

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

VANDO APARECIDO MONTEIRO

**DOENÇAS MUSCULOESQUELÉTICAS RELACIONADAS AO TRABALHO:
EVIDÊNCIAS DE AFASTAMENTO EM FRIGORÍFICOS BRASILEIROS**

SÃO PAULO

2025

UNIVERSIDADE PAULISTA

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**DOENÇAS MUSCULOESQUELÉTICAS RELACIONADAS AO
TRABALHO: EVIDÊNCIAS DE AFASTAMENTO EM FRIGORÍFICOS
BRASILEIROS**

Defesa apresentada ao Programa de
Mestrado em Engenharia de Produção da
Universidade Paulista – UNIP.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Irenilza de
Alencar Nääs

Área de Concentração: Gestão de
Sistemas de Operação

Linha de pesquisa: Redes de empresas e
planejamento de produção.

Projeto de Pesquisa: Gestão da Produção
e Inovação na Agricultura, Indústria e
Serviços

VANDO APARECIDO MONTEIRO

**SÃO PAULO
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA

Monteiro, Vando Aparecido.

Doenças musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho: evidências de afastamento em frigoríficos brasileiros / Vando Aparecido Monteiro. – 2025.

99 f. : il. color. + CD-ROM.

Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2025.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs.

1. Doenças musculoesqueléticas. 2. Saúde do trabalhador. 3. Frigoríficos. 4. Afastamento laboral. 5. LER/DORT. I. Nääs, Irenilza de Alencar (orientadora). II. Título.

Ficha elaborada pelo Bibliotecário Rodney Eloy CRB8-6450

VANDO APARECIDO MONTEIRO

**DOENÇAS MUSCULOESQUELÉTICAS RELACIONADAS AO
TRABALHO: EVIDÊNCIAS DE AFASTAMENTO EM FRIGORÍFICOS
BRASILEIROS**

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do título de graduação em
Engenharia de Produção apresentado à
Universidade Paulista – UNIP.

Aprovado(a) em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Rodrigo Franco Gonçalves
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia
Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD

DEDICATÓRIA

A meu filho, meus pais e avós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à formação de recursos humanos qualificados e, em especial, pelo suporte financeiro por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP).

À minha orientadora, Prof.a Dr.a Irenilza de Alencar Nääs, agradeço pela confiança, orientação, paciência e pelas valiosas contribuições ao longo de todo trabalho.

Aos funcionários da Universidade Paulista (UNIP), sempre se mostraram disponíveis para auxiliar nos trâmites acadêmicos e administrativos.

As pessoas que cada um a seu tempo e a seu modo ofereceram seu apoio e incentivo, meu sincero agradecimento a Paulo, Madalena, Márcia, Paula, Lilian, Millena e Fellipe, por tornarem essa caminhada mais leve.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	13
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	13
1.1 Introdução	13
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Composição da Dissertação	16
CAPÍTULO II	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Segurança e saúde da força de trabalho em frigoríficos	18
2.1.1 Subnotificação e medo de retaliação	20
2.2 Regulamentações e conformidade de segurança ocupacional	21
2.2.1 SAT/FAP.....	22
2.3 Aspectos psicossociais e precarização do trabalho	25
2.4 Custos de longo prazo e consequências para o trabalhador	27
2.4.1 Efeitos na carreira e na qualidade de vida.....	27
2.4.2 Implicações para a previdência e o sistema de saúde	27
2.4.3 Sobreposição de fatores psicossociais.....	28
2.4.4 Risco de rotatividade e perda de capital humano.....	28
2.4.5 Importância da intervenção precoce e da adequação ergonômica	28
2.5 Cenário internacional	29
2.6 Políticas públicas e responsabilidade social das empresas.....	31
2.6.1 Regulação estatal e fiscalização	31
2.6.2 Políticas setoriais e programas de prevenção	31
2.6.3 Responsabilidade social e governança corporativa.....	32
2.7 Treinamento de força de trabalho e desenvolvimento de habilidades	33
2.8 Impacto da automação na gestão da força de trabalho	34
CAPÍTULO III	35
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 Descrição da base de dados utilizada.....	35

3.2	Crêterios de inclusão e exclusão dos dados analisado	38
3.3	Técnicas estatísticas aplicadas (análises descritivas, correlações, regressão).....	40
3.4	Classificação dos afastamentos por CID-10	40
3.5	Novos dados	41
3.6	Considerações �ticas e proteção de dados	41
CAPÍTULO IV		42
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	Perfil demográfico e ocupacional	42
4.2	Tempo de afastamentos absolutos e médias para homens e mulheres	45
4.3	Sinais e sintomas clínicos	49
4.4	CID-10 detalhado	50
4.5	Variáveis organizacionais e riscos	51
4.6	Emissão de CAT e evolução do caso	52
4.7	Testes estatísticos e associações.....	54
4.7.1	Artigo 1	55
4.7.2	Artigo 2	73
CAPÍTULO V		88
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88
5.1	Conclusões	89
5.2	Artigo 1 (Safety)	89
5.3	Artigo 2 (ENEGEP)	90
5.4	Síntese Integrativa dos Resultados.....	90
5.5	Contribuições do Estudo	92
5.6	Limitações do Estudo	93
5.7	Ausência de Dados sobre Atividade Exercida, Tempo de Exposição e Restrição � Força de Trabalho Formalizada.....	93
5.8	Recomendações de trabalhos futuros.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição da dissertação	17
Figura 2 - Distribuição de afastamentos por faixa etária	43
Figura 3 - Distribuição de trabalhadores por tempo de trabalho	44
Figura 4 - Tempo (dias) de afastamento por CID-10 e sexo	46
Figura 5 - Tempo (dias) médio de afastamento por CID-10 e sexo	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 4 - Riscos ocupacionais em matadouros.....	19
Tabela 5 - Riscos ocupacionais em matadouros.....	22
Tabela 1 - Frequência de ocorrências.....	38
Tabela 2 - Dias de afastamento absolutos.....	39
Tabela 3 - Dias de afastamento relativos.....	39
Tabela 7 - Escolaridade	43
Tabela 9 - Afastamento médio em dias.....	50

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os afastamentos laborais relacionados a doenças musculoesqueléticas em trabalhadores de frigoríficos brasileiros. Utilizando uma abordagem quantitativa, foram analisados dados secundários extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), abrangendo o período de 2006 a 2019. A amostra final, composta por 487 registros, foi classificada conforme os códigos da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) e da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). Os resultados indicam concentração dos afastamentos em diagnósticos como M75 (lesões do ombro), G56 (mononeuropatias) e M54 (dorsalgia), com distinções relevantes entre homens e mulheres em relação à frequência e duração média dos afastamentos. A análise também identificou lacunas na emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e evidências de influência de fatores organizacionais nas condições clínicas. Os achados reforçam a importância da vigilância em saúde do trabalhador e da adoção de estratégias ergonômicas e reabilitadoras direcionadas ao contexto do setor frigorífico.

Palavras-chave: doenças musculoesqueléticas; saúde do trabalhador; frigoríficos; afastamento laboral; LER/DORT.

ABSTRACT

This study aimed to analyze work-related musculoskeletal disorders among employees in Brazilian meatpacking plants. Through a quantitative approach, secondary data were obtained from the National System for Notifiable Diseases (SINAN), covering the period from 2007 to 2019. The final sample, composed of 487 records, was categorized using the Brazilian Classification of Occupations (CBO) and the International Classification of Diseases (ICD-10). The results revealed a concentration of sick leaves in diagnoses such as M75 (shoulder injuries), G56 (mononeuropathies) and M54 (dorsalgia), with notable differences between men and women in both frequency and average duration of leave. The analysis also identified underreporting in Work Accident Reports (CAT) and evidence of organizational factors influencing clinical outcomes. These findings underscore the importance of occupational health surveillance and the implementation of ergonomic and rehabilitative strategies specifically designed for the meatpacking industry.

Keywords: musculoskeletal disorders; occupational health; sick leave; meat industry; RSI/WMSDs.

UTILIDADE

Ao abordar aspectos vinculados a saúde ocupacional na indústria de processamento de carnes, a presente dissertação alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU em especial com o item 8.8 que em resumo visa proteção aos direitos trabalhistas a promoção de ambientes de trabalho seguros, considerando a exposição a agentes de risco sobre a saúde dos trabalhadores como frio, esforço repetitivo e posturas inadequadas.

A partir da análise de dados do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN), a pesquisa busca padrões de adoecimento afim de produzir alertas precoces que sirvam como base para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Assim, a pesquisa estabelece uma conexão com o a ODS 9.4 que aborda a modernização da infraestrutura das indústrias tornando-as mais sustentáveis e tecnologicamente atualizadas a ambientes industriais mais seguros.

CAPÍTULO I

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A indústria brasileira de proteína animal representa um dos segmentos mais relevantes para a economia nacional, com forte presença no mercado internacional, elevada produtividade e participação expressiva no Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2023), o país destaca-se como o maior exportador mundial de carne de frango e ocupa posições de liderança também na produção de carne suína e bovina.

Esse desempenho é sustentado por um modelo de produção intensiva, caracterizado por elevados níveis de exigência física, repetitividade e ritmos acelerados nas linhas de abate e desossa, elementos que, embora impulsionem a competitividade do setor, impõem riscos significativos à saúde dos trabalhadores.

Observa-se uma incidência crescente de agravos musculoesqueléticos associados à organização do trabalho, notadamente as Lesões por Esforços Repetitivos e os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (LER/DORT). Esses agravos têm sido responsáveis por afastamentos laborais de longa duração, com impactos diretos sobre a produtividade, os custos previdenciários e a qualidade de vida dos trabalhadores.

Assim, torna-se necessário compreender a distribuição desses afastamentos, seus principais diagnósticos, a diferença de impacto entre homens e mulheres e a relação com fatores clínicos e organizacionais, a fim de subsidiar políticas de prevenção, reabilitação e intervenção ergonômica mais eficazes.

1.1 Introdução

A indústria de produção de carnes brasileira, incluindo aves, suínos e bovinos, desempenha um papel importante não só na economia nacional, bem como no cenário internacional, a partir das informações fornecidas pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O Brasil possui dimensões continentais sendo um dos cinco maiores

produtores e exportadores de proteína animal no mundo, agregando grande participação na oferta mundial de proteína animal.

O Brasil é o 2º maior produtor mundial, 1º maior exportador mundial de carne de frango, 1/3 da produção nacional é destinada à exportação, produção de 14,5 milhões de toneladas, exportação de 4,8 milhões de toneladas para 145 países representando US\$ 9,7 bilhões (ABPA, 2023). Com relação a carne suína o Brasil ocupa a 4ª posição de maior produtor mundial bem como o 4º maior exportador mundial, pouco mais de 1/5 da produção nacional é destinada à exportação, produção de 5 milhões de toneladas, exportação de 1,1 milhões de toneladas para 88 países representando US\$ 2,5 bilhões (ABPA, 2023).

Já sobre a carne bovina o Brasil é o 2º maior produtor mundial, e o 1º maior exportador mundial, pouco mais de 1/5 da produção nacional é destinada à exportação, produção de 10 milhões de toneladas, exportação de 2,2 milhões de toneladas representando US\$ 7,0 bilhões (EMBRAPA, 2020). Por trás desses números significativos está uma característica fundamental que merece atenção. Esta é a preocupação dos trabalhadores que trabalham neste setor (Santos; Martinez-Silveira; Fernandes, 2024).

O trabalho na indústria de processamento de carne é conhecido por ser física e mentalmente exigente representando riscos significativos para a saúde e segurança dos trabalhadores (Wu *et al.*, 2021).

A ergonomia, juntamente com as políticas e práticas de saúde ocupacional, desempenham um papel importante para a criação de práticas laborais seguras e saudáveis (Tirloni *et al.*, 2020).

Dado o ambiente de produção de elevado volume, onde milhões de toneladas de carne são processadas e exportadas todos os anos, a implementação de medidas no cuidado com a ergonomia, saúde e segurança no local de trabalho torna-se uma prioridade, além de uma necessidade econômica (ABPA, 2024).

Considerando os números a respeito da produção, exportação (e participação no PIB), é possível verificar a necessidade de políticas e ações que focam em ergonomia, saúde e segurança no trabalho como parte importante do

desenvolvimento sustentável e responsável da indústria da carne bovina no Brasil (OSHA, 2023).

Ao longo da última década o relatório OCDE-FAO aponta para um aumento significativo de aproximadamente 20% no consumo de carne, além de projeções para os próximos dez anos prevendo um incremento de 15% no consumo dessa proteína. Essa tendência ascendente, traz à tona importantes desafios enfrentados pela indústria da carne. Diante da necessidade de atender a demanda crescente a implementação de sistemas inteligentes para a indústria de processamento de proteína animal bem como a necessidade premente de inovação e adaptação do setor (Medeiros Esper *et al.*, 2021).

1.2 Justificativa

Considerando a posição da indústria de produção de carnes brasileira no cenário internacional, segundo dados da ABPA e EMBRAPA, o Brasil vem se figurando entre os maiores produtores e exportadores de proteína animal (Guaraldo, 2021).

No entanto, uma questão que necessita de atenção são as condições de trabalho dos empregados desse setor. O ambiente de trabalho nos frigoríficos pode ser exigente tanto nos aspectos físicos quanto mental, expondo os trabalhadores a riscos de saúde, especialmente a Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Aliando práticas de saúde ocupacional e ergonomia, poderá auxiliar na criação de um ambiente laboral seguro e saudável (Dias *et al.*, 2020).

Dado o volume de produção e exportação, afim de garantir ou melhorar a produtividade e a competitividade do Brasil no setor, implementar medidas ergonômicas que possam mitigar riscos à saúde dos trabalhadores não seria uma apenas uma prioridade para garantir a saúde dos trabalhadores, mas também uma necessidade econômica (Tirloni *et al.*, 2020).

Ao abordar essas questões, este trabalho analisa a importância de proteger os trabalhadores na indústria de processamento de carnes, analisando desafios específicos que os trabalhadores enfrentam neste ambiente, além de propor ações

que possam promover um ambiente de trabalho seguro, saudável e produtivo (Who & Ilo, 2021).

Considerando o papel da indústria de carnes brasileira no mercado internacional e os riscos ocupacionais enfrentados pelos trabalhadores do setor, especialmente aqueles relacionados a LER e DORT, o problema de pesquisa que norteou este estudo pode ser assim formulado: Quais são os principais padrões epidemiológicos, regionais e temporais dos afastamentos por distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho na cadeia de proteína animal no Brasil?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar o perfil epidemiológico dos afastamentos por doenças musculoesqueléticas (LER/DORT) em trabalhadores de frigoríficos no Brasil, com base na codificação CID-10 e nas variáveis sociodemográficas disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar os dados epidemiológicos e sociodemográficos de afastamentos identificando os agravos mais prevalentes.
- Investigar os aspectos psicossociais e organizacionais associados aos afastamentos por distúrbios musculoesqueléticos em frigoríficos brasileiros.
- Examinar a distribuição geográfica e as variações regionais dos afastamentos, buscando identificar padrões espaciais e prevalência de agravos.

1.4 Composição da Dissertação

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. O Capítulo I apresenta as considerações iniciais, incluindo a introdução ao tema, a justificativa da pesquisa, a formulação do problema, os objetivos gerais e específicos.

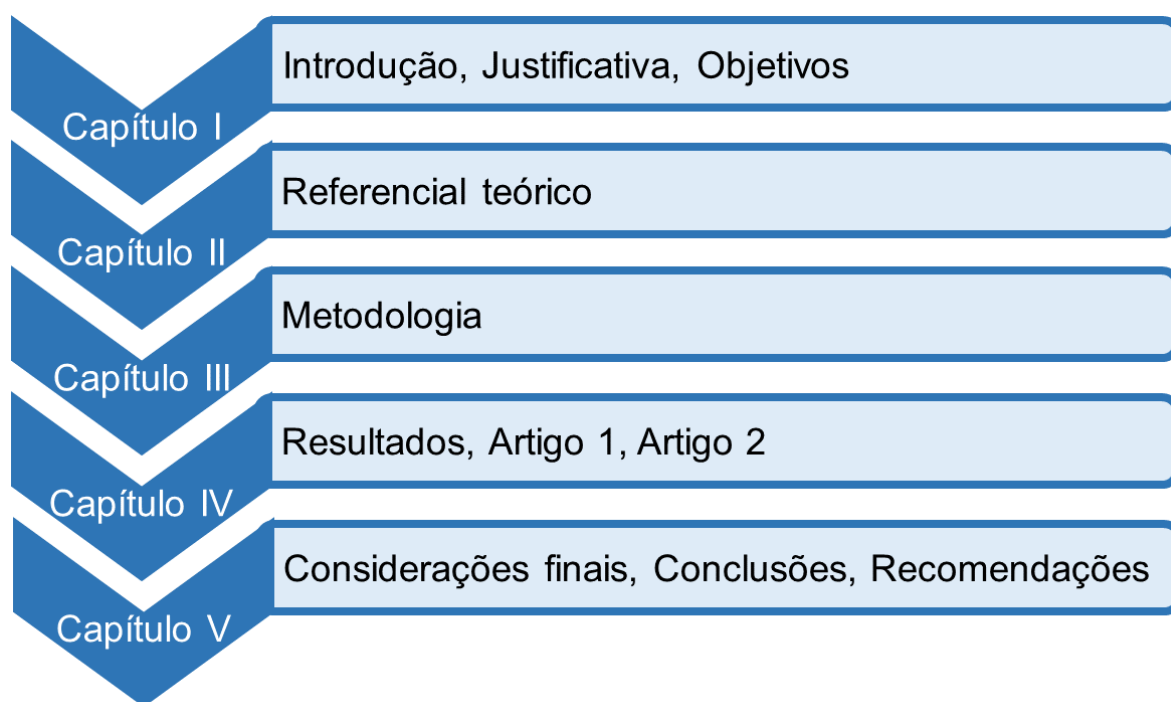
O Capítulo II trata da fundamentação teórica sobre os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (LER/DORT), com foco no setor frigorífico, abrangendo aspectos históricos, clínicos, epidemiológicos, organizacionais e legais, além de discutir políticas públicas, ergonomia e marcos normativos como a NR-36.

O Capítulo III detalha a metodologia com os procedimentos adotados, a origem dos dados, critérios de inclusão e exclusão, padronizações, tratamento da base, procedimentos analíticos e aspectos éticos.

O Capítulo IV traz os resultados da pesquisa em forma de dois artigos científicos derivados da análise de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), com abordagens descritivas, epidemiológicas e regionais sobre os afastamentos por LER/DORT em trabalhadores da cadeia de proteína animal.

Por fim, o Capítulo V apresenta as considerações finais da pesquisa, as conclusões alcançadas a partir dos achados e sugestões para futuras investigações na área de saúde ocupacional e segurança no trabalho em frigoríficos.

Figura 1 - Composição da dissertação



Fonte: o autor

CAPÍTULO II

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem como objetivo fundamentar teoricamente a análise dos afastamentos por doenças musculoesqueléticas (LER/DORT) em trabalhadores da cadeia produtiva da proteína animal, com ênfase no setor frigorífico. Para isso, discute-se a estrutura normativa da saúde e segurança do trabalho no Brasil, os impactos dos acidentes e adoecimentos relacionados às condições laborais, bem como os fatores psicossociais e organizacionais que contribuem para a geração de riscos ocupacionais.

Aborda-se também o papel da ergonomia enquanto estratégia preventiva, especialmente na adaptação do posto de trabalho e na mitigação dos esforços repetitivos, e a atuação dos sistemas de vigilância em saúde do trabalhador, com destaque para os fluxos de notificação e subnotificação no âmbito do SINAN. A revisão da literatura dialoga com marcos legais, diretrizes da saúde coletiva e estudos acadêmicos que oferecem subsídios para compreender a complexidade dos fatores que afetam a saúde dos trabalhadores nesse setor.

2.1 Segurança e saúde da força de trabalho em frigoríficos

A exposição ocupacional a fatores a riscos ergonômicos que afetam a saúde musculoesquelética, particularmente a osteoartrite do quadril ou do joelho entre outras doenças musculoesqueléticas, é um problema de saúde comum entre pessoas que continuamente realizam trabalhos fisicamente pesados. Estas condições podem causar dores, limitações de mobilidade além do comprometimento funcional, afetando gravemente a qualidade de vida das pessoas expostas a esses riscos (Harris e Coggon, 2015).

Os fatores de risco ergonômicos relacionados ao trabalho podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento e agravamento de doenças relacionadas ao trabalho. Esses fatores incluem ajoelhar e levantar, levantamento de peso, entre outras posturas inadequadas, que podem colocar estresse adicional nos músculos, articulações e tecidos moles do corpo (Verbeek *et al.*, 2017). Estudos sobre exposição a riscos ocupacionais na parte superior do corpo mais especificamente ao

manguito rotador, epicondilite lateral, tendão do ombro, bem como na parte inferior como joelho e quadril (Hulshof *et al.*, 2021).

Para compreender a associação entre exposição ocupacional a fatores de riscos ergonômicos uma revisão sistemática e meta-análises foram realizadas a fim de analisar estudos que investigam o desenvolvimento de osteoartrite do quadril ou joelho, bem como outras doenças musculoesqueléticas. Combinando resultados de múltiplos estudos, os podem vir a compreender de forma mais abrangente o impacto desses fatores em um contexto ocupacional (Hulshof, C. T. *et al.*, 2019).

Em outra revisão sistemática e recomendado a implementação de treinamento de força no local de trabalho, na intenção de reduzir lesões musculoesqueléticas entre os trabalhadores com empregos de alto esforço físico. No entanto outras intervenções tiveram evidências limitadas, sendo assim necessário outras pesquisas que possam orientar as práticas atuais (Sundstrup *et al.*, 2020). Autores acreditam ainda ser fundamental para o processo a participação dos stakeholders, ou seja, empregados e gestores, atuantes no ambiente de trabalho que possam contribuir orientando e dando informações relevantes ao estudo, garantindo a sua praticidade (Sundstrup *et al.*, 2020). De acordo com Abdullahi *et al.*, (2016), os principais riscos ocupacionais entre os trabalhadores de matadouros, conforme Tabela 4, podem incluir:

Tabela 1 - Riscos ocupacionais em matadouros

RISCOS		DESCRIÇÃO
Físicos		Equipamentos cortantes, ruídos, mal odores;
Químicos		Produtos químicos;
Biológicos		Agentes infecciosos/patógenos de animais, secreção e/ou fluidos de animais, carcaça de animais;
Psicossociais		Estresse;
Ergonômicos		Dores nos membros superiores, inferiores, pescoço, costas, músculos e articulações devido ao esforço excessivo e posturas inadequadas.

Fonte: Adaptado da NR 36

2.1.1 Subnotificação e medo de retaliação

A subnotificação de doenças ocupacionais é uma questão recorrente em ambientes de trabalho de risco, como os frigoríficos, onde o volume de atividades e os riscos no emprego e a vulnerabilidade social podem levar trabalhadores a ocultar sintomas ou retardar a busca por assistência médica. Em parte, isso ocorre porque o reconhecimento oficial de uma doença ou lesão relacionada ao trabalho pode ser visto como um indicativo de menor aptidão, aumentando o receio de retaliações ou de perda do emprego. Essa dinâmica gera um círculo vicioso: empregados que sofrem de dores crônicas ou sinais iniciais de LER/DORT (Lesões por Esforço Repetitivo/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho) costumam continuar em atividade por medo de represálias, agravando o quadro clínico e, em última instância, ampliando os custos e a complexidade do tratamento (Christiansen *et al.*, 2022; Schram *et al.*, 2020).

Os fatores que agravam a subnotificação incluem a falta de conhecimento sobre direitos trabalhistas, a ausência de canais de denúncia eficazes e a instabilidade contratual especialmente para trabalhadores temporários ou terceirizados, que se sentem ainda mais vulneráveis (Hansen *et al.*, 2019). Alguns estudos apontam que, diante de dores musculoesqueléticas, muitos preferem automedicar-se ou ignorar sintomas iniciais para não alarmar gestores ou colegas, temendo receber funções menos desejadas ou até enfrentar o desligamento (Muire; Mangum; Wenke, 2020). Esse fenômeno provoca distorções nas estatísticas oficiais, uma vez que parte expressiva das ocorrências deixa de ser registrada, dificultando o planejamento de políticas públicas e a adoção de práticas preventivas eficientes.

Do ponto de vista organizacional, a subnotificação mascara a verdadeira dimensão dos riscos ergonômicos, tornando menos evidentes as falhas de segurança e diminuindo a urgência de se implantar melhorias. Se, por um lado, o trabalhador evita relatar problemas para manter o emprego, por outro, as empresas deixam de receber alertas fundamentais para ajustar processos, redesenhar postos de trabalho e oferecer treinamentos específicos de prevenção (Dias *et al.*, 2020). Tal situação não apenas potencializa o adoecimento, como também onera o sistema de saúde e gera custos futuros para a própria indústria, que enfrenta taxas mais altas de absenteísmo prolongado e, muitas vezes, a rotatividade de pessoal.

Para mitigar esse cenário, é importante incentivar a criação de canais de comunicação confidenciais, de modo que os colaboradores sintam-se seguros ao reportar sintomas e ocorrências. Conjuntamente, políticas claras de proteção contra retaliações, treinamento constante em ergonomia e campanhas educativas sobre direitos trabalhistas podem reduzir a subnotificação e, simultaneamente, melhorar a qualidade de vida no trabalho. Iniciativas coletivas envolvendo gestores, representantes sindicais e órgãos fiscalizadores também são fundamentais para garantir que a prevenção e o cuidado com a saúde ocupacional sejam prioridades efetivas, e não apenas formalidades em relatórios de auditoria (Sears *et al.*, 2021).

2.2 Regulamentações e conformidade de segurança ocupacional

Sobre as influências da quarta revolução industrial, e seus efeitos sobre o cenário de trabalho moderno, exige uma transformação nos serviços de segurança do trabalho devido à diversificação das relações laborais. O aumento do trabalho independente ou baseado em projetos tornam complexas as responsabilidades dos trabalhadores expostos, dificultando a implementação de sistemas tradicionais de responsabilização por acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho (Min, J. *et al.*, 2019).

Novas tecnologias podem promover um ambiente de trabalho seguro, mantendo os trabalhadores afastados de riscos ambientais do trabalho. Algoritmos de aprendizagem através de câmeras de segurança para monitorar vazamentos de produtos químicos ou até mesmo acidentes em tempo real enviando imediatamente alertas aos responsáveis, considerando a implantação dessas tecnologias tornam o trabalho mais seguro (Chen, 2012).

Normas Regulamentadoras (NR) são disposições complementares ao Capítulo V da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), (MTE, 2024) em especial a NR 36 - SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM EMPRESAS DE ABATE E PROCESSAMENTO DE CARNES E DERIVADOS, que visa a proteção a saúde e segurança ocupacional dos trabalhadores no segmento da indústria de abate e processamento de proteína animal. Conforme demonstrado abaixo no tabela 5, os destaques da NR 36 incluem:

Tabela 2 - Riscos ocupacionais em matadouros

ASPECTO	DESCRIÇÃO
Ambiente de trabalho	Requisitos para garantir condições de trabalho em matadouros, incluindo o controle de temperatura, ventilação, umidade, iluminação e ruído.
Equipamento de proteção	Uso de equipamentos de proteção individual (EPI) adequados, incluindo luvas, proteção auditiva, sapatos de segurança e máscaras.
Proteção contra riscos ergonômicos	Redução de riscos ergonômicos associados a movimentos repetitivos, má postura e excesso de trabalho.
Higiene e saúde ocupacional	Importância de manter elevados padrões de higiene e saúde ocupacional, incluindo exames de saúde regulares, vacinações e o uso de higiene adequada.
Treinamento e Qualificação	Necessidade de treinamento adequado para o desempenho das funções, bem como instrução em procedimentos de emergência e primeiros socorros.
Gestão e controle trabalhista	Diretrizes para gestão trabalhista, como períodos de descanso, jornada de trabalho adequada e condições seguras de trabalho.
Procedimentos de Emergência	Estrutura de procedimentos de emergência para lidar com acidentes, incêndios e outras situações críticas com equipamento e treinamento adequados.
Programa de Gestão de Saúde e Segurança (PCMSO)	Necessidade da implantação de programas de monitoramento da saúde dos colaboradores e prevenção de doenças ocupacionais.

Fonte: Adaptado da NR 36

2.2.1 SAT/FAP

O sistema de Seguro de Acidente do Trabalho (SAT) e o Fator Acidentário de Prevenção (FAP) constituem instrumentos centrais para a gestão de riscos ocupacionais no Brasil. Embora, em princípio, sejam vistos como simples componentes de recolhimento fiscal, ambos exercem papel estratégico ao incentivar empresas a adotarem práticas de saúde e segurança mais robustas ou, em sentido inverso, penalizá-las financeiramente quando os índices de acidentes e doenças laborais se elevam.

O SAT consiste em uma contribuição paga pelas empresas, em geral variando entre 1% e 3% sobre a folha salarial, destinada a cobrir benefícios decorrentes de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. O FAP, por sua vez, funciona como um multiplicador que pode reduzir ou aumentar essa alíquota. O cálculo do FAP leva em conta a frequência, a gravidade e os custos das ocorrências registradas em determinado período, tornando-se, assim, um índice direto do desempenho em segurança do trabalho (Oliveira *et al.*, 2020). Empresas com maior número de acidentes, licenças médicas prolongadas ou afastamentos por doenças ocupacionais tendem a apresentar FAP mais elevado, acarretando em um aumento proporcional nas contribuições de SAT. Em contrapartida, organizações com baixo índice de sinistralidade podem se beneficiar de um FAP redutor, diminuindo o montante a ser pago.

Essa lógica de bonificação e penalização aponta para dois vetores simultâneos. O primeiro consiste em premiar práticas preventivas, estímulo que pode levar as empresas a investir em ações como treinamento contínuo dos trabalhadores, adequações ergonômicas nos postos de trabalho, realização de pausas e melhorias de layout para evitar sobrecargas. O segundo vetor se manifesta no acréscimo de custos para aquelas corporações que negligenciam normas de segurança, refletindo-se em alíquotas mais altas que, a longo prazo, deterioram a competitividade empresarial (Shimizu *et al.*, 2021).

Em ambientes produtivos como os frigoríficos, em que a rotina repetitiva, a exposição ao frio e o ritmo acelerado de linha de abate favorecem o surgimento de LER/DORT, o SAT/FAP se torna ainda mais relevante. As altas taxas de incidência de doenças musculoesqueléticas não apenas comprometem a saúde dos funcionários, mas também acarretam custos significativos com assistência médica, indenizações e licenças prolongadas. De igual modo, a subnotificação de ocorrências, motivada pelo receio de retaliações ou pela insegurança contratual, mascara o real cenário de adoecimento. Como consequência, o FAP pode não refletir fielmente a extensão dos problemas ocupacionais, perpetuando falhas no planejamento das políticas de prevenção (Muire; Mangum; Wenke, 2020).

Apesar das limitações causadas por dados subestimados, estudos têm demonstrado que empresas que adotam uma governança mais clara de riscos

ocupacionais acabam reduzindo tanto o número de acidentes quanto os custos vinculados ao SAT (Asfaw; Pana-Cryan; Quay, 2020). Uma gestão eficiente dessas variáveis envolve mapear as funções que apresentam maior incidência de doenças musculoesqueléticas, implementar melhorias ergonômicas e promover treinamentos que ampliem a conscientização sobre posturas adequadas e pausas regulares. Ao fazer isso, tais empresas não apenas diminuem o índice de adoecimento como também se beneficiam financeiramente de um FAP mais favorável, fomentando um ciclo virtuoso de prevenção e redução de custos.

Ao mesmo tempo, a complexidade do modelo SAT/FAP exige atenção contínua aos critérios de cálculo, pois certos indicadores de gravidade podem ser subdimensionados ou conduzidos a litígios administrativos e judiciais (Ursachi; Munteanu; Cioca, 2021). Paralelamente, a falta de clareza sobre a responsabilização de situações em que a doença é multifatorial e não se restringe a um único fator de risco ocupacional pode dificultar a mensuração efetiva e a alocação de custos aos respectivos empregadores.

No contexto específico da indústria frigorífica, a presença de linhas de produção intensivas, muitas vezes associadas a jornadas prolongadas e baixas temperaturas, eleva o risco de distúrbios musculoesqueléticos, tornando mais provável o aumento do FAP. Todavia, iniciativas de ergonomia participativa, incentivos à prática de ginástica laboral e a adoção de tecnologias de automação podem reverter esse quadro, amenizando desgastes repetitivos e evitando surtos de adoecimento em massa. Tais estratégias, ao diminuírem a prevalência de afastamentos, contribuem simultaneamente para a melhoria das condições de trabalho e para a sustentabilidade financeira da empresa, que passa a arcar com menor alíquota de SAT (Taibi *et al.*, 2021).

Em síntese, o SAT/FAP atua como mecanismo regulador do comportamento organizacional, estimulando a adoção de melhorias contínuas em saúde e segurança ocupacional. Quando aplicado de forma coerente e apoiado por fiscalização consistente, esse sistema reforça a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Já em ambientes de subnotificação elevada ou de menor compromisso por parte das empresas, as taxas podem não refletir a realidade, perpetuando riscos

e impactando negativamente tanto a saúde dos trabalhadores quanto os custos empresariais e públicos.

2.3 Aspectos psicossociais e precarização do trabalho

O ambiente ocupacional nos frigoríficos não se caracteriza apenas pela intensificação física das tarefas, mas também por pressões psicossociais que contribuem para o adoecimento dos trabalhadores (Christiansen *et al.*, 2022). A busca incessante por produtividade, a rigidez de metas de abate e a exposição a condições desgastantes, como baixas temperaturas e posturas repetitivas, criam um contexto em que o estresse tende a tornar-se crônico. Nesse cenário, a precarização se manifesta por meio de contratações temporárias ou terceirizadas, turnos de trabalho prolongados, escassez de pausas adequadas e uma sensação de insegurança no emprego.

Um elemento fundamental na dinâmica de precarização é a intensificação do trabalho: a repetitividade elevada e o ritmo acelerado das linhas de produção ampliam a carga física e mental, deixando os trabalhadores mais suscetíveis a lesões musculoesqueléticas (Tirloni *et al.*, 2020). Nessa mesma linha de raciocínio, a demanda produtiva constante frequentemente se sobrepõe às recomendações ergonômicas, transformando a pausa ou a rotatividade de funções em práticas inviabilizadas pela pressa de atender metas. Nesse contexto, a redução dos tempos de descanso, aliada às temperaturas baixas, potencializa o risco de distúrbios osteomusculares, pois limita a recuperação do sistema musculoesquelético (Dias *et al.*, 2020).

A precarização também engloba a insegurança contratual, na qual trabalhadores sem vínculo efetivo ou estável hesitam em relatar desconfortos físicos ou psicológicos temendo sanções ou não renovação do contrato (Hansen *et al.*, 2019). De forma correlata, a pressão por resultados pode consolidar uma cultura organizacional que valoriza altos índices de produção em detrimento do bem-estar laboral, levando à normalização de sintomas iniciais de dor ou de fadiga intensa. Em casos extremos, essa dinâmica tende a agravar a subnotificação de doenças ocupacionais e a retardar diagnósticos, expondo o indivíduo a maior risco de adoecimento crônico (Christiansen *et al.*, 2022).

O estresse ocupacional, por sua vez, emerge como vetor adicional de adoecimento em frigoríficos, interligado à sobrecarga física. Sob condições de trabalho desgastantes, as consequências psicológicas podem incluir ansiedade, irritabilidade e dificuldade de concentração, as quais aumentam a probabilidade de incidentes e agravos de saúde. O medo de retaliação, já discutido no item anterior, costuma intensificar esse quadro, uma vez que trabalhadores pressionados a manter ritmos de produção elevados e inseguros quanto ao emprego dificilmente questionam procedimentos ou reportam necessidades de adaptação ergonômica (Muire; Mangum; Wenke, 2020).

Esse conjunto de fatores ritmo acelerado, jornada prolongada, baixa autonomia, insegurança trabalhista e ambiente frio caracteriza o que alguns autores definem como “precarização estrutural”, em que a lógica de produção se sobrepõe às demandas básicas de proteção à saúde (Holland; Clayton, 2020). A ausência de participações efetivas dos empregados nos processos decisórios dificulta a implantação de iniciativas de ergonomia participativa, pois o feedback do chão de fábrica tende a ser ignorado ou minimizado. Ainda, trabalhadores que tentam propor ajustes no layout ou inclusão de pausas muitas vezes esbarram no receio dos supervisores em comprometer índices de produtividade.

Portanto, compreender como a precarização molda o cenário psicossocial nos frigoríficos é essencial para avaliar os índices de adoecimento por LER/DORT. Essa visão não se restringe ao âmbito físico da tarefa, mas abrange também as condições de contrato, a cultura de gestão e os recursos de suporte fornecidos aos trabalhadores. Programas de treinamento que abordem dimensões psicossociais, canais seguros para reportar problemas e uma política de rotatividade de postos são exemplos de estratégias que podem mitigar os efeitos nocivos de um ambiente laboral precarizado (Hansen *et al.*, 2019).

Em síntese, a dinâmica psicossocial no setor de frigoríficos, marcada pela precarização e pela intensa cobrança produtiva, atua como fator relevante na gênese e perpetuação de doenças ocupacionais. Ao lado das más condições ergonômicas, esse panorama intensifica o adoecimento e torna urgentes políticas que integrem segurança, saúde mental e estabilidade contratual. Somente a partir de uma visão ampla, que inclua tanto os determinantes físicos quanto os psicossociais, será

possível efetivamente reduzir a incidência de LER/DORT e promover um ambiente de trabalho mais saudável.

2.4 Custos de longo prazo e consequências para o trabalhador

A evolução das doenças musculoesqueléticas em frigoríficos tende a ir além de períodos pontuais de afastamento, pois muitas condições inicialmente caracterizadas por inflamações ou dores localizadas podem progredir até estágios crônicos de difícil reversão (Luger *et al.*, 2019). Esse processo de agravamento ocorre, em parte, devido ao contínuo esforço repetitivo exigido pela linha de produção, somado à ausência de intervenções precoces que identifiquem e corrijam práticas inadequadas. À medida que a sobrecarga física se acumula, surgem lesões como tendinites, bursites e a própria degeneração articular, culminando em incapacidades temporárias ou até mesmo permanentes (Tirloni *et al.*, 2020).

2.4.1 Efeitos na carreira e na qualidade de vida

Do ponto de vista ocupacional, um trabalhador submetido a licenças sucessivas por problemas musculoesqueléticos experimenta não apenas a perda salarial parcial (ou total, dependendo do regime de afastamento), mas também um impacto significativo em sua trajetória de carreira. Casos recorrentes de dor e rigidez articular podem restringir a mobilidade funcional do empregado, levando-o a solicitar readequação de função ou a enfrentar sucessivos períodos de reabilitação. Em cenários extremos, a acentuação dos danos pode resultar em aposentadoria precoce, descaracterizando a permanência no mercado de trabalho em idade produtiva (Bryk *et al.*, 2021).

2.4.2 Implicações para a previdência e o sistema de saúde

A prolongada necessidade de assistência médica e fisioterápica gera custos expressivos para a rede pública, pois o tempo de tratamento e recuperação tende a ser ampliado quando as lesões já se encontram em estágio avançado (Hansen *et al.*, 2019). Entre consultas médicas, exames de imagem, medicamentos e terapias físicas, a conta para os cofres públicos se eleva na medida em que o trabalhador continua em licença remunerada ou, eventualmente, é encaminhado a programas de reabilitação de longa duração (Ursachi; Munteanu; Cioca, 2021). De forma análoga, a depender da gravidade da incapacidade, a Previdência Social arca com benefícios

de longo prazo, como auxílio-doença ou aposentadoria por invalidez, onerando ainda mais o sistema de seguridade.

2.4.3 Sobreposição de fatores psicossociais

A cronicidade das doenças também afeta o bem-estar psicológico do trabalhador, que se vê confinado a processos terapêuticos prolongados, muitas vezes convivendo com dor constante e limitações funcionais. Este quadro tende a agravar o estresse ocupacional, especialmente em ambientes onde prevalece a insegurança em relação ao emprego (Christiansen *et al.*, 2022). Assim, problemas musculoesqueléticos se tornam multifacetados, entrelaçando dimensões físicas, econômicas e psicossociais, o que dificulta soluções rápidas e efetivas.

2.4.4 Risco de rotatividade e perda de capital humano

Para as empresas, a recorrência de afastamentos prolongados e incapacidades resulta em rotatividade de pessoal e na substituição de empregados experientes, impactando a qualidade e a produtividade da operação (Dias *et al.*, 2020). Ademais, a necessidade de treinar novos funcionários para postos especializados onera as organizações e, muitas vezes, perpetua um ciclo em que as condições laborais não são adequadamente ajustadas, mantendo elevados os riscos de novas lesões (Cook *et al.*, 2018).

2.4.5 Importância da intervenção precoce e da adequação ergonômica

Diante desse cenário, o reconhecimento precoce dos sintomas e a adoção de ações ergonômicas se revelam cruciais para impedir que lesões agudas se tornem crônicas (Muire; Mangum; Wenke, 2020). Avaliações periódicas, pausas programadas e orientação sobre uso correto de ferramentas e posturas adequadas podem reduzir substancialmente a incidência de afastamentos e, consequentemente, o ônus financeiro ao trabalhador e à sociedade. Quando implementadas de forma sistêmica, tais medidas sinalizam comprometimento organizacional com a saúde do colaborador, reforçando políticas de prevenção e monitoramento contínuo dos indicadores de adoecimento.

Em suma, os custos de longo prazo associados às doenças musculoesqueléticas nos frigoríficos extrapolam o escopo individual, reverberando na cadeia produtiva e no sistema público de saúde. Atrasos na identificação do problema, falta de suporte ergonômico e políticas trabalhistas pouco protetivas acentuam a

possibilidade de danos irreversíveis, alimentando um ciclo de precarização que reduz a qualidade de vida do trabalhador e eleva despesas para a Previdência Social. Nesse sentido, a consolidação de práticas preventivas e a incorporação de programas de reabilitação efetivos surgem como caminhos para diminuir as consequências perenes e onerosas dessas doenças ocupacionais.

2.5 Cenário internacional

A problemática das doenças musculoesqueléticas em frigoríficos não se restringe ao contexto brasileiro. Estudos internacionais apontam para dinâmicas semelhantes, nas quais repetitividade de movimentos, exposição ao frio e ritmos acelerados de produção figuram entre os principais fatores de risco para o surgimento de LER/DORT (Johnson e Lee, 2019; European Agency for Safety and Health at Work, 2019). Em países como Dinamarca, Holanda e Estados Unidos, diferentes graus de mecanização e automação coexistem com demandas de produtividade e reduções de custo, criando um cenário que favorece, em variados níveis, a sobrecarga física de trabalhadores envolvidos no abate e processamento de carnes (Sundstrup *et al.*, 2020).

No contexto dinamarquês, por exemplo, Sundstrup *et al.* (2020) investigaram a eficácia de programas de treinamento de força no local de trabalho para reduzir incidências de distúrbios musculoesqueléticos. Embora o ambiente de frigorífico seja distinto daquele estudado em indústrias de montagem, a lógica de repetição de movimentos e exigências produtivas intensas guarda similaridades. A adoção de estratégias preventivas tais como pausas regulares, revezamento de funções e exercícios compensatórios demonstrou reduzir a incidência de dores crônicas em membros superiores, reforçando a ideia de que intervenções ergonômicas tornam-se mais eficazes quando aplicadas de forma sistemática.

Nos Estados Unidos, a Occupational Safety and Health Administration (OSHA) estabelece diretrizes e recomendações específicas para a indústria de processamento de carnes, visando minimizar problemas de ergonomia relacionados a alta repetitividade, posturas forçadas e manuseio contínuo de ferramentas de corte (Cook *et al.*, 2018). Entretanto, mesmo com tais regulamentações, relatórios apontam persistência de subnotificação de acidentes e enfermidades, muitas vezes motivada por receio de retaliação ou por políticas internas que desestimulam o relato de

sintomas (Asfaw; Pana-Cryan; Quay, 2020). Esse fenômeno repercute de modo similar ao que se observa no Brasil, evidenciando que o problema não é meramente regulatório, mas também sociocultural e econômico.

Na Europa, há indústrias frigoríficas que operam com alto grau de automação, o que diminui o contato manual direto com a carcaça e reduz a repetitividade de alguns gestos (European Agency for Safety and Health at Work, 2019). Ainda assim, a manutenção de máquinas, a supervisão de linhas robotizadas e a manipulação de produtos nas etapas finais do processo permanecem como focos de sobrecarga, especialmente quando o ritmo produtivo se intensifica para atender demandas do mercado. Em ambientes climatizados ou refrigerados, o frio funciona como um fator adicional de risco, contribuindo para o enrijecimento muscular e ampliando a suscetibilidade a lesões por esforços repetitivos (Wu *et al.*, 2021).

Comparado a esses cenários, o setor frigorífico brasileiro apresenta pontos de convergência e divergência. Em relação à convergência, nota-se a exposição comum a fatores ergonômicos adversos e a tensão entre produtividade e saúde ocupacional. Por outro lado, observa-se certa heterogeneidade tecnológica e regulatória, uma vez que nem todas as empresas no Brasil dispõem do mesmo nível de automação ou seguem rigorosamente as normas relativas à ergonomia. Outro fator é que, a informalidade e a rotatividade de pessoal tendem a ser mais elevadas em alguns estados brasileiros, agravando problemas como a subnotificação e a continuidade de condições de trabalho precárias (Holland e Clayton, 2020).

Dessa forma, a revisão internacional corrobora a ideia de que a prevenção de LER/DORT em indústrias de abate e processamento de carnes é um desafio global, que envolve não apenas a adoção de protocolos ergonômicos e o investimento em tecnologia, mas também a consolidação de uma cultura de segurança que legitime o reporte de sintomas e valorize práticas de autocuidado (Muire; Mangum; Wenke, 2020). Para além de singularidades regionais, a bibliografia sugere que o desenvolvimento de metodologias participativas, associadas à fiscalização e ao treinamento contínuo, tende a reduzir consideravelmente os índices de adoecimento ocupacional.

2.6 Políticas públicas e responsabilidade social das empresas

A redução dos índices de doenças ocupacionais em frigoríficos demanda não apenas ajustes pontuais na organização do trabalho, mas também uma combinação de políticas públicas estruturadas e compromissos assumidos pelas empresas sob o prisma da responsabilidade social. Em diversas legislações internacionais, assim como na brasileira, as normas de segurança e saúde ocupacional visam proteger a integridade física e mental do trabalhador, mas enfrentam desafios para serem efetivamente aplicadas seja por limitações de fiscalização, seja por resistências culturais ou econômicas (Johnson e Lee, 2019).

2.6.1 Regulação estatal e fiscalização

A ação de agências governamentais, como o Ministério do Trabalho e órgãos de inspeção sanitária e de saúde, desempenha papel essencial no estabelecimento de limites mínimos de segurança. Programas de auditoria e concessão de selos de conformidade podem estimular boas práticas, desde que acompanhados de monitoramentos frequentes e penalizações efetivas em caso de descumprimento (European Agency for Safety and Health at Work, 2019). Nos frigoríficos, especificamente, onde a exposição a baixas temperaturas e a repetitividade das tarefas eleva o risco de LER/DORT, a atuação estatal precisa ser ainda mais incisiva, contemplando também a verificação de subnotificações e coibindo condutas que gerem precarização de mão de obra (Giest e Samuels, 2020). A adoção de tecnologias mais modernas e a garantia de pausas adequadas só se viabilizam plenamente quando os agentes reguladores fiscalizam o cumprimento das normas e asseguram condições mínimas de trabalho.

2.6.2 Políticas setoriais e programas de prevenção

Além da regulação formal, iniciativas intersetoriais podem fomentar a criação de programas de prevenção que combinem ações educativas, intervenções ergonômicas e acompanhamento contínuo de indicadores de saúde. Parcerias entre universidades, institutos de pesquisa, sindicatos e empresas já demonstraram potencial para reduzir as incidências de doenças musculoesqueléticas, ao introduzir inovações em layout de linha de produção, utilização de exoesqueletos ou software de análise de movimentos repetitivos (Shimizu *et al.*, 2021). Em países onde políticas de saúde e segurança são articuladas de forma integrada, percebe-se maior celeridade na adoção de medidas preventivas, especialmente quando há subsídios

ou incentivos fiscais para as empresas que investem em tecnologia voltada à proteção do trabalhador (Holland e Clayton, 2020).

2.6.3 Responsabilidade social e governança corporativa

Para além do mero cumprimento das leis, o conceito de Responsabilidade Social Empresarial (RSE) sugere que as organizações devem adotar posturas proativas, promovendo ambientes de trabalho seguros e saudáveis como parte de uma visão de longo prazo (Asfaw; Pana-Cryan; Quay, 2020). No setor de frigoríficos, isso implica não apenas fornecer equipamentos de proteção individual (EPIs), mas também repensar estratégias de produção, adotando escalas que permitam pausas efetivas e assegurando a participação dos trabalhadores na discussão de melhorias ergonômicas. Sob uma governança corporativa alinhada à RSE, há incentivo para a criação de canais de comunicação livres de retaliações, o que pode reduzir a subnotificação e facilitar a identificação precoce de focos de adoecimento (Dias *et al.*, 2020).

Ainda nesse contexto, a adoção de relatórios transparentes que incluam dados sobre acidentes, doenças ocupacionais e medidas corretivas implementadas reforça a accountability perante acionistas, consumidores e a sociedade em geral (Muire; Mangum; Wenke, 2020). Tais relatórios tornam-se instrumentos de comparação e benchmarking entre empresas do mesmo setor, o que, em última análise, pressiona toda a cadeia produtiva a elevar padrões de segurança e bem-estar. Enquanto a motivação regulatória estabelece um patamar mínimo de conformidade, a responsabilidade social incentiva as empresas a superarem exigências legais, sinalizando compromisso genuíno com a saúde do trabalhador.

Em síntese, a convergência de políticas públicas robustas e de uma responsabilidade social corporativa autêntica se coloca como pilar fundamental para a contenção das LER/DORT e outras doenças ocupacionais no setor de frigoríficos. Quando o Estado fiscaliza e cobra adequações, e as empresas respondem com investimentos e políticas inclusivas, cria-se um círculo virtuoso capaz de minimizar a precarização e reduzir significativamente as taxas de adoecimento. Nesse sentido, a governança corporativa comprometida com a sustentabilidade social transcende os limites da obrigatoriedade legal e passa a incorporar o cuidado com o trabalhador como parte essencial de sua estratégia competitiva de longo prazo.

2.7 Treinamento de força de trabalho e desenvolvimento de habilidades

O fluxo contínuo de conhecimento pode contribuir diretamente na melhora do desempenho organizacional potencializando a inovação, utilizando ferramentas da gestão do conhecimento afim de melhorar as práticas de desenvolvimento dos funcionários promovendo a partilha e a aplicação do conhecimento, aproveitando a experiência dos funcionários da própria organização melhorando operações e resultados. Ao utilizar práticas de gestão do conhecimento, disponibiliza o conhecimento tácito aos funcionários para que adquiriram novas competências através de uma formação prática (AL-TIT, Ahmad Adnan *et al*, 2022).

O principal papel das atividades de desenvolvimento da força de trabalho baseadas no conhecimento, é o aumento do capital humano nas organizações. Priorizar a formação e a educação contínua, melhorando a qualificação dos trabalhadores, contribuindo significativamente para suas capacidades organizacionais, pode vir a promover a criação de capital intelectual além de fortalecer as relações interpessoais (AL-TIT, Ahmad Adnan *et al*, 2022).

Uma alternativa de treinamento que pode ser adotada é a de formação a distância, num estudo sobre essa modalidade em abate de suínos demonstraram um aumento do conhecimento adquirido a respeito do manejo e bem-estar dos animais entre os possuidores de certificados de conclusão do treinamento, sugerindo a importância da aprendizagem contínua ou reciclagem do aprendizado. O estudo também relaciona a posse do certificado ao nível de escolaridade bem como a um ambiente calmo para uma compreensão mais profunda, ressaltando a importância da adaptação dos módulos às diferentes necessidades e experiências dos participantes (Isbrandt, Rudi *et al*, 2023).

Ao melhorar os conhecimentos, competências e habilidades dos colaboradores, os programas de formação têm a capacidade de melhorar os níveis de produtividade e desempenho no local de trabalho. Dessa forma, investir em programas de formação dos funcionários como estratégia para aumentar a satisfação no trabalho, melhorar a produtividade individual além de melhorar o crescimento das instituições (Tashobya, Crispus *et al.*, 2022).

2.8 Impacto da automação na gestão da força de trabalho

A adoção de tecnologias automatizadas pode ajudar não só a mitigar a escassez de mão de obra qualificada, substituindo tarefas repetitivas e fisicamente exigentes, mas, também melhora a qualidade do trabalho, ao aumentar fatores como rendimento e segurança, além de possibilitar a abertura para empregos mais especializados, com melhores condições e remuneração. Em paralelo, a robotização e a automação impulsionam a eficiência e a produtividade, ao executar tarefas com precisão e consistência, resultando em maior rendimento e redução nos tempos de processamento (Medeiros Esper *et al.*, 2021).

A implantação de novas tecnologias contribui na garantia da rastreabilidade dentro da cadeia de valor, permitindo um monitoramento dos produtos e resposta mais ágil a potenciais riscos alimentares. Adequar inovações ao sistema produtivo do processamento de carne pode promover a criação de sistemas mais inteligentes e impulsiona a inovação nessa indústria, abrindo novas oportunidades para pequenos produtores e avanços na tecnologia (Medeiros Esper *et al.*, 2021).

O uso combinado de brincos eletrônicos e smartphones na criação de suínos permite a individualização dos animais, facilitando a rastreabilidade e fornecendo um monitoramento detalhado da saúde e comportamento dos animais. Já o uso de aplicativos móveis permite o acompanhamento remoto das condições da granja, alimentação e comportamento dos animais, possibilitando respostas rápidas a emergências. Em conjunto essas tecnologias oferecem dados facilitando a tomada de decisões (Groher *et al.*, 2021).

Utilizar tecnologia de sensores e inteligência artificial no matadouro pode melhorar adoção de medidas de bem-estar animal, incluindo a detecção de anormalidades em carcaças, o monitoramento do comportamento em grupo, a análise de vocalizações para detectar estresse, verificar movimento e sangramento após o atordoamento, a assistência na avaliação de anormalidades em carcaças. Essas tecnologias podem reduzir a necessidade de avaliações manuais (Voogt *et al.*, 2023).

Automatizando o fluxo de dados, eliminado a entrada manual e permitindo o monitoramento em tempo real, pode economizar tempo evitando erros além de permitir a integração de sistemas e informações (Stevens, David. *et al.*, 2023).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa fundamenta-se em uma abordagem quantitativa, de natureza descritiva e exploratória, com uso de dados secundários provenientes de registros oficiais. A estrutura metodológica detalha os critérios de seleção da amostra, as etapas de organização e tratamento dos dados, as técnicas estatísticas empregadas e os aspectos éticos considerados na condução do estudo.

3.1 Descrição da base de dados utilizada

Esta pesquisa utiliza dados extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), uma base oficial do Ministério da Saúde do Brasil, que compila registros de agravos relacionados ao trabalho, incluindo lesões musculoesqueléticas e distúrbios osteomusculares, a amostra foi selecionada considerando os códigos da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), e buscou incluir os trabalhadores inseridos em atividades na indústria de abate e processamento de carnes. Os dados foram coletados respeitando os princípios da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - Lei 13.709/2018), garantindo a anonimização dos trabalhadores e a ausência de informações identificáveis.

A amostra da pesquisa compreende registros de afastamento de trabalhadores da indústria frigorífica no período de 2006 a 2019. Os dados analisados incluem: Idade, tempo de trabalho dos trabalhadores, sexo, escolaridade, diagnóstico do afastamento com base na CID-10, tempo total de afastamento, condições de trabalho relatadas (exposição ao frio, repetitividade de tarefas, estresse ocupacional), medidas adotadas pelas empresas (mudança de função, proteção individual, proteção coletiva).

A base inicial possui 966 linhas e 54 colunas, e para a realização deste estudo, linhas e colunas incompletas foram excluídas reduzindo a matriz de dados para 487 linhas e 27 colunas.

Para identificar trabalhadores atuando na produção de proteína animal, foram considerados os códigos de CBO e CNAE. Inicialmente foram excluídas as linhas que

não possuíam essas informações e posteriormente os códigos que não fazem parte do setor de produção de proteína animal.

O tempo de afastamento foi quantificado em dias corridos, seguindo as seguintes diretrizes de conversão: registros originalmente mensurados em anos foram multiplicados por 365; marcações em meses foram multiplicadas por 30; valores armazenados em horas foram divididos por 24 e considerados apenas se o resultado fosse superior a um dia; e os números já expressos em dias foram preservados. Algumas linhas preenchidas com o tempo mas não a unidade, ou a unidade de medida mas não o tempo, foram também descartadas.

A faixa etária dos indivíduos foi delimitada entre 18 e 79 anos, linhas sem essas informações ou com dados fora desses limites foram desconsideradas.

Linhas com identificação dos diagnósticos, gênero, escolaridade, evolução do caso, emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), se incompletos foram excluídos.

Outas variáveis como: 1 - Sinais e sintomas de alteração de sensibilidade, 2 - Sinais e sintomas limitação de movimentos, 3 - Sinais e sintomas diminuição de força muscular, 4 - Sinais e sintomas flogísticos, 5 - Sinais e sintomas diminuição movimento, 6 - Sinais e sintomas de dor e 7 - Paciente incapacitado ou limitado para realizar tarefas, quando não possuíam as informações preenchidas foram desconsiderados.

Após organização dos dados contidos na tabela, a análise foi realizada por meio do Microsoft Excel para construção de tabelas dinâmicas, cálculo de medidas de tendência central e elaboração de gráficos comparativos que evidenciassem padrões de afastamento conforme diagnóstico, faixa etária, sexo e grupo ocupacional, ao longo do período analisado. Por meio desses recursos, foi possível identificar a frequência dos diagnósticos mais prevalentes, bem como as variações segundo sexo, faixa etária, tempo de serviço e demais variáveis de interesse. A interface do Excel facilitou o cruzamento entre variáveis clínicas e ocupacionais, contribuindo para a construção de representações gráficas acessíveis, que subsidiaram as etapas seguintes de interpretação dos dados.

As análises estatísticas desenvolvidas nesta pesquisa concentraram-se em técnicas descritivas e associativas, com o intuito de explorar padrões nos afastamentos e investigar possíveis relações entre variáveis clínicas, sociodemográficas e ocupacionais. Inicialmente, foram realizadas análises descritivas univariadas, com cálculo de frequências absolutas e relativas, médias e totais, visando compreender a distribuição dos casos conforme diagnóstico (CID-10), sexo, idade e tempo de trabalho. Em seguida, foram aplicados testes de correlação, como Pearson (para variáveis intervalares com distribuição aproximadamente normal) e Spearman (para variáveis ordinais ou não paramétricas), com o objetivo de examinar a associação entre o tempo de afastamento e outras variáveis, como idade ou escolaridade. Essas comparações foram testadas visualizado mapa de calor e clusters, que não retornaram valores significativos tendo sido essas análises abandonadas.

A corrente pesquisa foi conduzida com as diretrizes da Resolução nº 510/2016, do Conselho Nacional de Saúde, que dispensa a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa em casos de estudos com dados secundários de acesso público, anonimizados e sem possibilidade de identificação direta dos sujeitos. As informações utilizadas foram obtidas exclusivamente do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), sem coleta primária de dados ou contato com trabalhadores. Não foram acessadas variáveis sensíveis como nomes, endereços, documentos ou quaisquer elementos que pudessem permitir a identificação individual. Complementarmente, foram observados os princípios estabelecidos na Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei nº 13.709/2018 – LGPD), assegurando a privacidade, a confidencialidade das informações.

A presente pesquisa propõe uma metodologia quantitativa, com objetivos descritivos e exploratórios, tendo como base a análise oriunda de dados secundários extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Inicialmente, a base utilizada de dados com registros compreendia o período entre os anos de 2006 a 2019, cujo volume e estrutura permitiram uma análise preliminar do perfil epidemiológico dos afastamentos relacionados a doenças musculoesqueléticas entre trabalhadores de frigoríficos. Considerando que a presente dissertação é uma construção que pode se estender por até 30 meses. Em meados do terceiro período, uma nova extração dos dados pode ser realizada, revelando novos dados, por

exemplo aumentando o lapso temporal até 2024 e incorporando novas variáveis como a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) e a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

3.2 Critérios de inclusão e exclusão dos dados analisado

A base estudada possui uma variação de 38 códigos CID-10, sendo os mais frequentes conforme a Tabela 1.

Tabela 3 - Frequência de ocorrências

CID	Descrição	QTDE
M75	Lesões do ombro	146
M65	Sinovite e tenossinovite	77
M54	Dorsalgia	55
G56	Mononeuropatias dos membros superiores	46
Z57	Exposição ocupacional a fatores de risco	35
M77	Outras entesopatias	20
M79	Outros transtornos dos tecidos moles, não classificados em outra parte	18
M51	Outros transtornos de discos intervertebrais	15
M70	Transtornos dos tecidos moles relacionados com o uso, uso excessivo e pressão	14
M25	Outros transtornos articulares não classificados em outra parte	9

Fonte: o autor / cremesp

Já os códigos CID-10, com maior tempo de afastamento em dias absolutos, ou seja, a soma de todos os dias de afastamentos indicados para o respectivo código segue conforme a Tabela 2.

Tabela 4 - Dias de afastamento absolutos

CID	Descrição	Dias
M75	Lesões do ombro	13304
G56	Mononeuropatias dos membros superiores	11148
M54	Dorsalgia	6922
M51	Outros transtornos de discos intervertebrais	6425
M65	Sinovite e tenossinovite	4807
M77	Outras entesopatias	3125
M25	Outros transtornos articulares não classificados em outra parte	2001
M06	Outras artrites reumatóides	1460
M70	Transtornos dos tecidos moles relacionados com o uso, uso excessivo e pressão	904
S46	Traumatismo de tendão e músculo ao nível do ombro e do braço	745

Fonte: o autor / cremesp

Considerando a frequência dos códigos CID-10 e os dias absolutos para verificar a média aritmética simples de dias de afastamento para cada código segue a Tabela 3.

Tabela 5 - Dias de afastamento relativos

CID	Descrição	Dias
M06	Outras artrites reumatóides	1460,0
M51	Outros transtornos de discos intervertebrais	428,3
S46	Traumatismo de tendão e músculo ao nível do ombro e do braço	372,5
Z01	Outros exames e investigações especiais de pessoas sem queixa ou diagnóstico relatado	330,0
G56	Mononeuropatias dos membros superiores	242,3
M25	Outros transtornos articulares não classificados em outra parte	222,3

S33	Luxação, entorse ou distensão das articulações e dos ligamentos da coluna lombar e da pelve	180,0
M66	Ruptura espontânea de sinóvia e de tendão	180,0
M17	Gonartrose [artrose do joelho]	170,6
M77	Outras entesopatias	156,2

Fonte: o autor / cremesp

CrITÉRIOS de exclusão: foram removidas as linhas com informações ausentes (campo vazio) em variáveis essenciais à análise, como: diagnóstico (CID-10), CNAE, CBO e sexo. Também foram removidos, registros com inconsistências evidentes: como tempo de afastamento superior a 60 anos (até 90 anos) ou idades fora de intervalo biologicamente plausível, com valores entre 109 e 123 anos.

A base inicial de 966 registros e 54 variáveis foi reduzida para 487 registros e 27 variáveis após a aplicação desses critérios. Essa redução representou cerca de 49,5% de exclusão, mas não comprometeu a representatividade do conjunto final.

3.3 Técnicas estatísticas aplicadas (análises descritivas, correlações, regressão)

A pesquisa utilizou diferentes abordagens estatísticas para investigar os padrões de afastamento e fatores de risco:

- Análises Descritivas: Distribuição dos afastamentos por sexo, idade, escolaridade e tempo de trabalho.
- Correlação de Pearson e Correlação de Spearman: Avaliação da relação entre tempo de afastamento e condições de trabalho.
- Testes de Associação: Verificação da relação entre afastamentos e fatores como exposição ao frio, ausência de pausas e tarefas repetitivas.

As análises foram realizadas utilizando linguagem Python e aplicativo de planilhas eletrônicas (MSEExcel), com geração de tabelas e gráficos para visualização dos resultados.

3.4 Classificação dos afastamentos por CID-10

A classificação dos afastamentos laborais foi baseada na Classificação Internacional de Doenças (CID-10), que categoriza doenças e condições médicas de

acordo com padrões internacionais da Organização Mundial da Saúde (OMS). Para esta pesquisa, foram consideradas as doenças musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho, conforme identificado nos registros do SINAN.

3.5 Novos dados

Considerando que a presente dissertação vem sendo elaborada ao longo de três semestres, em meados do terceiro período, foi possível uma nova extração de dados do SINAN, com registros atualizados até o ano de 2024.

A base inicial, composta por 133.427 registros e 93 variáveis, após um processo de limpeza e exclusão de registros semelhante ao descrito no item 3.2, removendo dados incompletos ou inconsistentes. Porém, a redução mais expressiva nesta nova base se deveu ao fato de que a maior parte dos registros não pertencia à cadeia de produção de proteína animal, sendo excluída com base nos códigos de CBO e CNAE. Após a aplicação desses filtros, obteve-se um conjunto final com 1.241 registros e 35 variáveis. Esta nova base subsidiou a elaboração do artigo submetido ao ENEGEP, cuja abordagem enfatizou a distribuição regional em território nacional dos distúrbios musculoesqueléticos.

3.6 Considerações éticas e proteção de dados

Esta pesquisa foi conduzida de acordo com princípios éticos, garantindo a proteção das informações e a conformidade com a legislação vigente no Brasil.

Os dados utilizados foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), que disponibiliza registros anonimizados, sem qualquer identificação direta dos trabalhadores, nenhuma informação como nome, documentos ou endereço dos trabalhadores foi acessada. As análises foram feitas com base em categorias como idade, sexo e tipo de diagnóstico, sem associação direta a indivíduos.

A pesquisa está em conformidade com a Lei 13.709/2018 – Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), que estabelece diretrizes para o tratamento de dados pessoais.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os principais resultados da pesquisa, com base na análise dos registros extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). A estrutura dos resultados foi organizada por eixos temáticos, incluindo o perfil demográfico e ocupacional dos trabalhadores afastados, os diagnósticos mais frequentes segundo a Classificação Internacional de Doenças (CID-10), os tempos de afastamento absoluto e médio, além da evolução clínica e da emissão de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT).

Também foram abordadas variáveis organizacionais e fatores de risco associados ao ambiente laboral, com o objetivo de compreender a complexidade dos agravos musculoesqueléticos no setor frigorífico e suas implicações ergonômicas.

Os dados são apresentados por meio de tabelas e gráficos, acompanhados de análise interpretativa que busca dialogar com a literatura e com os objetivos da pesquisa.

4.1 Perfil demográfico e ocupacional

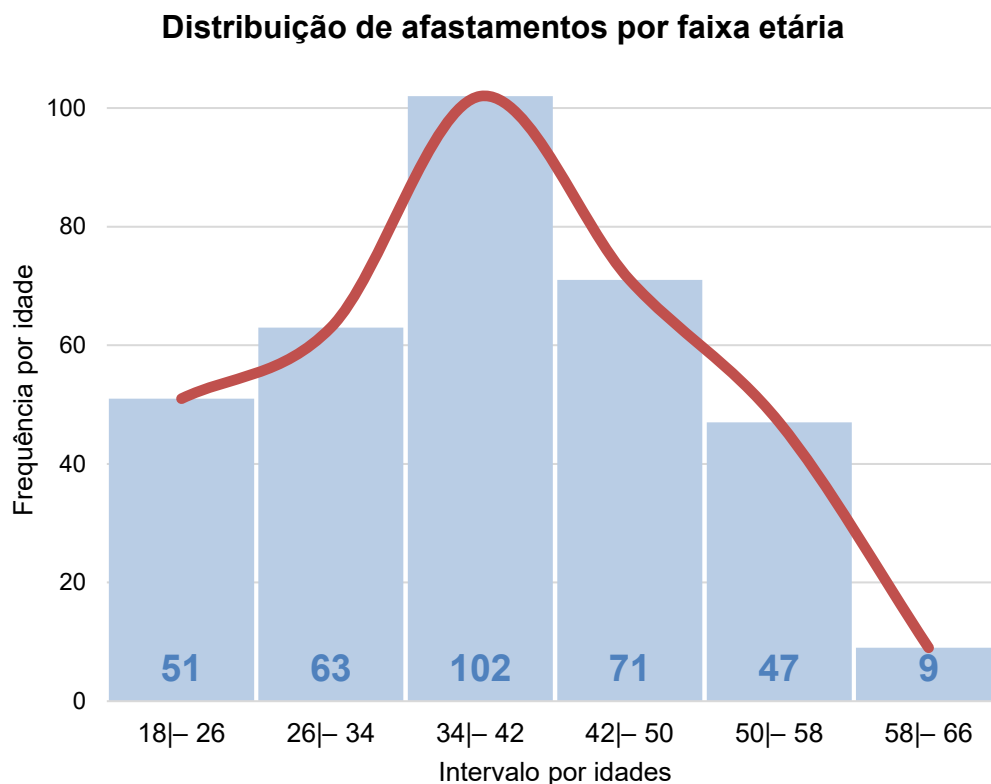
Com a intenção de caracterizar e explicar perfil demográfico e ocupacional dos trabalhadores contido nos dados de 487 registros obtidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram extraídas informações sobre sexo, idade, escolaridade e tempo de serviço.

Em relação ao sexo, a amostra apresenta uma distribuição equilibrada, com predominância masculina 253 (52%) sobre a feminina 234 (48%).

A Figura 2 - Distribuição de afastamentos por faixa etária, apresenta a distribuição dos afastamentos por LER/DORT entre trabalhadores da indústria frigorífica brasileira, segundo a faixa etária. Apesar da ausência de 144 registros de idade (campo vazio) no banco de dados, foram analisados 343 casos com idades informadas. Observa-se que a maior concentração de afastamentos ocorre entre os 26 e 49 anos, totalizando 236 trabalhadores, faixa etária considerada de plena atividade produtiva (Nygaard *et al.*, 2021). A redução nas frequências a partir dos 50 anos, especialmente acima dos 58, pode refletir a dificuldade de permanência

prolongada nesse tipo de atividade, possivelmente devido ao desgaste físico e à vulnerabilidade a agravos musculoesqueléticos.

Figura 2 - Distribuição de afastamentos por faixa etária



Fonte: o autor

Quanto à escolaridade, observa-se um nível educacional limitado entre os trabalhadores. A maioria apresenta o ensino fundamental completo ou incompleto, com segunda maior parcela com nível médio completo ou incompleto. E uma pequena fração com possui ensino superior completo ou incompleto. A baixa qualificação formal pode representar um entrave à compreensão de orientações sobre segurança e ergonomia no ambiente de trabalho.

Tabela 6 - Escolaridade

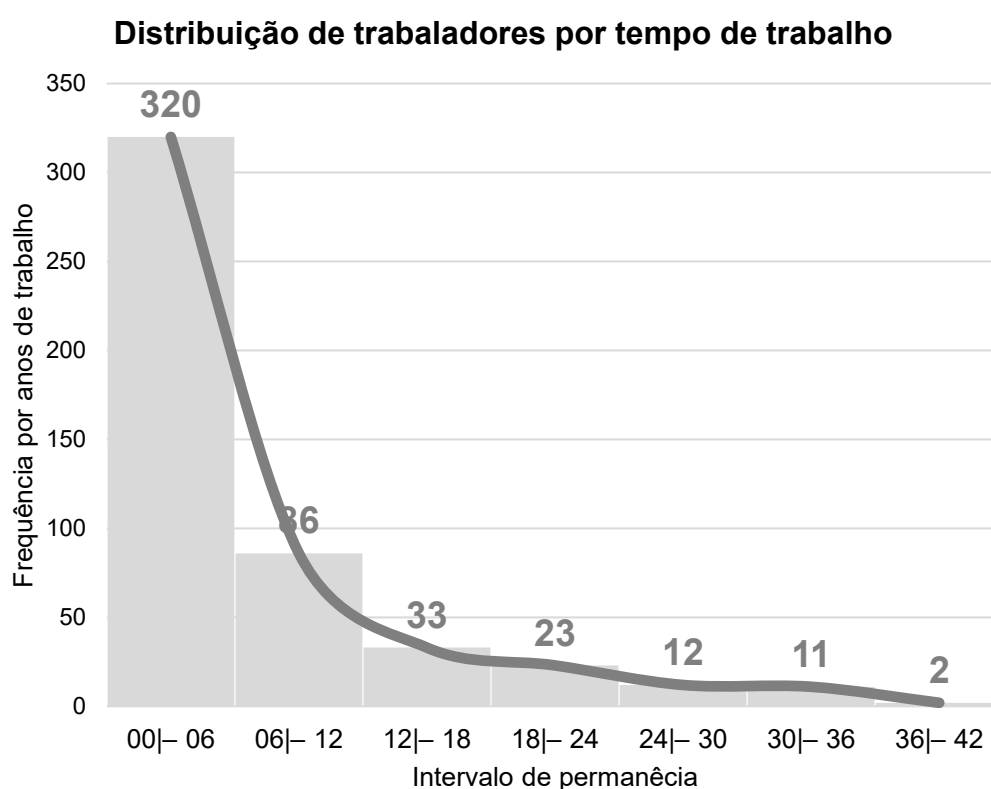
ESCOLARIDADE	QUANTIDADE
0 - Analfabeto;	25
1 - 1 a 4 série incompleta;	39
2 - 2 a 4 série completa;	31
3 - 5 a 8 incompleta;	93

4 - Ensino fundamental completo 1 grau;	52
5 - Ensino médio incompleto;	59
6 - Ensino médio completo;	121
7 - Superior incompleto;	9
8 - Superior completo;	4
9 - Ignorado;	54

Fonte: o autor

No que se refere ao tempo de trabalho, observa-se na Figura 3 - Distribuição de trabalhadores por tempo de trabalho, que a maior parte dos registros se refere a trabalhadores com até seis anos de vínculo com a empresa com um total de 320 casos, outros 89 casos com permanência entre 6 e 12 anos de vínculo, apenas esses dois valores da amostra já correspondem a um percentual de 83% dos trabalhadores estudados. Tal informação pode sugerir certo grau de rotatividade no setor.

Figura 3 - Distribuição de trabalhadores por tempo de trabalho



Fonte: o autor

Ainda que variáveis como idade, escolaridade e tempo de serviço não tenham apresentado correlações estatisticamente significativas com o tempo de afastamento ou com os diagnósticos mais recorrentes, sua descrição segue para contextualizar o cenário da amostra. Compreender o perfil dos trabalhadores talvez possa identificar potenciais vulnerabilidades para direcionar medidas preventivas específicas, tanto no campo da gestão ergonômica quanto na formulação de políticas de saúde ocupacional.

4.2 Tempo de afastamentos absolutos e médias para homens e mulheres

O presente capítulo apresenta a análise do tempo de afastamento laboral decorrente de doenças musculoesqueléticas notificadas em trabalhadores de frigoríficos. Os dados, extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), foram organizados por códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10), permitindo a identificação dos cinco diagnósticos mais recorrentes. A estrutura da análise contempla tanto o tempo total de afastamento quanto o tempo médio por ocorrência, com desagregação por sexo, a fim de evidenciar possíveis diferenças na duração dos afastamentos entre homens e mulheres.

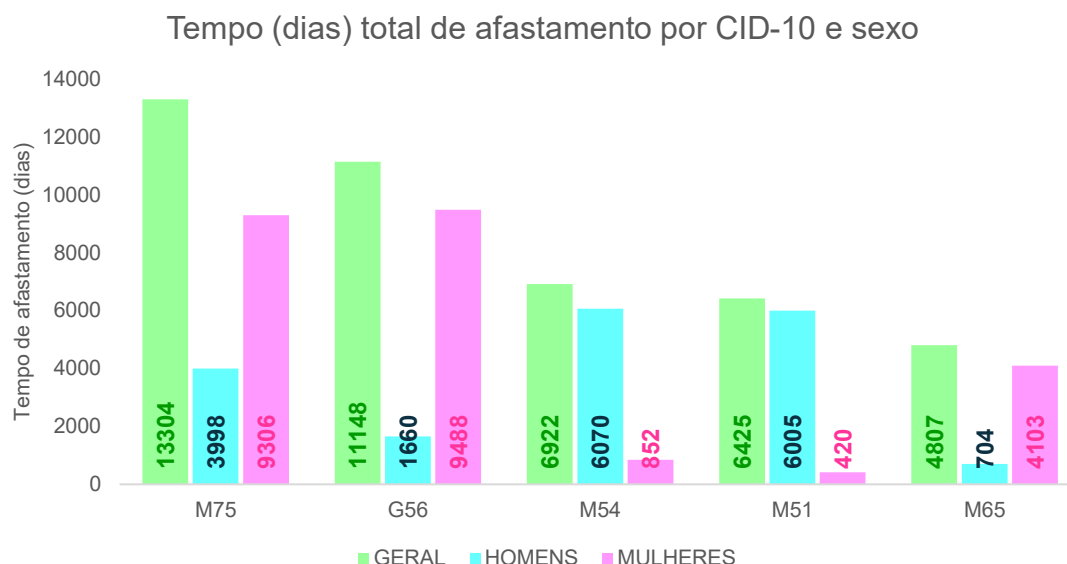
A Figura 4 - Tempo (dias) de afastamento por CID-10 e sexo apresenta a distribuição do tempo total de afastamento, em dias, segundo os principais códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) identificados na amostra. O gráfico foi construído a partir dos registros com maior incidência de afastamentos relacionados a doenças musculoesqueléticas, segmentando os dados por sexo (homens e mulheres), além da consolidação do total geral por diagnóstico.

As médias de afastamento por CID variam conforme o grupo populacional analisado, especialmente quando desagregadas por sexo. Para o CID G56, a média geral entre os 46 indivíduos foi de 242,35 dias (Tabela 9). No entanto, ao considerar apenas as mulheres (n=30), a média sobe para 316,27 dias, enquanto entre os homens (n=16) a média foi de 103,75 dias.

Situação semelhante é observada no CID M51, cuja média geral foi de 428,33 dias considerando os 15 registros (Tabela 9). Neste caso, as mulheres (n=10) apresentaram média de 600,5 dias, ao passo que os homens (n=5) tiveram média de apenas 84 dias.

Essas diferenças consideram os recortes populacionais em agrupamentos estatísticos, afim de evitar generalizações e podendo permitir interpretações mais ajustadas à realidade dos subgrupos analisados.

Figura 4 - Tempo (dias) de afastamento por CID-10 e sexo



Fonte: o autor

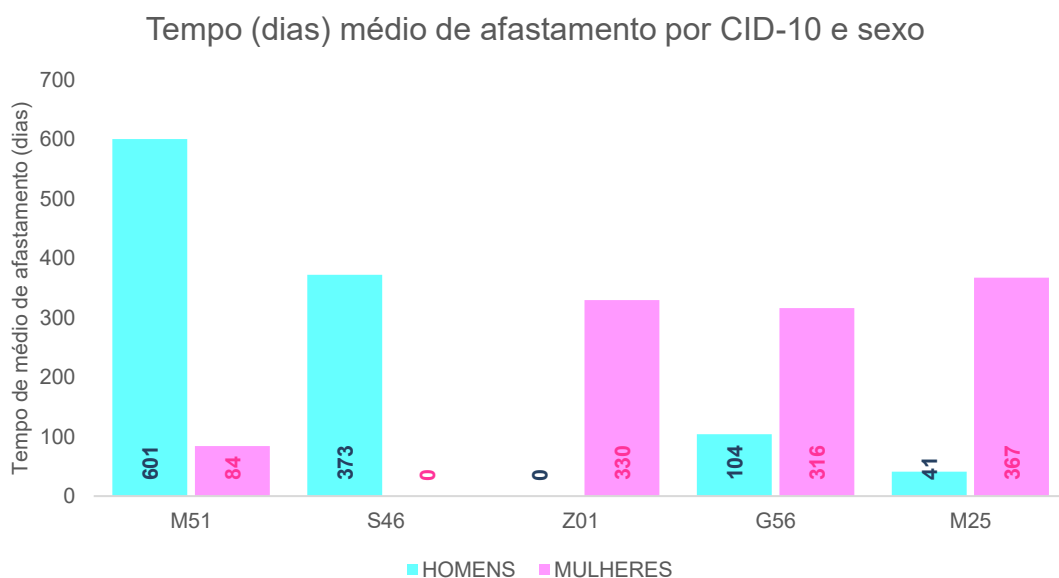
A análise do tempo total de afastamento por CID-10, conforme demonstrado no gráfico acima, indica que o diagnóstico classificado sob o código M75 - Lesões do ombro, concentrou o maior volume de dias de afastamento, sendo mais frequente entre trabalhadoras do sexo feminino. Esse resultado sugere uma possível associação entre a natureza das tarefas desempenhadas por mulheres nos frigoríficos e a sobrecarga de estruturas nervosas periféricas, especialmente em atividades repetitivas com exigência de destreza manual.

O segundo maior tempo de afastamento foi registrado para o CID G56 - Mononeuropatias dos membros superiores, também com predomínio também entre mulheres. Já o CID M54 - Dorsalgia, apresentou uma distribuição inversa, a maior parte dos dias afastados concentrou-se entre os homens, o que pode indicar uma maior exposição desse grupo a cargas físicas ou posturas que sobrecarregam a coluna vertebral. Os demais diagnósticos como M51 - transtornos de discos intervertebrais e M65 - sinovite e tenossinovite mostraram valores absolutos menos expressivos, com registros predominan a um dos sexos, o que pode indicar padrões de adoecimento ocupacional específicos ou lacunas de notificação.

A presença de diagnósticos com maior predominância em um dos sexos, reforça a necessidade de considerar o recorte de gênero na formulação de estratégias de prevenção e intervenção ergonômica. Ademais, as diferenças observadas nas cargas de afastamento entre os CIDs sugerem que, além da frequência de ocorrência, a gravidade e o tempo de recuperação associados a determinados agravos também variam, influenciando de forma diferenciada a organização do trabalho.

A Figura 5 - Tempo (dias) médio de afastamento por CID-10 e sexo apresenta os tempos médios de afastamento laboral associados aos principais diagnósticos relacionados a doenças musculoesqueléticas, organizados por códigos CID-10. O gráfico foi estruturado com base nas médias calculadas a partir dos registros individuais de afastamento, segmentando os dados por sexo com uma visualização mais equilibrada, permite identificar não apenas os diagnósticos que mais afastam, mas também aqueles que, independentemente da frequência, acarretam períodos mais prolongados de afastamento do trabalho e também variações na duração média dos afastamentos entre homens e mulheres, com o intuito de apontar possíveis assimetrias relacionadas à gravidade dos agravos ou às condições de reabilitação associadas a cada grupo.

Figura 5 - Tempo (dias) médio de afastamento por CID-10 e sexo



Fonte: o autor

A análise dos tempos médios de afastamento, representada na figura 3, revela variações importantes na duração dos afastamentos laborais em função do diagnóstico e do sexo dos trabalhadores. O CID M51 - Outros transtornos de discos intervertebrais, apresentou um tempo médio mais elevado entre homens com média de 601 dias, contrastando com as mulheres considerando um afastamento médio de 84 dias para essa métrica.

Para o código S46 - Traumatismo de tendão e músculo ao nível do ombro e do braço, se verifica ausência de notificações entre as mulheres e para homens uma média de 373 dias, o que pode sugerir tarefas de esforço repetido, com elevação do membro superior no manuseio de cargas.

Na Figura 5, destaca-se também o CID Z01 – Exames e observações especiais, com 330 dias de afastamento em mulheres e ausência de notificações entre os homens, apontando para a possível existência de exames prolongados, investigações clínicas ou afastamentos relacionados a monitoramento médico sem CID definido.

Considerando ainda as médias por sexo, G56 - mononeuropatias dos membros superiores com 316 dias em média para mulheres e 104 dias para homens, enquanto o CID M25 – Outros transtornos articulares mostrou 367 dias em mulheres e 41 dias em homens. Observa-se mais uma vez um padrão de maior duração feminina e um possível vínculo entre os agravos. Em linhas gerais, G56 está relacionados a lesões nervosas enquanto M25 agrega quadros inflamatórios nas articulações. Contudo, os dados por si só e não permitem afirmar causalidade, podendo ser testada com dados individuais inclusive verificando ordem temporal entre G56 para M25 ou M25 para G56.

Em termos de gestão, os achados sugerem prioridade para intervenções como apoios, ajustes de altura, dispositivos de auxílio ao transporte, organização do trabalho (rodízio e pausas).

Esses resultados evidenciam a importância de considerar simultaneamente a prevalência e a duração dos afastamentos na formulação de estratégias de intervenção. Do ponto de vista ergonômico e organizacional, os dados apresentados neste capítulo sustentam a necessidade de monitoramento contínuo dos indicadores

de afastamento e a adoção de políticas voltadas à reestruturação de tarefas, pausas programadas, fortalecimento muscular e programas de reabilitação laboral individualizados, a fim de mitigar o impacto das LER/DORT no setor frigorífico.

4.3 Sinais e sintomas clínicos

Esta seção apresenta a análise dos principais sinais e sintomas clínicos relatados pelos trabalhadores acometidos por doenças musculoesqueléticas no setor frigorífico. A investigação busca compreender como manifestações como dor, limitação funcional, inflamação, perda de força muscular e incapacidade para realização de tarefas estão relacionadas à gravidade dos quadros e ao tempo de afastamento do trabalho.

Entre os sintomas mais frequentemente notificados, destaca-se sinais e sintomas de dor com 478 casos, 395 casos de pacientes incapacitados ou limitados para realizar tarefas, 363 casos com sinais e sintomas diminuição movimento, 351 casos de sinais e sintomas diminuição de força muscular, 219 casos de sinais e sintomas de alteração de sensibilidade e 182 casos de sinais e sintomas flogísticos (inflamação). A alta frequência desses sintomas reforça o impacto físico gerado pelas atividades no ambiente de trabalho dos frigoríficos.

A análise do tempo médio de afastamento evidenciou variações significativas entre os trabalhadores que apresentaram ou não os sintomas. Os trabalhadores com diminuição de força muscular registraram o maior tempo médio de afastamento (188 dias), sintomas de diminuição movimento (184 dias) seguidos daqueles com incapacidade para tarefas (183 dias) e limitação de movimentos (175 dias).

Já os casos com dor, apresentaram média de afastamento de 150 dias ainda superior a presença de sinais flogísticos (inflamações) em média os trabalhadores com inflamação apresentaram de 138 dias de afastamento.

De forma geral, os sintomas que envolvem limitação funcional objetiva (movimento, força e capacidade para trabalhar) parecem mais associados a afastamentos prolongados do que sintomas subjetivos como dor ou inflamação. O que pode demonstrar a necessidade de monitoramento clínico detalhado e precoce, focando não apenas na queixa de dor, mas nos déficits funcionais reais observados nas avaliações médicas.

Os números apresentados nesta seção sugerem uma reflexão sobre a cronicidade e o impacto funcional das doenças musculoesqueléticas ocupacionais. A identificação precoce desses sintomas pode ser decisiva para evitar incapacidades permanentes e reduzir os custos humanos e econômicos associados aos afastamentos prolongados.

4.4 CID-10 detalhado

Nesta seção, são analisados os códigos CID-10 mais frequentes nos afastamentos por doenças musculoesqueléticas dos trabalhadores de frigoríficos. A identificação dos diagnósticos predominantes, associados ao tempo médio de afastamento e à presença de sintomas clínicos, contribui para uma compreensão mais aprofundada dos impactos funcionais dessas patologias.

Os dez códigos CID-10 mais recorrentes revelam predominância de condições inflamatórias e degenerativas do sistema osteomuscular, sendo os mais frequentes conforme a tabela 9:

Tabela 7 - Afastamento médio em dias

CID	Descrição	QTDE	Afast méd (dias)
M75	Lesões do ombro	146	91
M65	Sinovite e tenossinovite	77	62
M54	Dorsalgia	55	126
G56	Mononeuropatias dos membros superiores	46	242
Z57	Exposição ocupacional a fatores de risco	35	5
M77	Outras entesopatias	20	156
M79	Outros transtornos dos tecidos moles, não classificados em outra parte	18	19
M51	Outros transtornos de discos intervertebrais	15	428
M70	Transtornos dos tecidos moles relacionados com o uso, uso excessivo e pressão	14	65
M25	Outros transtornos articulares não classificados em outra parte	9	222

Fonte: o autor / cremesp

Esses dez diagnósticos concentram a maioria dos casos, destacando o ombro, coluna, punho e estruturas associadas como regiões corporais mais acometidas. Tais regiões estão diretamente relacionadas às exigências biomecânicas das atividades desempenhadas no setor frigorífico, como movimentos repetitivos, esforço manual e posturas inadequadas.

A análise do tempo médio de afastamento revela que alguns códigos, apesar de menos frequentes, estão associados a períodos significativamente longos de afastamento, sugerindo maior gravidade ou cronicidade do quadro. Entre os que apresentaram as maiores médias de dias de afastamento, destacam-se:

Além da frequência e do tempo de afastamento, a presença de sintomas clínicos foi analisada para os CIDs mais frequentes. Observou-se que os diagnósticos M75, M65, M54, G56 e Z57 apresentam taxas de associação com sintomas de dor (>73%), limitação de movimentos (>75%), diminuição de força muscular (>72%) e limitação funcional para realização de tarefas (>74%).

O CID Z57 – Exposição a fatores ocupacionais, embora de natureza complementar, surge como indicativo de que muitos afastamentos são reconhecidos formalmente como relacionados ao trabalho, mas frequentemente carecem de especificação clínica mais precisa. Sua presença entre os cinco diagnósticos mais frequentes levanta questionamentos sobre a subnotificação ou indefinição diagnóstica nos registros.

4.5 Variáveis organizacionais e riscos

Nesta seção, são discutidos os fatores organizacionais identificados como possíveis influenciadores no tempo de afastamento dos trabalhadores acometidos por doenças musculoesqueléticas. As variáveis analisadas incluíram a presença de pausas durante a jornada de trabalho, a realização de tarefas repetitivas e a percepção de ambiente de trabalho estressante. Os dados revelam como esses elementos impactam de forma diferenciada os tempos médios de afastamento.

O primeiro fator analisado foi a realização de movimentos repetitivos para execução de tarefas, presente em grande parte da amostra. Os trabalhadores que realizavam atividades repetitivas apresentaram tempo médio de afastamento de 145 dias, enquanto aqueles que não realizavam tarefas repetitivas se afastaram, em

média, por 349 dias. Essa diferença pode parecer contraintuitiva, mas pode ser explicada pelo fato de que, entre os que não realizam tarefas repetitivas, há casos mais graves com outras comorbidades musculoesqueléticas ou cargos distintos com esforço físico intenso. Ainda assim, a elevada média geral reforça o impacto funcional das lesões decorrentes da repetitividade.

Outro fator relevante é a presença de pausas regulares durante a jornada. Os dados mostram que trabalhadores sem intervalo de descanso apresentaram afastamentos médios de 220 dias, enquanto aqueles que dispunham de pausas afastaram-se, em média, por 78 dias. Essa diferença significativa evidencia a importância da gestão do tempo de trabalho e da implantação de medidas de recuperação muscular durante a jornada, aspecto diretamente relacionado à ergonomia organizacional.

A variável sobre a percepção do ambiente de trabalho como estressante também mostrou impacto expressivo. Trabalhadores que relataram ambiente estressante apresentaram tempo médio de afastamento de 180 dias, em contraste com 91 dias entre aqueles que não consideravam o ambiente estressante. Esse dado reforça a influência do fator psicossocial no adoecimento ocupacional, pois o estresse crônico pode potencializar quadros dolorosos e inflamatórios, além de comprometer a adesão ao tratamento.

Em conjunto, esses resultados demonstram que fatores organizacionais tanto físicos quanto psicossociais exercem influência relevante na gravidade dos afastamentos por doenças musculoesqueléticas. Intervenções que promovam pausas adequadas, gestão do ritmo de trabalho e melhoria do clima organizacional podem ser estratégias efetivas para a redução dos afastamentos prolongados no setor frigorífico.

4.6 Emissão de CAT e evolução do caso

A Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) é um instrumento legal essencial para o reconhecimento formal dos agravos relacionados ao trabalho. Na amostra analisada, composta por 487 registros válidos, observou-se que 39% dos casos tiveram CAT emitida, enquanto 54% não foram formalmente comunicados às autoridades competentes, e outros 7% apresentaram registros ignorados ou incompletos.

Esse achado é relevante por refletir uma tendência preocupante de subnotificação dos agravos ocupacionais, que compromete tanto o acesso a direitos previdenciários quanto a produção de dados epidemiológicos confiáveis. A ausência da CAT pode estar associada a diferentes fatores, como omissão do empregador, desinformação do trabalhador ou fragilidade no processo de vigilância em saúde do trabalhador. Independentemente da causa, o não preenchimento da CAT compromete a visibilidade estatística dos casos e dificulta a implementação de políticas públicas baseadas em evidências.

Portanto, mais do que associar a emissão da CAT ao tempo de afastamento, é fundamental destacar que os dados indicam uma fragilidade no reconhecimento formal das doenças relacionadas ao trabalho na cadeia produtiva de frigoríficos. O fortalecimento da notificação adequada e a fiscalização mais ativa sobre a emissão da CAT são ações necessárias para garantir a proteção legal e social dos trabalhadores afetados.

No que se refere à evolução clínica dos casos, os registros permitem avaliar a gravidade funcional dos agravos musculoesqueléticos enfrentados pelos trabalhadores do setor frigorífico. Na amostra analisada, foram considerados apenas os registros com classificação válida entre as condições 1 cura; 2 cura não confirmada; 3 incapacidade temporária; 4 incapacidade permanente parcial; 5 incapacidade permanente total, excluindo-se os casos ignorados ou sem preenchimento adequado. Isso resultou em um total de 425 casos válidos.

A evolução mais frequente foi a de incapacidade temporária (código 3), com 290 e média de 115 dias de afastamento. Esse resultado reforça que, embora a maioria dos trabalhadores retorne à atividade, o tempo de recuperação é significativo e reflete um impacto funcional importante, especialmente em atividades com alto nível de exigência física.

A segunda evolução mais recorrente foi a “cura não confirmada” (código 2), com 73 registros, porém com média de apenas 26 dias de afastamento. Esse dado levanta a hipótese de que muitos desses casos podem ter tido interrupção precoce no acompanhamento, ausência de seguimento clínico ou registro incompleto por parte dos serviços de saúde.

Casos com evolução para cura (código 1) da amostra apresentaram média de 108 dias de afastamento, semelhante aos casos de incapacidade temporária, o que sugere que mesmo trabalhadores que se recuperam plenamente enfrentam longos períodos fora do trabalho.

As evoluções mais severas foram registradas como “incapacidade permanente parcial” (código 4) com 34 casos e média de 1.013 dias de afastamento, e “incapacidade permanente total” (código 5) com um único caso, com afastamento de 365 dias. Esses registros, apesar de menos frequentes, representam os casos de maior impacto social e previdenciário, sendo indicativos de que há trabalhadores que não conseguem retornar à atividade laboral nem de forma adaptada.

Esses resultados destacam a necessidade de estratégias preventivas, de reabilitação e de acompanhamento sistemático, sobretudo nos casos que evoluem para incapacidades duradouras ou permanentes. A ausência de recuperação plena em uma parcela dos casos reforça o caráter crônico de algumas doenças ocupacionais no setor e aponta para a importância de ações entre saúde, previdência e gestão do trabalho.

4.7 Testes estatísticos e associações

Esta seção apresenta uma abordagem para a compreensão dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORTs) na cadeia produtiva de proteína animal no Brasil. Os capítulos subsequentes, que consistem em dois artigos científicos, (Artigo 1, publicado, Artigo 2, submetido e aguardando aprovação) detalham aspectos da incidência, do perfil epidemiológico e das implicações para a saúde do trabalhador neste setor.

Esses estudos, baseados em dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), desenvolvidos para abordar diferentes facetas do tema, buscam contribuir com informações relevantes para a identificação de fatores de risco e tendências regionais, apoiando iniciativas de prevenção e saúde ocupacional.

Em conjunto, esses estudos visam fornecer uma compreensão dos desafios de saúde ocupacional no setor, subsidiando a formulação de estratégias preventivas e políticas públicas eficazes.

4.7.1 Artigo 1

Este capítulo apresenta o artigo científico submetido à revista *Safety*, sob o título “Navigating Occupational Hazards: Musculoskeletal Disorders Among Slaughterhouse Workers in Brazil” no qual se traça o perfil sociodemográfico, clínico e ocupacional de trabalhadores acometidos por distúrbios musculoesqueléticos na indústria brasileira de processamento de carnes, com base em dados do SINAN entre 2007 e 2019. Com base em uma abordagem descritiva e exploratória, o estudo identifica as características predominantes dos casos notificados, incluindo distribuição por sexo, idade, sintomas clínicos relatados e tipos de diagnósticos conforme a CID-10. O artigo também analisa o tempo de afastamento e as condições ambientais associadas, como repetitividade, exposição ao frio e pressão por produtividade. Os achados contribuem para o entendimento aprofundado do impacto das LER/DORT no setor frigorífico e fortalecem a base empírica para intervenções preventivas e políticas públicas voltadas à saúde ocupacional nesse segmento de alta vulnerabilidade laboral.

Article

Navigating Occupational Hazards: Musculoskeletal Disorders Among Slaughterhouse Workers in Brazil

Vando Aparecido Monteiro ¹, Hercules Jose Marzoque ¹, Marcelo Linon Batista ²,
Maria do Carmo Baracho de Alencar ³, Lilian Dias Pereira ¹ and Irenilza de Alencar Nääs ^{1,*}

¹ Graduate Program in Production Engineering, Paulista University, Rua Dr. Bacelar 1212, São Paulo 04026-002, SP, Brazil; vandoapm@gmail.com (V.A.M.); hercules_marzoque@hotmail.com (H.J.M.); liliandiasp@yahoo.com.br (L.D.P.)

² Department of Health and Safety at Work, Federal Institute of Bahia, Jacobina 40301-015, BA, Brazil; marcelolinon@ifba.edu.br

³ Department of Health, Education and Society, Federal University of São Paulo-UNIFESP, Santos 18290-000, SP, Brazil; belinha.alencar1@gmail.com

* Correspondence: irenilza.naas@docente.unip.br



Academic Editor: Raphael Grzebieta

Received: 27 December 2024

Revised: 7 April 2025

Accepted: 22 April 2025

Published: 28 April 2025

Citation: Monteiro, V.A.; Marzoque, H.J.; Batista, M.L.; Alencar, M.d.C.B.d.; Pereira, L.D.; Nääs, L.d.A. Navigating Occupational Hazards: Musculoskeletal Disorders Among Slaughterhouse Workers in Brazil. *Safety* **2025**, *11*, 39. <https://doi.org/10.3390/safety11020039>

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: (1) Background: The meatpacking industry in Brazil is vital for economic growth. It poses significant occupational health risks, particularly Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). The present study analyzes the profile of slaughterhouse workers based on the governmental notification database. (2) Methods: The socio-demographic dataset ($n = 820$) was filled with worker data, and health profiles reported Repetitive Strain Injuries (RSI) and WMSDs from 2007 to 2019, available online by the Brazilian Health Service. The dataset was analyzed to identify patterns of injuries and contributing factors. Descriptive statistics outlined worker characteristics, while Analysis of Variance (ANOVA) explored associations between variables. (3) Results: The results revealed that 51.34% of workers were male, with most aged 30–45. Repetitive movements were reported by 89.63% of respondents, while 78.90% worked shifts exceeding six hours. Soft tissue disorders were the most prevalent diagnosis (40.97%). The majority (53.17%) experienced temporary disabilities, and 5.73% had permanent impairments. Key risk factors included inadequate breaks, stressful environments, and limited ergonomic adaptations. This study highlights the critical need for preventative measures, such as ergonomic interventions, adequate rest breaks, and employee education, to mitigate WMSDs. Future research should include ergonomic evaluations and consider broader organizational variables to enhance slaughterhouse occupational health and safety. Addressing these challenges is essential for improving worker welfare and maintaining industry productivity.

Keywords: agribusiness; musculoskeletal pain; occupational health; worker's welfare

1. Introduction

Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) represent a significant global occupational health issue characterized by injuries or disorders of muscles, nerves, tendons, joints, cartilage, and spinal disks resulting from workplace conditions. Common types include tendonitis, tenosynovitis, carpal tunnel syndrome, and soft tissue disorders. These conditions are often associated with repetitive motions, awkward postures, prolonged exertion, and exposure to vibrations or forceful tasks. WMSDs significantly impair worker productivity, well-being, and quality of life, leading to considerable economic and health-care burdens [1–3].

Findings from the Global Burden of Disease (GBD) study reveal a significant global health challenge posed by musculoskeletal conditions, affecting approximately 1.70 billion people worldwide [4]. High-income countries bear the highest absolute burden, with nearly 450 million cases, followed closely by the Western Pacific Region (nearly 420 million) and Southeast Asia Region (approximately 360 million).

The advancement of agribusiness in Brazil has been primarily driven by global demand for agricultural commodities, including soybeans, corn, cotton, and meat. This production model has been characterized by the intensive use of technology and chemical inputs and the exploitation of cheap labor, especially in agricultural frontier regions [5]. Brazil is one of the leading producers and exporters of meat globally; according to data from the Brazilian Association of Meat Packers, the country exported around 2.53 million tons of beef, representing revenue of more than USD 10 billion [6]. The country is also a major player in poultry and pork production [7]. The importance of meat production for the Brazilian economy is indisputable, as the sector generates employment and income in several regions. Additionally, meat exports represent a significant component of the nation's foreign exchange earnings, strengthening its trade balance [8].

Furthermore, labor in the meatpacking sector has also been criticized due to precarious working conditions and worker health risks. Therefore, there must be public policies that aim to guarantee sustainable and fair production, that respect both the environment and workers' rights, and that there is transparency and responsibility in the dissemination of statistics about the sector to reflect not only its economic importance but also its social and environmental impacts [9].

As noted by Johnson and Lee [10], the intensification of labor has been linked to increased rates of occupational accidents and illnesses. Monotonous and repetitive tasks, even within modern facilities, are recognized as substantial factors contributing to worker accidents and burnout [11]. Such demanding and potentially limitless working conditions represent a form of worker exploitation and may reflect broader structural contradictions inherent in work organization. Cook et al. [12] suggest that as the meatpacking industry grows, the number of work-related accidents and illnesses increases due to the intensification of working conditions. Repetitive tasks, poor hygiene, and lack of protective equipment are major contributors to worker burnout and musculoskeletal injuries.

Reports of WMSD (Work-Related Musculoskeletal Disorders) in meatpacking workers are relatively common [13–16]. WMSDs are prevalent among slaughterhouse workers, primarily due to factors such as repetitive movements, awkward postures, and the lack of personal protective equipment [12]. These disorders affect the musculoskeletal system, including muscles, tendons, ligaments, joints, and nerves [17]. The nature of slaughterhouse tasks—such as cutting and boning meat, packaging products, and cleaning equipment—often involves monotonous and repetitive motions, contributing to the high incidence of WMSDs [18,19]. Additionally, slaughterhouse environmental conditions, including exposure to cold temperatures, humidity, and chemicals, further exacerbate the risk of these occupational injuries [20].

According to Sundstrup et al. [21], the working environment in slaughterhouses can be unfavorable to workers' health due to poor working conditions, which include repetitive and monotonous work, pressure for productivity, and unfavorable ergonomic conditions. These factors contribute significantly to the emergence of occupational diseases, including WMSDs.

A characteristic factor of this industry is the production process, which requires workers to stand for long hours, alternating repetitive movements, and follow the rhythm and speed imposed by the production line, as determined by the company. This can lead to illness [22]. Although it features new and modern configurations, it is observed that work

intensifies due to the increased speed of machines, as monitored by production supervisors [23]. During their task on the production line, workers perform consistent, strong, and repetitive movements to debone a piece of meat, for example, while also working with sharp equipment, such as saws, knives, and other sharp tools [24]. The intensive use of slaughterhouse machinery significantly contributes to work intensification [25]. This increase in intensity is characteristic of the capitalist mode of production, where the increased speed at which workers perform their tasks intensifies the production volume. Roughly, slaughterhouse workers perform up to 90 movements per minute, with around 30 being the most acceptable, and are exposed to cold, noise, inadequate postures, humidity, excessive load displacement, exposure to ammonia, pressure vessels, and exhausting journeys [18].

Modern conditions in meat processing plants frequently fail to meet standards of health and human dignity [26]. Constant exhaustion, injuries, fractures, and contusions, which can even lead to the loss of limbs due to the use of work equipment and tools, are the day-to-day experience for those who work in the meatpacking sector in Brazil. Marra [22] reports that by using sharp instruments, such as saws, knives, and straighteners to sharpen knives, workers operate in a workplace where the risk of cuts is a reality. Long working hours, without the necessary rest, and the series of repetitive movements that are performed during the working day favor the appearance of cases of WMSDs, as well as psychological illnesses, in addition to many other cases of diseases [27].

Bonetti et al. [28] suggest that challenges in collecting reliable data on occupational morbidity and mortality persist across industries, particularly in high-risk sectors such as meat processing. Continuous efforts are necessary to improve reporting accuracy and address underreporting. Additionally, working conditions in slaughterhouses often pose significant health risks to workers, including exposure to cold temperatures, humidity, and chemicals used for cleaning and food preservation [11,29]. It is essential to adopt ergonomic and safety measures at work, such as training in proper postures, rotating tasks, regular rest breaks, and personal protective equipment, to prevent the occurrence of WMSD in meatpacking workers. Ensuring appropriate working conditions, including optimal thermal environments, proper lighting, and access to medical and psychological support, is essential for maintaining worker well-being and productivity [29].

The growth of WMSD throughout the intense industrialization process helps debunk the myth that the world is jobless due to the automation of factories and services, as people are becoming ill from overwork [30]. Today, compared to the end of the 19th century, much fewer working hours are spent producing the same type and quantity of products. Numerous products were made over a century ago with higher expenses and less labor and workload [31]. The ILO (International Labor Organization) conducted a detailed analysis of the profiles of workers in slaughterhouses in Brazil [32] based on field research in seven Brazilian states and interviews with workers and employers in the sector. The results of this report indicate that workers in meat processing plants in Brazil are predominantly men (approximately 70% of the workforce), aged between 18 and 39, and many are migrants from impoverished regions. The report also found that most workers in meatpacking plants have little education and receive low wages. The report also highlighted the poor working conditions faced by workers in meatpacking plants, including exposure to chemicals and the risks of injuries associated with repetitive work.

The present study aimed to describe the socio-demographic, work, and health profile of workers who reported complaints of Repetitive Strain Injuries (RSI)/Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) through the Notifiable Diseases Information System (SINAN) from 2007 to 2019.

2. Materials and Methods

The present study is an exploratory investigation utilizing quantitative data. This study analyzed data from a Brazilian public health notification system (2007–2019) regarding slaughterhouse workers (beef, swine, and poultry) who were on sick leave due to work-related musculoskeletal disorders (WMSDs). The database was obtained from confirmed records of work-related musculoskeletal disorders, an open-source database available on the Notifiable Diseases Information System (SINAN) platform [33] in digital form (Supplementary Materials). The confidentiality of patient data is guaranteed, as it is impossible to identify the patient in this database using the criteria outlined in the General Law for the Protection of Personal Data [34].

The analyzed database included all regions of Brazil, some of which have vulnerabilities concerning housing and education.

Inclusion criteria included employment in high-risk occupations classified under the Brazilian Classification of Occupations (BCO) #8485 (e.g., slaughterers, butchers, and deboners) and a confirmed work-related musculoskeletal disorder (WMSD) diagnosis, as documented in the International Classification of Diseases (ICD-10) codes and supported by symptoms available in the SINAN database. According to the Brazilian Classification of Occupations (CBO), the chosen professions were from the slaughtering and meat processing industry. The sample size ($N = 820$) spans the period from 2007 to 2019, and 10 independent variables were considered (Table 1).

Table 1. Independent variables are considered for statistical associations.

Independent Variable	Description
Sex	Male, female.
Age	Less than or equal to 40 years old and over 40 years old.
Level of education	Incomplete primary education and lower, complete primary education, and over.
The job is outsourced.	Yes or No.
Signs and symptoms, and other clinical reports.	Changes in sensitivity, decreased muscle strength, movement limitations, the presence of pain, and inability to perform everyday tasks.
Company organizational measures	Awards for production, repetitive movements, stressful environment, breaks, and working hours longer than six.
Diagnosis.	Disease (according to the International Classification of Diseases—ICD-10).
Sick leave.	Less than or equal to 15 days, over 15 days, no sick leave time.
Evolution of the case.	Cured; non-confirmed cure; any disability (temporary, partial, or total permanent disability).
Issuance of Work Accident Report (CAT).	Yes or No.

The Consolidation of Brazilian Labor Laws (CLT) is the contractual agreement between the worker and the company, legally supported by Brazilian law. Work Accident Communication (CAT) is the primary source of data collection on work accidents. However, it is precarious in Brazil due to its dependence on company notification. Furthermore, the absence of CAT in legal processes that grant benefits proves the existence of underreporting. It highlights the fragility of the data collection system, which may underestimate the actual incidence of work-related accidents in the country [34].

A descriptive statistical analysis was performed on the data using MATLAB (2021; version R2021b), followed by an Analysis of Variance (ANOVA) to evaluate the

impact of the different variables studied on the observed WMSD. The null hypothesis assumed that there were no significant differences among the group means. In contrast, the alternative hypothesis posited that at least one group's mean differed significantly from the others ($p\text{-value} \leq 0.05$). ANOVA is well-suited for identifying significant group-level differences, as presented in our current analysis, which explores associations. We also calculated the η^2 , a measure of effect size used in ANOVA. This metric represents the proportion of variance in the dependent variable explained by the independent variable. It ranges from 0 to 1, where 0 represents no effect, and 1 represents a high effect. The in-between values range from the variance in the dataset.

This statistical approach enhances the validity of our findings and contributes to a more comprehensive understanding of the nuances involved in identifying WMSD in slaughterhouse workers. For the statistical analyses, some data were grouped, as shown in Table 1.

3. Results

Table 2 presents the social-demographic results and the working characteristics of the subjects without the grouped data. The sample presents 48.66% (399) female records and 51.34% (421) male records. The basic descriptive statistics for age are presented in Table 2. The table shows an age range of 18 to 64 years, characterizing an activity involving professionals of different ages. By analyzing the data distribution described in the table, it is estimated that 75% of patients are between 30 and 45 years old (third quartile). The data present a mean of 37.73 and a median of 38 years.

Table 2. Social-demographic and working data from subject records.

General Variables	Specific Variables	N	%
Sex	Male	421	51.34
	Female	399	48.60
Age (years)	Less than or equal to 40	395	60.96
	More than 40	253	39.04
Level of education	Illiterate	6	0.73
	Slightly literate	69	8.41
	Incomplete or complete primary education	50	6.10
	Complete primary education	138	16.7
	Incomplete or complete secondary education	86	10.49
	Complete secondary education	86	10.49
	Incomplete or complete higher education	174	21.22
	Complete higher education	10	1.22
The situation in the labor market	Unknown	3	0.36
	Registered employee	736	89.76
	Unregistered employee or temporary worker	6	0.73
	Self-employed/own account	6	0.73
	Registered employee	3	0.36
	Retired	2	0.73
	Unemployed/Temporary worker	8	0.97
	Cooperative-affiliated worker	2	0.73
	Unknown	43	5.26

Table 2. Cont.

General Variables	Specific Variables	N	%
Working time in the last company	Between 1 and 7 months	66	8.04
	Between 8 and 15 months	11	1.35
	Between 16 and 30 months	208	25.36
	Between 31 and 45 months	167	20.37
	Between 46 and 60 months	253	30.85
	Over 50 months	104	12.68
	Unknown	11	1.35
Working characteristics (according to the company's organizational measures)	Awards for production	136	16.58
	Repetitive movements	735	89.63
	Stressful environment	460	56.09
	Existence of breaks	310	37.80
	Working hours longer than six hours.	647	78.90
Days away from work (sick leave)	From 1 to 15 days	361	44.02
	More than 15 days	459	55.97
CAT release	Yes	270	32.93
	No	335	40.85
	It does not apply	42	5.12
	Unknown (or uninformed)	173	21.10

Regarding the education parameter, it was noted that the majority of the analyzed sample (174 people (21.22%)) had only completed secondary education, with only 10 (1.22%) completing higher education, and only 3 (0.36%) individuals were able to complete higher education. Considering that 137 people (16.72%) ignored this issue, it can be inferred that 496 people did not complete their education. From this population, the data in Table 2 show that six individuals were illiterate, 69 had incomplete basic education (first to fourth primary school year), and 50 completed basic education but did not enter elementary school. Another large portion of the sample, approximately 138 people, reported having incomplete secondary education (fifth to sixth year), accounting for 16.7% of the total. Furthermore, regarding individuals who completed primary education and those who entered secondary education but did not finish it, 86 people (10.49%) were reported in both cases (Table 2).

Regarding the work status of these individuals, the data collected (Table 2) indicate that the majority, approximately 89.76% (736), held a working contract, while only 0.73% (6) performed functions without being registered in the professional service. Furthermore, other situations were found during the analysis, with 0.73% (6) of all those analyzed performing their functions autonomously; 0.24% (2) were statutory public servants; 0.12% (1) were civil servants with a contract under CLT; 0.73% (2) were retired; 0.12% (1) were unemployed; 0.85% (7) were in temporary jobs; 0.73% (2) were cooperative members, and another 0.73% (2) were independent workers. None was detected as the employer, and 5.26% (43) were reported as unknown.

The working time in the last company of the subjects (Table 2) showed that 8.04% (66 workers) had worked between one and seven months, while 1.35% (11 workers) had worked their duties for eight to fifteen months. A portion of 25.36% (208 workers) reported having between 16 and 30 months of service, while 20.37% (167 workers) reported having between 31 and 45 months of service. It was also possible to identify that 30.85% of the sample (253 workers) had worked between 46 and 60 months. A rate of 12.68% (104 workers) had been working for more than 50 months. It is essential to highlight that 1.35% of the investigated sample (11 workers) chose not to report this question.

It was possible to identify that 361 workers (44.02%) had a period of sick leave only between 1 and 15 days. For absences lasting more than 15 days, the sample was 459 individuals, representing a percentage of 55.97%. Regarding policies to encourage production and breaks during the working day, 136 workers (16.58%) reported receiving bonuses for production, and 310 (37.80%) reported having breaks during the working day (Table 2). Regarding the company's organizational measures, 735 workers (89.63%) stated that their activities require repetitive movements. Furthermore, 460 workers (56.09%) reported stressful work environments, and 647 (78.90%) reported working more than six hours daily.

Table 3 presents the diagnostic assessments, treatments, and documented symptoms among those on sick leave, aligned with the International Classification of Diseases (ICD-10).

Table 3. Clinical diagnosis according to the International Classification of Diseases (ICD-10), treatments performed, and symptoms.

International Classification of Diseases (ICD)	<i>n</i>	%
Soft tissue disorders related to the use, excessive work, and pressure (M70 through M79).	336	40.97
Synovitis and tenosynovitis (M65)	124	15.12
Dorsalgia (M54)	95	11.58
Mononeuropathies of the upper limbs (G56)	66	8.05
Other disorders affecting the intervertebral disks (M51).	28	3.41
Other classifications of less than five occurrences (M25, M53, X50, S83, M17, M18)	87	10.63
Occupational exposure to risk factors (Z57)	84	10.24

Considering 820 workers, 336 (40.97%) presented soft tissue disorders (M70 through M79) (Table 3). A total of 124 individuals presented with this pathology, specifically synovitis and tenosynovitis, corresponding to 15.12% of the sample. A total of 95 workers (11.58%) were affected by back pain. It was also possible to identify that 10.24% of workers (95) suffered occupational exposure to risk factors without clear identification. Some 66 workers (8.05%) had mononeuropathy of the upper limbs. Concerning other enthesopathies, 46 workers were represented (5.61%). We identified 87 workers (10.63%) who were classified in different categories with fewer than five occurrences.

Regarding the treatment regimen, 720 patients (87.80%) received outpatient treatment, and only 34 (4.27%) received hospital treatment. Approximately 65 individuals disregarded this parameter, accounting for 7.93% of the sample. The evolution of the clinical condition of the workers is shown in Table 4. It was found that only 32 of them (3.96%) claimed to have achieved a cure, while 89 (10.85%) had an unconfirmed cure. However, Table 4 reveals that the majority of workers, that is, 436 of them (53.17%), had temporary disabilities, while 47 (5.73%) had partial permanent disabilities, and four workers (0.49%) had total permanent disabilities. No information was available for 212 workers (25.80%).

Table 4. Evolution of the disease during the activities without the grouped data.

Evolution of the Disease	<i>N</i>	%
Cure	32	3.96
Non-confirmed cure	89	10.85
Temporary disability	436	53.17
Partial permanent disability	47	5.73
Total permanent disability	4	0.49
Unknown	212	25.80

The statistical analysis investigated associations between socio-demographic, occupational, and other factors and specific outcomes relevant to Work-Related Musculoskeletal

Disorders (WMSDs). Independent variables included Sex, Age, Education Level, Work Outsourcing, Presence of Pain, and Incapacity to perform everyday tasks. The factors were Organizational Measures (Work Pauses, Stressful Environment, Working Hours), Diagnosis (ICD classification), and Clinical Outcomes (Incapacity to Perform Everyday Tasks, Sick Leave Duration). Table 5 presents the ANOVA results, highlighting statistically significant associations ($p\text{-value} \leq 0.05$) between selected variables and the outcomes. Effect size (η^2) was computed to evaluate the strength of these associations, with interpretations as small ($\eta^2 \approx 0.01$), moderate ($\eta^2 \approx 0.50$), or large ($\eta^2 \geq 0.51$). The results showed significant associations between sick leave, age, working time, and ICD ($p\text{-value} \leq 0.05$). The remaining variables did not show an association ($p\text{-value} > 0.05$). The η^2 value indicates the proportion of variance in the outcome attributable to the tested factor. For instance, only 1% of the variance in pauses during work is explained by whether the worker is male or female. The remaining (99%) is due to other factors or randomness.

Table 5. The associations found between the studied variables, with the corresponding p -value, η^2 value, and the effect size.

Independent Variables	Factor	p -Value	η^2 Value	Effect Size
Sex (F)	Pauses during work	>0.05	0.01	small
	Stressful environment	>0.05	0.02	small
	Working more than 6 h/day	0.009	0.01	small
	Inability to perform everyday tasks	0.002	0.50	moderate
Age (>40)	Inability to perform everyday tasks	0.002	0.50	moderate
	Sick leave (time)	0.023	0.60	large
Education (complete primary education)	Outsourced work	>0.05	0.47	moderate
	Pauses during work	>0.05	0.06	small
	Repetitive movements	>0.05	0.03	small
	Stressful environment	>0.05	0.04	small
Presence of pain	Movements limitations	>0.05	0.30	moderate
	Inability to perform everyday tasks	>0.05	0.06	small
	Pauses during work	>0.05	0.05	small
	Stressful environment	>0.05	0.02	small
Inability to perform everyday tasks	Presence of pain	>0.05	0.05	small
	Stressful environment	>0.05	0.03	small
	ICD for soft tissue disorders	0.002	0.40	moderate

The analysis indicated several critical associations relevant to slaughterhouse workers. Female workers exhibited a moderate association with increased incapacity in everyday tasks, while workers over 40 showed a moderate association with increased incapacity and a high effect from longer sick leave durations. Additionally, lower education levels (primary education) were moderately associated with outsourced employment. The presence of pain showed a moderate correlation with movement limitations. Finally, the inability to perform everyday tasks was significantly correlated with diagnoses of soft tissue disorders, highlighting their considerable impact on worker functionality and underscoring the need for targeted ergonomic interventions and workplace policy enhancements.

4. Discussion

Managing and exploiting labor power is a fundamental contradiction inherent to the capitalist production system [35]. In pursuing mass production, businesses often employ workers at low wages to maximize profitability. While most cattle slaughter products cater to domestic consumption, government statistics on the meat industry primarily focus on export data. Such a scenario reflects Brazil's significant role in the global meat market

as one of the top producers and exporters [36]. Studies highlight the high prevalence of musculoskeletal injuries among slaughterhouse workers [29].

To carry out work, employees use the movements of their upper and lower limbs in most production process activities, which increases the incidence of occupational diseases [37]. It is worth emphasizing that most tasks carried out in slaughterhouses are classified as monotonous, repetitive, and physically demanding, which can lead to problems related to worker safety, comfort, and health [38]. Some studies used the Occupational Repetitive Actions (OCRA) checklist and found that the majority of tasks in slaughterhouses represented high ergonomic risk (56%) [28] and moderate risk (77% and 63%, respectively) [39,40].

We analyzed data from 820 slaughterhouse workers. We found that 51.34% of workers were male and 48.60% female. Both men and women are at risk of developing WMSD in slaughterhouses. In a study of slaughterhouses in Brazil [41], it was found that women predominantly worked in meatpacking plants. Moreover, a study recognized that in slaughterhouses, the OR of women feeling bodily discomfort was higher than that of men [42]. According to Overstreet et al. [43], musculoskeletal conditions are highly prevalent and impact females more frequently and more severely than males.

In the associations, we found that females were more vulnerable to breaks during work, experiencing stress, working more than six hours per day, and feeling incapable of completing everyday tasks. Long working hours without adequate pauses can become a risk factor for musculoskeletal disease [44]. Occupational stress can cause changes in nerves, hormones, and blood pressure, leading to increased musculoskeletal co-activation, thereby increasing the load on the musculoskeletal system and potentially inducing or aggravating musculoskeletal disorders (MSDs) [45]. In a systematic review study by Biswas et al. [46], women were at a higher risk of injury due to physical demands and repetitive tasks, and the relationship between repetitive tasks and absence was stronger among women.

Most of the workers in the present study were 40 years old or younger (60.96%). In another study [35], 44.00% of the analyzed population was between 18 and 25 years old, and less than 40.00% were over 40. The research included 925 workers from three poultry slaughterhouses, 575 women, and 350 men. A previous study found associations between age, inability to perform everyday tasks, and sick leave. A review study by Okunribido et al. [47] suggests that older workers are more susceptible to MSDs than young workers. However, for the authors, the propensity for injury among older workers depends more on the difference between work demands and their physical capacity to perform their jobs relative to their age. On the same path, Ducas et al. [48] suggest that efforts to reduce physical strain through work optimization should focus on matching task requirements to workers' physical abilities and addressing environmental factors rather than targeting interventions based on age categories. MSDs are typically associated with pain, limited mobility, and reduced dexterity, leading to early retirement from work and a reduced ability to participate fully in society [49].

The workers most affected in slaughterhouses are those who perform activities that require repetitive movements, inadequate postures, and intense physical effort, such as meat cutters, boners, packers, and machine operators. Damages to workers' health have developed historically and socially in response to economic growth and the diversification of production processes. The intensification of activities in the meatpacking sector led to the installation of new production units, the incorporation of units of all sizes to form large economic groups, an increase in formal employment, and, in addition, an increase in related accidents and work-related illnesses [50]. Another critical fact about slaughterhouses is that around 80% of the work activities carried out are in the standing position and performing manual activities, following the speed imposed by the production lines, which leads to

muscle fatigue and postural discomfort, resulting in the development of WMSD, one of the primary diseases that worsen the health of employees [51]. Tirloni et al. [42] concluded that workers were vulnerable to ergonomic risks due to repetitive movements and were more likely to develop upper limb work-related musculoskeletal disorders (WMSDs).

We found that a low level of education is associated with outsourced work, work-related stress, pauses during work, and repetitive movements. Previous research has emphasized that better education and training improve hygiene and preventive practices [52–54]. Slade and Alleyne [55] suggest that schooling enhances psychosocial well-being by equipping workers with coping mechanisms for the stresses of slaughterhouse work.

Pain is usually the first complaint of workers and a symptom of WMSD, followed by functional incapacity in the affected segment. We found strong associations between the presence of pain and movement limitations, the inability to perform everyday tasks, pauses during work, and stressful environments. Common symptoms of musculoskeletal disorders include pain, stiffness, swelling, and limited movement over the affected area [45]. Other symptoms related to WMSD may arise, such as lack of strength, cramps, tingling, loss of sleep, and limitation of daily life and household chores, so workers with these pathologies, in addition to muscle pain, feel the limitation of their health and suffer from being away from work [56]. Disability associated with musculoskeletal conditions has also been increasing worldwide and is projected to continue in the following decades [56].

Our results indicate a prevalence of soft tissue disorder (M70 through M79, Table 3). The majority of the workers had temporary disabilities (53.17%), while 5.73% had partial permanent disabilities, and 25.8% could not answer this question. Shoulder injury (M75) had a prevalence of occurrence (28.66%), followed by synovitis and tenosynovitis (M65). According to Reis and Moro [13], slaughterhouse workers feel body discomfort in their shoulders (45.00%), neck (29.00%), spine (26.00%), arms (23.00%), hands (20.00%), and fists (20.00%). After investigating meatpacking workers in Denmark, Sundstrup et al. [21] found a prevalence of pain in the neck, shoulder, elbow, and hand/wrist. Another study conducted by Busnello and Dewes [57] found that the most prevalent work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in slaughterhouse workers are those affecting the upper limbs and neck, including several conditions such as tenosynovitis, epicondylitis, carpal tunnel syndrome, synovial cysts, bursitis, and trigger finger.

Mechanical factors associated with prolonged stay in one position, repetitive movements, and trunk twisting trigger musculoskeletal pain, showing different symptoms varying in location, frequency, intensity, and cause [11]. Faoro et al. [58] also suggest a strong correlation between musculoskeletal pain and common mental disorders in workers, which was evaluated in a slaughterhouse with 1103 participants using the Nordic Musculoskeletal Symptom Questionnaire and the Self-Reporting Questionnaire (SRQ-20). The stressful work environment reveals a worrying scenario for companies and their employees [30].

Work-related musculoskeletal disorders (WRMSDs) frequently necessitate employees to take leave for medical treatment. A study conducted by Chamorra et al. [59] in Rio Grande do Sul, Brazil, slaughterhouses revealed that out of 1903 outpatient visits within a month, 366 (19.23%) were attributed to musculoskeletal complaints. Similarly, of 795 instances of work absenteeism, 195 (24.53%) were due to musculoskeletal issues, highlighting a significant concern. According to Dias et al. [55], absence from work is recognized as a therapeutic measure for employees who require rest, treatment, or to be removed from exposure to occupational risk factors associated with their condition. Such a move underscores the impact of inadequate working conditions on employee health and productivity. Tirloni et al. [60] theorize that work absenteeism due to illness arises when an individual's capacity to work is compromised, necessitating a cessation or interruption of

their duties. In the context of musculoskeletal disorders, this incapacity extends beyond the physical limitations imposed by the condition, affecting the individual's psychological and social well-being and ultimately leading to a multidimensional decline in overall health. This suggests a strong correlation between the deterioration of physical and psychological states in such cases.

When seeking to offer better working conditions for meatpacking workers, it is also essential to identify possible illnesses that affect these individuals. Bonetti et al. [61] indicate that work-related accidents are evident due to the injuries they cause and their causal relationship with the work activity. However, occupational diseases can be more challenging to identify and associate with the employee's profession. Merely meeting essential obligations may not ensure employee motivation or job satisfaction, potentially leading to diminished performance. Importantly, productivity is closely linked to employee motivation. Therefore, effective human resource management is crucial in mitigating occupational risks [62].

The work environment's influence on productivity is undeniable; the healthier and more favorable it is for employee well-being, the more productive the company will be [42]. Therefore, the company must prioritize processes and actions that promote a healthy and effective work environment. Safety laws and standards focus on the physical environment, as damage to a worker's health and even death can occur due to inadequate conditions. When there is harmony between the mind and body, an individual's well-being and motivation increase, enabling them to manage their emotions and relationships at work better [63].

It is possible to mitigate the risks associated with working in slaughterhouses through a structured, planned, and comprehensive approach to prevention, in which the employer invests in organizational, technical, and administrative measures to ensure the well-being of workers [64]. Bonetti et al. [29] emphasize that attention to workers' health is crucial in this profession, as a stressful work environment can profoundly adversely impact the employee's life. Therefore, the company must provide all necessary protective equipment, offer regular rest periods, and create a pleasant working environment, which can increase employee productivity while simultaneously reducing the number of accidents and negative health impacts.

Ferreira et al. [65] investigated solutions to enhance storage and shipping operations in a slaughterhouse, recognizing that this stage is characterized by high rates of absenteeism and illness among workers, which poses a significant health risk. Among the main threats to the industry's development, the team identified high turnover and labor shortages, which can be attributed to the freezing working environment, which leads to muscle stiffness, circulatory problems, reduced agility, and increased accident risks. Furthermore, the study showed a high rate of repetitive strain injuries in this production stage.

Matias and Moreira [63] highlight a concerning trend of inadequate occupational health and safety practices within businesses, indicating a failure to adhere to established legislation. Such a trend is evidenced by deficient medical records that impede accurate diagnosis of work-related illnesses, underutilization of mandatory Accident Reports (CATs), insufficient implementation of preventative measures against occupational disease progression, untimely medical examinations, and inadequate documentation within occupational health medical certificates. Such deficiencies have significant implications for worker well-being and labor standards enforcement.

However, despite the importance of communication, many companies fail to notify, aiming to conceal the incident and its effects. However, it is essential to highlight that the lack of declaration leads to significant problems, as without registration, the work accident is not included in the statistics, which can lead to underreporting and distortion of the

data necessary to manage this issue in the country [66]. As stated by Cusciano [27], it is the responsibility of the legal entity employer to communicate work accidents to the INSS (Brazilian Social Health Care System) through the issuance of the Work Accident Report (CAT), even in cases where the employee does not need to leave work. Its activities. Sá et al. [66] observed that reporting an accident at work is essential, as its consequences can affect various aspects, including social security, labor, the company's finances, and criminal matters.

In previous research, Chamorra et al. [59] noted that the lack of registration is evident in the absence of CAT for musculoskeletal disorders and in the discrepancy between cases of musculoskeletal complaints treated in the work environment. This discrepancy is strong evidence that these injuries are related to working conditions, as their etiology is associated with biomechanical overload resulting from biomechanical and psychosocial factors common in slaughterhouses. Complete reporting of WMSDs requires supportive public policies that guarantee workers can notify authorities or employers about their condition, free from fear of retaliation. Furthermore, corporations must actively address occupational illness risks, develop and institute preventative measures, and adhere to established protocols for reporting WMSD cases. Although the issue of underreporting of occupational injuries, particularly WMSDs, is acknowledged in Brazil's slaughterhouse industry, there is a lack of adequate regulatory enforcement to ensure accurate data collection and reporting. This deficiency hampers the development of responsive public health policies and preventive occupational safety programs. A more robust regulatory framework, including reforms to existing legislation such as the Consolidation of Labor Laws (CLT), is required to mandate independent auditing of injury reports and penalize non-compliance with mandatory Work Accident Reports (CATs).

International experiences indicate that enforcement mechanisms—such as surprise inspections, electronic injury logs, and publicly accessible safety records—improve transparency and employer accountability. For instance, OSHA in the United States mandates electronic submission of injury and illness records, allowing public scrutiny and targeted inspections [67]. Denmark complements mandatory reporting with participatory safety committees that regularly assess and address workplace risks [21]. Brazil could adopt similar measures by strengthening coordination among labor inspection agencies, public health institutions, and the Social Security System (INSS), ensuring more consistent and credible injury surveillance. In parallel, educational campaigns are necessary to empower workers to recognize WMSDs and report them without fear of retaliation.

The present study findings indicate the urgent need for preventative measures and actionable recommendations for policymakers and employers. These include (i) enforcing mandatory ergonomic risk assessments in slaughterhouses; (ii) implementing structured rest breaks and task rotation based on ergonomic principles; (iii) developing compulsory training programs for safe practices and appropriate use of personal protective equipment; (iv) strengthening mandatory reporting through the systematic issuance of Work Accident Reports (CATs); (v) creating incentive-based programs to reward compliance with health and safety standards; and (vi) integrating occupational health surveillance into national public health policies.

A comparative perspective reinforces the importance of these recommendations. The Occupational Safety and Health Administration (OSHA) has issued specific ergonomic guidelines for the meatpacking industry in the United States, emphasizing engineering controls, job redesign, and worker training to reduce repetitive strain injuries [67]. Denmark, known for its proactive occupational health system, mandates comprehensive ergonomic assessments and encourages worker participation in safety management through institutionalized committees [21,26]. These international practices demonstrate the value of

regulatory enforcement and participatory governance in reducing WMSDs. Aligning Brazil's regulatory framework with such standards could improve worker well-being and operational sustainability. Future research should assess the feasibility and impact of implementing these international benchmarks within the Brazilian context.

The current study has limitations. One limitation was the forms used to analyze the data; some were not completed, even though we analyzed only those containing all the necessary information. Additionally, the forms pertain to workers already with WMSD and on sick leave, as the data form collects information on notifiable diseases. However, we did not have information about today's clinical condition; therefore, the analysis refers to the time of registration. Also, the study selected some professions that may not be generalized to all professions in the field, so further studies are necessary to explore other professions related to slaughterhouses.

Injuries depend on tasks and working conditions, including organizational and psychosocial aspects. For example, intense, repetitive work in a stressful environment may overload musculoskeletal demands. An in-depth ergonomic analysis of working conditions and risks of musculoskeletal disorders is necessary for prevention, an aspect not addressed in the present study. Therefore, an in-depth ergonomic analysis of tasks and working conditions in each location is recommended for a better analysis.

The analysis was constrained by the available data source (official notification forms), which lacked information categorizing workers by specific slaughterhouse tasks such as cutting, packaging, or machine operation. Therefore, assessing the differential risk associated with distinct work activities was beyond the scope of this study and represents a limitation. A further limitation is the participants' absence of data regarding potential pre-existing health conditions. Although the study cohort consisted exclusively of workers diagnosed with WMSD, the utilized dataset did not contain information allowing for the analysis or control of pre-existing conditions that might influence WMSD development or presentation. Another limitation concerns the scope of the sex-based analysis. Although initial associations involving sex were identified, the study did not conduct a deeper exploration of potential differences in WMSD risk factors or outcomes between male and female participants using the available data. Further research explicitly investigating these sex-specific aspects is warranted.

Some other organizational aspects that may influence the WRMSD, such as rhythm and overtime work, were not investigated. Future studies should measure organizational variables in detail and analyze their association with body discomfort, in addition to the ergonomic analyses of tasks in actual working activities. Thus, the sample is related to a specific period (2007 to 2019); consequently, it limits the generalization of the data to all slaughterhouse workers in Brazil today. Conversely, this research was exploratory and contributed to the analysis of WRMSD risks in slaughterhouses in Brazil, as well as providing evidence of the need to promote deeper analyses and better working conditions.

5. Conclusions

The findings of this study reveal a high prevalence of Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) from the professions of slaughterers, butchers, and deboners among slaughterhouse workers in Brazil in the studied period (2007 to 2019), emphasizing the urgent need for preventive strategies. However, beyond recognizing the problem, proposing specific and actionable recommendations for policymakers and employers is essential. We suggest enforcing ergonomic standards through mandatory risk assessments and compliance audits, implementing structured rest breaks and task rotation guided by ergonomic principles, and developing targeted training programs focusing on safe work practices and the adequate use of protective equipment. Additionally, we recommend strength-

ening mandatory reporting mechanisms for work-related injuries, introducing incentive programs for companies that invest in occupational health, and integrating occupational risk surveillance into broader public health policies.

The present study supports the database's follow-up and the development of evidence-based policies and interventions that can significantly reduce the incidence of WMSDs in the meat processing industry. These measures will improve worker health and safety and enhance productivity and sustainability in this critical economic sector. Further studies should investigate other profiles of slaughterhouse workers, considering other variables as well.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/safety11020039/s1>.

Author Contributions: Conceptualization, V.A.M., H.J.M., I.d.A.N. and M.d.C.B.d.A.; methodology, H.J.M., I.d.A.N. and M.L.B.; software, M.L.B. and V.A.M.; validation, V.A.M., H.J.M. and L.D.P.; formal analysis, V.A.M., H.J.M., I.d.A.N., M.L.B. and M.d.C.B.d.A.; investigation, V.A.M., H.J.M. and L.D.P.; resources, H.J.M., I.d.A.N. and M.d.C.B.d.A.; data curation, H.J.M.; writing—original draft preparation, H.J.M., V.A.M. and L.D.P.; writing—review and editing, I.d.A.N. and M.d.C.B.d.A.; visualization, H.J.M. and M.L.B.; supervision, I.d.A.N. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding.

Institutional Review Board Statement: Ethical approval was not required for this study, as it exclusively involves secondary analysis of publicly available, anonymized data from Brazilian governmental sources. These data do not contain personal identifiers or information allowing the identification of individuals, thereby complying with ethical guidelines and national regulations.

Informed Consent Statement: It does not apply in this study.

Data Availability Statement: The dataset is available in the Supplementary Materials.

Acknowledgments: The Coordination of Superior Level Staff Improvement (CAPES and Capes/Prosup) for the MSc and PhD scholarships.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

1. Sundstrup, E.; Seeberg, K.G.V.; Bengtson, E.; Andersen, L.L. A systematic review of workplace ergonomic interventions to reduce musculoskeletal disorders. *J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 2390. [CrossRef]
2. Van der Molen, H.F.; Foresti, C.; Daams, J.G.; Frings-Dresen, M.H.; Kuijer, P.P.F. Work-related risk factors for specific shoulder disorders: A systematic review and meta-analysis. *Occup. Environ. Med.* **2021**, *78*, 681–690. [CrossRef] [PubMed]
3. Oakman, J.; Neupane, S.; Proper, K.I.; Kinsman, N.; Nygård, C.H. Workplace interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis. *Scand. J. Work Environ. Health* **2022**, *48*, 259–272. [CrossRef]
4. WHO/ILO—World Health Organization & International Labour Organization. *WHO/ILO Joint Estimates of the Work-Related Burden of Disease and Injury, 2000–2016: Global Monitoring Report*; WHO; ILO: Geneva, Switzerland, 2021. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945> (accessed on 19 April 2025).
5. Campos, A.L.; Ignácio, A.R.A.; Oliveira Junior, E.S.; Lázaro, W.L. The advance of pesticides in Brazil and their impacts on health and the environment. *RAMA* **2021**, *14*, 1–15. [CrossRef]
6. ABRAFRIGO. Statistics. Available online: <https://www.abrafrigo.com.br/> (accessed on 10 March 2024).
7. ABPA. Brazilian Association of Animal Protein. Summary of the Poultry Sector: Brazil Poultry. Available online: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/RA_2024_ABPA_ingles_avicultura.pdf (accessed on 9 November 2024).
8. Jones, G. Impact of trade policies, tariffs, and sanitary and phytosanitary regulations on international livestock trade and market access for livestock producers in Brazil. *J. Livest. Policy* **2024**, *3*, 42–52. [CrossRef]
9. Gandon, L.F.M.; Ferraz, R.R.N.; Pavan, L.M.B.; Zaions, A.P.D.R.E. Reduction of accidents at work and absenteeism with ergonomic improvements in a South Brazilian fridge company. *REGES* **2017**, *8*, 92–113.

10. Johnson, P.; Lee, K. Work intensification and its impact on occupational health: A review. *Int. J. Workplace Health Manag.* **2021**, *13*, 341–356. [CrossRef]
11. Ricco, M.; Signorelli, C. Personal and occupational risk factors for carpal tunnel syndrome in meat processing industry workers in Northern Italy. *Med. Prac.* **2017**, *68*, 199–209. [CrossRef]
12. Cook, E.A.J.; de Glanville, W.A.; Thomas, L.F.; Kariuki, S.; Bronsvort, B.M.d.C.; Fèvre, E.M. Working Conditions and Public Health Risks in Slaughterhouses in Western Kenya. *BMC Public Health* **2017**, *17*, 14. [CrossRef]
13. Reis, P.; Moro, A. Preventing RSI/WMSD: Use of esthesiometry to assess hand tactile sensitivity of slaughterhouse workers. *Work* **2012**, *41*, 2556–2562. [CrossRef]
14. Kaka, B.; Idowu, O.; Fawole, H.; Adeniyi, A.; Ogwumike, O.; Toryila, M. An Analysis of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Butchers in Kano Metropolis, Nigeria. *Saf. Health Work* **2016**, *7*, 218–224. [CrossRef] [PubMed]
15. Hancharoenkul, B.; Joseph, L.; Khamwong, P.; Pirunsan, U. An investigation of the prevalence of work-related musculoskeletal pain and related disability among poultry slaughterhouse workers: A cross-sectional study. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **2022**, *96*, 463–472. [CrossRef]
16. Sompan, R.; Keeratisiroj, O.; Aungudornpukdee, P.; Mahaboonpeeti, R. Prevalence of work-related musculoskeletal disorders and ergonomic risk assessment among production workers of pig slaughterhouse in the town municipality of Ang Thong, Thailand. *IJOSH* **2024**, *14*, 69–76. [CrossRef]
17. MacDonald, W.; Oakman, J. The problem with “ergonomics injuries”: What can ergonomists do? *Appl. Ergon.* **2022**, *103*, 103774. [CrossRef]
18. Tang, K.H.D. The prevalence, causes, and prevention of occupational musculoskeletal disorders. *GAJRC* **2022**, *4*, 56–68. [CrossRef]
19. Lobo, T.A. Indecent work and pandemic: The JBS Aves case in Passo Fundo. *Tessituras* **2020**, *8*, 71–78. Available online: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/tessituras/article/view/18908/11453> (accessed on 13 December 2023). [CrossRef]
20. Ursachi, C.S.; Munteanu, F.; Cioca, G. The Safety of slaughterhouse workers during the pandemic crisis. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* **2021**, *18*, 2633. [CrossRef]
21. Sundstrup, E.; Jakobsen, M.D.; Jay, K.; Andersen, L.L. High intensity physical exercise and pain in the neck and upper limb among slaughterhouse workers: Cross-sectional study. *Biomed. Res. Int.* **2014**, *2014*, 218546. [CrossRef]
22. Marra, G.C.; Cohen, S.C.; Cardoso, T.A.O. Reflections on work in slaughterhouses and its impacts on workers’ health. *Trab. Educ.* **2019**, *28*, 231–243. [CrossRef]
23. Rosso, S.D.; Cardoso, A.C.M. Intensidade do Trabalho: Questões Conceituais e Metodológicas. *Soc. Estado* **2015**, *30*. Available online: <https://www.scielo.br/j/se/a/RNpccfSrCBTFhVcpZWWhqTLF/?lang=pt> (accessed on 13 March 2024).
24. Barros, C.J. Government, Congress and Industry Mobilize to Review Protections for Meatpacking Workers; Repórter Brasil. Available online: <https://reporterbrasil.org.br/2021/04/governo-congresso-e-industria-se-mobilizam-para-rever-protecoes-a-trabalhadores-de-frigorificos/> (accessed on 10 March 2024).
25. Villalobos, A.; Mac Cawley, A. Prediction of slaughterhouse workers’ RULA scores and knife edge using low-cost inertial measurement sensor units and machine learning algorithms. *Appl. Ergon.* **2021**, *98*, 103556. [CrossRef] [PubMed]
26. Andersen, L.L.; Vinstrup, J.; Sundstrup, E. Combined ergonomic exposures and development of musculoskeletal pain in the general working population: A prospective cohort study. *Scand. J. Work Environ. Health* **2021**, *47*, 287–295. [CrossRef] [PubMed]
27. dos Reis, D.C.; Ramos, E.; Reis, P.F.; Hemberger, P.K.; Gontijo, L.A.; Moro, A.R.P. Assessment of risk factors of upper-limb musculoskeletal disorders in poultry slaughterhouse. *Procedia Manuf.* **2015**, *3*, 4309–4314. [CrossRef]
28. Bonetti, L.; Tirloni, A.S.; Moro, A.R.P. Exertion perception when performing cutting tasks in poultry slaughterhouses: Risk assessment of developing musculoskeletal disorders. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 9534. [CrossRef]
29. Hulshof, C.T.; Pega, F.; Neupane, S.; van der Molen, H.F.; Colosio, C.; Daams, J.G.; Descatha, A.; Kc, P.; Kuijer, P.P.; Mandic-Rajcevic, S.; et al. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Environ. Int.* **2021**, *146*, 106157. [CrossRef]
30. Guillard, R.; Cruz, R.M.; Kaszubowski, E. Psychometric Properties of the Psychological Factors of Diseases Related Work Inventory: A Study with Workers of the Meat Processing Industry. *Psico-USF* **2018**, *23*, 539–554. [CrossRef]
31. Ribeiro, H.P. Repetition Strain Injury (RSI): An emblematic illness. *Cad. Saúde Pública* **1997**, *13*, S85–S93. [CrossRef]
32. ILO—International Labour Organization. Decent Work SmartLab Series 2022: Reported Work-Related Accidents and Deaths Increase Again in 2021. Available online: <https://www.ilo.org/resource/news/decent-work-smartlab-series-2022-reported-work-related-accidents-and-deaths> (accessed on 13 March 2023).
33. SINAN. Files SINAN—DRT. SINAN Work-Related Diseases Forms. 2020. Available online: <http://www.ccvisat.ufba.br/fichas-sinan-drt/> (accessed on 10 June 2023).

34. Cusciano, D.T. *Acidentes de Trabalho no Brasil: História, Regulação e Judicialização*. Ph.D. Thesis, (Doctorate in Public Administration and Government)—Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brazil, 2020; p. 316. Available online: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/28832/ACIDENTES%20DE%20TRABALHO%20NO%20BRASIL_%20HIST%C3%93RIA,%20REGULA%C3%87%C3%83O%20E%20JUDICIALIZA%C3%87%C3%83O.pdf?sequence=1&isAllowed=y%3E (accessed on 8 April 2024).
35. Smith, J. *Imperialism in the Twenty-First Century: Globalization, Super-Exploitation, and Capitalism's Final Crisis*; Monthly Review Press: New York, NY, USA, 2016; 382p.
36. Descatha, A.; Roquelaure, Y.; Chastang, J.-F.; Evanoff, B.; Cyr, D.; Leclerc, A. Work, a prognosis factor for upper extremity musculoskeletal disorders? *Occup. Environ. Med.* **2009**, *66*, 351–352. [CrossRef]
37. Stock, S.R.; Nicolakakis, N.; Vézina, N.; Vézina, M.; Gilbert, L.; Turcot, A.; Beaucage, C. Are work organization interventions effective in preventing or reducing work-related musculoskeletal disorders? A systematic review of the literature. *Scand. J. Work Environ. Health* **2018**, *44*, 113–133. [CrossRef]
38. Sardá, S.; Ruiz, R.C.; Kirtschig, G. Juridical tutelage concerning the health of meat packing workers: Public service considerations. *Acta Fisiatr.* **2009**, *16*, 59–65.
39. Reis, D.C.; Moro, A.R.P.; Ramos, E.; Reis, P.F. Upper Limbs Exposure to Biomechanical Overload: Occupational Risk Assessment in a Poultry Slaughterhouse. In *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors*, 1st ed.; Goonetilleke, R., Karwowski, W., Eds.; Springer International Publishing: Orlando, FL, USA, 2016; pp. 275–282.
40. Reis, D.C.; Tirloni, A.S.; Ramos, E.; Moro, A.R.P. G3-2-Assessment of risk factors of upper-limb Musculoskeletal Disorders in a chicken slaughterhouse. *Jpn. J. Ergon.* **2017**, *53*, S458–S461. [CrossRef]
41. Marques, J.C.; Ribeiro, M.M.; Rigolin-Sá, O. Profile of workers in a poultry refrigerator, their musculoskeletal complaints and ergonomic compatibility. *Cienc. Prax.* **2018**, *11*, 37–42.
42. Tirloni, A.S.; dos Reis, D.C.; Borgatto, A.F.; Moro, A.R.P. Association between perception of bodily discomfort and individual and work organisational factors in Brazilian slaughterhouse workers: A cross-sectional study. *BMJ Open* **2019**, *9*, e022824. [CrossRef]
43. Overstreet, D.S.; Strath, L.J.; Jordan, M.; Jordan, I.A.; Hobson, J.M.; Owens, M.A.; Williams, A.C.; Edwards, R.R.; Meints, S.M. A Brief Overview: Sex differences in prevalent chronic musculoskeletal conditions. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2023**, *20*, 4521. [CrossRef]
44. Kamijantono, H.; Sebayang, M.M.; Lesmana, A. Risk factors and ergonomic influence on musculoskeletal disorders in the work environment. *J. La Medihaltico* **2024**, *5*, 660–670. [CrossRef]
45. Li, X.; Yang, X.; Sun, X.; Xue, Q.; Ma, X.; Liu, J. Associations of musculoskeletal disorders with occupational stress and mental health among coal miners in Xinjiang, China: A cross-sectional study. *BMC Public Health* **2021**, *21*, 1327. [CrossRef] [PubMed]
46. Biswas, A.; Harbin, S.; Irvin, E.; Johnston, H.; Begum, M.; Tiong, M.; Apedaile, D.; Koehoorn, M.; Smith, P. Differences between men and women in their risk of work injury and disability: A systematic review. *Am. J. Ind. Med.* **2022**, *65*, 576–588. [CrossRef]
47. Okunribido, O.O.; Wynn, T.; Lewis, D. Are older workers at greater risk of musculoskeletal disorders in the workplace than young workers?—A literature review. *Occup. Ergonomics* **2011**, *10*, 53–68. [CrossRef]
48. Ducas, J.; Mathieu, J.; Drouin, M.; Sobczak, S.; Abboud, J.; Descarreaux, M. The influence of workload on muscle fatigue, tissue properties, and postural stability in older and younger workers. *PLoS ONE* **2025**, *20*, e0316678. [CrossRef]
49. WHO. Fact Sheet Musculoskeletal Health. Published 14 July 2022. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions> (accessed on 20 August 2024).
50. Ruschel, M.S.; Moreira, S.M. Work-related musculoskeletal disorders (RSI/WMSDs) are the main cause of absence of workers in poultry slaughterhouses. In Proceedings of the III CONAPE—National Congress of Research in Applied Social Sciences, Unioeste, Francisco Beltrão, Brazil, 10 September 2014. Available online: https://cac-php.unioeste.br/eventos/conape/anais/iii_conape/Arquivos/Artigos/Artigoscompletos/ADMINISTRACAO/15.pdf (accessed on 26 December 2024). (In Portuguese).
51. Boritza, O.R.; Aleixo, A.D.; Junkes, M.B.; de Oliveira, N.D.A.; Borchardt, G.M. Absenteeism in the meatpacking industry: A case study at the Globoaves meatpacking plant in the municipality of Espigão do Oeste/RO. In Proceedings of the International Congress of Administration—ADM, Ponta Grossa, Paraná, Brazil, 25–27 October 2021. Available online: https://admpg.com.br/2021/anais/arquivos/09102021_190931_613be137ee00a.pdf (accessed on 10 March 2023).
52. Mothershaw, A.; Consolacion, F.; Kadim, I.; Raisi, A. The role of education and training levels of slaughterhouse workers in the cross-contamination of carcasses. *Int. J. Postharvest Technol. Innov.* **2006**, *1*, 142–154. [CrossRef]
53. Nyamakwere, F.; Muchenje, V.; Mushonga, B.; Kandiwa, E.; Makepe, M.; Mutero, G. Evaluation of meat safety knowledge, attitudes and practices among slaughter house workers of Amathole District in eastern Cape Province, South Africa. *J. Food Safe Hyg.* **2017**, *3*, 1–2. Available online: <https://repository.unam.edu.na/server/api/core/bitstreams/53f389b1-cc57-4104-8931-e379c983daf9/content> (accessed on 26 December 2024).
54. Slade, J.; Alleyne, E. The psychological impact of slaughterhouse employment: A Systematic Literature Review. *TVA* **2021**, *24*, 429–440. [CrossRef] [PubMed]

55. Dias, N.F.; Tirloni, A.S.; Reis, D.C.; Moro, A.R.P. Risk of slaughterhouse workers developing work-related musculoskeletal disorders in different organizational working conditions. *Int. J. Ind. Ergon.* **2020**, *76*, 102929. [CrossRef]
56. Bonfiglioli, R.; Caraballo-Arias, Y.; Salmen-Navarro, A. Epidemiology of work-related musculoskeletal disorders. *Curr. Opin. Epidemiol. Public Health* **2022**, *1*, 18–24. [CrossRef]
57. Busnello, G.E.; Dewes, M. Musculoskeletal disorders work-related to chickens fridge's workers. *Braz. J. Surg. Clin. Res.* **2013**, *4*, 27–32. Available online: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20130929_212933.pdf (accessed on 3 March 2024).
58. Faoro, M.W.; Olinto, M.T.A.; Paniz, V.M.V.; Macagnan, J.; Henn, R.L.; Garcez, A.; Pattussi, M.P. Work-related musculoskeletal pain and its association with common mental disorders among employees of a poultry producing company in Southern Brazil. *Rev. Bras. Med. Trab.* **2018**, *16*, 136–144. [CrossRef]
59. Chamorra, B.H.M.; Dotto, P.G.J.; Straus, D.I.M.; da Santos, S.C.; Macieli, M.F.; Gatti, E.J.L.; dos Santos, M.A.C. Underreporting of musculoskeletal disorders in slaughterhouses in Rio Grande do Sul. *Bol. Epidemiol.* **2017**, *19*, 6–8. Available online: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1123104> (accessed on 8 March 2023).
60. Tirloni, A.S.; Dos Reis, D.C.; Dias, N.F.; Moro, A.R.P. The use of personal protective equipment: Finger temperatures and thermal sensation of workers' exposure to cold environment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2018**, *15*, 2583. [CrossRef]
61. Bonetti, L.C.; Zanini, J.F.D.; Bassetto, E.L.; Finocchio, M.A.F.; Modesto, R.A. The importance of using PPE in reducing work accidents in slaughterhouses and meat processing companies. In Proceedings of the IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Ponta Grossa, Paraná, Brazil, 15–17 July 2019. Available online: https://aprepro.org.br/combrepo/2019/anais/arquivos/09272019_150938_5d8e4e463f38e.pdf (accessed on 3 March 2024).
62. Karimi, Z.; Mazloumi, A.; Sharifnezhad, A.; Jafari, A.H.; Kazemi, Z.; Keihani, A.; Mohebbi, I. Determining the interactions between postural variability structure and discomfort development using nonlinear analysis techniques during prolonged standing work. *Appl. Ergon.* **2021**, *96*, 103489. [CrossRef]
63. Matias, J.L.N.; Moreira, A.L.M. Contemporary company and the work environment: The duty of protection beyond the national and monetizing issue. *Rev. Jur. FA7* **2021**, *18*, 107–122. [CrossRef]
64. Januário, P.L.; Rodolpho, D. Risks and accidents of work in refrigerators in Brazil. *Rev. Inter. Tecnol.* **2021**, *18*, 690–700. [CrossRef]
65. Ferreira, E.P.; Gruber, C.; Merino, E.A.D.; Merino, G.S.A.D.; Vergara, L.G.L. Strategic management in slaughterhouses: Application of SWOT analysis in the storage and shipping stage. *Gest. Prod.* **2019**, *26*, e3147. [CrossRef]
66. Sá, A.T.N.; Gomide, M.H.M. Work accidents: Their legal repercussions, social security impacts and importance of management in control and prevention: A systematic literature review. *Rev. Med. Minas Gerais* **2017**, *27*. Available online: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/40036> (accessed on 3 April 2024).
67. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Ergonomics for the Prevention of Musculoskeletal Disorders: Guidelines for Meatpacking Plants. U.S. Department of Labor. Available online: <https://www.osha.gov/publications/OSHA3123> (accessed on 19 April 2025).

Disclaimer/Publisher's Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

4.7.2 Artigo 2

O artigo a seguir, “Riscos Musculoesqueléticos na Cadeia de Proteína Animal no Brasil: Panorama Regional e Implicações para a Saúde Ocupacional (2006 - 2024)” submetido ao XLV Encontro Nacional de Engenharia de Produção e aguardando aprovação, e elaborado a partir de uma nova extração de dados do SINAN, investiga a incidência e distribuição geográfica dos riscos musculoesqueléticos na cadeia de proteína animal no Brasil entre 2006 e 2024 com base em dados do SINAN, o estudo oferece um panorama quantitativo, descritivo e exploratório sobre os afastamentos médicos relacionados a distúrbios osteomusculares em atividades de criação, abate e processamento de carnes.

A relevância desta pesquisa reside na identificação dos códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) mais frequentes, como M75 (lesões de ombro) e Z57 (exposição ocupacional a riscos), que representam 45% dos registros cada, seguidos por M54 (dorsalgia, 15%), M65 (sinovite e tenossinovite, 11%) e G56 (mononeuropatias periféricas, 6%). Conjuntamente, a concentração de 85% das notificações nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste destaca padrões epidemiológicos distintos, intrinsecamente ligados à concentração industrial e aos riscos ergonômicos inerentes a essas atividades laborais.

Riscos Musculoesqueléticos na Cadeia de Proteína Animal no Brasil: Panorama Regional e Implicações para a Saúde Ocupacional (2006 - 2024)

Vando Aparecido Monteiro (Universidade Paulista)

Lilian Dias Pereira (Universidade Paulista)

Hércules José Marzoque (Universidade Paulista)

Rimena Canuto Oliveira (Universidade Paulista)

Irenilza de Alencar Nääs (Universidade Paulista)



Este estudo analisou a incidência e a distribuição geográfica dos principais códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) vinculados a distúrbios osteomusculares em trabalhadores da cadeia produtiva de proteína animal no Brasil entre 2006 e 2024. A pesquisa seguiu um delineamento quantitativo, descritivo, longitudinal e exploratório, com dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), abrangendo atividades de criação, abate e processamento de carnes em todas as regiões brasileiras. A variável central foi o afastamento médico de pelo menos um dia, classificado segundo os códigos da CID-10. Os resultados apontaram predominância dos códigos M75 (lesões de ombro) e Z57 (exposição ocupacional a riscos), ambos com 22% dos registros, seguidos por M54 (dorsalgia, 15%), M65 (sinovite e tenossinovite, 11%) e G56 (mononeuropatias periféricas, 6%). Regionalmente, 85% das notificações concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, com maior prevalência de M75 no Sul e Centro-Oeste e de Z57 no Nordeste. Os achados evidenciam padrões epidemiológicos distintos, associados à concentração industrial e aos riscos ergonômicos das atividades laborais.

Palavras-chave: Saúde Ocupacional, Ergonomia, Fatores psicossociais, Epidemiologia regional, Afastamentos laborais, Agravos musculoesqueléticos.

1. Introdução

O Brasil ocupa posição de destaque no mercado internacional de carnes, sendo o segundo maior produtor mundial de frango e um dos principais exportadores de proteína animal, com forte base agroindustrial sustentada por cadeias produtivas regionalizadas (ABPA, 2024). A elevada concentração dessas atividades está associada a condições operacionais que impõem exigências ergonômicas significativas, com destaque para os riscos relacionados à repetitividade, força física e posturas inadequadas presentes nas linhas de produção (Fundacentro, 2023). O desenvolvimento dessas cadeias produtivas está vinculado a sistemas de trabalho intensivos, nos quais predominam o esforço físico localizado, os ciclos operacionais curtos e o uso contínuo de ferramentas cortantes, que contribuem para o aumento da incidência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Tirloni et al., 2020). No cenário internacional, tais agravos são reconhecidos como as principais causas de incapacidade temporária ou permanente no setor industrial, segundo análises conduzidas pela Occupational Safety and Health Administration (OSHA, 2023).

No Brasil, os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORTs) figuram entre os agravos mais notificados nos registros oficiais de saúde ocupacional, sendo responsáveis por elevadas taxas de afastamento e reintegração funcional comprometida, conforme apontado pela Fundacentro (2023). Esses afastamentos acarretam impactos socioeconômicos relevantes, tanto para os trabalhadores quanto para as empresas, exigindo intervenções baseadas em dados clínico-epidemiológicos confiáveis (WHO & ILO, 2021). As diretrizes nacionais de prevenção apontam a ergonomia como elemento central para a organização do trabalho em ambientes produtivos de risco, devendo incluir a avaliação de fatores físicos, cognitivos e psicossociais (Brasil, 2021). A presença predominante de diagnósticos como tenossinovites, capsulites e síndromes compressivas está diretamente associada à repetição mecânica de movimentos e à ausência de pausas fisiológicas nas linhas de produção, o que foi observado em auditorias conduzidas por Villalobos & Mac Cawley (2022). Nesse sentido, a análise da distribuição territorial dos adoecimentos musculoesqueléticos permite compreender como fatores produtivos, organizacionais e institucionais se articulam na configuração dos riscos ocupacionais (Maatwk, 2025). Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar os códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) mais frequentes relacionados a agravos osteomusculares na cadeia produtiva de proteína animal no Brasil e analisar sua distribuição regional entre os anos de 2006 e 2024, com base nos dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

2. Referencial Teórico

O setor de abate e processamento de carnes no Brasil apresenta alta densidade industrial, com destaque para os estados do Sul e Sudeste, que concentram o maior número de estabelecimentos sob Serviço de Inspeção Federal (SIF) para aves e suínos (ABPA, 2024). Essa estrutura contribui para maior formalização e registro de agravos nos sistemas de vigilância em saúde (Fundacentro, 2023). Os distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho configuram a principal causa de afastamentos prolongados em ambientes com alta exigência física, como frigoríficos (OSHA, 2023). Globalmente, cerca de 39% das doenças ocupacionais são atribuídas a DORTs, fortemente associadas à repetitividade, força localizada e ausência de pausas (WHO & ILO, 2021).

A Norma Regulamentadora nº 17 (Brasil, 2021) determina que a ergonomia no trabalho deve integrar fatores físicos, cognitivos e psicossociais como medida preventiva. Evidências indicam que a exposição contínua a ciclos produtivos intensos, sem pausas ou rodízio, favorece a cronificação das lesões (Tirloni et al., 2020). Lesões como síndrome do túnel do carpo e capsulite adesiva são frequentes em trabalhadores expostos à manipulação repetitiva de ferramentas cortantes em ritmo elevado (Villalobos & Mac Cawley, 2022). A intensificação da carga física é agravada por metas rígidas e baixa autonomia decisória no ambiente produtivo (Macdonald & Oakman, 2022).

A utilização da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) é recomendada como instrumento para ações de vigilância e análise epidemiológica do trabalho (Brasil, 2024a). A ausência de registros formais, como a Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), compromete a confiabilidade dos dados e dificulta o dimensionamento dos agravos (Marra et al., 2019).

A subnotificação decorre de fatores como medo de retaliação e vínculos laborais frágeis, prejudicando a efetividade das políticas de prevenção (Andersen et al., 2021). A concentração de vínculos formais em áreas com maior densidade produtiva reforça a importância de uma abordagem regionalizada das notificações (RAIS, 2024a). A efetividade das ações preventivas depende da articulação entre ergonomia, gestão e participação ativa dos trabalhadores (Sompan et al., 2024).

3. Metodologia

O presente estudo é de natureza quantitativa, descritiva, longitudinal e exploratória, e teve como objetivo identificar os códigos da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) mais incidentes entre trabalhadores da cadeia produtiva de proteína animal no Brasil, relacionados a DORTs no período de 2006 a 2024. Para tanto, foram analisados dados secundários

provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), uma base pública que consolida registros de notificação compulsória de agravos à saúde em âmbito nacional. A base inicial obtida continha 133.424 registros distribuídos em 93 colunas, representando notificações realizadas em todas as regiões do país.

A abordagem quantitativa foi escolhida por possibilitar a mensuração objetiva da frequência dos diagnósticos, enquanto o caráter descritivo permitiu caracterizar a distribuição dos agravos registrados. O delineamento longitudinal possibilitou o acompanhamento da evolução temporal dos agravos durante dezenove anos consecutivos, e a dimensão exploratória direcionou a investigação dos padrões de recorrência dos códigos CID-10, sem formulação prévia de hipóteses.

O processo de tratamento dos dados compreendeu várias etapas sequenciais. Inicialmente, foi adicionada uma coluna extra para a inserção de uma sequência numérica única em cada registro, e a base, composta por 133.424 registros distribuídos em 93 colunas, passou por uma primeira triagem com a exclusão de 13 planilhas acessórias não pertinentes ao objetivo do estudo. Identificaram-se, então, os registros vinculados às atividades da cadeia produtiva de proteína animal, considerando a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

Em seguida, foram selecionadas as variáveis relevantes, reduzindo o número de colunas de 93 para 55. Para uniformizar a base, todas as células vazias nas variáveis selecionadas foram preenchidas com o termo "ignorado", antes da continuidade do refinamento dos registros.

O tempo de afastamento, originalmente registrado em diferentes unidades (horas, dias, meses ou anos), foi padronizado para dias, aplicando-se as seguintes conversões: valores em horas foram divididos por 24; valores em dias foram mantidos; valores em meses foram multiplicados por 30; e valores em anos foram multiplicados por 365. Registros que apresentavam tempo sem unidade definida, unidade sem valor associado ou afastamento inferior a um dia foram descartados. Foram também removidos registros que apresentavam afastamentos incoerentes com a prática laboral, correspondendo a 32.850 dias (90 anos) e 21.900 dias (60 anos).

A variável idade não estava disponível de forma direta no banco de dados, sendo necessário calcular a idade aproximada a partir da subtração entre o ano da notificação e o ano de nascimento informado. Após essa etapa, foram excluídos os registros de trabalhadores com idades entre 0 e 17 anos, bem como aqueles com idades superiores a 108 anos. Após a conclusão de todas as etapas de refinamento, a base final foi composta por 41 colunas, embora nem todas tenham sido utilizadas na análise, limitando-se àquelas listadas na Tabela 1, diretamente relacionadas ao objetivo da pesquisa.

Tabela 1 – Variáveis investigadas na análise dos afastamentos.

Variável independente	Descrição
Afastamento médico	Licença médica igual ou superior a 1 dia
Diagnóstico	Doença (conforme a Classificação Internacional de Doenças – CID-10)
Estado e município	Todas as cidades e estados
Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)	Códigos CNAE relacionados às atividades da cadeia produtiva de proteína animal

Fonte: Autores (2025).

Os dados organizados foram analisados utilizando o software Microsoft Excel, por meio da construção de tabelas dinâmicas, gráficos e aplicação de fórmulas estatísticas básicas. As análises foram direcionadas para a identificação dos CIDs mais incidentes, considerando a evolução histórica dos agravos e a distribuição percentual ao longo do período estudado.

Os dados foram estruturados e organizados no software Microsoft Excel, permitindo a segmentação das informações por região, CID e período analisado. A partir dessa base, foram construídas tabelas, gráficos e aplicadas funções para identificar os CIDs mais incidentes, acompanhando a evolução histórica dos agravos e sua distribuição percentual ao longo do período estudado.

A pesquisa utilizou exclusivamente dados públicos, secundários e anonimizados, não envolvendo coleta direta de informações de indivíduos. Todas as etapas do estudo seguiram rigorosamente os princípios de integridade científica e de proteção à privacidade dos trabalhadores.

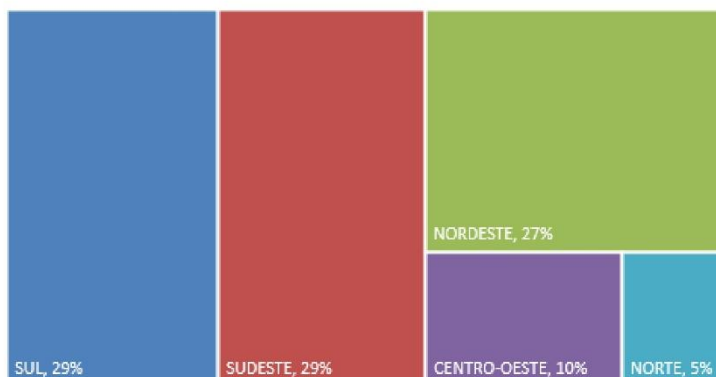
O processo de exclusão de registros classificados como inconsistentes, incluindo aqueles em que a idade foi estimada a partir do ano de nascimento subtraído do ano da notificação, embora necessário para garantir a coerência das informações utilizadas, pode ter provocado alterações na composição da amostra e influenciado a distribuição final dos casos analisados. Os resultados obtidos permitem identificar padrões de ocorrência e tendências ao longo do período analisado, não sendo possível estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas.

4. Resultados

A seção de resultados tem início com a apresentação da distribuição regional das notificações de sintomas osteomusculares registradas na cadeia produtiva de proteína animal entre 2006 e 2024. Essa análise buscou evidenciar o volume de registros por macrorregião brasileira, permitindo observar a concentração geográfica dos casos reportados no período.

Na Figura 1, encontra-se a proporção de notificações distribuídas entre as cinco grandes regiões do Brasil.

Figura 1 – Distribuição regional dos registros de sintomas osteomusculares (2006–2024)



Fonte: Autores (2025)

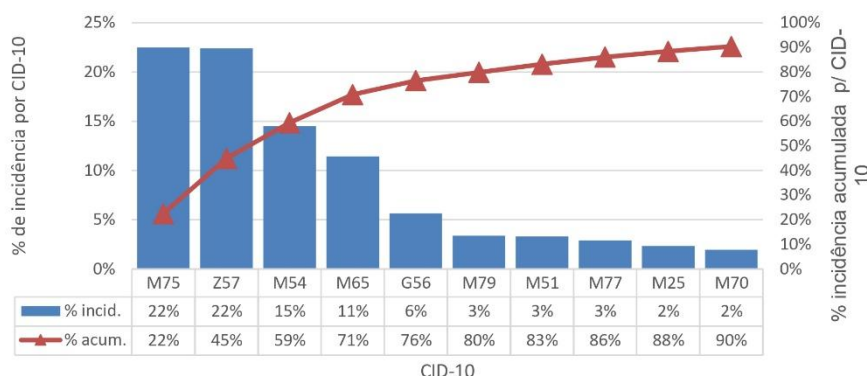
Em 2024, conforme dados da RAIS, as regiões Norte (+5,7%), Nordeste (+4,9%) e Centro-Oeste (+4,4%) apresentaram os maiores crescimentos percentuais no número de vínculos formais, enquanto os maiores volumes de agravos permaneceram concentrados nas regiões com maior parcela da força de trabalho formal, como o Sudeste (51,0%) e o Sul (18,4%) (RAIS, 2024). É importante destacar que esses dados abrangem o total de vínculos formais por região, sem distinção específica dos estabelecimentos pertencentes aos subsetores analisados neste estudo, o que limita uma correlação mais precisa entre o crescimento setorial e a incidência dos agravos notificados.

Os registros de sintomas osteomusculares notificáveis na cadeia produtiva de proteína animal estiveram distribuídos entre as cinco grandes regiões brasileiras (Figura 1). As regiões Sul e Sudeste concentraram, cada uma, 29% do total de notificações, seguidas pela região Nordeste, com 27%. A Centro-Oeste registrou 10% dos casos, enquanto a Norte apresentou a menor participação, com 5%. A linha de frequência acumulada indica que 85% das notificações estiveram concentradas nas três regiões com maiores percentuais.

A Classificação Internacional de Doenças (CID-10) é instrumento fundamental para monitorar os agravos relacionados ao trabalho e identificar padrões de adoecimento por região. Neste estudo, analisou-se a distribuição dos códigos CID-10 vinculados a sintomas osteomusculares, com foco nas regiões brasileiras com maior volume de notificações na cadeia produtiva de proteína animal. A Figura 2 apresenta os principais códigos registrados nesse contexto. O gráfico apresentado é composto por duas séries de dados: a variável “% incid.” representada

por barras, exibe a incidência percentual de cada código CID-10 em relação ao total de notificações; a variável “% acum.” representada por uma linha com marcadores, ilustra a incidência acumulada dos diagnósticos ao longo da distribuição apresentada. O gráfico utiliza dois eixos verticais: o da esquerda indica a frequência percentual individual por CID-10, enquanto o da direita apresenta a frequência acumulada correspondente. Essa configuração permite visualizar, simultaneamente, a contribuição de cada diagnóstico isoladamente e seu peso acumulativo no total de registros analisados.

Figura 2 – Códigos CID mais frequentes em sintomas osteomusculares (2006–2024)



Fonte: Autores (2025).

Os resultados em “% incid.” mostram que os códigos M75 (lesões de ombro) e Z57 (exposição ocupacional a riscos) apresentaram as maiores proporções, cada um correspondendo a 22% das notificações. Em sequência, os códigos M54 (dorsalgia) e M65 (sinovite e tenossinovite) representaram, respectivamente, 15% e 11% do total. O diagnóstico G56 (mononeuropatias periféricas) contribuiu com 6%, enquanto os demais códigos (como M79, M51, M77, M25 e M70) exibiram frequências entre 2% e 3%. A análise da curva acumulada em “% acum.” indica que os cinco primeiros diagnósticos totalizaram 76% dos casos, evidenciando a concentração dos registros em um número limitado de códigos CID-10. Para complementar a análise, foi realizada a associação entre os códigos CID-10 e as regiões brasileiras, com o objetivo de identificar a frequência relativa dos diagnósticos em cada território, conforme mostra a Figura 3.

O código M75 apresentou maior prevalência nas regiões Sul (37%) e Centro-Oeste (30%) (Figura 3), enquanto Z57 concentrou 68% dos registros na região Nordeste. O código M54 manteve proporções similares nas regiões Sul (13%), Sudeste (13%) e Nordeste (13%), com elevação na região Norte (36%). O código M65 destacou-se no Sudeste (21%) e Sul (12%).

Outros códigos, como G56, M79, M77 e M25, apresentaram percentuais mais distribuídos entre as regiões, variando entre 1% e 7%.

Figura 3 – Distribuição percentual dos códigos CID-10 por região brasileira (2006 - 2024)

Código CID-10	SUL	SUDESTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	NORTE
M75	37%	23%	5%	30%	14%
M54	13%	13%	13%	18%	36%
M65	12%	21%	3%	9%	5%
G56	6%	7%	3%	7%	5%
M79	5%	4%	-	1%	12%
M77	4%	4%	1%	2%	2%
Z57	4%	6%	68%	9%	6%
M25	2%	2%	-	7%	6%
X50	2%	-	-	-	5%
S46	2%	1%	-	1%	-
M51	2%	4%	4%	3%	-
M70	1%	4%	-	3%	-
M41	-	-	-	2%	-
G50	1%	-	-	1%	2%

Fonte: Autores (2025).

A tabela evidencia diferentes padrões de frequência entre os diagnósticos conforme a localização geográfica. Esse comportamento é esperado, considerando que as regiões com maior concentração de estabelecimentos da cadeia produtiva de proteína animal subsetores CNAE analisados neste estudo tendem a apresentar percentuais mais elevados de notificações em função da densidade produtiva e da exposição intensiva dos trabalhadores.

Os dados apresentados delineiam o perfil dos principais agravos osteomusculares notificados na cadeia produtiva de proteína animal entre 2006 e 2024, permitindo a identificação das concentrações por diagnóstico e por região, conforme os registros disponíveis no período.

5. Discussão

A análise realizada entre 2006 e 2024 evidenciou a concentração de notificações por sintomas osteomusculares nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, refletindo a sobreposição entre intensidade produtiva, densidade ocupacional e grau de formalização do setor, em consonância com os dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2024), que apontam a predominância dessas regiões na produção nacional de carne de aves e suínos.

A estrutura ocupacional da cadeia de proteína animal reflete uma trajetória de consolidação histórica, com destaque para a região Sul, que já em 2010 concentrava o maior número de vínculos formais na indústria de abate (Januário e Rodolpho, 2021). Essa concentração histórica sugere uma base produtiva e laboral estabilizada, fortemente ligada às atividades

agroindustriais. Os resultados do presente estudo reforçam essa observação ao identificarem elevado número de notificações por sintomas osteomusculares justamente nas regiões que já apresentavam estrutura ocupacional consolidada, como o Sul e o Sudeste.

O elevado grau de formalização observado nas regiões Sul e Sudeste parece favorecer maior visibilidade estatística dos agravos, sobretudo em estabelecimentos sob Serviço de Inspeção Federal. Dados da ABPA (2024) indicam que cerca de 80% das plantas de abate de aves, 75% das de suínos e 65% das unidades de produção de ovos concentram-se nessas regiões, o que reforça a presença de mecanismos formais de fiscalização e notificação. Bonetti (2018) corrobora essa perspectiva ao apontar que a formalização dos frigoríficos está diretamente associada ao aumento das Comunicações de Acidente de Trabalho e à padronização dos registros de adoecimentos.

A regionalização das atividades agroindustriais influencia diretamente a distribuição dos riscos ocupacionais, com mais de 85% dos registros de sintomas musculoesqueléticos concentrados em regiões de alta densidade produtiva (Fundacentro, 2023). Esse cenário reforça as evidências encontradas em estudos anteriores (Macdonald e Oakman, 2022; Hancharoenkul et al., 2024), que observaram alta prevalência de lesões de tecidos moles em ambientes de exposição biomecânica intensa, associando esses agravos à sobrecarga física e à repetitividade das tarefas. Os distúrbios osteomusculares figuram como a principal causa de adoecimento laboral no setor frigorífico brasileiro. No presente estudo observou-se a predominância dos códigos M75.0, M65.0 e G56.0 da CID-10, padrão também relatado por Andersen et al. (2021) em estudos sobre o setor. Esses diagnósticos afetam principalmente dedos, braços e ombros, regiões submetidas às maiores exigências biomecânicas nas linhas produtivas intensivas (Molen et al., 2022). Agravos dessa natureza são potencializados pela manipulação de ferramentas cortantes e pela ausência de pausas adequadas (Villalobos & Mac Cawley, 2022), além da exposição contínua sem intervenções ergonômicas estruturadas (Tirloni et al., 2020). Marra et al. (2019) destacam ainda que a falta de rodízio de tarefas amplia o esforço físico exigido, elevando o risco de adoecimento em processos operacionais repetitivos.

A vigilância em saúde do trabalhador no setor frigorífico deve ser fundamentada em dados epidemiológicos padronizados, capazes de direcionar intervenções preventivas eficazes. Hancharoenkul et al. (2024) enfatizam que o monitoramento contínuo das condições de trabalho, aliado ao uso sistemático de classificações clínicas como a CID-10, é essencial para reduzir a incidência de distúrbios musculoesqueléticos. Macdonald e Oakman (2022) destacam que integrar dados clínicos e aspectos territoriais potencializa a precisão das estratégias de prevenção, especialmente em setores com alta exposição biomecânica. Os resultados desta pesquisa, que apontam a predominância dos diagnósticos da categoria M da CID-10 nas regiões

mais produtivas, reforçam a relevância de alinhar critérios técnicos a recortes regionais para aprimorar o monitoramento e o controle dos agravos ocupacionais.

A emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) é reconhecida como ferramenta essencial para garantir a rastreabilidade dos agravos ocupacionais e fortalecer a vigilância epidemiológica (Silva & Costa, 2021). Contudo, a baixa formalização observada neste estudo reforça um cenário de subnotificação já apontado por Gregg et al. (2024), que destacam limitações nos registros oficiais, sobretudo em setores com alta rotatividade e precarização das relações laborais. Além disso, Hancharoenkul et al. (2024) enfatizam que fatores psicossociais, como metas abusivas, ritmos intensos e ausência de autonomia, intensificam os riscos de distúrbios musculoesqueléticos, especialmente em ambientes mecanizados, o que corrobora os achados desta pesquisa.

A prevenção de distúrbios osteomusculares no setor frigorífico requer medidas que integrem aspectos físicos, cognitivos e emocionais. A OMS defende que ambientes saudáveis combinam suporte físico, segurança emocional e reconhecimento social (WHO, 2022). Maatwk (2025) destaca que a redistribuição de tarefas e a escuta ativa reduzem a sobrecarga, enquanto pausas psicofisiológicas e ajustes de ciclo se mostram eficazes na mitigação de impactos biomecânicos (Tirloni et al., 2020).

A eficácia das ações preventivas depende de programas contínuos de capacitação para gestão da carga física e reorganização do trabalho (Sompan et al., 2024). A participação ativa dos trabalhadores na identificação de riscos fortalece a adesão às medidas e amplia o compromisso com a saúde ocupacional (Macdonald & Oakman, 2022). A integração entre ergonomia, vigilância e gestão participativa constitui um eixo central na mitigação dos agravos musculoesqueléticos no setor.

A subnotificação dos distúrbios osteomusculares dificulta a caracterização precisa dos riscos ocupacionais na cadeia de proteína animal (Silva & Costa, 2021). Villalobos & Mac Cawley (2022) associam essa subnotificação ao medo de represálias e à precarização das relações laborais, especialmente em setores de alta rotatividade. Gregg et al. (2024) reforçam que a subnotificação compromete a formulação de políticas preventivas, perpetuando cenários de vulnerabilidade e agravamento dos agravos ocupacionais. A subnotificação, segundo Marra et al. (2019), compromete a vigilância epidemiológica e a formulação de políticas públicas. Neste estudo, a análise baseada em dados oficiais está sujeita à incompletude dos registros, especialmente em regiões com menor formalização. A falta de dados sistematizados dificulta a adoção de estratégias preventivas locais, perpetuando os padrões de adoecimento em setores intensivos como o de proteína animal (Andersen et al., 2021).

Este estudo contribuiu para o aprofundamento da compreensão sobre a distribuição regional e diagnóstica dos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho na cadeia produtiva de proteína animal no Brasil, com base em dados consolidados do SINAN entre 2006 e 2024. A análise evidenciou a concentração de notificações nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, refletindo a sobreposição entre intensidade produtiva, densidade ocupacional e prevalência dos agravos. Ao associar os códigos da CID-10 às regiões geográficas e à estrutura produtiva do setor, os achados permitiram identificar padrões epidemiológicos que evidenciam a articulação entre a concentração industrial, as exigências ergonômicas e a incidência de agravos musculoesqueléticos, ampliando o conhecimento técnico-científico disponível sobre esse segmento produtivo.

As principais limitações deste estudo incluem a dependência de dados secundários, sem variáveis sobre exposição ergonômica direta, como carga de trabalho e pausas. A falta de informações sobre a organização funcional das atividades restringe a análise regional dos diagnósticos. O recorte geográfico por grandes regiões impede avaliar desigualdades intra-regionais, e a natureza transversal dos dados limita inferências de causalidade. Apesar da adoção de procedimentos rigorosos de organização e tratamento dos dados, a utilização de bases secundárias apresenta limitações que devem ser consideradas, como inconsistências de preenchimento, omissões de informações relevantes e possíveis subnotificações de agravos. A dependência da emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) para o registro de distúrbios osteomusculares representa um fator adicional que pode ter restringido a abrangência da base analisada. Destaca-se que o sistema SINAN Net, utilizado como fonte de dados, foi implantado em 2006, podendo não ter captado de forma completa todos os registros daquele ano, em razão do processo de transição e adaptação das notificações.

Análises mais detalhadas que integrem a distribuição dos agravos osteomusculares por códigos CID-10, ocupações e regiões podem ampliar a compreensão dos perfis de exposição no território nacional. Investigações que associem esse recorte funcional a dados sobre condições ergonômicas e organização do trabalho são fundamentais para qualificar a relação entre tarefa executada e tipo de agravo registrado. Considerando os resultados obtidos, é igualmente recomendável que o monitoramento epidemiológico seja mantido após 2024, a fim de verificar a permanência ou reversão das tendências observadas no período recente.

6. Conclusão

Os resultados deste estudo indicaram que os códigos da CID-10 mais frequentemente associados a distúrbios osteomusculares na cadeia produtiva de proteína animal no Brasil, entre 2006 e 2024, foram M75.0 (capsulite adesiva do ombro), M65.0 (sinovite e tenossinovite) e

G56.0 (síndrome do túnel do carpo). Em termos regionais, as notificações estiveram concentradas nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, que totalizaram 85% dos registros analisados. Os resultados reforçam que as atividades realizadas nesta etapa da cadeia produtiva de proteína animal impõem elevadas exigências biomecânicas, especialmente sobre os membros superiores, evidenciadas pela recorrência de diagnósticos como capsulite adesiva, tenossinovite e síndrome do túnel do carpo. Esses resultados indicam a necessidade de fortalecer medidas ergonômicas que contemplem pausas adequadas, rodízio de tarefas e reavaliação dos ciclos operacionais, além de intensificar a vigilância epidemiológica para aprimorar a prevenção e controle desses agravos.

7. Agradecimentos

Os autores expressam seu reconhecimento à Universidade Paulista (UNIP), cuja infraestrutura e apoio institucional foram fundamentais para a realização desta pesquisa. Agradecem, igualmente, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de suporte por meio do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP).

REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2024. São Paulo: ABPA, 2024.

Back, K., Yang, S., Lee, M., & Chung, I. (2018). **The association of workplace psychosocial factors and musculoskeletal pain among Korean emotional laborers**. *Safety and Health at Work*, 9(4), 487–493. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.09.004>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) 2024. Brasília, DF: MTE, 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Portaria MTP nº 672, de 8 de novembro de 2021. Estabelece as normas regulamentadoras relativas à segurança e saúde no trabalho. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Relatório de Análise de Impacto Regulatório da NR-17 – Ergonomia. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN): dados epidemiológicos. Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-SINAN>. Acesso em: 19 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Disponível em: <https://cbo.mte.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>. Acesso em: 19 abr. 2025.

CID10.COM.BR. Classificação Internacional de Doenças – CID-10. Disponível em: <https://cid10.com.br/>. Acesso em: 19 abr. 2025.

FUNDACENTRO – Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. Panorama da Saúde do Trabalhador na Indústria da Proteína Animal. Brasília, DF, 2023.

Greggi, C., Visconti, V.V., Albanese, M., Gasperini, B., Chiavoghilefu, A., Prezioso, C., Persechino, B., Iavicoli, S., Gasbarra, E., Iundusi, R., et al. (2024). **Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis**. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 3964. <https://doi.org/10.3390/jcm13133964>

Maatw, Mahmoud et al. **Reporting behavior of occupational diseases: Institutional determinants in the Middle East**. *Journal of Occupational Health*, v. 67, e12345, 2025.

Nascimento, Adelaide; MESSIAS, Isabel Aparecida. Rodízio de postos em abate de bovinos: para além das dimensões físicas do trabalho. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 10, e00095817, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00095817>.

Nascimento, M. G., Kosminsky, M., & Chi, M. (2020). Gender role in pain perception and expression: an integrative review. *BrJP - Brazilian Journal of Pain*, 3(1), 58-62. <https://doi.org/10.5935/2595-0118.20200013>

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION – OSHA. **Ergonomics for the prevention of musculoskeletal disorders: guidelines for meatpacking plants**. Washington, DC: U.S. Department of Labor. Disponível em: <https://www.osha.gov/ergonomics-guidelines>. Acesso em: 27 abr. 2025.

REIS, Márcia Rocha et al. **Distúrbios osteomusculares em trabalhadores de frigoríficos: uma revisão crítica**. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 37, n. 126, p. 220-229, 2012.

TAIBI, Y.; MARTIN, A.; LÉGERON, P. **Psychosocial work factors and musculoskeletal disorders: a systematic review**. *Occupational Medicine*, v. 71, n. 7, p. 329–338, 2021.

TROELSTRA, S. A. et al. **Multimorbidity and sickness absence: a study among Dutch workers**. *Journal of Occupational Rehabilitation*, v. 30, p. 530–539, 2020. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3858>

VAN DER MOLEN, H. F. et al. **Interventions to prevent work-related musculoskeletal disorders: a systematic review**. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 43, n. 2, p. 105-119, 2017.

WHO – World Health Organization. **Healthy workplaces: a model for action: for employers, workers, policymakers and practitioners**. Geneva: WHO, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599313>. Acesso em: 27 abr. 2025.

WHO; ILO – World Health Organization; International Labour Organization. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: Global monitoring report. Geneva: WHO; ILO, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034945>. Acesso em: 27 abr. 2025.

Wu, J., Hu, Z., Han, Z., Gu, Y., Yang, L., & Sun, B. (2021). Human physiological responses of exposure to extremely cold environments. *Journal of Thermal Biology*, 98, 102933.
<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102933>

CAPÍTULO V

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação teve como eixo central a investigação dos afastamentos do trabalho por distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORTs), no setor de abate e processamento de carnes, com foco na cadeia de proteína animal no Brasil. Este setor é caracterizado por atividades laborais com alta demanda física, ritmos acelerados, tarefas repetitivas e ambiente produtivo adverso, que historicamente têm contribuído para o adoecimento ocupacional. Embora os DORTs estejam entre as principais causas de afastamentos no país, há uma lacuna na literatura quanto à análise sistematizada, em nível nacional, desses agravos utilizando dados oficiais de notificação como os do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

O problema de pesquisa pesquisou os principais padrões epidemiológicos, regionais e temporais dos afastamentos por distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho na cadeia de proteína animal no Brasil, com base nos dados do SINAN entre 2006 e 2024?

O objetivo geral visou analisar os afastamentos por doenças musculoesqueléticas relacionados ao trabalho na cadeia de proteína animal no Brasil, com base nos registros do SINAN. Este desdobrou-se em objetivos específicos, como, analisar os afastamentos por distúrbios musculoesqueléticos entre funcionários de frigoríficos no Brasil. Iniciando com uma análise dos dados sociodemográficos e dos padrões epidemiológicos que destacam os problemas de saúde mais frequentes. Também são contemplados contextos psicossociais e organizacionais que impactam a saúde ocupacional desses indivíduos. No mesmo escopo, identificar desigualdades regionais, examinando a distribuição desses afastamentos em todo o país.

Esses objetivos orientaram a organização dos capítulos da dissertação e fundamentaram a escolha metodológica centrada na análise descritiva e exploratória de dados, utilizando ferramentas de planilhas eletrônicas e tabelas de frequência.

5.1 Conclusões

A análise dos dados provenientes de duas bases de dados oriundas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), a primeira abrangendo o período de 2006 a 2019 e a segunda estendendo a base até 2024, permitiu identificar padrões sobre os distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho (DORTs) na cadeia de proteína animal no Brasil. As amostras, compostas por quase 500 registros a primeira e mais de 1.200 registros a segunda, após um processo de tratamento estatístico e filtragem de inconsistências, resultando em duas bases cada uma a seu tempo (durante a produção dessa dissertação), consolidadas em 27 e 35 variáveis respectivamente a primeira e a segunda extração de dados disponíveis para análise.

Do conjunto geral da dissertação, destacam-se os achados dispostos nos artigos a seguir. Estes resultados indicam uma prevalência significativa de agravos associados à sobrecarga física, repetitividade e postura inadequada, elementos característicos das rotinas laborais nos frigoríficos.

5.2 Artigo 1 (Safety)

O primeiro artigo, publicado na revista Safety, teve como objetivo compreender os aspectos organizacionais, psicossociais e epidemiológicos relacionados aos afastamentos por DORTs em frigoríficos brasileiros, com base na série histórica do SINAN. Os principais achados desse artigo incluem:

Uma tendência crescente de notificações de agravos musculoesqueléticos ao longo dos anos analisados, com picos em determinados períodos coincidentes com a intensificação da produção e da fiscalização trabalhista.

Os códigos M75, M54 e Z57 foram identificados como os mais prevalentes, refletindo a exposição repetitiva e a sobrecarga biomecânica.

Foi observada uma relação entre o aumento da produtividade e a elevação dos afastamentos, indicando que condições organizacionais como ritmo acelerado de trabalho, pressão por metas e ausência de pausas têm influência direta sobre os índices de adoecimento.

O artigo também apontou a subnotificação de acidentes de trabalho e a baixa emissão de CATs, o que reforça a necessidade de maior integração entre os sistemas de notificação e os serviços de saúde do trabalhador.

5.3 Artigo 2 (ENEGEP)

O segundo artigo, apresentado no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), concentrou-se na distribuição geográfica dos afastamentos por DORTs, buscando entender como as notificações se comportam nas diferentes regiões do país. Dentre os principais achados, destacam-se:

Diferenças significativas entre regiões na distribuição dos CIDs, especialmente: Z57 (fatores de risco ocupacional) predominando no Nordeste; M75 (lesões de ombro) mais frequente no Sul e Centro-Oeste.

Essa variação regional foi interpretada à luz da formalização dos vínculos empregatícios e da presença de grandes grupos industriais com melhores rotinas de notificação nas regiões Sul e Sudeste.

A análise revelou que os estados com maior presença de frigoríficos de grande porte também apresentaram maior taxa de notificações, o que pode refletir tanto uma maior exposição quanto um sistema de notificação mais estruturado.

Esses achados fornecem uma base sólida para a compreensão dos riscos ocupacionais enfrentados por trabalhadores da cadeia de proteína animal no Brasil e reforçam a importância de abordagens integradas, que considerem tanto a dimensão temporal quanto a espacial dos agravos.

5.4 Síntese Integrativa dos Resultados

A articulação entre os dados extraídos da base nacional do SINAN e os recortes analíticos desenvolvidos nos dois artigos científicos permitiu construir uma visão integrada e multifacetada sobre os distúrbios musculoesqueléticos no setor de frigoríficos brasileiros.

A dissertação, com sua abordagem ampla e longitudinal, forneceu uma base epidemiológica sólida ao demonstrar a elevada frequência de agravos como lesões de ombro (M75), dorsalgia (M54) e exposição a fatores ocupacionais (Z57). Essa evidência quantitativa, coletada ao longo de 18 anos, já sugeria a existência de

padrões estruturais de adoecimento no setor, com destaque para as regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Esses dados foram aprofundados de forma complementar nos dois artigos:

O Artigo 1 (Safety) enfatizou a dimensão temporal e psicossocial dos afastamentos, revelando um crescimento consistente nos registros ao longo do tempo e sugerindo que fatores como intensificação produtiva, organização do trabalho e ausência de pausas fisiológicas contribuem diretamente para a geração e agravamento dos DORTs. O artigo demonstrou que o ambiente organizacional nos frigoríficos, muitas vezes marcado por metas rigorosas, pode ser um fator tão relevante quanto o esforço físico propriamente dito.

O Artigo 2 (ENEGEP), por sua vez, trouxe uma lente geográfica e territorial, ao mostrar como os padrões de notificação variam entre as regiões brasileiras. A maior prevalência de CIDs como Z57 no Nordeste e M75 no Sul e Centro-Oeste foi associada a elementos como grau de formalização, concentração industrial e eficiência dos sistemas locais de notificação.

Esses resultados mostram que os DORTs nos frigoríficos não são eventos isolados, nem fruto exclusivo de condições físicas extremas. Pelo contrário, trata-se de um fenômeno estrutural, multifatorial e territorializado, em que o adoecimento é moldado tanto por condições objetivas do trabalho físico quanto por elementos contextuais como modelo organizacional, rede de assistência à saúde do trabalhador e cobertura da vigilância sanitária e epidemiológica.

Adicionalmente, a convergência entre as abordagens permitiu identificar um padrão de invisibilidade institucional: embora os dados mostrem um volume expressivo de notificações, a baixa emissão de CATs e a ausência de informações sobre o tipo de tarefa realizada indicam subnotificação sistemática e lacunas importantes no processo de vigilância em saúde.

Essa análise reforça que, para além do diagnóstico estatístico, os resultados aqui sistematizados têm o potencial de orientar políticas públicas, melhorar práticas de ergonomia organizacional e fortalecer os sistemas de notificação e intervenção no ambiente laboral brasileiro.

5.5 Contribuições do Estudo

A presente dissertação oferece contribuições relevantes para múltiplas esferas acadêmica, técnica e institucional ao lançar luz sobre os afastamentos por distúrbios musculoesqueléticos no setor frigorífico brasileiro, um segmento intensivo em mão de obra e marcado por elevadas exigências biomecânicas.

Uma das contribuições mais significativas está na sistematização e análise de dados secundários do SINAN, abrangendo um período de quase duas décadas (2006 - 2024). A pesquisa expôs de forma clara os padrões de adoecimento relacionados aos DORTs na cadeia de proteína animal, permitindo:

Identificar os CIDs mais recorrentes nos registros, com destaque para M75 (lesões do ombro), Z57 (exposição a fatores ocupacionais) e M54 (dorsalgia);

Mapear regionalmente os agravos, revelando concentrações em estados com forte presença de frigoríficos e grau variável de formalização do trabalho;

Detectar tendências históricas, como o crescimento gradativo de notificações ao longo dos anos, sugerindo mudanças no comportamento institucional e na própria organização produtiva.

Essas informações podem subsidiar os serviços de vigilância em saúde do trabalhador, tanto em nível municipal quanto estadual e federal, permitindo um direcionamento mais estratégico da fiscalização, da inspeção sanitária e da formulação de ações preventivas.

A análise dos dados e o aprofundamento realizado nos artigos mostraram que os afastamentos por DORTs decorrem não apenas da intensidade física do trabalho, mas também de elementos organizacionais e psicossociais. Ritmos produtivos acelerados, escassez de pausas, exigências repetitivas e ausência de adaptações ergonômicas adequadas são fatores centrais identificados nos frigoríficos estudados.

Dessa forma, o estudo contribui com a área de ergonomia ao: Evidenciar a necessidade de avaliação ergonômica mais ampla, que inclua aspectos organizacionais e não apenas biomecânicos; Reforçar a importância de intervenções coletivas, e não apenas individuais, para o controle de riscos; Estimular a revisão e o

cumprimento rigoroso da NR-17, especialmente nos itens que tratam de pausas, postura e levantamento de cargas.

Em complemento, os dados apresentados têm o potencial de informar e fortalecer a atuação dos Comitês de Saúde e Segurança no Trabalho, auditores fiscais do trabalho, e profissionais de engenharia e medicina do trabalho, ampliando sua base de evidência para tomada de decisão.

5.6 Limitações do Estudo

Apesar da robustez dos dados analisados e da relevância dos achados, este estudo apresenta algumas limitações metodológicas e estruturais, inerentes ao uso de bases secundárias públicas e à natureza do problema investigado. O reconhecimento desses limites é essencial para a adequada interpretação dos resultados e para orientar futuras investigações mais aprofundadas.

A primeira e mais significativa limitação diz respeito à subnotificação sistêmica no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Embora o banco de dados utilizado seja uma das principais fontes oficiais sobre agravos relacionados ao trabalho no Brasil, sua qualidade depende fortemente da atuação dos profissionais de saúde, da emissão de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e da efetividade dos sistemas locais de vigilância.

A literatura e a experiência prática mostram que muitos casos de DORTs: Não são formalmente registrados como doenças relacionadas ao trabalho; São diagnosticados tardiamente, após longos períodos de exposição; São tratados na atenção básica sem encaminhamento para registro no SINAN.

Esses fatores geram um viés de subestimação dos números reais de adoecimento, especialmente em regiões com menor estruturação dos serviços de saúde do trabalhador.

5.7 Ausência de Dados sobre Atividade Exercida, Tempo de Exposição e Restrição à Força de Trabalho Formalizada

Outro ponto crítico é a limitação das variáveis disponíveis no SINAN. O sistema não possui campos detalhados sobre: O tipo específico de função exercida pelo trabalhador (ex: desossa, corte, transporte); O tempo de exposição à atividade antes

da manifestação do agravo; A existência ou não de medidas preventivas no ambiente de trabalho.

Essas lacunas restringem a capacidade de análise causal e dificultam a distinção entre diferentes perfis ocupacionais dentro dos frigoríficos. Como consequência, os resultados devem ser interpretados com cautela, especialmente ao generalizar conclusões sobre fatores ergonômicos específicos.

A base do SINAN contempla majoritariamente casos vinculados ao regime formal de trabalho, em que há relação contratual documentada e acesso institucional ao sistema de saúde do trabalhador. No entanto, uma parcela significativa da força de trabalho no setor de proteína animal ainda atua em regimes precarizados, terceirizados ou informais sobretudo nas regiões Norte e Nordeste.

Isso significa que a amostra analisada não contempla integralmente a realidade laboral brasileira, podendo ocultar situações ainda mais críticas de adoecimento que não chegam a ser notificadas.

Essas limitações não invalidam os resultados obtidos, mas apontam para a necessidade de refinamento dos sistemas de informação, integração de bases complementares (como RAIS, CAT e INSS), e aprofundamento qualitativo em estudos futuros. Reconhecê-las é um passo fundamental para o aprimoramento das pesquisas em saúde ocupacional no Brasil.

5.8 Recomendações de trabalhos futuros

A presente dissertação contribuiu significativamente para a compreensão dos padrões epidemiológicos dos distúrbios musculoesqueléticos relacionados ao trabalho (DORTs) na cadeia produtiva da proteína animal. No entanto, ela também abriu caminhos para novas perguntas e aprofundamentos que podem enriquecer o campo da saúde ocupacional e da ergonomia aplicada ao setor industrial. A seguir, apresentam-se recomendações para trabalhos futuros, que podem expandir, correlacionar e contextualizar os dados aqui analisados.

Uma das limitações enfrentadas nesta dissertação foi a ausência de dados detalhados sobre a localização exata dos estabelecimentos frigoríficos que compõem a cadeia da proteína animal. Assim, recomenda-se a realização de estudos que mapeiem geograficamente esses empreendimentos, por meio de bases como a RAIS

(Relação Anual de Informações Sociais), o Cadastro Nacional de Estabelecimentos (CNE) ou o IBGE (através do CNAE específico).

Essa iniciativa permitiria: correlacionar a densidade industrial com a incidência de afastamentos por região; avaliar se há concentração de agravos em áreas com menor infraestrutura de saúde do trabalhador; subsidiar políticas públicas regionalizadas, baseadas na realidade produtiva local.

Considerando que fatores sociais e econômicos influenciam o processo saúde-doença, é recomendável investigar se há relação entre o IDH dos municípios com maior volume de notificações de DORTs e a prevalência desses agravos. Isso permitiria: Identificar se regiões com menor IDH enfrentam maior exposição ou menor capacidade de enfrentamento dos riscos ocupacionais; Avaliar a relação entre condições de vida, escolaridade e vulnerabilidade laboral; Desenvolver indicadores compostos que combinem dados de saúde, produção e desenvolvimento humano.

Outro caminho seria o de investigar a hipótese de que trabalhadores com menor escolaridade formal estariam mais expostos ou menos conscientes dos riscos ergonômicos, o que pode influenciar: A forma de execução das tarefas, A adesão a programas preventivos, E a propensão a reportar sintomas precocemente.

Esse tipo de análise seria viável por meio da base da RAIS, que contém dados de escolaridade vinculados ao CNPJ, podendo ser cruzada com notificações do SINAN ou do INSS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullahi, A., Hassan, A., Kadarman, N., Junaidu, Y. M., Adeyemo, O. K., & Lua, P. L. (2016). Occupational hazards among the abattoir workers associated with noncompliance to the meat processing and waste disposal laws in Malaysia. **Risk management and healthcare policy**, 157-163.

ABPA (Brasil) (org.). **Relatório anual de 2023**. 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

Al-Tit, A. A., Al-Ayed, S., Alhammadi, A., Hunitie, M., Alsarayreh, A., & Albassam, W. (2022). The impact of employee development practices on human capital and social capital: the mediating contribution of knowledge management. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, 8(4), 218.

BRASIL. **A Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**, dispõe sobre a proteção de dados pessoais e alterações à Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet).

BRASIL. **Fator Acidentário de Prevenção – FAP e Risco Ambiental do Trabalho – RAT**. Brasília: Ministério da Previdência Social, 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/fap>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BRASIL. **Ministério da Previdência e Assistência Social; Ministério da Fazenda. Portaria Interministerial nº 488, de 23 de novembro de 1999. Dispõe sobre a relação CNAE versus grau de risco para fins de apuração do RAT**. Diário Oficial da União, Brasília, 24 nov. 1999. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/orientacao-tributaria/declaracoes-e-demonstrativos/gfip-sefip-guia-do-fgts-e-informacoes-a-previdencia-social-1/fap-fator-acidentario-de-prevencao-legislacao-perguntas-frequentes-dados-da-empresa>. 18 jan. 2025

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Normas Regulamentadoras - NR**. 2023. 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: 22 abr. 2024.

BRASIL. **Norma Regulamentadora nº 36**, de 18 de abril de 2013. 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-36-nr-36>. Acesso em: 22 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações (CBO)**. Disponível em: <https://cbo.mte.gov.br/cbosite/pages/pesquisas/BuscaPorTitulo.jsf>. Acesso em: 19 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN): dados epidemiológicos**. Disponível em:

<https://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-SINAN>. Acesso em: 19 abr. 2025.

Chen, Y. K. (2012, January). Challenges and opportunities of internet of things. In **17th Asia and South Pacific design automation conference** (pp. 383-388). IEEE.

Christiansen, D. H., Nielsen, K. J., Andersen, D. R., & Andersen, J. H. (2022). Musculoskeletal health climate is associated with musculoskeletal pain and sickness absence among workers: a cross-sectional study. **BMJ open**, 12(4), e056485.

de Medeiros Esper, I., From, P. J., & Mason, A. (2021). Robotisation and intelligent systems in abattoirs. **Trends in Food Science & Technology**, 108, 214-222.

Dias, N. F., Tirloni, A. S., dos Reis, D. C., & Moro, A. R. P. (2020). Risk of slaughterhouse workers developing work-related musculoskeletal disorders in different organizational working conditions. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 76, 102929.

Guaraldo, M. C. (2021). Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. **Embrapa** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/62619>, 259.

Groher, T., Heitkämper, K., & Umstätter, C. (2020). Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. **Animal**, 14(11), 2404-2413.

Hansen, B. B., Kirkeskov, L., Begtrup, L. M., Boesen, M., Bliddal, H., Christensen, R., ... & Kryger, A. I. (2019). Early occupational intervention for people with low back pain in physically demanding jobs: a randomized clinical trial. **PLoS Medicine**, 16(8), e1002898.

Harris, E. C., & Coggon, D. (2015). HIP osteoarthritis and work. **Best practice & research Clinical rheumatology**, 29(3), 462-482.

Hulshof, C. T., Pega, F., Neupane, S., Colosio, C., Daams, J. G., Kc, P., ... & Frings-Dresen, M. H. (2021). The effect of occupational exposure to ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. **Environment International**, 150, 106349.

Hulshof, C. T., Colosio, C., Daams, J. G., Ivanov, I. D., Prakash, K. C., Kuijer, P. P., ... & Frings-Dresen, M. H. (2019). WHO/ILO work-related burden of disease and injury: Protocol for systematic reviews of exposure to occupational ergonomic risk factors and of the effect of exposure to occupational ergonomic risk factors on osteoarthritis of hip or knee and selected other musculoskeletal diseases. **Environment international**, 125, 554-566.

Isbrandt, R., Langkabel, N., Doherr, M. G., Haase, S., & Meemken, D. (2023). Innovative e-learning training modules to improve animal welfare during transport and slaughter of pigs: a pretest–posttest study to pre-evaluate the general didactical concept. **Animals**, 13(23), 3593.

Min, J., Kim, Y., Lee, S., Jang, T. W., Kim, I., & Song, J. (2019). The fourth industrial revolution and its impact on occupational health and safety, worker's compensation and labor conditions. **Safety and health at work**, 10(4), 400-408.

Muire, P. J., Mangum, L. H., & Wenke, J. C. (2020). Time course of immune response and immunomodulation during normal and delayed healing of musculoskeletal wounds. **Frontiers in immunology**, 11, 1056.

Nygaard, N.-P. B., Thomsen, G. F., Rasmussen, J., Skadhauge, L. R., & Gram, B. (2021). Workability in the Ageing Workforce—A Population-Based Cross-Sectional Study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18(23), 12656.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION – OSHA. Ergonomics Program Management Guidelines For Meatpacking Plants. Washington, DC: U.S. **Department of Labor**. Disponível em: <https://www.osha.gov/ergonomics-guidelines>. Acesso em: 27 out. 2025.

Oliveira, A. B., Queiroz, L. P., Sampaio Rocha-Filho, P., Sarmento, E. M., & Peres, M. F. (2020). Annual indirect costs secondary to headache disability in Brazil. **Cephalalgia**, 40(6), 597-605.

Santos, P. G. de A. e. Silva; Martinez-Silveira, M. S.; Fernandes, R. de C. P.. Workplace interventions to prevent musculoskeletal disorders: a systematic review of randomized trials. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 49, p. e12, 2024.

Sears, J. M., Edmonds, A. T., MacEachen, E., & Fulton-Kehoe, D. (2021). Workplace improvements to support safe and sustained return to work: Suggestions from a survey of workers with permanent impairments. **American journal of industrial medicine**, 64(9), 731-743.

Shimizu, H. E., Bezerra, J. C., Arantes, L. J., Merchán-Hamann, E., & Ramalho, W. (2021). Analysis of work-related accidents and ill-health in Brazil since the introduction of the accident prevention factor. **BMC public health**, 21(1), 725.

Stevens, D., Taylor, A. L., & Nelson, T. A. (2023). Obstacles and opportunities for automation in sheep and beef farming. **Journal of New Zealand Grasslands**, 111-118.

Sundstrup, E., Seeberg, K. G. V., Bengtsen, E., & Andersen, L. L. (2020). A systematic review of workplace interventions to rehabilitate musculoskeletal disorders among employees with physical demanding work. **Journal of occupational rehabilitation**, 30(4), 588-612.

Tashobya, C., Nimusima, P., Mugabe, R., & Begumisa, B. (2022). The Impact of Job Training on Employee's Satisfaction: A Study in Public Institutions in Western Uganda. **UKH Journal of Social Sciences**, 6(2), 1-8.

Tirloni, A. S., Dos Reis, D. C., Tirloni, S. F., & Moro, A. R. P. (2020). Exertion perception when performing cutting tasks in poultry slaughterhouses: risk assessment

of developing musculoskeletal disorders. **International journal of environmental research and public health**, 17(24), 9534.

Verbeek, J., Mischke, C., Robinson, R., Ijaz, S., Kuijer, P., Kievit, A., ... & Neuvonen, K. (2017). Occupational exposure to knee loading and the risk of osteoarthritis of the knee: a systematic review and a dose-response meta-analysis. **Safety and health at work**, 8(2), 130-142.

Voogt, A. M., Schrijver, R. S., Temürhan, M., Bongers, J. H., & Sijm, D. T. (2023). Opportunities for regulatory authorities to assess animal-based measures at the slaughterhouse using sensor technology and artificial intelligence: A review. **Animals**, 13(19), 3028.

World Health Organization. (2021). WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report. In WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report.

Wu, J., Hu, Z., Han, Z., Gu, Y., Yang, L., & Sun, B. (2021). Human physiological responses of exposure to extremely cold environments. **Journal of thermal biology**, 98, 102933.