semestre de 2022 - Agência de Notícias**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/35416-capacidade-de-armazenagem-agricola-cresce-3-0-e-chega-a-188-8-milhoes-de-toneladas-no-1-semester-de-2022>. Acesso em: 28 mar. 2023a.

IBGE. **Capacidade de armazenagem agrícola cresce 1,5% e chega a 183,3 milhões de toneladas no 2º semestre de 2021**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/33996-capacidade-de-armazenagem-agricola-cresce-1-5-e-chega-a-183-3-milhoes-de-toneladas-no-2-semester-de-2021>. Acesso em: 10 set. 2022b.

ISSA, S. F., FIELD, W. E., SCHWAB, C. V., ISSA, F. S., NAUMAN, E. A. Contributing Causes of Injury or Death in Grain Entrapment, Engulfment, and Extrication. **Journal of Agromedicine**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 159-169, 2017.

ISSA, S. F.; NOUR, M. M.; FIELD, W. E. Utilization and effectiveness of harnesses and lifelines in grain entrapment incidents: Preliminary analysis. **Journal of Agricultural Safety and Health**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 59-72, 2018.

KAKHKI, F. D.; FREEMAN, S. A.; MOSHER, G. A. Use of neural networks to identify safety prevention priorities in agro-manufacturing operations within commercial grain elevators. **Applied Sciences**, Suíça, v. 9, n. 21, 2019.

MOTA, F. S. T. DA. **Estudo de caso: identificação dos riscos na atividade de beneficiamento de grãos**. Orientador: André Nagalli. 2015. 47 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Curitiba, 2015. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6664/1/CT\\_CEEEST\\_XXX\\_2015\\_15.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6664/1/CT_CEEEST_XXX_2015_15.pdf). Acesso em: 27 mar. 2021

NARI, F., KIM, Y. K., KANG, S. H., PARK, E. C., JANG, S. I. Association between Occupational Noise and Vibration Exposure and Insomnia among Workers in Korea. **Life**, [s.l.], v. 10, p. 46, 2020.

NUNES, L. F. **Sistema de aeração para silos de armazenagem de grãos com utilização de termometria digital**. Orientador: Giovani Guarienti Pozzebon. 2019. 76 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riiu/4822/1/Lucas%20Fontoura%20Nunes%20-%202019.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; DE RESENDE, L. M. M. TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. **Ciência da Informação**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 161-187, 2018.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, [s.l.], v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAULA, I. C. D., CAMPOS, E. A. R. D., PAGANI, R. N., GUARNIERI, P., KAVIANI, M. A. Are collaboration and trust sources for innovation in the reverse logistics? Insights from a systematic literature review. **Supply Chain Management**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 176-222, 2020.

SANTOS, R. C.; LOVATTO, J.; SANCHES, A. C.; GOMES, E. P.; ALVES DE SOUZA, C. M. Expert systems as a tool to manage accident risks in grain storage facilities. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, [S. l.], v. 41, n. 1, p. 87–94, 2020. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/36992>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SIT - Secretaria de Inspeção do Trabalho. **NR 15 - Atividades e operações insalubres**. Ministério do Trabalho e Previdência Social, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>. Acesso em: 11 jul. 2023.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relevância desta pesquisa se dá pela carência de trabalhos que abordem a gestão de riscos ocupacionais nas unidades de armazenagem e secagem de grãos, com o objetivo de auxiliar na redução dos índices de acidente e adoecimento dos trabalhadores. Destaca-se o ineditismo pelo fato de se desenvolver um modelo de gestão em que é possível priorizar as situações de riscos utilizando um sistema de pontuação que leva em consideração a legislação trabalhista do Brasil.

Observa-se que o setor Agropecuário possui papel estratégico no enfrentamento da crise decorrente da pandemia, na produção de alimentos e fornecimento de matéria-prima para a indústria, sendo essencial para a preservação e recuperação das populações afetadas pelo vírus da Covid-19.

A empregabilidade do setor agropecuário permaneceu com saldo positivo na maioria dos meses de 2020, auge da pandemia, possuindo a menor oscilação entre os setores.

Das 33 atividades econômicas enquadradas no setor agropecuário, analisadas sob a ótica dos acidentes do trabalho, observou-se uma incidência mais significativa em 12, como destaque, a produção de sementes certificadas, cultivo de cana-de-açúcar, cultivo de soja, criação de bovinos, atividades de apoio à agricultura (foco do estudo), criação de aves, que, juntamente com as demais citadas no decorrer deste trabalho, representam 80% dos acidentes.

Estima-se que o custo dos acidentes do trabalho impacta até 4% do PIB, o que poderia ser evitado por meio de medidas preventivas com foco na segurança do trabalho.

Tais informações auxiliam o direcionamento dos esforços e o desenvolvimento de políticas públicas/privadas que tenham o foco de reduzir os índices de acidentes e adoecimentos do setor, priorizando as atividades econômicas com maior incidência, em que há o setor de armazenagem e secagem de grãos enquadrado nas atividades de apoio à agricultura, que possui necessidade de expansão.

O modelo de gestão de riscos apresentado é embasado na legislação em vigor que, aliado à tecnologia disponível, se mostra eficaz para identificar, analisar, avaliar (qualitativamente e quantitativamente), priorizar e elaborar um plano de ação para melhorar as condições de trabalho.

Sugere-se dar continuidade à pesquisa para abordar os demais riscos identificados no processo e desenvolver um software para aplicação e registro a campo. Assim, por meio das avaliações será possível criar um banco de dados que, aliado à inteligência artificial, auxilie a identificar e prever situações de risco no ambiente.