

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

PAULO AUGUSTO SAMPAIO

PROPOSTA DE MELHORIA NA ALIMENTAÇÃO DE UMA CALDEIRA EM  
CONFORMIDADE DA NR-17

XANXERÊ

2025

PAULO AUGUSTO SAMPAIO

PROPOSTA DE MELHORIA NA ALIMENTAÇÃO DE UMA CALDEIRA EM  
CONFORMIDADE DA NR-17

Monografia apresentada ao  
Curso de Engenharia  
Mecânica do Câmpus  
Xanxerê, do Instituto  
Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do diploma  
de graduação.

Orientador: Ma. Vanessa  
Milhomem Schmitt

XANXERÊ

2025

S192p Sampaio, Paulo Augusto.  
Proposta de melhoria na alimentação de uma caldeira em conformidade da NR-17 / Paulo Augusto Sampaio. — Xanxerê, 2025.  
48 p. : il., color.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina — Câmpus Xanxerê. Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientação: Vanessa Milhomem Schmitt.

Inclui referências.

1. Automatização. 2. Agroindústria. 3. Segurança no trabalho. 4. Prevenção.  
I. Schmitt, Vanessa Milhomem. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. III. Título.

PAULO AUGUSTO SAMPAIO

PROPOSTA DE MELHORIA NA ALIMENTAÇÃO DE UMA CALDEIRA EM  
CONFORMIDADE DA NR-17

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Bacharelado em Engenharia Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Xanxerê, 28 de novembro de 2025.

Vanessa Milhomem Schmitt

Profa. Vanessa Milhomem Schmitt, Ma.  
Orientadora  
Instituto Federal de Santa Catarina

Vinicius R. Crenonini

Prof. Vinicius Raphael Crenonini, Esp.  
Instituto Federal de Santa Catarina

Marcos R. M. Vieira

Engenheiro Marcos Roberto Martins Vieira

“A persistência é o caminho do êxito”  
(Charles Chaplin)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me manter com saúde até esse momento.

Agradeço aos meus pais Neusa e Paulo, por sempre me apoiarem em todos os momentos, por todo empenho e dedicação em proporcionar sempre o melhor possível para que eu pudesse chegar nessa conquista.

Agradeço aos meus irmãos Leandro e Gisele, minha cunhada Anekeli e meus sobrinhos João Gabriel, Leonardo, Maria Eduarda, Anne e Joaquim, por toda ajuda e torcida para que esse momento se tornasse possível.

Um agradecimento especial à minha orientadora Me. Vanessa Milhomem Schmitt, por aceitar me orientar nesse trabalho tão importante da minha caminhada acadêmica, por todas as dicas, ajuda e por disponibilizar do seu tempo para contribuir com o sucesso dessa etapa.

Agradeço também ao professor Vinicius Crenonini e ao engenheiro mecânico Marcos Roberto Martins Vieira, por aceitarem avaliar meu trabalho.

Agradeço meus colegas pela parceria, por toda ajuda e por estarem presentes nesse momento.

Agradeço a Cooperativa Central Aurora Alimentos, na pessoa do meu gerente, coordenadores e colegas, mas especialmente ao Jeferson, Luciano, Joemar, Everton, Evandro, Ismael, Anderson, Chiarle, Edimar, Rodrigo e Edeval, por todo o apoio, por entendimento da necessidade de ausência em alguns momentos e por permitirem a elaboração desse estudo nas dependências da empresa. Por fim a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso dessa caminhada.

## RESUMO

A análise dos diferentes ambientes laborais evidencia a presença de diversos riscos ocupacionais, entre os quais se destaca a exposição ao calor. Esse agente físico pode desencadear uma série de efeitos adversos no organismo humano, tais como desidratação, câimbras musculares, edemas, choque térmico, exaustão e insolação. Considerando a relevância desse risco para a saúde e segurança do trabalhador, o presente estudo foi desenvolvido a partir da observação da atividade de alimentação manual de uma fornalha a lenha em uma agroindústria localizada na região Oeste de Santa Catarina. Nessa atividade, o profissional caldeirista permanece em contato direto com elevadas fontes de calor, o que potencializa a ocorrência de agravos físicos. O referencial teórico adotado fundamenta-se em pesquisas bibliográficas sobre ergonomia, bem como nas diretrizes estabelecidas pela Norma Regulamentadora NR-17, que trata da ergonomia, e pela NR-15, que dispõe sobre atividades e operações insalubres. Ambas as normativas orientam a necessidade de as organizações garantirem condições adequadas de trabalho e disponibilizarem ferramentas que assegurem a saúde e a integridade física dos colaboradores. Como resultado, este estudo apresenta a proposta de implementação de um carrinho alimentador de lenha para a fornalha, dispositivo projetado para otimizar o processo de alimentação e reduzir a exposição direta do caldeirista ao calor. Além disso, o equipamento contribui para a diminuição do esforço físico decorrente do transporte manual de toras de madeira, mitigando os impactos de atividades repetitivas que, a longo prazo, podem gerar lesões e afastamentos laborais.

Palavras-Chave: Automatização; Agroindústria; Segurança no trabalho; Prevenção.

## **ABSTRACT**

Analysis of different work environments reveals the presence of various occupational risks, among which exposure to heat stands out. This physical agent can trigger a series of adverse effects on the human body, such as dehydration, muscle cramps, edema, heat stroke, exhaustion, and sunstroke. Considering the relevance of this risk to the health and safety of the worker, this study was developed from the observation of the manual feeding activity of a wood-fired furnace in an agro-industry located in the western region of Santa Catarina. In this activity, the boilermaker remains in direct contact with high heat sources, which increases the likelihood of physical harm. The theoretical framework adopted is based on bibliographic research on ergonomics, as well as on the guidelines established by Regulatory Standard NR-17, which deals with ergonomics, and NR-15, which deals with unhealthy activities and operations. Both regulations emphasize the need for organizations to guarantee adequate working conditions and provide tools that ensure the health and physical integrity of employees. As a result, this study presents a proposal for the implementation of a wood feeder cart for the furnace, a device designed to optimize the feeding process and reduce the boiler operator's direct exposure to heat. Furthermore, the equipment contributes to reducing the physical effort resulting from the manual transport of logs, mitigating the impacts of repetitive activities that, in the long term, can lead to injuries and work absences.

Keywords: Automation. Agro-industry. Workplace safety. Prevention.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Termo-Higrômetros Bulbo Seco e Úmido	25
Figura 2 - Termômetro de Globo	26
Figura 3 - Termômetro de mercúrio	26
Figura 4 Projeto do carrinho	35
Figura 5 Projeção do funcionamento do carrinho	366
Figura 6 Fornalha da agroindústria	399
Figura 7 alimentação da fornalha.	40
Figura 8 Boca da fornalha	40
Figura 9 Dimensão de uma tora de madeira	41
Figura 10 temperatura na boca da fornalha	41
Figura 11 Vista superior do carrinho e da fornalha	43
Figura 12 O carrinho empurrando as toras dentro da fornalha	43
Figura 13 sistema de correias	44
Figura 14 Parte inferior do carrinho	44
Figura 15 Vista lateral do carrinho	44

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 Limite de exposição ocupacional ao calor	29
Tabela 2 Limite de exposição ocupacional ao calor para trabalhadores aclimatizados	30
Tabela 3 Taxas de metabolismo por tipo de atividade	311
Tabela 4 Quantidade de acidentes do trabalho	37

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEPS - Anuário Estatístico da Previdência Social

CNI – Conselho Nacional das Indústrias

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBUTG - Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo

IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina

LDRT - Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho

LER – Lesão por Esforço Repetitivo

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

MET – Ministério do Trabalho e Emprego

NR – Norma Regulamentadora

OMS - Organização Mundial da Saúde

SEPRT - Secretaria Especial de Previdência e Trabalho

SST- Saúde, segurança no trabalho

TBN - Temperatura de Bulbo Úmido Natural

TBS - Temperatura de Bulbo Seco

TG – Temperatura de Globo

SUS – Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 DOENÇAS DESENVOLVIDAS NO AMBIENTE DO TRABALHO	18
2.2 CONCEITO DE ERGONOMIA E SUA IMPORTÂNCIA NO AMBIENTE DO TRABALHO	20
2.3 NR-17 E A SUA IMPORTÂNCIA PARA A SEGURANÇA DO TRABALHO	21
2.4. AS PRERROGATIVAS DA NR – 15	23
3 METODOLOGIA	32
3.1 PROJETO DO CARRINHO ALIMENTADOR DE LENHA	32
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	36
4.1 QUANTITATIVO DE PROFISSIONAIS AFASTADOS POR MOTIVO DE DOENÇA	36
4.2 IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA	38
4.3 OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE CARREGAMENTO DA CALDEIRA	41
5 CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS	45

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações das agroindústrias, na atualidade, é assegurar o bem-estar de seus colaboradores, promovendo condições que favoreçam o desempenho eficiente e seguro de suas atividades. O investimento em bem-estar laboral está diretamente relacionado à melhoria dos resultados organizacionais, uma vez que contribui para a manutenção de comportamentos saudáveis e produtivos, beneficiando tanto os trabalhadores quanto a própria empresa. Ressalta-se, entretanto, que garantir o bem-estar não se limita à oferta de salários e benefícios; envolve também a adequada organização dos ambientes de trabalho, o controle de fatores ambientais — como qualidade do ar e temperatura — e a disponibilização de ferramentas e equipamentos apropriados para a execução das tarefas de forma ergonômica e segura.

Para que esse contexto se concretize é importante, considerar as orientações da Norma Regulamentadora 17 (NR-17) (2022), devendo ser entendido como o “arcabouço regulatório que busca proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho” (CNI, 2023, p. 1). Desempenhar as funções de forma ergométricas corretas, colabora para a diminuição de acidentes de trabalho, ou o desenvolvimento de doenças laborais, e o consequente afastamento.

Dessa forma, a condição de trabalho do profissional responsável pela alimentação da caldeira a lenha em uma agroindústria localizada no município de Chapecó, na região Oeste do estado de Santa Catarina, constitui o foco central deste estudo. O objetivo é analisar o processo de alimentação da lenha e propor melhorias com base nos princípios estabelecidos pela Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17), que trata da ergonomia. Para isso, optou-se pela realização de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e procedimento metodológico do tipo estudo de caso.

Este estudo tem como objetivo responder à seguinte questão-problema: como solucionar o problema do carregamento manual da caldeira, minimizando os riscos de acidentes e a exposição ao calor? Busca-se, com isso, não apenas aumentar a eficiência do processo produtivo, mas também promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, contribuindo diretamente para o bem-estar dos colaboradores.

A escolha pelo desenvolvimento de um estudo de caso justifica-se pela constatação de que a alimentação manual de lenha na caldeira configura-se como uma atividade de alto desgaste físico, com riscos ergonômicos significativos. A repetição de movimentos, o esforço físico intenso e a exposição constante a altas temperaturas são fatores que favorecem o surgimento de doenças ocupacionais e o afastamento de profissionais por problemas de saúde, impactando negativamente a produtividade da agroindústria.

Além disso, quando ocorre o afastamento do operador responsável pela caldeira, há queda no desempenho operacional, uma vez que é necessário treinar um substituto, o que demanda tempo e recursos. A implementação de um carrinho de alimentação de lenha, nesse contexto, visa otimizar o processo, proporcionando maior agilidade e frequência na alimentação da caldeira, reduzindo a sobrecarga física e os riscos à saúde do trabalhador.

Para embasar a pesquisa, será elaborado um referencial teórico por meio de pesquisa bibliográfica sobre a Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17), ergonomia e segurança no trabalho. Também serão analisados dados fornecidos pelo setor de Recursos Humanos da empresa, com o objetivo de identificar o número de afastamentos relacionados a doenças ocupacionais entre os colaboradores da agroindústria.

Como resultado final, este projeto pretende projetar e testar um carrinho que otimize a alimentação da caldeira, reduzindo a exposição dos operadores ao calor e mitigando os riscos à sua saúde e segurança no ambiente de trabalho.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Propor uma ferramenta que otimize o processo de alimentação da caldeira, levando em consideração o que afirma a NR-17, relacionando os aspectos de bem-

estar para os trabalhadores;

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar as condições de trabalho, avaliando os riscos que a alimentação manual de lenha na caldeira proporciona aos colaboradores;
- Pesquisar os números de profissionais afastados da empresa por motivo de doença;
- Abordar a importância da implementação de medidas de segurança e prevenção de acidentes, alinhando-se às diretrizes da NR-17;
- Apresentar intervenções que visem otimizar o processo de carregamento da caldeira;
- Sugerir a automatização da alimentação da caldeira, através da elaboração do projeto de um carrinho alimentador.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura que se segue tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica, que justifique a elaboração de um projeto que viabilize a melhoria na alimentação de uma caldeira, em conformidade com a NR-17. Sendo que neste capítulo serão abordados temas como o desenvolvimento de doenças no ambiente de trabalho, uma revisão histórica da ergonomia e a necessidade de sua efetivação no ambiente de trabalho, e por fim serão apresentadas as especificidades da NR-17.

### 2.1 DOENÇAS DESENVOLVIDAS NO AMBIENTE DO TRABALHO

Ao se analisar o cenário do cotidiano do trabalhador industrial, percebe-se que geralmente no desempenho de suas funções, eles são submetidos a ações repetitivas, como também, dependendo do setor, o ambiente pode ter ruídos altos, fumaça, poeira ou excesso de umidade ou calor, fatores que colocam a sua saúde em risco. Como exemplifica Vidal (2015, p. 3):

Vejamos uma grande confecção onde a produção acontece num galpão de grande porte. Impera o ruído das máquinas de corte, pesponto, costura, acrescidos do calor resultante da própria edificação e das prensas de acabamento. Os resíduos têxteis formam uma poeira que reduz a iluminação geral obrigando a que cada posto tenha uma iluminação local que aumenta ainda mais o contraste térmico e compromete a qualidade do ar.

E como consequência dessa realidade, o número de profissionais adoecendo em virtude de suas atividades laborais, vem aumentando continuamente no Brasil e no mundo. De acordo com os dados apresentados, o Sistema Único de Saúde (SUS) “atendeu quase 3 milhões de casos de doenças ocupacionais entre 2007 e 2022” (Brasil, 2023, p. 2). As doenças desenvolvidas no campo de trabalho podem ser classificadas como doenças do trabalho ou doenças ocupacionais ou profissionais. A Lei nº 8.213/91 esclarece no Artigo 20, a diferença entre ambos os conceitos:

I - Doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência

Social; II - doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso (Brasil, 1991).

Devendo ser entendido que as doenças do trabalho são as resultantes da “exposição a agentes nocivos presentes no ambiente profissional, mas que não estão diretamente relacionados às tarefas executadas. Exemplo: um escriturário que desenvolve problemas auditivos devido ao ruído excessivo no local de trabalho” (Maneschky, 2024, p. 4). Já, as doenças ocupacionais ou profissionais devem ser entendidas como as que, “estão diretamente relacionadas à realização das atividades laborais. Exemplo: um soldador que desenvolve catarata devido à exposição constante à luz intensa” (Maneschky, 2024, p. 4). Contudo, ambos os tipos de doenças podem ser causados, por movimentos repetitivos, postura inadequada, pressão psicológica, levantamento incorreto e excessivo de peso, sedentarismo, estabelecimento de metas inatingíveis, assédio moral e psicológico, assim como também a exposição a ambientes insalubres.

Dentre as várias doenças laborais, as com mais ocorrência são: lesão de esforço repetitivo (LER), asma ocupacional, dermatose ocupacional, antracnose pulmonar, perda auditiva Induzida pelo ruído (PAIR), transtornos mentais, varizes dos membros inferiores e problema de visão. Porém, há várias outras doenças e lesões, que podem ser conferidas na Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho (LDRT), que foi instituída pela Portaria GM/MS Nº 1.999, de 27 de novembro de 2023. É importante considerar que a LDTR, reflete um esforço contínuo de atualização e adequação à realidade laboral contemporânea, incorporando novos conhecimentos científicos e respondendo às transformações no mundo do trabalho, tecnologias e organização produtiva.

É importante ter atenção que, além das doenças neuromusculares, a falta da ergonomia no local de trabalho, é a responsável pelo desenvolvimento de altos níveis de estresse, que pode desencadear em quadros de depressão, ou a Síndrome de Burnout, que de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2022, essa síndrome já atingia 32% dos profissionais, pois como citam Gomes *et. al* (2024, p. 67):

A maneira como você se sente pode não parecer relevante para o seu humor, mas a ciência mostrou que ficar desleixado, junto com os resultados de má

circulação sanguínea, pode ter um impacto significativo em sua felicidade.

## 2.2 CONCEITO DE ERGONOMIA E SUA IMPORTÂNCIA NO AMBIENTE DO TRABALHO

Devido às novas legislações trabalhistas e as diferentes exigências do mercado, as empresas precisam adequar seu ambiente de trabalho, visando o aumento da produtividade, o cumprimento dos prazos e o aumento da lucratividade, tudo com a garantia da qualidade do produto. Para isso foi necessário a adoção de novas técnicas e ferramentas e implementação de técnicas inovadoras de produção. Como afirmam Freitas e Minette (2014, p. 1) “Entretanto, trata-se de uma mudança organizacional que diz respeito às condições de trabalho, que nada mais é do que a ergonomia”.

Para melhor se compreender a definição de ergonomia, primeiramente é preciso entender que se trata de uma palavra que a junção de dois vernáculos grego, *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras) para designar a ciência do trabalho, ou seja, se trata de “uma disciplina orientada para o sistema, que hoje se aplica a todos os aspectos da atividade humana” (Falzon, 2015, p. 6). Por sua vez, Vidal (2015, p. 3, grifo do autor), afirma que, “Ergonomia, antes de mais nada, é uma **atitude profissional** que se agrega à prática de uma profissão definida”. Já, Dul e Weerdmeester (2012) afirmam que a definição de ergonomia adotada pela Associação Internacional de Ergonomia (IEA) é a seguinte:

Ergonomia (ou fatores humanos) é uma disciplina científica que estuda as interações dos homens com outros elementos do sistema, fazendo aplicações da teoria, princípios e métodos de projeto, com o objetivo de melhorar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (Dul, Weerdmeester, 2012, p. 13).

Após analisar as definições apresentadas é percebe-se que ergonomia é uma nova abordagem que deve ser adotada pelas empresas, objetivando “diminuir o absenteísmo no trabalho e fidelizar os funcionários com experiência para o alcance de resultados positivos” (Dul, Weerdmeester, 2012, p. 13). E isso leva as empresas a perceber que a ergonomia é uma tendência que está se efetivando no mundo do trabalho. Sendo importante tanto para o setor empresarial como para o industrial.

Apesar de que, o homem, desde a época remota do surgimento do trabalho, procurar formas de facilitar a lida de suas tarefas, a ergonomia já existia, porém, esse

termo foi utilizado, pela primeira vez, somente no ano de 1857, pelo polonês Wojciech Jarstembowsky. Com o evento da II Guerra Mundial, a ergonomia ganhou um novo destaque, visto que, tinha o propósito de resolver os problemas das lesões causadas, nos soldados, pelo manejo do armamento e materiais pesados (Dul, Weerdmeester, 2012).

Os mesmos autores afirmam que os resultados obtidos durante a guerra, foram muito intensos, levando a se iniciar, no período pós-guerra, os estudos para a aplicação da ergonomia nas indústrias, principalmente nos Estados Unidos e Europa. Foi na Inglaterra, no ano de 1949, que se criou a primeira Sociedade de Pesquisa em Ergonomia. Posteriormente, no ano de 1961 foi fundada a Associação Internacional de Ergonomia (IEA), também na Inglaterra. Atualmente, encontra-se sediada na cidade de Genebra – Suíça, e representa as associações de ergonomia de 40 diferentes países, com um total de 19 mil sócios. Já, a respeito da realidade brasileira, foi no ano de 1983 que foi fundada a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO. (Dul, Weerdmeester, 2012).

### 2.3 NR-17 E A SUA IMPORTÂNCIA PARA A SEGURANÇA DO TRABALHO

Desde a criação da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), no ano de 1943, muitas outras Leis e normas precisaram ser criadas para que os direitos dos trabalhadores fossem garantidos. Culminando no ano de 1977, com a publicação das primeiras Normas Regulamentadoras, através da Lei nº 6514. Deve-se considerar que as NRs, “consistem em obrigações, direitos e deveres a serem cumpridos por empregadores e trabalhadores com o objetivo de garantir trabalho seguro e sadio, prevenindo a ocorrência de doenças e acidentes de trabalho” (Brasil, 2020, p. 5).

E no ano de 1978, através da Portaria MTb nº 3214, de 08 de junho de 1978, foi publicada a Norma Regulamentadora – 17 (NR-17). Que visa a garantia da segurança e conforto no trabalho.

A segurança ocupacional, apesar de não ser um termo novo, ganhou força especialmente em áreas da indústria e engenharia. Tudo isso, devido à atividade de alto risco à saúde, e através das NRs, os profissionais passaram a ter sua saúde assegurada por lei. (Pontotel, 2025).

Diante desse fato, é possível afirmar que a NR-17 é essencial para a implementação da ergonomia de uma empresa, principalmente quando se trata do

setor industrial. Logo, se entende que a NR-17 estabelece bases que permitam às adequações das condições de trabalho às qualidades psicofisiológicas dos colaboradores, de forma a oferecer um máximo de conforto, segurança e desempenho efetivo. Esta conduta busca reparar os seguintes aspectos da cautela da integridade do colaborador (BRASIL, 1978), regras 10520 e 6023.

É importante considerar que, há vários benefícios para as empresas que executam adequadamente as primícias da NR- 17, tais como afirmam Gomes *et.al* (2024, p. 23):

- Redução do número de acidentes de trabalho;
- Aumento da segurança e conforto dos colaboradores, refletindo assim em tarefas sendo executadas com mais qualidade;
- Aumento da produtividade;
- Melhor aproveitamento do tempo de trabalho;
- Maior nível de satisfação dos colaboradores em relação aos seus postos de trabalho.

Portanto, é importante que todos os empregadores, sejam as indústrias, escritórios ou construção civil, visto que a NR- 17, é uma norma que se estende a todos os setores da economia, preocupados em fornecer um ambiente seguro para que os seus funcionários, seguir as seguintes normas estabelecidas:

- Adequação do posto de trabalho: Inclui a regulação de mobiliário como cadeiras e mesas, garantindo que o trabalhador mantenha uma postura adequada e tenha espaço suficiente para se movimentar confortavelmente.
- Organização do trabalho: Estabelece orientações sobre ritmo, jornada, pausas e o gerenciamento de estresse para evitar a sobrecarga física e mental.
- Condições ambientais: Define requisitos para conforto no ambiente de trabalho, como iluminação, ruído e temperatura.
- Manipulação de materiais: Contempla diretrizes para o levantamento, transporte e descarga de materiais de forma a minimizar riscos.

- Prevenção de lesões: Aborda a prevenção de lesões por esforços repetitivos e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT).
- Equipamentos e ferramentas: Orientação para a escolha e uso de máquinas, equipamentos e ferramentas manuais adequados às tarefas.
- Aspectos psicossociais: A norma também aborda questões psicossociais, proibindo práticas que causem assédio moral, como o estímulo abusivo à competição ou a exposição pública de avaliações de desempenho.

#### 2.4. AS PRERROGATIVAS DA NR – 15

O ano era de 1978, quando foi publicada a Norma Reguladora nº 15, através da Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978, que como as demais NR, tem a função de complementar as Consolidações das Leis Trabalhistas, ficou responsável pela regulamentação das atividades exercidas em ambientes insalubres. Ou seja, em locais que representam riscos à saúde ou a segurança dos trabalhadores.

Por se tratar de uma NR, e como tem a função de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores, no seu local de trabalho, reduzindo riscos, diminuindo o desenvolvimento de doenças ocupacionais e eliminando ocorrências de acidentes. em seu texto, a NR 15 determina quais atividades são consideradas insalubres (o que dá direito aos trabalhadores de receberem o adicional de insalubridade), além dos limites aceitáveis de concentração, intensidade e tempo de exposição a esses riscos.

As atividades que a NR 15 lista como insalubres são as seguintes:

- Ruídos contínuos, intermitentes ou de impacto;
- Calor excessivo;
- Umidade excessiva;
- Frio excessivo;
- Radiação excessiva;
- Pressão superior à pressão atmosférica;
- Vibração;
- Agentes químicos;

- Agentes biológicos;
- Agentes contaminantes;
- Poeiras minerais.

Esta NR é composta por uma parte geral e outros 14 anexos divididos pelos riscos que os trabalhadores podem enfrentar ao longo de sua jornada como: frio, calor, vibração, ruídos, umidades e muitos outros. Assim como, esclarece quais são os limites de exposição e qual o grau que dá direito aos trabalhadores de receberem o adicional de insalubridade. Porém, é importante reiterar que o valor do adicional de insalubridade é estipulado de acordo com a intensidade e do nível de concentração de agentes insalubres que o trabalhador tem contato.

No que diz respeito a exposição ao calor, assunto pertinente a este trabalho de pesquisa, o Anexo 3 da NR – 15, traz a regras que consideram insalubridade a exposição em ambientes com fonte artificial de calor e utilizam um método de avaliação baseado no Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo Médio (IBUTG) e na Taxa Metabólica Média (M).

A NR- 15 aponta os principais pontos sobre a exposição ao calor:

- Anexo 3: É o anexo da NR-15 que trata dos limites de tolerância para exposição ocupacional ao calor em ambientes com fontes de calor artificiais ou ambientes fechados.
- Limites de tolerância: A norma não especifica uma temperatura única, mas sim limites que variam de acordo com a taxa metabólica (M) do trabalhador, que depende da atividade desempenhada.
- Avaliação da exposição: A avaliação deve ser feita com base em medições do IBUTG médio e cálculo da Taxa Metabólica Média (M) nos "60 minutos mais críticos" da exposição.
- Caráter de insalubridade: Se o IBUTG medido for superior ao limite máximo permitido para a taxa metabólica (M), a exposição é considerada insalubre, geralmente de grau médio.
- Atividades a céu aberto: O Anexo 3 não se aplica a atividades realizadas a céu aberto sem fonte artificial de calor.
- Adicional de insalubridade: Empregos com exposição ao calor que excedam os

limites estabelecidos na NR-15 têm direito ao adicional de insalubridade.

- Medidas de controle: Se a empresa implementar medidas que neutralizem ou eliminem a insalubridade, o pagamento do adicional pode ser suspenso.

Para a avaliação do IBUTG (Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo), é necessário utilizar instrumentos específicos, como o termômetro de bulbo úmido natural, o termômetro de globo e o termômetro de mercúrio comum, ilustrados nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente. As medições devem ser realizadas no local onde o trabalhador desempenha suas atividades, posicionando os instrumentos na altura correspondente à região do corpo mais exposta ao calor.

Figura 1 - Termo-Higrômetros Bulbo Seco e Úmido



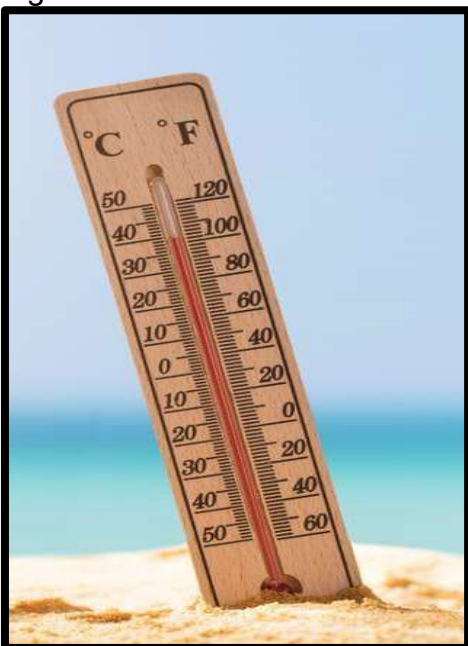
Fonte: GUIALAT(2025).

Figura 2 - Termômetro de Globo



Fonte: INSTRUFIBER (2025)

Figura 3 - Termômetro de mercúrio



Fonte: OLAR DIGITAL (2024)

É importante considerar que, para a obtenção de cálculos confiáveis do IBUTG, devem ser empregadas as seguintes equações:

A Equação 1 calcula o IBUTG para ambientes internos ou externos sem carga solar:

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg \quad (1)$$

A Equação 2 calcula o IBUTG para ambientes externos com carga solar:

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,1tbs + 0,3tg \quad (2)$$

Em que:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco.

Entretanto, há dúvidas quanto à correta interpretação das fontes de calor que devem ser consideradas para a caracterização de insalubridade. Questionamentos frequentes envolvem, por exemplo, se atividades executadas com exposição a fontes naturais de calor — como aquelas desempenhadas ao ar livre sob radiação solar direta, a exemplo do trabalho de pedreiros, agricultores e outros profissionais — poderiam ser classificadas como insalubres. Com o intuito de esclarecer tais dúvidas, em 09 de dezembro de 2019, o Governo Federal, por meio da Portaria SEPRT n.º 1.359, promoveu alterações no Anexo 3 da NR-15, mantendo, porém, o entendimento de que atividades realizadas ao ar livre, com exposição ao calor solar, não se enquadram como insalubres.

Com a atualização normativa, parte da discussão sobre exposição ao calor foi transferida para a NR-09, norma que estabelece diretrizes para a avaliação e o controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. Essa mudança tem gerado interpretações divergentes entre profissionais de Saúde e Segurança do Trabalho (SST), conforme observado por Bezerra (2025), uma vez que a NR-15 regulamenta os critérios de insalubridade, enquanto a NR-09 trata essencialmente da prevenção. A sobreposição de temas entre ambas as normas tem provocado equívocos durante a elaboração e análise de pareceres técnicos.

Bezerra (2025), melhor exemplifica a possibilidade de confusão que as alterações de 2019 pode causar no parecer técnico:

- Insalubridade (NR-15): o Item 1.1.1 do anexo afirma que ele “não se aplica a atividades ocupacionais realizadas a céu aberto “sem fonte artificial de calor”. Ou seja, atividades a céu aberto como frentes de obra ou atividades rurais, quando expostas apenas ao sol, em regra não são caracterizadas como insalubres por este anexo. Havendo fonte artificial de calor (forno, estufa, caldeira, máquina térmica etc.), a avaliação pelo Anexo 3 volta a ser aplicável.
- Prevenção (NR-9, “Anexo n.º 3”): o fato de não gerar insalubridade não significa que o risco não exista ou que não deva ser gerenciado. O “Anexo n.º 3 da NR-9” (Calor), focado em prevenção, cobre essa lacuna. No subitem 3.3.2, ele informa que, para esses casos a céu aberto, poderá ser utilizada ferramenta da Fundacentro, para estimativa do IBUTG, se disponível.

Outra mudança que a NR – 9 trouxe foi a revogação da tabela nº 1, onde a avaliação se baseava no regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local (o antigo Quadro 1, com pausas fixas de 15, 30 ou 45 minutos por hora). E agora a norma vigente exige que a avaliação (IBUTG) seja baseada no período de 60 minutos corridos que resulte na condição mais crítica de exposição ao calor (Bezerra, 2025).

É importante considerar que, a NR-9, chama atenção para as seguintes prerrogativas:

- Responsabilidade da organização: adoção de medidas preventivas, orientação dos trabalhadores, treinamentos e realização da avaliação preliminar da exposição ocupacional ao calor;
- Medidas de prevenção: disponibilização de água fresca potável, programação de trabalhos acima de 414W para períodos com condições mais amenas desde que não representem riscos adicionais e disponibilização de vestimentas adequadas ao tipo de exposição da atividade;
- Medidas corretivas: alternar entre operações que geram mais e menos exposições, disponibilização de acesso a locais mais amenos para pausas, utilização de barreiras para o calor radiante e adequação do sistema de ventilação do ar;
- Procedimentos de emergência: que disponham de meios e recursos para o primeiro atendimento ou encaminhamento do funcionário para o primeiro

atendimento e informação a todos os envolvidos nas emergências;

- Acclimatização: destinada a atividades que excedam o nível tolerável de exposição ao calor, assim como orienta o PCMSO.

Portanto, a NR- 9 define um limite de tolerância de calor que o trabalhador pode suportar ao exercer a sua função, esses valores podem ser conferidos na Tabela 1.

Tabela 1 Limite de exposição ocupacional ao calor

[W]	[°C]	[W]	[°C]	[W]	[°C]
100	33,7	186	30,6	346	27,5
102	33,6	189	30,5	353	27,4
104	33,5	193	30,4	360	27,3
106	33,4	197	30,3	367	27,2
108	33,3	201	30,2	374	27,1
110	33,2	205	30,1	382	27,0
112	33,1	209	30,0	390	26,9
115	33,0	214	29,9	398	26,8
117	32,9	218	29,8	406	26,7
119	32,8	222	29,7	414	26,6
122	32,7	227	29,6	422	26,5
124	32,6	231	29,5	431	26,4
127	32,5	236	29,4	440	26,3
129	32,4	241	29,3	448	26,2
132	32,3	246	29,2	458	26,1
135	32,2	251	29,1	467	26,0
137	32,1	256	29,0	476	25,9
140	32,0	261	28,9	486	25,8
143	31,9	266	28,8	496	25,7
146	31,8	272	28,7	506	25,6
149	31,7	277	28,6	516	25,5
152	31,6	283	28,5	526	25,4
155	31,5	289	28,4	537	25,3
158	31,4	294	28,3	548	25,2
161	31,3	300	28,2	559	25,1
165	31,2	306	28,1	570	25,0
168	31,1	313	28,0	582	24,9
171	31,0	319	27,9	594	24,8
175	30,9	325	27,8	606	24,7
178	30,8	332	27,7		
182	30,7	339	27,6		

Fonte: BRASIL (2019).

Tabela 2 Limite de exposição ocupacional ao calor para trabalhadores aclimatizados

M [W]	(IBUTG_M X[oC])	M [W]	(IBUTG_M X[oC])	M [W]	(IBUTG_M X[oC])
100	33,7	186	30,6	346	27,5
102	33,6	189	30,5	353	27,4
104	33,5	193	30,4	360	27,3
106	33,4	197	30,3	367	27,2
108	33,3	201	30,2	374	27,1
110	33,2	205	30,1	382	27,0
112	33,1	209	30,0	390	26,9
115	33,0	214	29,9	398	26,8
117	32,9	218	29,8	406	26,7
119	32,8	222	29,7	414	26,6
122	32,7	227	29,6	422	26,5
124	32,6	231	29,5	431	26,4
127	32,5	236	29,4	440	26,3
129	32,4	241	29,3	448	26,2
132	32,3	246	29,2	458	26,1
135	32,2	251	29,1	467	26,0
137	32,1	256	29,0	476	25,9
140	32,0	261	28,9	486	25,8
143	31,9	266	28,8	496	25,7
146	31,8	272	28,7	506	25,6
149	31,7	277	28,6	516	25,5
152	31,6	283	28,5	526	25,4
155	31,5	289	28,4	537	25,3
158	31,4	294	28,3	548	25,2
161	31,3	300	28,2	559	25,1
165	31,2	306	28,1	570	25,0
168	31,1	313	28,0	582	24,9
171	31,0	319	27,9	594	24,8
175	30,9	325	27,8	606	24,7
178	30,8	332	27,7		
182	30,7	339	27,6		

Fonte: BRASIL (2019).

É importante considerar que se o Limite de Exposição, exposto na Tabela 2 for ultrapassado, a organização deve adotar as medidas previstas no item 4.2.2 da NR-9, priorizando medidas de engenharia e administrativas e registrando-as no PGR. A Tabela 3 informa sobre as taxas metabólicas por tipo de atividade.

Tabela 3 Taxas de metabolismo por tipo de atividade

Atividade	Taxa metabólica (W)
Sentado	
Em repouso	100
Trabalho leve com as mãos	126
Trabalho moderado com as mãos	153
Trabalho pesado com as mãos	171
Trabalho leve com um braço	162
Trabalho moderado com um braço	198
Trabalho pesado com um braço	234
Trabalho leve com dois braços	216
Trabalho moderado com dois braços	252
Trabalho pesado com dois braços	288
Trabalho leve com braços e pernas	324
Trabalho moderado com braços e pernas	441
Trabalho pesado com braços e pernas	603
Em pé, agachado ou ajoelhado	
Em repouso	126
Trabalho leve com as mãos	153
Trabalho moderado com as mãos	180
Trabalho pesado com as mãos	198
Trabalho leve com um braço	189
Trabalho moderado com um braço	225
Trabalho pesado com um braço	261
Trabalho leve com dois braços	243
Trabalho moderado com dois braços	279
Trabalho pesado com dois braços	315
Trabalho leve com o corpo	351
Trabalho moderado com o corpo	468
Trabalho pesado com o corpo	630
Em pé, em movimento	
Andando no plano	
1. Sem carga	
2 km/h	198
3 km/h	252
4 km/h	297
5 km/h	360
2. Com carga	
10 kg, 4 km/h	333
30 kg, 4 km/h	450
Correndo no plano	
9 km/h	787
12 km/h	873
15 km/h	990
Subindo rampa	
1. Sem carga	
com 5° de inclinação, 4 km/h	324
com 15° de inclinação, 3 km/h	378

com 25° de inclinação, 3 km/h	540
2. Com carga de 20 kg	
com 15° de inclinação, 4 km/h	486
com 25° de inclinação, 4 km/h	738
Descendo rampa (5 km/h) sem carga	
com 5° de inclinação	243
com 15° de inclinação	252
com 25° de inclinação	324
Subindo escada (80 degraus por minuto - altura do degrau de 0,17 m)	
Sem carga	522
Com carga (20 kg)	648
Descendo escada (80 degraus por minuto - altura do degrau de 0,17 m)	
Sem carga	279
Com carga (20 kg)	400
Trabalho moderado de braços (ex.: varrer, trabalho em almoxarifado)	320
Trabalho moderado de levantar ou empurrar	349
Trabalho de empurrar carrinhos de mão, no mesmo plano, com carga	391
Trabalho de carregar pesos ou com movimentos vigorosos com os braços (ex.: trabalho com foice)	495
Trabalho pesado de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá, abertura de valas)	524

Fonte: BRASIL (2019).

### 3 METODOLOGIA

A presente pesquisa possui natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, e caráter descritivo-exploratório. O objetivo principal é desenvolver uma ferramenta que otimize o processo de alimentação da caldeira em uma agroindústria,

promovendo melhorias nas condições de trabalho dos profissionais envolvidos, em conformidade com os preceitos da Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17), que trata da ergonomia e do bem-estar dos trabalhadores.

O estudo foi realizado em uma agroindústria situada na região Oeste de Santa Catarina, selecionada como campo de pesquisa por apresentar características compatíveis com o objeto de estudo.

Para compreender os impactos ergonômicos e as condições de trabalho dos profissionais que atuam na alimentação da caldeira, foi pensada em uma investigação junto ao setor de Recursos Humanos (RH) da empresa, através de uma coleta de dados por meio de um questionário fechado (ver Apêndice 1), aplicado ao responsável pelo departamento, porém devido às diretrizes internas da empresa e às exigências da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD – Lei n.º 13.709/2018), não foi autorizada a aplicação de questionários junto aos colaboradores, tampouco a obtenção de informações específicas relacionadas aos afastamentos por motivo de saúde. Assim, a pesquisa foi conduzida com base em observações indiretas do processo produtivo e em análises documentais de domínio público, bem como no referencial teórico sobre ergonomia, riscos ocupacionais e normativas regulamentadoras, especialmente NR-15 e NR-1, identificando possíveis inadequações e oportunidades de melhoria. A partir desse diagnóstico, foi proposta a elaboração de um projeto de carrinho alimentador de lenha para caldeira, com o intuito de reduzir o esforço físico exigido dos trabalhadores e, conseqüentemente, melhorar sua saúde ocupacional e produtividade.

### 3.1 PROJETO DO CARRINHO ALIMENTADOR DE LENHA

Para atender ao objetivo principal deste estudo, foi elaborado o projeto conceitual de um carro alimentador de toras destinado a mecanizar o processo de alimentação da fornalha. O equipamento proposto consiste em uma estrutura retangular montada sobre rodas, na qual as toras de lenha são posicionadas transversalmente em relação ao eixo do conjunto.

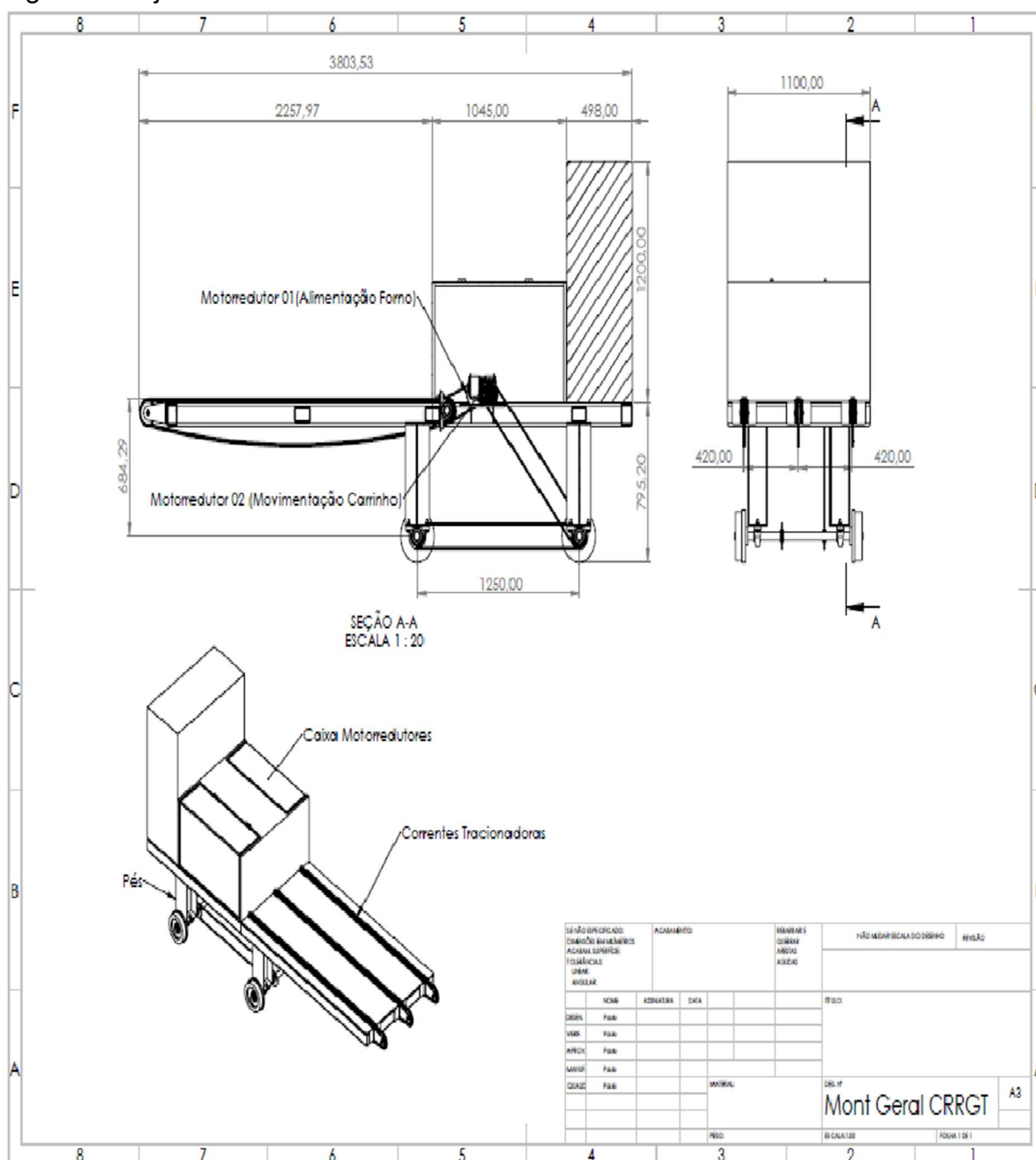
O descarregamento da lenha ocorrerá de forma automática, por meio de correias instaladas no assoalho do carro alimentador. A estabilidade da carga será

mantida por um sistema de contrapeso integrado à própria estrutura do equipamento, garantindo o equilíbrio durante o deslocamento.

Quanto ao funcionamento, o carro alimentador se deslocará sobre dois trilhos metálicos. Após o carregamento das toras, o operador acionará o sistema por meio de um botão localizado no quadro de comando. A partir desse ponto, todas as etapas subsequentes serão automatizadas: o carro se moverá até a porta da fornalha, que será aberta de forma sincronizada com o avanço do equipamento. Ao atingir a posição de descarga, as toras serão liberadas por três correias transportadoras instaladas na base do carro.

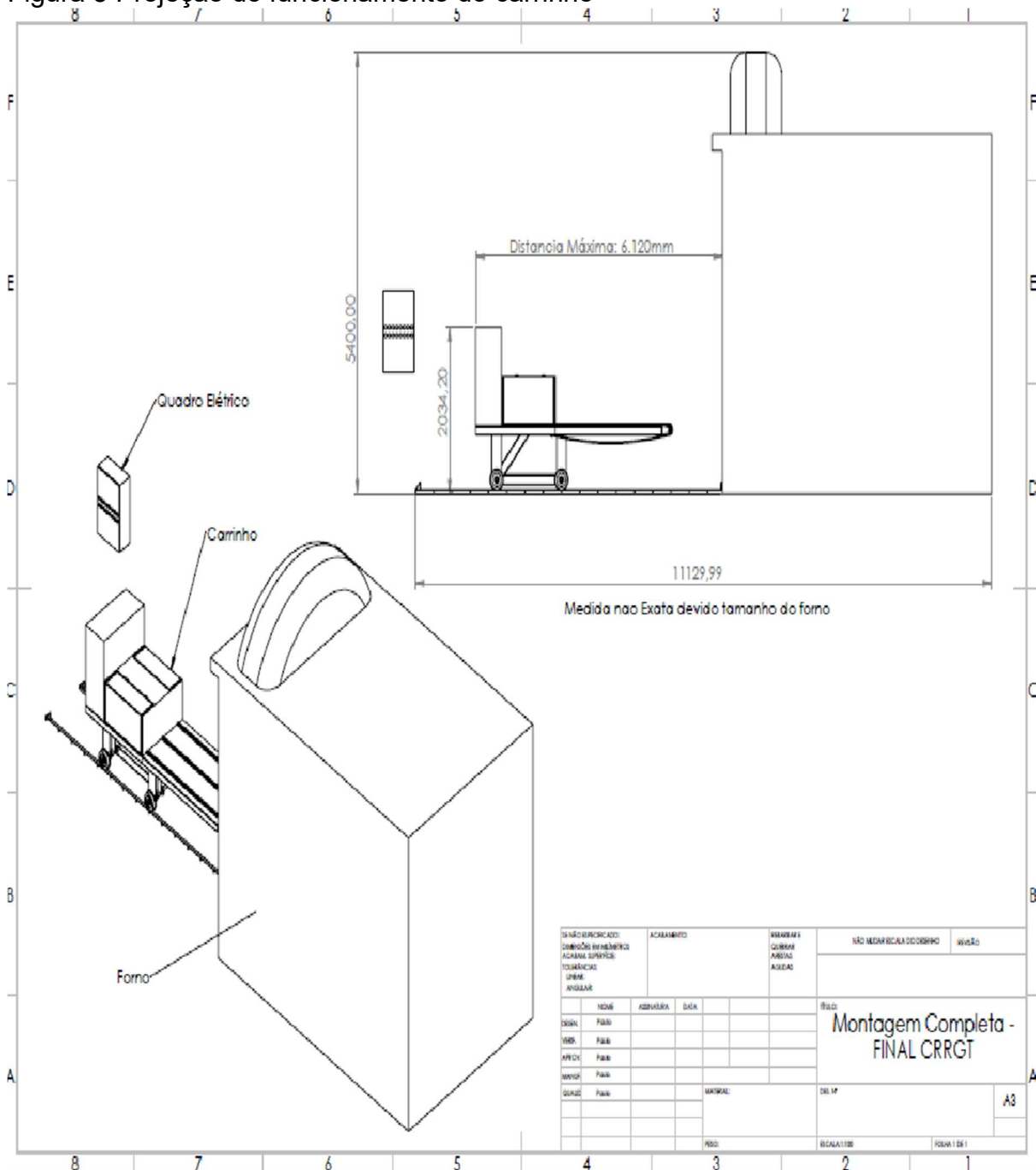
Concluído o descarregamento, o equipamento realizará o retorno automático ao ponto inicial, enquanto a porta da fornalha se fechará conforme o movimento de recuo do carro alimentador. Toda a estrutura será fabricada em aço inoxidável austenítico AISI 304, material selecionado em função de sua resistência mecânica, durabilidade e comportamento adequado em ambientes de alta temperatura.

Figura 4 Projeto do carrinho



Fonte: Autor (2025).

Figura 5 Projeção do funcionamento do carrinho



Fonte: Autor (2025)

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 QUANTITATIVO DE PROFISSIONAIS AFASTADOS POR MOTIVO DE DOENÇA

Ao apresentar os resultados obtidos neste estudo, é importante destacar inicialmente uma limitação significativa encontrada no campo de pesquisa — uma agroindústria localizada no Oeste de Santa Catarina. Entre os objetivos específicos do trabalho, previa-se a análise do número de profissionais afastados por doenças relacionadas ao trabalho. No entanto, apesar de todos os procedimentos formais terem sido rigorosamente seguidos, não foi possível obter esses dados.

Foram elaborados instrumentos de coleta, como o questionário constante no Anexo 1, além da solicitação oficial de autorização junto à empresa, apresentação de documentação pertinente e contato com os responsáveis pela gestão das informações ocupacionais. Entretanto, a empresa comunicou posteriormente que não poderia disponibilizar os dados solicitados, em conformidade com as diretrizes da Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD).

Diante dessa impossibilidade e visando manter a relevância e consistência do estudo, recorreu-se a dados secundários provenientes do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). De acordo com informações divulgadas em 2024, com base em registros de 2023, o Brasil contabilizou 724.228 acidentes de trabalho. Desse total, 74,3% corresponderam a acidentes típicos, 24,6% a acidentes de trajeto e apenas 1% a doenças ocupacionais — dado que reforça a dificuldade histórica de reconhecimento e notificação de doenças relacionadas ao trabalho.

Como fonte estatística, utilizou-se também o Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS 2024), que apresenta a evolução do número de acidentes de trabalho na indústria brasileira nos últimos três anos. A Tabela 4 sintetiza os dados:

Tabela 4 Quantidade de acidentes do trabalho

SETOR DE ATIVIDADE ECONÔMICA (1) /	ano	Total	Com CAT Registrada			Sem CAT Registrada	
			Total	Motivo			
				Típico	Trajeto		Doença do Trabalho
Indústria	2022	231.291	204.175	166.407	33.860	3.908	27.116
	2023	261.390	231.884	187.852	39.631	4.401	29.506
	2024	285.602	257.792	207.446	46.196	4.150	27.810

Fonte: Brasil (2024).

Antes da análise desses dados, é relevante esclarecer, conforme o AEPS

(2024):

- Acidentes com CAT registrada: referem-se aos casos cuja Comunicação de Acidente do Trabalho foi oficialmente cadastrada no INSS, não incluindo reinícios de tratamento.
- Acidentes sem CAT registrada: identificados por nexos técnicos (Profissional, Epidemiológico Previdenciário ou Doença Equiparada).
- Acidentes típicos: decorrentes diretamente da atividade laboral.
- Acidentes de trajeto: ocorridos no percurso entre residência e trabalho.
- Doenças do trabalho: resultantes de exposições ocupacionais específicas previstas na tabela da Previdência Social.

A análise da Tabela 4 evidencia um crescimento contínuo no número de acidentes de trabalho na indústria, tanto nos registros formais quanto nos casos identificados sem CAT. Esse aumento aponta para a necessidade urgente de aprimoramento de processos, políticas preventivas e tecnologias que reduzam riscos ocupacionais — reforçando a pertinência da proposta apresentada neste TCC.

No contexto estadual, os dados disponíveis indicam que Santa Catarina registrou aproximadamente 36 mil acidentes de trabalho no início de 2024. Esse número inclui tanto afastamentos superiores a 15 dias, quanto ocorrências de menor gravidade. Observa-se ainda que o estado vem apresentando tendência de crescimento em notificações: houve aumento de 10% em 2023 em comparação a 2022 e um expressivo crescimento de 534,8% na última década. Os setores com maior número de registros incluem atendimento hospitalar, fundição de ferro e aço, abate de suínos e aves, transporte rodoviário de cargas e comércio varejista.

Outro ponto relevante é que se estima que cerca de 23,3% dos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho em Santa Catarina não são oficialmente registrados, demonstrando um cenário de subnotificação que limita a compreensão real da magnitude do problema.

Esses indicadores reforçam a importância de soluções que reduzam a exposição a riscos e aprimorem as condições de trabalho — como o projeto do carrinho alimentador proposto neste estudo — contribuindo para a prevenção de acidentes, diminuição de adoecimentos e promoção de ambientes laborais mais seguros e eficientes.

## 4.2 IMPORTÂNCIA DA IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA

A análise das atividades desempenhadas pelo caldeirista na agroindústria estudada evidencia importantes riscos ocupacionais relacionados à exposição ao calor e à repetitividade do trabalho. O caldeirista é o profissional responsável pela operação e controle da caldeira industrial, garantindo o fornecimento de vapor ou calor necessários para os processos produtivos. No caso da agroindústria pesquisada, sua função inclui a alimentação manual da fornalha com toras de lenha e o fornecimento de água quente para a elaboração dos produtos da empresa (Figura 6).

Figura 6 Fornalha da agroindústria



Fonte: Autor (2025).

Apesar da automatização de diversos setores da empresa, a alimentação da fornalha permanece manual (Figura 5), colocando o trabalhador em proximidade direta com o calor intenso gerado pelo fogo. Esta condição representa um risco físico significativo, uma vez que a exposição ao calor sem proteção adequada pode desencadear efeitos adversos no organismo, como desidratação, câimbras, edemas, choque térmico, exaustão e insolação. A NR-15 recomenda o uso de vestimentas de proteção individual apropriadas para riscos específicos, como roupas aluminizadas para calor radiante intenso, porém, na prática, tais equipamentos não são utilizados pelo trabalhador, possivelmente devido ao desconforto e ao ritmo de trabalho mais espaçado do alimentador de caldeira (Figura 7).

Figura 7 alimentação da fornalha.



Fonte: Autor (2025)

Figura 8 Boca da fornalha



Fonte: Autor (2025).

O manuseio das toras de madeira, provenientes de reflorestamento e geralmente de eucalipto, com dimensões médias de 15 cm de largura por 1,50 m de comprimento (Figura 7), embora facilitando a pegada, configura uma atividade repetitiva. Essa repetitividade aumenta o risco de desenvolvimento de Lesões por Esforços Repetitivos (LER), contrariando as disposições da NR-17, que prevê a obrigatoriedade do fornecimento de instrumentos de trabalho que previnam distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho.

Figura 9 Dimensão de uma tora de madeira



Fonte: pesquisador (2025).

A medição da temperatura na boca da fornalha demonstrou altos índices térmicos (Figura 8), confirmando a necessidade de medidas preventivas eficazes para reduzir os riscos de acidentes e agravos à saúde. Observou-se que a empresa utiliza um termômetro digital de alta precisão para monitoramento ambiental, instrumento que, embora não mencionado especificamente nas NR-15 ou NR-09, fornece dados confiáveis e práticos para avaliação do calor no ambiente laboral.

Figura 10 temperatura na boca da fornalha



Fonte: Autor (2025).

Dessa forma, os resultados evidenciam que, apesar da presença de alguns controles, como monitoramento da temperatura e dimensões manejáveis das toras, existem lacunas importantes na implementação de medidas de segurança e prevenção de acidentes, especialmente quanto ao fornecimento e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e à redução da repetitividade das tarefas.

Essas lacunas reforçam a necessidade de alinhar as práticas da empresa às diretrizes da NR-17, com o objetivo de proteger a saúde do trabalhador, reduzir a exposição a riscos térmicos e prevenir o desenvolvimento de LER e outras doenças ocupacionais.

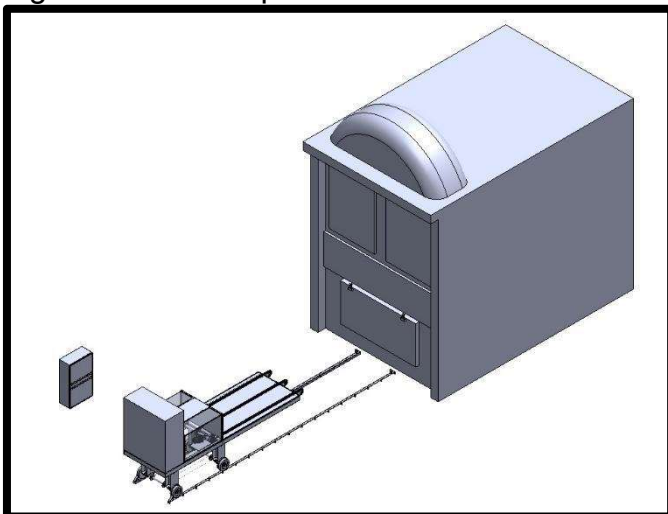
#### 4.3 OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE CARREGAMENTO DA CALDEIRA

Com a implementação do carrinho alimentador mecanizado da caldeira, espera-se uma otimização significativa do processo de carregamento, proporcionando:

1. Redução do esforço físico dos operadores: O sistema mecanizado minimizará a necessidade de levantamento manual de cargas pesadas, alinhando-se aos requisitos ergonômicos da NR-17, promovendo conforto, segurança e diminuição da fadiga muscular.
2. Aumento da produtividade e eficiência operacional: O carrinho permitirá um transporte contínuo e controlado do combustível até a caldeira, reduzindo o tempo de carregamento e aumentando a eficiência do processo industrial.
3. Minimização dos riscos à saúde e segurança: Com a mecanização, haverá menor exposição dos trabalhadores a agentes nocivos, calor e poeiras provenientes do combustível, atendendo aos limites de tolerância e condições da NR-15 relacionadas a atividades insalubres.
4. Padronização do processo: O uso do carrinho mecanizado garante um fluxo de alimentação uniforme da caldeira, diminuindo variações operacionais e possíveis paradas não programadas.
5. Conformidade legal e melhoria das condições de trabalho: O projeto atende às normas regulamentadoras vigentes (NR-17 e NR-15), promovendo um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e eficiente.

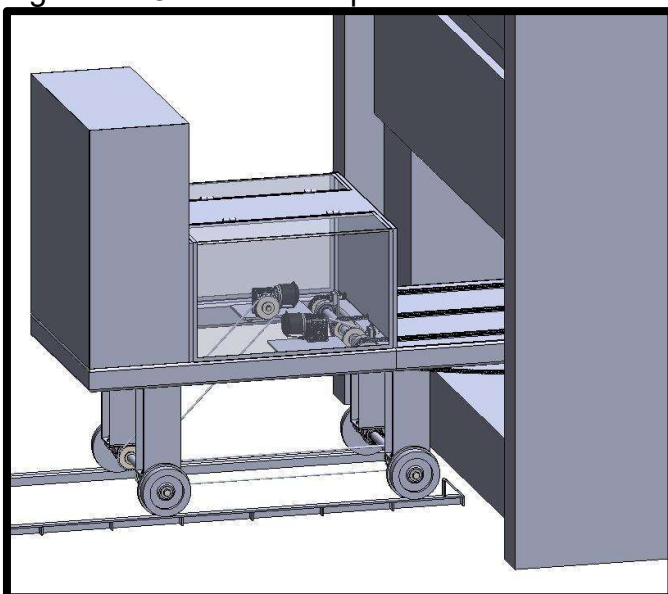
Utilizando o programa Solidworks, foi elaborado o projeto do carrinho, como é possível visualizar nas figuras abaixo:

Figura 11 Vista superior do carrinho e da fornalha



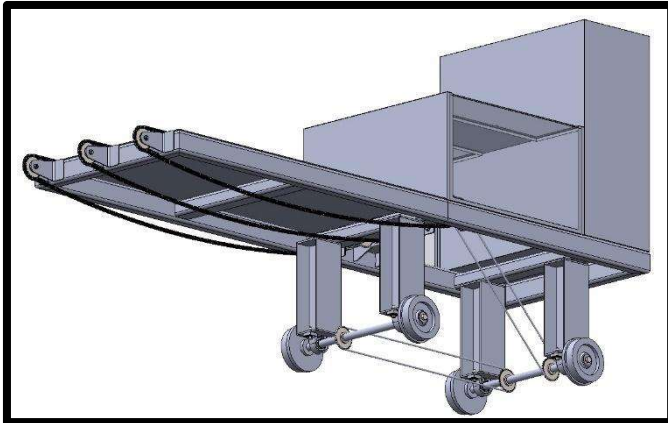
Fonte: Autor (2025).

Figura 12 O carrinho empurrando as toras dentro da fornalha



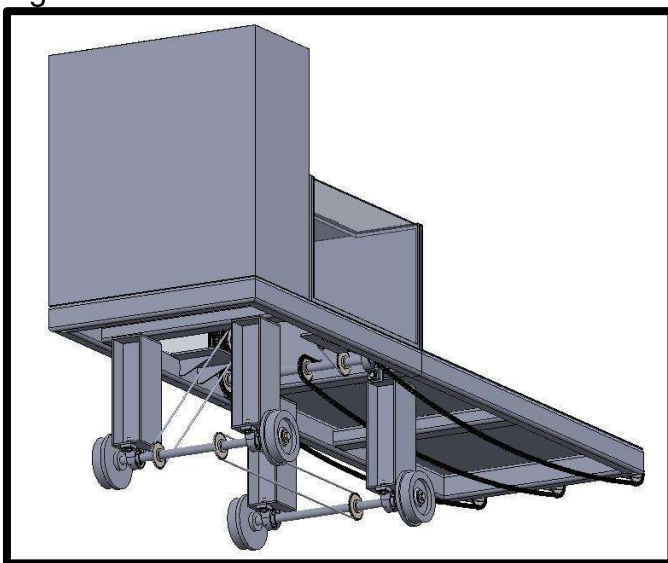
Fonte: Autor (2025)

Figura 13 Detalhe das correias



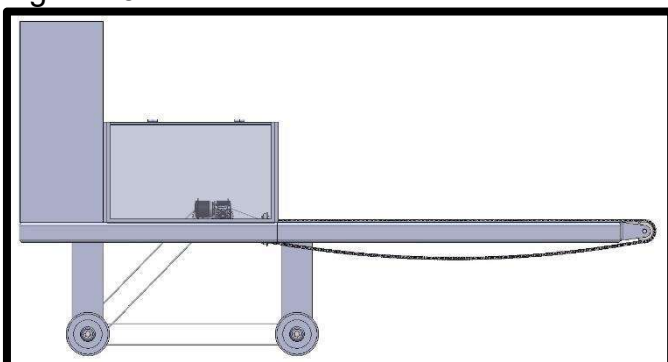
Fonte: Autor (2025)

Figura 14 Parte inferior do carrinho



Fonte: Autor (2025).

Figura 15 Vista lateral do carrinho



Fonte: Autor (2025)

## 5 CONCLUSÃO

Ao concluir este trabalho, foi possível identificar que, apesar dos esforços já realizados pela empresa, ainda há necessidade de implementar mudanças significativas no processo de alimentação da fornalha. A automatização dessa atividade se mostra altamente benéfica, tanto para os profissionais — que teriam menor risco de acidentes e de desenvolvimento de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) — quanto para a empresa, que, além de atender às exigências da legislação trabalhista, promove o bem-estar de seus colaboradores.

A análise dos dados fornecidos pelo AEPS 2024 evidenciou um aumento no número de afastamentos de colaboradores devido a acidentes de trabalho. Esse cenário reforça a necessidade de atenção por parte dos gestores, incentivando-os a investir na criação de um ambiente laboral seguro, saudável e colaborativo. Tais medidas não apenas preservam a integridade física e psicológica dos trabalhadores, mas também contribuem para a eficiência operacional, aumento da produtividade e, conseqüentemente, melhores resultados financeiros e expansão de mercado.

Por fim, este estudo reforça que é dever das empresas manter seus colaboradores informados sobre as Normas Regulamentadoras e garantir que estas sejam cumpridas rigorosamente. Além disso, destaca-se que a responsabilidade empresarial vai além do lucro, englobando a proteção à vida, a promoção do bem-estar dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente, cumprindo assim seu papel social e fortalecendo sua reputação institucional.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei 8.213, de 24 de julho de 1991**. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. 25 jul. 1991. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1991/lei-8213-24-julho-1991-363650-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 18 abr. 2025.

BRASIL. **Portaria SEPRT nº 1.359, de 09 de dezembro de 2019**. Altera o Anexo 3 da Norma Regulamentadora nº 15 e inclui o Anexo 3 na Norma Regulamentadora nº 9. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 dez. 2019. Disponível em: <https://www.normaslegais.com.br/legislacao/portaria-seprt-1359-2019.htm> Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. **Normas Regulamentadora – NR. 22** out. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 04 mai. 2025.

BRASIL. **Ministério da Saúde atualiza lista de doenças relacionadas ao trabalho após 24 anos**. 29 nov. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/novembro/ministerio-da-saude-atualiza-lista-de-doencas-relacionadas-ao-trabalho-apos-24-anos>. Acesso em: 18 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **Anuário Estatístico da Previdência Social – AEPS 2024**. Brasília: Ministério da Previdência Social, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/arquivos/aeps-2024/aeps-2024>. Acesso em: 19 NOV. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **NR 17 ergonomia**: comentários ao novo texto: portaria MTP 423, de 07/10/2021 / Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria. - Brasília: CNI, 2023. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/2a/6e/2a6eb718-7597-4c68-8904-a7dbbc547ff7/id\\_244971\\_nr\\_17\\_>](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/2a/6e/2a6eb718-7597-4c68-8904-a7dbbc547ff7/id_244971_nr_17_>) Acesso em: 15 abr. 2025.

DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernardo. **Ergonomia Prática**. 3.ed. São Paulo: Editora Blucher, 2012. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521216124/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

FALZON, Pierre. **Ergonomia**. 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2015. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521213475/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

GOMES, Daniel Rodrigo; NASCIMENTO, Érica Luciana Do; MERINGOLO, Flávio Berti; MOURA, Jéssica Helena Dos Reis. **NR 17 regulamenta a ergonomia na construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso – (TCC) – CETEC- Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Mococa – SP. 2024. Disponível em: [https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/27018/1/tecnico\\_em\\_seguranca\\_do\\_trabalho\\_2024\\_2\\_daniel\\_rodrigo\\_gomes\\_NR\\_17\\_regulamenta\\_a\\_ergonomia\\_na\\_construcao\\_civil.pdf](https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/27018/1/tecnico_em_seguranca_do_trabalho_2024_2_daniel_rodrigo_gomes_NR_17_regulamenta_a_ergonomia_na_construcao_civil.pdf). Acesso em: 29 abr. 2025.

MANESCHY, Alice. **O que são as doenças ocupacionais?** Quais se encaixam nessa categoria? 2 mai. 2024. Disponível em:< <https://flashapp.com.br/blog/bem-estar/doencas-ocupacionais>> Acesso em: 18 abr. 2025.

VIDAL, Mario Cesar. Introdução a Ergonomia. **GENTE** - Grupo de Ergonomia e Novas Tecnologias CESERG - Curso de Especialização Superior em Ergonomia. 01 jul. 2015. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.ergonomia.ufpr.br/Introducao%20a%20Ergonomia%20Vidal%20CESERG.pdf Acesso em: 13 abr. 2025.

**APÊNDICE****APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA O PROFISSIONAL DO RH**

**1) Quantos anos você trabalha nesta empresa?**

menos de 5 anos

5 a 10 anos

Mais de 10 anos

**2) Quantos profissionais trabalham na alimentação das caldeiras?**

\_\_\_\_\_

**3) Quantos profissionais que alimentam as caldeiras se afastaram por motivo de saúde nos últimos 5 anos?**

\_\_\_\_\_

**4) Quais as doenças que mais motivaram os afastamentos de saúde dos profissionais caldeiristas?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**5) Qual é o período médio de afastamento por motivo de saúde?**

\_\_\_\_\_