

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUILHERME NETO FERRARI

**As mudanças climáticas e o aumento da temperatura podem impactar a saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil? Uma análise preliminar**

Maringá  
2022

GUILHERME NETO FERRARI

**As mudanças climáticas e o aumento da temperatura podem impactar a saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil? Uma análise preliminar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.  
Área de concentração: Engenharia de Produção

Orientadora: Profa. Dra. Gislaine Camila Lapasini Leal  
Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Clemente Thom de Souza

Maringá  
2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

F375m

Ferrari, Guilherme Neto

As mudanças climáticas e o aumento da temperatura podem impactar a saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil? Uma análise preliminar / Guilherme Neto Ferrari. -- Maringá, PR, 2022.

174 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Gislaine Camila Lapasini Leal.

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Clemente Thom de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2022.

1. Mudanças climáticas. 2. Acidentes de trabalho. 3. Análise de correspondência múltipla. I. Leal, Gislaine Camila Lapasini, orient. II. Souza, Rodrigo Clemente Thom de , coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Tecnologia. Departamento de Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. IV. Título.

CDD 23.ed. 363.7

# FOLHA DE APROVAÇÃO

GUILHERME NETO FERRARI

## **As mudanças climáticas e o aumento da temperatura podem impactar a saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil? Uma análise preliminar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção pela Banca Examinadora composta pelos membros:

### BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Gisela Camila Lapasini Leal  
Universidade Estadual de Maringá – DEP/UEM

Documento assinado digitalmente



EDWIN VLADIMIR CARDOZA GALDAMEZ

Data: 31/05/2022 14:55:16-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Edwin Vladimir Cardoza Galdamez  
Universidade Estadual de Maringá – DEP/UEM

PAULA MACHADO DE SOUSA CARNEIRO

Assinado de forma digital por PAULA MACHADO DE SOUSA CARNEIRO  
Dados: 2022.05.31 16:21:30 +01'00'

Prof. Dra. Paula Machado de Sousa Carneiro  
Universidade do Minho - Campus de Azurém

Aprovada em: 29 de abril de 2022.

Local da defesa: <https://meet.google.com/qmm-yhzo-der>, conforme PORTARIA CAPES No 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 e Ofício Circular no 10/2020-DAV/CAPES.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Éder e Luciana, e meu irmão, Vinícius, que sempre me apoiaram, acreditaram em mim e me incentivaram em toda minha trajetória.

Ao meu namorado, Leonardo, que acreditou em mim e me motivou em todo o processo, seu apoio, paciência e suporte emocional foram essenciais para o meu desempenho.

À minha orientadora Camila, que me acompanha desde o TCC e foi fundamental para o meu crescimento ao longo destes últimos anos. Obrigado por toda a sua dedicação e paciência, o seu apoio e incentivos me motivaram a chegar até aqui e continuar ainda mais longe.

Aos professores Rodrigo Clemente Thom de Souza e Paulo César Ossani, por toda a ajuda oferecida ao longo do desenvolvimento da pesquisa e contribuições no ensino.

Aos colegas de turma que dividiram essa experiência comigo.

Aos meus amigos pelo apoio incondicional.

À CAPES pelo apoio financeiro.

# **As mudanças climáticas e o aumento da temperatura podem impactar a saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil? Uma análise preliminar**

## **RESUMO**

Caracterizadas por projeções futuras preocupantes e um registrado aumento das temperaturas ao longo das últimas décadas, as mudanças climáticas representam um risco crescente à saúde e à segurança humana. Valores de temperatura que ultrapassam o limite de tolerância do corpo representam riscos aos trabalhadores e podem ser potencializados pelo ambiente de trabalho não aclimatizado, falta de intervalos e atividades com alta demanda física. Seus efeitos variam desde tonturas, perda na concentração e suor excessivo, até doenças, acidentes de trabalho e morte. No Brasil, essa problemática é presente, porém, a exploração acadêmica se limita a abordagens focadas na investigação de dados climáticos. Considerando todo este contexto, o presente estudo tem como objetivo investigar os impactos das mudanças climáticas e o consequente aumento das temperaturas na saúde e segurança dos trabalhadores do Brasil. Em formato *multipaper*, esta dissertação é composta por três artigos, em que o primeiro busca traçar um panorama da literatura global sobre essa problemática, apontando as principais tendências e lacunas a serem exploradas, o segundo explora a disponibilidade de bases de dados nacionais sobre saúde e segurança do trabalho, identificando os conjuntos de dados de acidentes de trabalho do SINAN analisando descritivamente suas variáveis, e o terceiro artigo relaciona os achados dos dois primeiros, associando de forma visual dados de acidentes de trabalho com variáveis climáticas por meio de uma abordagem conhecida como Análise de Correspondência Múltipla, de forma a identificar associações entre valores de estresse térmico com características de acidentes de trabalho. Esta pesquisa contribui na delimitação de como o problema é abordado na literatura internacional, identificando caminhos para futuras pesquisas, na seleção de dados de saúde ocupacional nacionais, e na investigação de como estes dados são afetados pelo fator climático.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Acidentes de trabalho; Análise de correspondência múltipla.

## **Can climate change and rising temperatures impact the health and safety of Brazilian workers? A preliminary analysis**

### ***ABSTRACT***

*Characterized by concerning future projections and a recorded increase in temperatures over the last decades, climate change represents a growing concern to the global population. Temperature values that exceed the body's tolerance limits are a risk for workers and can be increased by the non-acclimatized workplace, lack of work pauses, and high physical demand labor activities. The effects vary from dizziness, loss of concentration, and excessive sweating, to illnesses, accidents, and death. In Brazil, this issue is present, although the academical approaches are limited to the ones that focus on the climatic data assessment. Considering this background, the objective of this research is to investigate the impacts of climate change and its consequent rising temperatures on the health and safety of workers in Brazil. By applying the multi paper methodology, this study is composed of three articles, the first aims at elucidating the global literature about this issue, identifying the trends and gaps to be expanded; the second article explores the availability of occupational health and safety databases, identifying the SINAN's occupational accidents database and describing analytically its variables; the third article relates the first two findings, visually relating data from work accidents with meteorological variables through the Multiple Correspondence Analysis approach, identifying associations between heat stress and the characteristics of the accidents. This research contributes to the delimitation of how this issue is approached in the international literature, identifying future research paths, the selection of valid occupational health databases, and to the investigation of how this data is affected by the climatic factor.*

**Keywords:** *Climate Change; Work accidents; Multiple Correspondence Analysis.*

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

### Capítulo 2 - Artigo 1

Figura 2.1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos	30
Figura 2.2 - Distribuição das publicações por ano	31
Figura 2.3 - Treemap das subcategorias de cada uma das áreas de conhecimento dos periódicos	37
Figura 2.4 - Distribuição geográfica das publicações	39
Figura 2.5 - Impactos, consequências e efeitos das mudanças climáticas aos trabalhadores	51

### Capítulo 3 - Artigo 2

Figura 3.1 - Processo metodológico	79
Figura 3.2 - Processamento e tratamento do banco de dados do SINAN	86
Figura 3.3 - Estrutura da categoria de atributos	87
Figura 3.4 - Distribuição estadual dos registros	91
Gráfico 3.1 - Faixa etária dos acidentados por gênero	90
Gráfico 3.2 - Raça dos acidentados	92
Gráfico 3.3 - Distribuição da população residente com algum tipo de ocupação	93
Gráfico 3.4 - Escolaridade dos acidentados	95
Gráfico 3.5 - Situação do trabalho dos acidentados	96
Gráfico 3.6 - Distribuição dos acidentados por CBO	97
Gráfico 3.7 - Distribuição da quantidade de acidente por local	98
Gráfico 3.8 - Partes do corpo atingidas	99
Gráfico 3.9 - CID das lesões	100
Gráfico 3.10 - Evolução do caso	101
Gráfico 3.11 - Abertura da CAT	102

### Capítulo 4 - Artigo 3

Figura 4.1 – Seleção e tratamento dos dados de acidentes de trabalho do SINAN	118
Figura 4.2 - Mapa das Estações Meteorológicas Automáticas do INMET	120
Figura 4.3 - Mapa de calor da distribuição de acidentes de trabalho e localização das estações meteorológicas automáticas	122
Figura 4.4 - Fluxograma do processo de compilação das informações em uma nova base de dados	124
Figura 4.5 - Gráfico gerado pela ACM com as variáveis de IBUTG Externo e Interno	133
Figura 4.6 - Visualização dos aglomerados de variáveis	134



Figura 4.7 - Aproximação visual do Cluster 1	136
Gráfico 4.1 - Distribuição anual dos dados de acidentes de trabalho do SINAN incluídos na análise	126

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo 1 - Introdução**

Tabela 1.1 - Síntese dos artigos que compõem a dissertação	21
--	----

### **Capítulo 2 - Artigo 1**

Tabela 2.1 - Distribuição de publicações por periódicos	31
Tabela 2.2 - Distribuição das áreas do conhecimento dos periódicos	36
Tabela 2.3 - Distribuição das categorias de metodologias	40
Tabela 2.4 - Subcategorias dos artigos observacionais	41
Tabela 2.5 - Classificação da metodologia dos artigos da categoria experimental	43
Tabela 2.6 - Artigos da categoria discussão	46
Tabela 2.7 - Artigos da categoria síntese	46
Tabela 2.8 - Distribuição dos impactos estudados	47
Tabela 2.9 - Artigos que discutem os impactos causados pelo calor	49
Tabela 2.10 - Distribuição de artigos por setor de trabalho	52

### **Capítulo 3 - Artigo 2**

Tabela 3.1 - Bases de dados consultadas e critérios de seleção	84
--	----

### **Capítulo 4 - Artigo 3**

Tabela 4.1 - Valores da variável localização por unidade federativa e agrupada por regiões	127
Tabela 4.2 - Características demográficas e ocupacionais dos trabalhadores vítimas de acidentes de trabalho	128
Tabela 4.3 - Valores das variáveis referentes às características do acidente registrado	131
Tabela 4.4 - Resumo das variáveis e valores dos clusters 2 ao 6	135
Tabela 4.5 - Resumo das variáveis e valores dos clusters 1.1 ao 1.5	137

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2 ARTIGO 1</b>	<b>23</b>
2.1 INTRODUÇÃO	23
2.2 METODOLOGIA	27
2.2.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA	27
2.2.2 ESTRATÉGIA DE SELEÇÃO	28
2.2.3 ESTRATÉGIA DE EXTRAÇÃO	29
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
2.3.1 RESULTADO DAS BUSCAS	29
2.3.2 DISTRIBUIÇÃO DAS PUBLICAÇÕES	31
2.3.3 MÉTODOS ABORDADOS	40
2.3.3.1 CATEGORIA OBSERVACIONAL	41
2.3.3.2 CATEGORIA EXPERIMENTAL	43
2.3.3.3 CATEGORIA DISCUSSÃO	45
2.3.3.4 CATEGORIA SÍNTESE	46
2.3.4 IMPACTOS E CONSEQUÊNCIAS	47
2.3.5 AMBIENTES DE TRABALHO	51
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	59
<b>3 ARTIGO 2</b>	<b>76</b>
3.1 INTRODUÇÃO	76
3.2 MÉTODO DE PESQUISA	79
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
3.3.1 INVESTIGAÇÃO DAS BASES DE DADOS	80
3.3.2 COLETA E PROCESSAMENTO	85
3.3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	89
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	103
REFERÊNCIAS	105

<b>4 ARTIGO 3</b>	<b>111</b>
4.1 INTRODUÇÃO	111
4.2 MÉTODO DE PESQUISA	116
4.2.1 DADOS DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO	116
4.2.2 DADOS METEOROLÓGICOS	119
4.2.3 COMPILAÇÃO DA BASE DE DADOS	122
4.2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	124
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	126
4.3.1 ANÁLISE DESCRITIVA	126
4.3.2 ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA MÚLTIPLA	132
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
REFERÊNCIAS	145
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>151</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE A – LISTA DE ARTIGOS DO MAPEAMENTO DO ARTIGO 1</b>	<b>163</b>

# INTRODUÇÃO

---

O Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC), criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) no ano de 1988, tem sido o principal órgão responsável por reunir e publicar pesquisas de todo o mundo relacionadas às causas, impactos e consequências das mudanças climáticas. Em 2022, o IPCC conta com cinco relatórios sobre as mudanças climáticas publicados, além de outras publicações relacionadas ao tema. Em 2007, no quarto relatório, o IPCC discutiu a seriedade do problema, apontando que as mudanças climáticas eram inequivocamente provocadas por consequência das atividades humanas (IPCC, 2007). Em 2015, o quinto relatório do IPCC influenciou a criação do Acordo de Paris, onde foram definidas metas para a mitigação e controle do aumento de temperatura (SAVARESI, 2016). Em 2018, o IPCC produziu um relatório emergencial para discutir que as metas apresentadas em 2015 já não seriam atingidas (IPCC, 2018).

O Sexto Relatório de Avaliação do IPCC está programado para ser publicado em setembro de 2022, porém, até o momento foram divulgados trechos parciais, o primeiro dedicado a entender as características físicas que contribuem para as mudanças climáticas, publicado em agosto de 2021, e, mais recentemente em fevereiro de 2022, o segundo trecho trata dos impactos, adaptações e vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas. Estes relatórios apontam que a última década, entre 2011 e 2020, foi o período com a maior temperatura registrada há mais de 125.000 anos, projeta-se, ainda, que a temperatura da superfície global tende a continuar subindo, podendo atingir um aumento de 1,5°C a 2°C até o final deste século (IPCC, 2021). Como consequência, a saúde da população global vem sendo

afetada. No âmbito físico, observa-se desde o aumento da mortalidade causada por calor extremo, aumento na incidência de doenças transmitidas por vetores ou pela água e outras zoonoses, infecções gastrointestinais trazidas pela mudança nos padrões de chuva e ocorrência de inundações, doenças respiratórias e cardiovasculares por consequência de incêndios florestais e poeira atmosférica; enquanto os fardos para a saúde mental estão associados ao aumento de temperatura, traumas por consequência de desastres climáticos e a perda da capacidade de subsistência (IPCC, 2022).

No entanto, os efeitos e impactos das mudanças climáticas não são experienciados por todos os países de forma igual, características geográficas, econômicas e climáticas afetam essa questão. Para países localizados em regiões semiáridas, em latitudes médias ou na região de monções na América do Sul, projeta-se o maior aumento de temperaturas em dias quentes, enquanto na região do ártico, o aumento de temperatura está associado aos dias mais frios (IPCC, 2021). Países em desenvolvimento apresentam barreiras que afetam sua capacidade de se adaptar e mitigar os riscos das mudanças climáticas, como alta vulnerabilidade, instituições fracas, baixa prioridade em relação a outros problemas sociais, além de fatores como desigualdade e pobreza (BIESBROEK *et al.*, 2013). Na América Latina, os impactos das mudanças climáticas já são observados e se manifestam no aumento da ocorrência de eventos extremos de clima e na disponibilidade de recursos hídricos, que por sua vez afeta o setor agrícola, tendo impacto na segurança alimentar e sobrevivência populacional (AZÓCAR *et al.*, 2021; BANERJEE *et al.*, 2021).

No Brasil, o impacto das mudanças climáticas já se apresenta por meio do aumento de doenças transmitidas por vírus e vetores devido à perda na biodiversidade e alterações nos habitats naturais, verificando-se uma maior ocorrência de doenças como a dengue, febre amarela, malária, leishmaniose, entre outras (AGUIRRE, 2017; NAVA *et al.*, 2017; DE CARVALHO *et al.*, 2020). Regiões específicas do Brasil, como o semiárido nordestino, ainda enfrentam os impactos da seca e desertificação, que afeta desde a disponibilidade e contaminação da água, perda da produção agropecuária, até um deslocamento populacional (SENA *et al.*, 2014). Além disso, a problemática do aumento das temperaturas vivenciada pelos países tropicais acarreta no aumento da mortalidade por ondas de calor, como é o caso do Brasil, Colômbia e Filipinas (GUO *et al.*, 2018).

Um dos principais efeitos das mudanças climáticas estudado é o das alterações de temperatura, mais especificamente o calor, em que as temperaturas elevadas extremas são consideradas um problema de saúde pública que contribui para o aumento de doenças e está associado ao aumento da mortalidade da população (SONG *et al.*, 2017). O corpo humano é

capaz de manter uma temperatura interna de 37°C, porém, por consequência de fatores externos, como condições climáticas mais quentes, ou por atividades físicas, há a criação de calor dentro do corpo como uma reação metabólica e que, eventualmente, precisa ser regulado, caso contrário, doenças relacionadas ao calor podem surgir, como câimbras, fadiga, exaustão, infarto e até mesmo morte (KJELLSTROM; HOLMER; LEMKE, 2009; TAKAKURA *et al.*, 2018; VARGHESE *et al.*, 2018). Essa exposição ao calor pode acarretar em desidratação, devido à perda de água pelo suor, que por sua vez pode acarretar em doenças renais (BLAZEJCZYK; BARANOWSKI; BLAZEJCZYK, 2014; VENUGOPAL *et al.*, 2020).

A exposição a temperaturas acima da capacidade de tolerância do corpo recebe o nome de estresse térmico. Essa problemática vem sendo discutida sob o contexto da saúde e segurança ocupacional, visto que o ambiente de trabalho muitas vezes proporciona fatores que contribuem para a potencialização dos riscos, como a obrigatoriedade de vestimentas que dificultam o processo de dissipar o calor do corpo com o ambiente, locais muito quentes e próximos a fontes geradoras de calor, ou até mesmo atividades com alta demanda física e sem interrupções, impedindo que o corpo mantenha a temperatura interna ideal (TAKAKURA *et al.*, 2017; YI; CHAN, 2017; BITENCOURT; MAIA; ROSCANI, 2020).

Além dos fatores intrínsecos do ambiente de trabalho que representam riscos aos trabalhadores, esse grupo populacional ainda é o primeiro a ser exposto aos efeitos das mudanças climáticas, muitas vezes com maior intensidade e duração que a população geral (KIEFER *et al.*, 2016), porém, as consequências não são vistas apenas na saúde e segurança destes indivíduos, é possível associar uma perda na capacidade laboral e redução na produtividade devido ao calor, acarretando perdas econômicas (KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2017; MA *et al.*, 2019; ORLOV *et al.*, 2020). Além disso, trabalhadores sob condições de estresse térmico demonstram sinais de fadiga, confusão, perda de concentração, redução no desempenho psicomotor e diminuição do estado de alerta, fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes e lesões ocupacionais (ZANDER *et al.*, 2015; MARTÍNEZ-SOLANAS *et al.*, 2018; VARGHESE *et al.*, 2018; DU *et al.*, 2019).

A investigação da relação entre acidentes de trabalho e doenças ocupacionais com os efeitos das mudanças climáticas vem sendo foco de estudos em todo o mundo. A poluição do ar - potencializada pelas emissões de gases do efeito estufa e pelas alterações na dinâmica de temperatura e umidade da atmosfera, causada pelas mudanças climáticas - têm um impacto na saúde dos trabalhadores, causando desde alergias (D'OVIDIO *et al.*, 2016), até doenças respiratórias e cardiovasculares (BERHANE; KUMIE; SAMET, 2016). Estas alterações

atmosféricas também afetam o impacto de pesticidas nos trabalhadores, visto que o aumento de temperatura pode impactar na recusa por utilização de equipamentos de proteção e no aumento do suor do corpo, facilitando a contaminação deste tipo de produto no corpo do indivíduo (GATTO; CABELLA; GHERARDI, 2016). Uma maior ocorrência de doenças transmitidas por vetores, como a dengue, também está associada às alterações climáticas, este tipo de perigo está começando a ser observado sob condições e ambientes que anteriormente não aconteciam, podendo afetar trabalhadores principalmente de setores ao ar livre (VONESCH *et al.*, 2016; NAKANO, 2018).

Quando o foco é explorar os efeitos da variação de temperatura na saúde e segurança dos trabalhadores, o leque de discussões é amplo. Existem abordagens que focam em ambientes de trabalho específicos, como os cortadores de cana (CROW *et al.*, 2013; DALLY *et al.*, 2018; BUTLER-DAWSON *et al.*, 2019), o setor da construção civil (ROWLINSON, 2014; ACHARYA; BOGGESS; ZHANG, 2018; RICCÒ, 2020), ou agricultura (ARJONA *et al.*, 2016; SPECTOR *et al.*, 2016; TIGCHELAAR; BATTISTI; SPECTOR, 2020), enquanto outros estudos abordam todo tipo de serviço considerado ao ar livre (KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2013; HEIDARI *et al.*, 2015; PARK; KIM; OH, 2017). Dentre as consequências do calor ao trabalhador, são discutidos desde doenças cardiovasculares (SAHU; SETT; KJELLSTROM, 2013), doenças renais (TAWATSUPA *et al.*, 2012), lesões ocupacionais (MCINNES *et al.*, 2018; SHENG *et al.*, 2018), acidentes de trabalho (XIANG *et al.*, 2014; NEWMAN; HUMPHRYS, 2020), perda produtiva (QUILLER *et al.*, 2017; YI; CHAN, 2017; MORABITO *et al.*, 2020), e até mesmo morte (RILEY *et al.*, 2018; ROELOFS, 2018; DONG *et al.*, 2019).

Quando se trata da investigação da relação entre acidentes ocupacionais com fatores climáticos, existe uma tendência na literatura de utilizar técnicas estatísticas para explorar a associação entre dados históricos de registros de acidentes de trabalho, como dados de pedidos de indenização (VARGHESE *et al.*, 2019a, 2019b) ou bases de dados nacionais de saúde (RICCÒ *et al.*, 2020), com dados meteorológicos. Essa abordagem possibilita investigar o nível de estresse térmico no momento em que houve o acidente, estabelecendo se há um aumento deste tipo de evento ocupacional à medida que aumenta a temperatura. Schifano *et al.* (2019) coletaram dados de acidentes de trabalho e dados climáticos de 2001 a 2010 de três cidades da Itália, e, por meio de modelos estatísticos de distribuição não linear, pôde apontar que trabalhadores de ambientes considerados *outdoor* foram os mais afetados e que a maior taxa de acidentes foi registrada em temperaturas entre 33°C e 34°C. McInnes *et al.* (2017) utilizaram a abordagem do caso cruzado, definindo o dia do acidente como a



referência e comparando o nível de exposição com uma data em que não houve acidentes, de forma que, por meio de uma análise de regressão linear, pôde-se estabelecer que a relação entre temperatura e acidente tem um comportamento em formato de U, onde o risco começa alto nas baixas temperaturas, a medida que a temperatura sobe, o risco estabiliza e, ao se aproximar de valores de 14°C, o risco volta a aumentar, com um aumento de 0,8% no risco para cada 1°C a mais na temperatura máxima diária. Spector *et al.* (2016), por sua vez, observaram um aumento de lesões ocupacionais até valor de 33 no índice Humidex, após esse valor limite, há um decréscimo no risco, demonstrando que políticas de proteção que impedem o trabalho durante os períodos mais quentes do dia são soluções possíveis para este risco. Semelhantemente, Xiang *et al.* (2014) identificaram uma relação no formato de U invertido, onde o maior número de registros de acidentes de trabalho está associado a temperaturas entre 20°C e 37°C, no momento em que ultrapassa esse valor, há uma queda brusca no registro de acidentes, demonstrando a efetividade de medidas protetivas definidas por setores industriais e sindicatos para temperaturas extremas.

No Brasil, a abordagem sobre esse tópico não é tão ampla quanto em pesquisas internacionais. Até o momento, a literatura nacional se destaca na utilização de dados meteorológicos para investigar o nível de estresse que os trabalhadores estão expostos, como é o caso do estudo de Bitencourt (2019) que utilizou dados de estações climáticas para calcular o índice que mede o nível de estresse térmico, o Índice de Bulbo Úmido - Temperatura de Globo (IBUTG), de forma a investigar os períodos de ondas de calor e seu impacto no risco de exposição ao estresse térmico nos trabalhadores. Bitencourt, Maia e Roscani (2020) utilizaram os dados meteorológicos para calcular o IBUTG de ambientes externos, comparando os valores de estresse térmico em todo o Brasil com os valores máximos de tolerância definidas pela Norma Regulamentadora 15 (MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA, 2021), identificando regiões mais críticas, como o Norte e Nordeste, e maior risco em atividades pesadas. De forma semelhante, Roscani, Maia e Monteiro (2019), analisaram os valores de estresse térmico em trabalhadores rurais da região Nordeste, verificando elevado risco e necessidade de intervenção. Ainda, Bitencourt *et al.* (2021) utilizaram valores de IBUTG de dados meteorológicos históricos, com início em 1961, para analisar o passado e o presente deste risco, além de realizar simulações e projeções do futuro, verificando o nível de estresse térmico ao longo das próximas décadas sob diferentes cenários de mitigação das mudanças climáticas, identificando tendências no aumento de risco para todas as regiões do Brasil.

Outras abordagens também estão presentes na literatura brasileira, como revisão

sistemática sobre o estresse térmico em cortadores de cana (LEITE *et al.*, 2018) ou até estudo em campo, com medições dos valores de temperatura de um ambiente de trabalho de uma fábrica de móveis (SILVA; TEIXEIRA, 2014). O estudo de Bitencourt, Ruas e Maia (2012) é o que mais se aproximou da ideia dos artigos internacionais de cruzar dados de SST com dados climáticos, neste artigo, os autores utilizam registros de quatorze mortes de trabalhadores no estado de São Paulo e consultam as condições climáticas do momento em que foi registrado o óbito, concluindo que os fatores atmosféricos, somados à condições precárias sociais e de trabalho, devem ser considerados ao se investigar a situação ocupacional desses trabalhadores. No entanto, apesar dessa semelhança com os estudos internacionais mencionados anteriormente, este estudo nacional ainda se difere em relação à abrangência geográfica e temporal, sendo aplicado apenas em algumas regiões do estado de São Paulo, contabilizando apenas 14 registros ao longo de 3 anos, enquanto os demais artigos possuem dados históricos de décadas completas, com cobertura nacional, o que permite uma análise mais completa da realidade do país. Logo, é possível verificar que o Brasil possui uma lacuna de trabalhos que investigam a relação entre clima e dados históricos de SST em uma escala nacional.

Quando se fala de dados históricos de SST, existem algumas fontes federais que oferecem esse tipo de informação, é o caso do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), responsável por coletar e disponibilizar os registros da Comunicação de Acidentes de Trabalho (CAT), assim como compilar informações estatísticas por meio do Anuário Estatístico da Previdência Social (AEPS), apresentando o número de benefícios concedidos e seus gastos, e do Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (AEAT), enumerando a quantidade de acidentes do trabalho registrados no país. O Ministério Público do Trabalho (MPT) também fornece serviços de reunir e apresentar dados relacionados ao trabalhador por meio de sua plataforma *SmartLab*, que disponibiliza Observatórios Digitais com dados estatísticos sobre trabalho decente, saúde e segurança do trabalho, trabalho infantil, trabalho escravo e sobre a diversidade de oportunidades de emprego. Esses observatórios reúnem informações de diferentes fontes e as disponibiliza de forma gráfica e visual para acesso público.

Dados sobre a saúde da população são registrados junto ao Ministério da Saúde por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), contando com conjuntos de dados relacionados a doenças, dados de nascimento e mortalidade da população, informações hospitalares, entre outros (ROCHA *et al.*, 2020). No caso de acidentes de trabalho, seu registro passou a ser realizado no Sistema de Informação de Agravos de

Notificação (SINAN), a partir de 2005, em que a unidade de saúde que realizou o atendimento da vítima preenche e registra as informações do ocorrido no Datasus (ZACK *et al.*, 2020). Dessa forma, o banco de dados de acidentes do trabalho no SINAN é composto por dados com cobertura nacional, considerando todo tipo de trabalhador e situação empregatícia, e com abrangência histórica que se inicia em 2006 e permanece até o presente. Ainda, os dados meteorológicos no Brasil são de livre acesso, sendo possível consultar e utilizar informações de mais de 600 estações meteorológicas espalhadas em todo o território nacional, compostas por variáveis climáticas relacionadas à pressão atmosférica, temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar, radiação solar e até velocidade do vento. Logo, a existência de dados substanciais de SST e dados meteorológicos deixa evidente que uma pesquisa semelhante ao que foi proposto nos artigos internacionais, explorando estatisticamente a relação entre clima e acidentes de trabalho, é possível no Brasil também.

Um técnica estatística utilizada para avaliar a relação entre variáveis de um mesmo conjunto de dados é a análise multivariada, podendo ser aplicada para compreender quais fatores sociais estão associados com a ocorrência de acidentes de trabalho, com estudos que investigam a relação do acidente com características específicas como a idade do trabalhador (BRESLIN; SMITH, 2005) ou a estabilidade do emprego (BRESLIN; SMITH, 2006), enquanto outros visam entender o contexto geral das variáveis que impactam neste tipo de problema, identificando, por exemplo, maiores riscos associados a determinados locais e cargos (SCHOFIELD; RYAN; STROINSKI, 2021), ou um maior registro de pedidos de indenização por lesão ocupacional associado ao gênero masculino de trabalhadores e com maiores salários (KAUSTELL *et al.*, 2017). A Análise de Correspondência Múltipla (ACM) é uma forma de aplicar a técnica multivariada em que as variáveis categóricas são representadas em um formato gráfico bidimensional, verificando a associação por meio da proximidade entre as variáveis em um mesmo plano (RENCHER, 2005). A ACM pode ser aplicada na investigação dos fatores que influenciam na ocorrência de acidentes de trânsito (DAS; SUN, 2016; BAIREDDY; ZHOU; JALAYER, 2018). No Brasil, a ACM é aplicada para detalhar a relação entre informações de autoavaliações de saúde feita pela população e suas características sociodemográficas, podendo identificar uma associação entre a população masculina, de raça autodeclarada branca e com grau elevado de escolaridade a níveis bons de saúde, enquanto níveis inferiores de saúde estão associados a mulheres, de raça declarada preta e com ensino médio completo (LOPES DE OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Foi considerando todo este contexto que essa dissertação foi desenvolvida. Seguindo o formato *multipaper*, essa dissertação é composta por três artigos individuais e

complementares entre si, com o propósito de responder à pergunta de pesquisa: **as mudanças climáticas e o aumento da temperatura têm impacto na saúde e segurança dos trabalhadores brasileiros?**

O objetivo geral deste trabalho é investigar a associação entre variáveis meteorológicas potencializadas pelas mudanças climáticas com a ocorrência de agravos à saúde e segurança de trabalhadores, explorando tanto a literatura internacional sobre o assunto como explorando os efeitos da variação de temperatura no registro de acidentes de trabalho no Brasil.

Tendo isso em vista, foram definidos alguns objetivos específicos que foram se cumprindo ao longo dos três artigos. O primeiro objetivo específico foi o de entender a literatura sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde e segurança do trabalho, construindo uma base teórica capaz de elencar a maneira com que esse tópico vem sendo abordado cientificamente em todo o mundo, quais as metodologias utilizadas, os principais resultados obtidos e questões em aberto.. Para isso, foi desenvolvido o primeiro artigo, um Mapeamento Sistemático da Literatura, que, por meio de pesquisas estruturadas em bases de artigos internacionais, foi capaz de sintetizar informações de quase duzentos artigos e atuou como uma base de conhecimento para definir os próximos passos e objetivos da dissertação. Com o apoio do primeiro artigo, despontou-se um direcionamento de se investigar a relação entre clima e acidentes de trabalho, por meio de análises estatísticas de bases de dados de SST e bases de dados meteorológicos. A partir disso, foi construído mais um objetivo específico para a dissertação: o de identificar bases de dados relacionados à saúde do trabalhador que possibilitassem a aplicação de uma abordagem semelhante à literatura internacional, porém considerando a realidade brasileira. Para isso, seria necessário uma base de dados com cobertura nacional, preferencialmente ao longo de vários anos e com uma temporalidade diária, de forma que fosse possível utilizar variáveis climáticas diárias para verificar essa relação.

Essa busca por uma base de dados resultou no segundo artigo, em que se realizou uma análise exploratória dos dados de acidentes do trabalho da base de dados do SINAN, detalhando as informações ali presentes, discutindo as características sociais e ocupacionais dos trabalhadores acidentados e os aspectos dos acidentes registrados no Brasil. Portanto, com o segundo artigo, foi possível selecionar uma base de dados válida para a aplicação da metodologia identificada como tendência pelo primeiro artigo. Com isso, foi definido mais um objetivo específico que deu origem ao terceiro artigo: explorar a associação entre as variações de temperatura com os acidentes de trabalho registrados no Brasil na base de dados

do SINAN. O terceiro artigo conta quatro processos metodológicos: a seleção e tratamento da base de dados de acidentes de trabalho, a seleção dos dados meteorológicos, a construção de uma nova base de dados unindo esses dois conjuntos de informações e a aplicação de um método estatístico para explorar a relação entre as variáveis. A Tabela 1.1 apresenta um resumo destes artigos, listando seus títulos, objetivos, metodologias e principais contribuições.

Tabela 1.1 - Síntese dos artigos que compõem a dissertação

	<b>Artigo 1</b>	<b>Artigo 2</b>	<b>Artigo 3</b>
<b>Título</b>	Mudanças climáticas e o impacto na população trabalhadora: um mapeamento sistemático.	Análise exploratória de dados de acidentes de trabalho do Brasil registrados no SINAN.	Variação de temperatura e acidentes de trabalho: existe relação? Uma análise de correspondência múltipla.
<b>Objetivo</b>	Explorar a literatura internacional a fim de identificar possíveis impactos causados pelas mudanças climáticas na população trabalhadora.	Investigar os bancos de dados de saúde e segurança do trabalho no Brasil e descrever as variáveis que compõem os dados de acidentes de trabalho do SINAN.	Investigar a associação entre variáveis climáticas com dados de acidentes de trabalho por meio da técnica de Análise de Correspondência Múltipla.
<b>Metodologia</b>	Mapeamento Sistemático da Literatura sobre os efeitos das mudanças climáticas na saúde e segurança dos trabalhadores ao redor do mundo.	Busca exploratória de base de dados; seleção, processamento e tratamento dos dados; análise descritiva das informações.	Seleção e tratamento de bases de dados de acidente de trabalho e meteorológica; união das bases de dados; Análise de Correspondência Múltipla para avaliar a associação entre as variáveis.
<b>Contribuições</b>	Apresentação da situação da literatura global sobre a problemática das mudanças climáticas na saúde ocupacional; levantamento das tendências e lacunas	Análise do panorama nacional de bancos de dados relacionados à saúde do trabalhador; seleção de uma base de dados válida; compreensão das características dos	Criação de uma nova base de dados combinando informações de acidentes de trabalho e variáveis climáticas; identificação de associações entre

	dos impactos estudados, metodologias aplicadas e resultados obtidos em artigos internacionais.	acidentes e suas vítimas no Brasil.	valores de estresse térmico e características dos acidentes de trabalho.
--	--	-------------------------------------	--

Fonte: Autor (2022).

A estrutura desta dissertação é composta por um capítulo para cada artigo, apresentando os trabalhos completos, com suas respectivas introduções, metodologias, resultados, discussões e referências. Para finalizar o texto, o último capítulo apresenta as considerações finais, discutindo as contribuições, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

## ARTIGO 1

---

### **Mudanças climáticas e o impacto na população trabalhadora: um mapeamento sistemático**

#### **2.1 Introdução**

O termo “clima” é atribuído às características ambientais do planeta que podem ser observadas pelas variações de temperatura, precipitação, pressão e umidade da atmosfera. Alterações nestas características recebem o nome de mudanças climáticas, podendo ser causadas por ações naturais ou pelas atividades humanas (HUSSAIN *et al.*, 2020). As mudanças climáticas já estão sendo consideradas como um dos maiores desafios já enfrentados pela humanidade, trazendo consequências sem precedentes que ameaçam a saúde e segurança de todo o biosistema do planeta (CAMINADE; MCINTYRE; JONES, 2019).

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC*), estabelecido em conjunto pela Organização Meteorológica Mundial (*World Meteorological Organization, WMO*) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*United Nations Environment Programme, UNEP*) em 1988, tem sido o principal corpo científico sobre mudanças climáticas, produzindo relatórios que condensam as pesquisas mundiais em três grupos de trabalho: (i) a ciência por trás das mudanças climáticas, (ii) todos seus impactos e (iii) as possíveis estratégias de respostas à elas (AGRAWALA, 1998). O Quinto Relatório produzido pela *IPCC* apresentou evidências de que ações humanas

podem ser as grandes potencializadoras das alterações climáticas no planeta, destacando que cerca de mais da metade do aumento da temperatura global registrada entre 1950 e 2010 foi causada pela emissão antropogênica de gases do efeito estufa, tendo sido registrada uma concentração de compostos químicos na atmosfera em um nível jamais registrado na história (IPCC, 2014).

Calcula-se que no período entre os anos de 1983 e 2012 foram registradas as temperaturas mais altas dos últimos 800 anos, um aquecimento que traz efeitos negativos tanto diretamente relacionados às temperaturas extremas, quanto outras consequências como a mudança nos padrões de precipitação, aumento na incidência de eventos climáticos extremos como furacões e enchentes, alterações e aumento de doenças transmissíveis por vetores, aumento na exposição a poluentes do ar, entre outras (IPCC, 2014; PINKERTON; FELT; RIDEN, 2019). Apesar deste aumento na incidência de eventos climáticos negativos no planeta ser considerado significativo, ele vem acontecendo de forma gradual, levando a uma subestimação das consequências das mudanças climáticas (HUSSAIN *et al.*, 2020). Visando abordar essa problemática, algumas iniciativas internacionais buscaram definir tratados entre diferentes países no intuito de construir ações de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Muitas destas iniciativas vinham fracassando nas negociações, com seus tratados sendo vistos como desfavoráveis por algumas das partes envolvidas, como no caso da Conferência de Copenhague. Mais recentemente, no entanto, o Acordo de Paris (assinado em 2015 por 196 países) conseguiu definir um objetivo em comum entre os países: limitar o aquecimento global até o final deste século a uma temperatura abaixo de 2 graus Celsius comparado às medidas antes da Era Industrial, definindo até mesmo um objetivo aspiracional de 1,5°C (SAVARESI, 2016).

Considerado um ponto decisivo nas negociações internacionais para limitar os danos causados pelas mudanças climáticas, o Acordo de Paris também incentivou novas pesquisas em todo o mundo, inclusive uma pesquisa desenvolvida pela IPCC, em 2018, analisou especificamente os impactos das mudanças climáticas em um cenário em que é possível limitar o aumento das temperaturas globais até o máximo de 1,5°C e as diferenças entre este cenário e o inicial de 2°C (VICEDO-CABRERA *et al.*, 2018). De acordo com este relatório especial, o compromisso com ações de mitigação definido no acordo de Paris e os esforços atuais para controlar os efeitos negativos das mudanças climáticas não serão suficientes para atingir o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a 1,5°C, nem mesmo a 2°C, para isso seria necessário diminuir drasticamente a emissão de gases do efeito estufa antes mesmo do início da próxima década, caso contrário é possível que o valor de 1,5°C seja atingido entre



os anos de 2030 e 2050 (IPCC, 2018). Neste cenário, a ciência tem o importante papel de influenciar a criação de políticas e ações de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, isso se dá por meio da pesquisa e discussão em relação aos efeitos negativos, as perdas e danos que serão causados caso não haja um combate efetivo, destacando os efeitos à população em geral, aos grupos vulneráveis, à economia e ao meio ambiente (DJALANTE, 2019).

A abordagem de pesquisa sobre mudanças climáticas é bastante ampla e pode seguir diferentes vertentes de estudos, é possível encontrar estudos que focam em analisar as causas desse fenômeno, como a emissão de gases do efeito estufa e as políticas de redução das emissões ao redor do mundo (BYROM *et al.*, 2020; ESKANDER; FANKHAUSER, 2020) ou o efeito do desmatamento nas alterações climáticas (ZEPPETELLO *et al.*, 2020); já outros estudos analisam as consequências das mudanças climáticas em diferentes ecossistemas e a perda da biodiversidade (BELLARD *et al.*, 2012; PECL *et al.*, 2017; PIRES *et al.*, 2018; CAVICCHIOLI *et al.*, 2019); é possível encontrar ainda um foco nos impactos econômicos, com artigos discutindo setores cujas atividades podem ser afetadas pelas mudanças climáticas como a agricultura (RAZA *et al.*, 2019), o turismo (SCOTT; HALL; GÖSSLING, 2019) e até mesmo o setor de transportes e cadeia de suprimentos (BECKER *et al.*, 2018). Uma das principais categorias de estudo sobre as consequências causadas pelas mudanças climáticas estão relacionados aos impactos na saúde da população, é possível encontrar estudos sobre o aumento na proliferação de doenças transmitidas por vetores, insetos ou pela água (LEVY; SMITH; CARLTON, 2018; FRANKLINOS *et al.*, 2019), doenças respiratórias causadas pela poluição (P.L., 2018; PATELLA *et al.*, 2018) e as consequências do aumento das temperaturas, como maior número de doenças relacionadas ao calor (KHAN, 2019), doenças renais causadas pelo calor e desidratação (SORENSEN; GARCIA-TRABANINO, 2019), até mesmo uma elevação na mortalidade devido às altas temperaturas (LIMAYE *et al.*, 2018).

Muitas vezes, os estudos que têm um objetivo de discutir os impactos das mudanças climáticas na saúde da população acabam dando destaque para grupos demográficos considerados mais vulneráveis, como idosos (OUDIN ÅSTRÖM; BERTIL; JOACIM, 2011; DINIZ; GONÇALVES; SHERIDAN, 2020) e crianças (WATTS *et al.*, 2019; AJANOVIC *et al.*, 2020; BAKER; ANTTILA-HUGHES, 2020). Um grupo populacional que nem sempre é discutido nos estudos, mas que também é bastante suscetível aos efeitos negativos das condições climáticas são os trabalhadores. Segundo Kiefer *et al.* (2016), os trabalhadores são os primeiros a serem expostos aos efeitos negativos das mudanças climáticas, muitas vezes por mais tempo e maior intensidade do que a população em geral. Isso se deve ao fato de as

atividades laborais acabarem por obrigar os trabalhadores a se exporem a condições nas quais os demais indivíduos poderiam evitar. É o caso por exemplo de trabalhadores de áreas externas, como a agricultura e a construção civil que exercem suas atividades sob a luz do sol e estão suscetíveis às temperaturas diárias, muitas vezes sem sequer a possibilidade de aclimatização (XIANG *et al.*, 2014a; MODA; LEAL FILHO; MINHAS, 2019).

No cenário global de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, algumas características do clima só tendem a piorar, principalmente as temperaturas, causando simultaneamente um aumento dos ambientes de trabalho afetados por essas alterações e a quantidade de pessoas trabalhando sob níveis elevados de exposição a riscos climáticos (KIEFER *et al.*, 2016). Além das consequências para a saúde dos trabalhadores, como o aumento de doenças causadas altas temperaturas, doenças respiratórias em consequência dos elevados níveis de poluição do ar ou maior incidência de doenças transmitidas por vetores, há também um aumento no risco para a segurança destes indivíduos, tanto em relação ao aumento de eventos extremos de clima e desastres naturais, mas também as condições climáticas podem afetar cognitivamente os trabalhadores, aumentando o cansaço e fadiga em dias quentes, causando tonturas e confusão que leva a acidentes e lesões (SCHULTE; CHUN, 2009; ADAM-POUPART *et al.*, 2013a; HABIBI *et al.*, 2021). Já existem estudos sobre possíveis ações para a mitigação dos riscos diretamente relacionados aos trabalhadores, como por exemplo medidas de segurança para diminuir a carga de trabalho ou as horas trabalhadas durante períodos de altas temperaturas e ondas de calor (XIANG *et al.*, 2014b; VARGHESE *et al.*, 2019a).

Considerando a emergente necessidade de pesquisas sobre as mudanças climáticas e o seu impacto na sociedade, a complexidade em relação a diferentes impactos, consequências e vítimas destas mudanças, assim como a possibilidade de realizar estudos focando em grupos mais vulneráveis da sociedade, este artigo tem o objetivo de realizar um mapeamento sistemático da literatura a fim de identificar os impactos causados pelas mudanças climáticas na população trabalhadora ao redor do mundo. Esta metodologia foi selecionada pois permite realizar uma análise estruturada da situação de um tópico na literatura, identificando lacunas e tendências, porém trazendo um foco em entender como os estudos selecionados vêm conduzindo este tipo de pesquisa, demonstrando as principais metodologias utilizadas e o objetivo dos autores ao realizar este tipo de estudo (JAMES; RANDALL; HADDAWAY, 2016). Este mapeamento busca criar uma base de conhecimento sobre quais são os impactos causados pelas mudanças climáticas que têm maior destaque na literatura, como eles são analisados, quais as metodologias para isso, e quais são os principais efeitos na saúde e

segurança dos trabalhadores.

## 2.2 Metodologia

Foi conduzido um mapeamento sistemático seguindo as diretrizes apresentadas no guia de revisão sistemática para gestão ambiental da CEE – *Collaboration for Environmental Evidence*, desenvolvido a partir da adaptação de outras metodologias de revisão para melhor se adequar a pesquisas relacionadas ao meio ambiente (CEE, 2018).

Um mapeamento sistemático tem os mesmos princípios de uma revisão sistemática em destacar tendências e lacunas da literatura, e se assemelha também na presença de etapas sequenciais, bem estruturadas e transparentes (JAMES; RANDALL; HADDAWAY, 2016; BADULLOVICH; GRANT; COLVIN, 2020).

O objetivo deste mapeamento é explorar estudos que relacionam os impactos das mudanças climáticas para a saúde e segurança de trabalhadores, buscando identificar os principais métodos de pesquisa utilizados e os impactos que vêm tendo maior destaque nos estudos. O estudo foi norteado pelas seguintes questões de pesquisa:

QP1 - “Como os estudos relacionam os impactos das mudanças climáticas com os trabalhadores?”

QP2 - “Quais as metodologias de pesquisa utilizadas para avaliar os efeitos das mudanças climáticas na saúde e segurança dos trabalhadores?”

QP3 - “Quais os principais efeitos negativos das mudanças climáticas aos trabalhadores?”

### 2.2.1 Estratégia de busca

A *string* de busca foi desenvolvida combinando palavras-chaves relacionadas às mudanças climáticas e à saúde e segurança dos trabalhadores. Em conjunto com o uso dos operadores booleanos “AND” e “OR”, a *string* ficou definida como:

(“*climate change*” OR “*global warming*” OR “*temperature rising*”) AND  
 (“*occupational health and safety*” OR “*occupational health*” OR “*occupational safety*” OR  
 “*workers safety*” OR “*workers’ health*” OR “*labor safety*”)

Para realizar o mapeamento, os artigos foram retirados de bases de dados online já conhecidas academicamente, sendo elas: *Emerald*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *Scielo*, *Scopus*, *SpringerLink* e *Web of Science*. Além destas bases de dados, também foram incluídos artigos por meio do processo de *snowballing*.

### 2.2.2 Estratégia de Seleção

O mapeamento foi conduzido a partir de um corte temporal de 10 anos (2010-2020). Para a seleção dos artigos definiu-se os critérios de exclusão e inclusão. Estes primeiros foram:

- CE1: Publicações que não sejam consideradas do tipo artigo científico publicado em revistas ou periódicos nacionais ou internacionais;
- CE2: Artigos que não estejam em inglês ou português;
- CE3: Quando encontrados artigos duplicados, foi mantido apenas o mais completo;
- CE4: Artigos publicados antes do ano de 2010;
- CE5: Artigos que não discutam os impactos diretos aos trabalhadores;
- CE6: Artigos que não relacionam o tópico pesquisado às mudanças climáticas.
- CE7: Artigos que não estejam disponíveis online para leitura;

Os critérios CE1, CE2 e CE4 foram aplicados por meio dos filtros disponibilizados pela própria ferramenta de busca das bases de dados, filtrando por tipo, linguagem e ano da publicação, respectivamente. Os demais foram aplicados durante as leituras dos artigos.

Os critérios de inclusão foram:

- CI1: Artigos que exploram diretamente efeitos negativos na saúde de trabalhadores causado por algum efeito das mudanças climáticas;
- CI2: Artigos que abordam uma perda de produtividade ou impacto econômico devido aos impactos na saúde dos trabalhadores causado por algum efeito das mudanças climáticas;
- CI3: Artigos que discutem cenários ou previsões dos efeitos das mudanças climáticas na saúde dos trabalhadores.

O processo de seleção se dividiu em duas etapas: na primeira, foram lidos os títulos e resumos de todos os artigos, os aprovados seguiram para a segunda etapa, em que foram lidas as introduções e conclusões com o propósito de garantir que os estudos selecionados eram condizentes com as questões de pesquisa deste mapeamento.

O processo de *snowballing* pode ser realizado de duas formas: o *backward snowballing* e o *forward snowballing*. De acordo com Wohlin (2014), “*backward snowballing* significa utilizar a lista de referências para identificar novos artigos [...] e o *forward snowballing* se refere a identificar novos artigos que citaram o artigo sendo examinado”. Neste estudo, foi utilizado unicamente o *backward snowballing*, buscando publicações relevantes a partir das referências dos artigos aprovados. Estes estudos passaram pelo mesmo processo de seleção e se juntaram ao processo de extração com os demais previamente

selecionados.

### 2.2.3 Estratégia de Extração

De acordo com o guia CEE (2018), em uma revisão sistemática esta é a etapa em que é realizada uma avaliação crítica ou uma síntese do encontrado, porém, em um mapeamento sistemático a informação é extraída com o objetivo de descrever aspectos importantes dos estudos, como informações dos países que fizeram as publicações, a metodologia do artigo e o que está sendo avaliado.

O processo de extração foi apoiado pelo uso de planilhas de Excel, em que cada estudo analisado recebeu uma linha e para cada coluna foram definidos pontos a serem coletados durante a leitura completa dos artigos: i) Título do artigo; ii) Autores; iii) Ano de publicação; iv) Nome do periódico; v) País; vi) Objetivo do artigo; vii) Metodologia; viii) Impacto analisado; ix) Ambiente de trabalho avaliado.

Estes pontos serão analisados no próximo tópico deste artigo. Para discutir melhor as diferentes metodologias encontradas no mapeamento, os estudos foram classificados em quatro categorias, baseadas no estudo de Badullovich, Grant e Colvin (2020), sendo elas: experimental; observacional; discussão ou síntese. Os estudos experimentais são aqueles que empregam algum tipo de intervenção e coleta de dados; um estudo observacional é aquele que analisa um evento ou fenômeno sem intervenção e utilizando fontes secundárias de informação; estudos de discussão são principalmente teóricos sem coleta de dados; e as sínteses são estudos que utilizam alguma metodologia estruturada, como revisões sistemáticas. Algumas das categorias foram ainda divididas em subcategorias para facilitar a discussão, a experimental, por exemplo, foi dividida de acordo com o tipo de coleta de dados realizada, como qualitativa ou quantitativa; a categoria observacional subdividiu os artigos conforme o tipo de dado considerado na análise, podendo ser, por exemplo, registros de lesões ocupacionais ou até mesmo pedidos de indenização registrados pelos trabalhadores. As categorias de discussão e síntese não tiveram muitas variações, portanto não foram subdivididas.

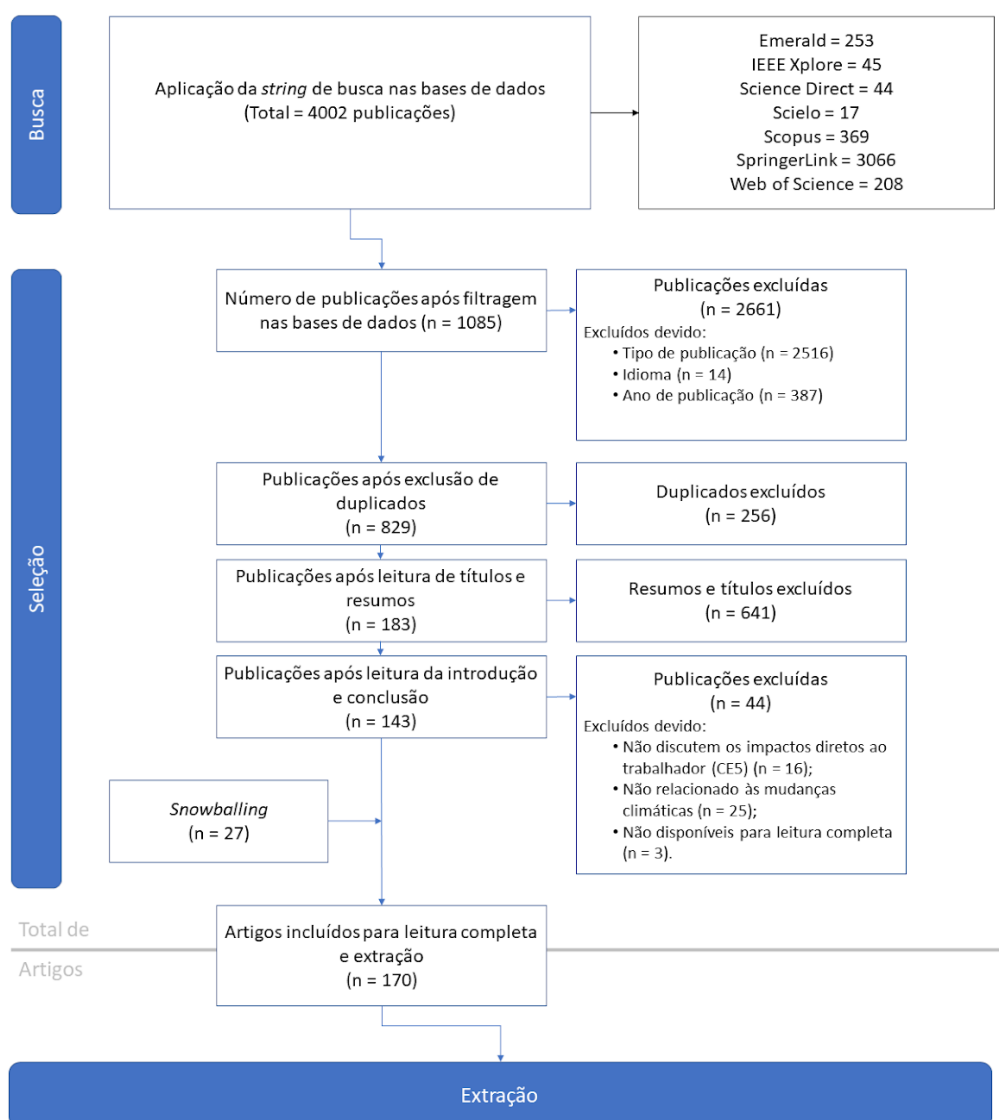
## 2.3 Resultados e Discussões

### 2.3.1 Resultado das buscas

O processo de busca em todas as bases de dados resultou em 4002 publicações, conforme ilustra a Figura 2.1. Após a aplicação de filtros nas próprias ferramentas de busca das bases de dados, foi possível diminuir esse número para 1085, dos quais foram excluídos

256 artigos duplicados. Após uma leitura considerando os critérios de seleção dos títulos, resumos e palavras-chave, houve a exclusão de mais 641 artigos. Os que sobraram passaram por um processo de leitura da introdução e conclusão, excluindo-se mais 44 artigos. As 143 publicações que restaram passaram por uma leitura completa e pelo processo de extração, e ainda suas referências foram consultadas para a realização do *backward snowballing*.

Figura 2.1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos



Fonte: Autores (2021).

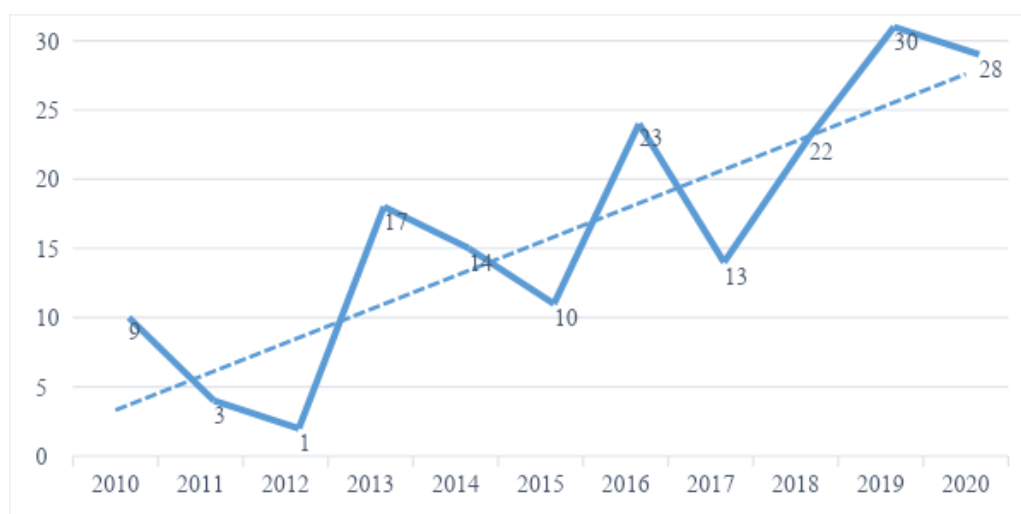
Todos os 170 artigos foram incluídos para a análise deste mapeamento visto que o intuito do estudo é entender como este tipo de pesquisa vem sendo estudada, quais as metodologias mais usadas e impactos mais analisados, portanto, com uma amostra maior espera-se uma investigação mais completa. As informações destes artigos como título, autores e ano de publicação estão presentes no Apêndice A.

### 2.3.2 Distribuição das publicações

As publicações foram investigadas em relação à quantidade de artigos publicados a cada ano, os principais periódicos, quais regiões do mundo aparecem com maior frequência neste tipo de estudo e quais são os autores que mais contribuíram nos estudos.

A primeira análise foi em relação ao ano de publicação, apresentado na Figura 2.2.

Figura 2.2 - Distribuição das publicações por ano



Fonte: Autores (2021).

O ano com maior quantidade de publicações foi 2019, com 30 artigos, seguido por 2020, 2016 e 2018, com 28, 23 e 22, respectivamente. Conforme indica a linha de tendência, a quantidade de publicações relacionadas aos impactos das mudanças climáticas na saúde dos trabalhadores vem aumentando ao longo da década.

Os 170 artigos foram publicados em 76 periódicos diferentes, apresentados na Tabela 2.1. Cerca de dois terços dos periódicos tiveram apenas uma publicação integrando o mapeamento.

Tabela 2.1 - Distribuição de publicações por periódicos

ID Journal	Título do Periódico	Quantidade de Artigos	ID dos Artigos
J37	<i>International Journal of Biometeorology</i>	14	A012, A029, A033, A053, A054, A063, A095, A116, A118, A123, A124, A128, A145, A158
J39	<i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>	13	A006, A039, A050, A051, A069, A081, A094, A102, A117, A142, A147, A169, A170

J35	<i>Industrial Health</i>	12	A005, A009, A010, A018, A032, A035, A040, A058, A064, A073, A087, A101
J31	<i>Global Health Action</i>	11	A061, A065, A096, A098, A115, A122, A140, A141, A144, A155, A157
J04	<i>Ann Ist Super Sanità</i>	9	A016, A017, A022, A023, A025, A027, A055, A078, A114
J03	<i>American Journal of Industrial Medicine</i>	6	A019, A062, A082, A136, A148, A151
J25	<i>Environmental Research</i>	5	A020, A044, A129, A132, A143
J60	<i>Occupational and Environmental Medicine</i>	4	A013, A049, A068, A153
J71	<i>Science of the Total Environment</i>	4	A057, A075, A097, A108
J07	<i>Building and Environment</i>	3	A085, A89, A146
J13	<i>International Journal of Productivity and Performance Management</i>	3	A083, A084, A126
J42	<i>PLoS ONE</i>	3	A003, A107, A120
J61	<i>Safety Science</i>	3	A109, A135, A138
J68	<i>Annals of Work Exposures and Health</i>	2	A007, A160, A166
J09	<i>Archives of Environmental and Occupational Health</i>	2	A060, A137
J10	<i>Asia-Pacific Journal of Public Health</i>	2	A021, A088
J11	<i>BMC Public Health</i>	2	A125, A152
J18	<i>Current environmental health reports</i>	2	A004, A059
J21	<i>Environment International</i>	2	A046, A103



J26	<i>Environmental Research Letters</i>	2	A034, A156
J30	<i>Global Environmental Change</i>	2	A038, A076
J32	<i>Globalization and Health</i>	2	A015, A071
J36	<i>International Archives of Occupational and Environmental Health</i>	2	A045, A086
J50	<i>Journal of Exposure Science &amp; Environmental Epidemiology</i>	2	A041, A014
J52	<i>Journal of Occupational and Environmental Medicine</i>	2	A104, A110
J58	<i>Nature Climate Change</i>	2	A067, A119
J67	<i>Safety and Health at Work</i>	2	A092, A127
J73	<i>Temperature</i>	2	A163, A165
J01	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	1	A154
J02	<i>Advances in Climate Change Research</i>	1	A093
J05	<i>Annals of Agricultural and Environmental Medicine</i>	1	A024
J06	<i>Annals of Occupational and Environmental Medicine</i>	1	A072
J08	<i>Annual Review of Public Health</i>	1	A070
J12	<i>BMJ Open</i>	1	A036
J14	<i>Canadian Journal of Public Health</i>	1	A161
J15	<i>Cardiology</i>	1	A080
J16	<i>Climatic Change</i>	1	A091

J17	<i>Critical Sociology</i>	1	A031
J19	<i>EARTHS FUTURE</i>	1	A100
J20	<i>Economics of Disasters and Climate Change</i>	1	A043
J22	<i>Environmental Health</i>	1	A113
J23	<i>Environmental Health Perspectives</i>	1	A066
J24	<i>Environmental Management</i>	1	A052
J27	<i>Environmental Science and Pollution Research</i>	1	A048
J28	<i>Ethiopian Journal of Health Development</i>	1	A056
J29	<i>Extreme Physiology and Medicine</i>	1	A047
J33	<i>Health Promotion International</i>	1	A134
J34	<i>Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine</i>	1	A159
J38	<i>International Journal of Climatology</i>	1	A164
J40	<i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i>	1	A037
J41	<i>International Journal of Occupational and Environmental Health</i>	1	A028
J43	<i>Journal of Agromedicine</i>	1	A150
J44	<i>Journal of Building Engineering</i>	1	A099
J45	<i>Journal of Cleaner Production</i>	1	A008
J46	<i>Journal of Clinical and Diagnostic Research</i>	1	A001
J47	<i>Journal of Environmental and</i>	1	A121

	<i>Public Health</i>		
J48	<i>Journal of Environmental Health Science and Engineering</i>	1	A111
J49	<i>Journal of Epidemiology</i>	1	A139
J51	<i>Journal of Occupational and Environmental Hygiene</i>	1	A002
J53	<i>Journal of Preventive Medicine and Hygiene</i>	1	A106
J54	<i>Lancet Planetary Health</i>	1	A131
J55	<i>Medicina del Lavoro</i>	1	A079
J56	<i>Miscellanea Geographica</i>	1	A077
J57	<i>Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change</i>	1	A074
J59	<i>New Solutions</i>	1	A149
J62	<i>Policy and Practice in Health and Safety</i>	1	A133
J63	<i>Pollution Research</i>	1	A168
J64	<i>Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America</i>	1	A112
J65	<i>Regional Environmental Change</i>	1	A042
J66	<i>Rev Panam Salud Publica</i>	1	A130
J69	<i>SAMJ South African Medical Journal</i>	1	A026
J70	<i>Scandinavian Journal of Work Environment &amp; Health</i>	1	A011
J72	<i>Scientific Reports</i>	1	A167
J74	<i>The International Journal of the</i>	1	A162

	<i>Constructed Environment</i>		
J75	<i>The Lancet Planetary Health</i>	1	A090
J76	<i>The Science of the total environment</i>	1	A105
J77	<i>WHO South-East Asia journal of public health</i>	1	A030

Fonte: Autores (2021).

O periódico que se destacou com uma maior quantidade de publicações foi o *International Journal of Biometeorology*, com 14 artigos, tendo um escopo com foco na investigação da relação entre o ambiente atmosférico com os seres vivos. O segundo mais frequente foi o *International Journal of Environmental Research and Public Health*, com 13 publicações, cujo escopo é voltado para pesquisas relacionadas às ciências da saúde do meio ambiente e saúde pública. O terceiro periódico mais frequente foi o *Industrial Health*, com 12 publicações e um escopo voltado para a saúde ocupacional.

O portal SCImago, responsável por apresentar indicadores de desempenho dos periódicos internacionais e um ranking dos países em relação à pesquisa, sistematiza os periódicos em 27 áreas de conhecimento, com publicações de uma ou mais áreas. Consultando no portal cada um dos periódicos apresentados na Tabela 2.1, foi possível identificar 13 áreas presentes neste mapeamento, conforme mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Distribuição das áreas do conhecimento dos periódicos

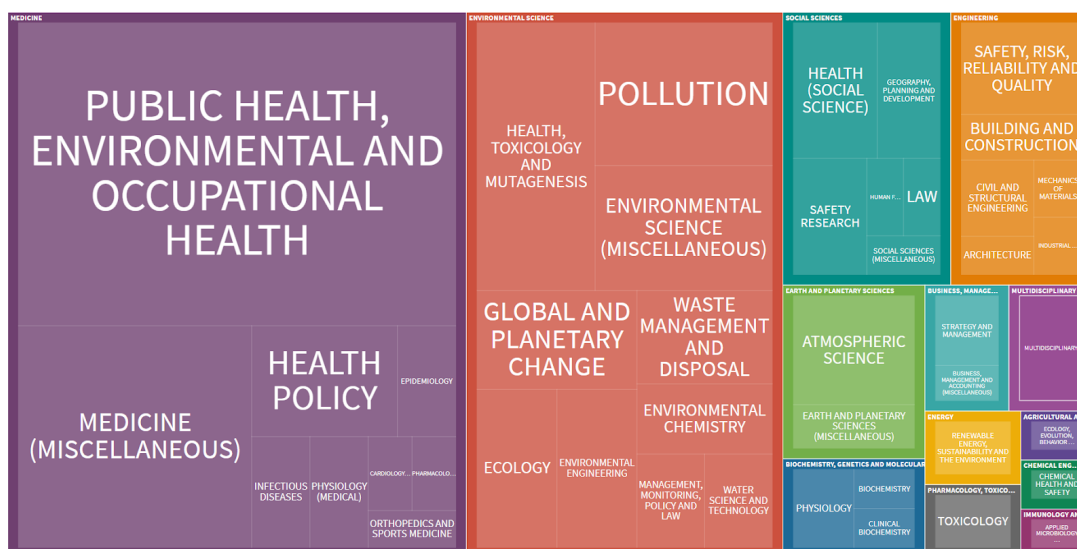
Área do conhecimento	Quantidade	ID Journal
Medicine	51	J01, J03, J04, J05, J06, J07, J08, J09, J10, J11, J12, J14, J15, J18, J22, J23, J26, J27, J28, J29, J31, J32, J33, J34, J35, J36, J39, J40, J41, J43, J46, J47, J48, J49, J50, J51, J52, J53, J54, J55, J59, J60, J62, J66, J67, J68, J69, J70, J73, J75, J77
Environmental Science	28	J02, J05, J09, J13, J16, J19, J21, J22, J23, J24, J25, J26, J27, J30, J35, J37, J39, J45, J47, J48, J50, J57, J58, J59, J63, J65, J71, J76
Social Sciences	12	J01, J13, J17, J30, J33, J54,

		J56, J58, J62, J67, J68, J75
Earth and Planetary Sciences	6	J02, J16, J19, J37, J38, J56
Engineering	6	J01, J13, J44, J45, J67, J68
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	4	J25, J29, J46, J73
Multidisciplinary	3	J61, J64, J72
Business, Management and Accounting	2	J42, J45
Energy	2	J26, J45
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	2	J09, J50
Agricultural and Biological Sciences	1	J05
Chemical Engineering	1	J67
Immunology and Microbiology	1	J48

Fonte: Autores (2021).

Além disso, o portal ainda classifica cada uma destas áreas em subcategorias. Os resultados da consulta destas categorias para os periódicos deste mapeamento estão representados na Figura 2.3.

Figura 2.3 - Treemap das subcategorias de cada uma das áreas de conhecimento dos periódicos



Fonte: Autores (2021).

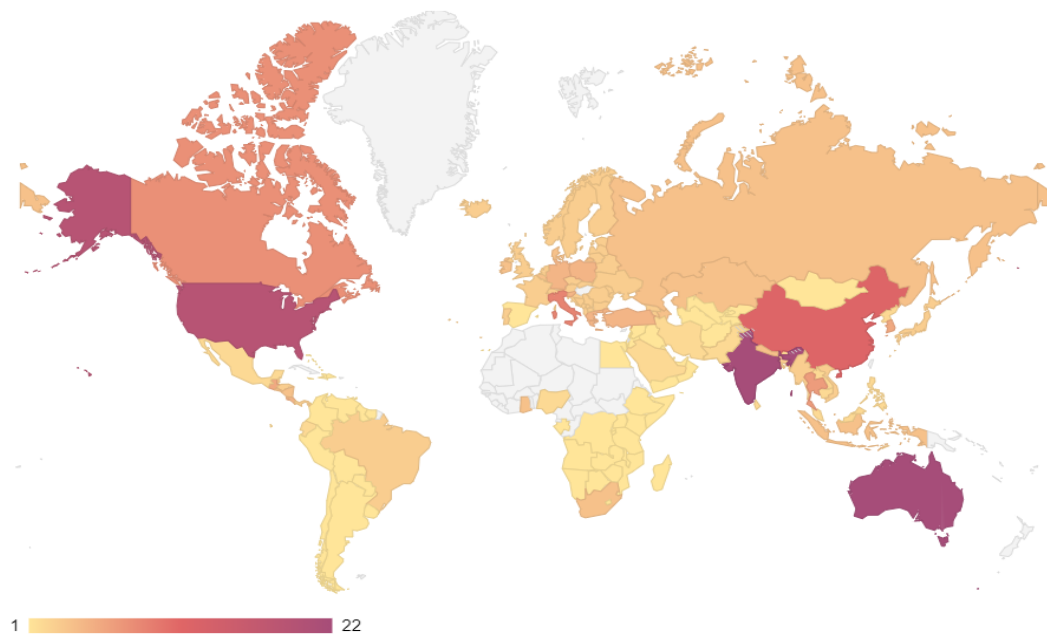
Nota-se uma maior representatividade de periódicos da área de Medicina,

destacando-se a subcategoria de Saúde Pública, Ambiental e Ocupacional, presentes em 41 periódicos, seguida pela categoria “Medicina (diversos)”, em 16 periódicos e, em terceiro, “Políticas de Saúde”, em cinco. A segunda área mais representativa foi a da Ciências Ambientais, destacando as subcategorias Saúde, Toxicologia e Mutagênese, em 10 periódicos, Poluição, em 8 e Ciências Ambientais (diversos) em 7. E a terceira área mais frequente foi a das Ciências Sociais, com a subcategoria “Saúde (Ciência Social)” se destacando em 7 periódicos, seguida pelas subcategorias “Geografia, planejamento e desenvolvimento” e “Pesquisa de Segurança” empatadas em três periódicos. Analisando estas três áreas de conhecimento de destaque, observa-se que este tipo de pesquisa é publicado principalmente em periódicos da área da saúde. Tanto as diferentes subcategorias da Medicina foram representativas no mapeamento, como também nas outras duas áreas, a subcategoria que mais se destacou esteve relacionada à saúde, como a “Saúde Toxicologia e Mutagênese” na área da Ciências Ambientais e a “Saúde (Ciência Social)” na área de Ciências Sociais.

Estas três principais áreas são ótimos indicadores de como essa problemática sendo caracterizada na literatura: uma adversidade à saúde dos trabalhadores, tornando o assunto relevante à área da Medicina, causado por modificações de características do clima e alterações ambientais, o que é abordado pela área da Ciência Ambiental, porém com consequências diretas na sociedade, afetando o bem-estar, segurança e longevidade da população, principalmente de um grupo demográfico mais vulnerável que são os trabalhadores, trazendo a discussão para a área das Ciências Sociais.

Outro ponto importante de se investigar é em quais regiões do mundo estes estudos estão sendo aplicados, quais os países com maior predominância deste tipo de estudo e porquê isso acontece. A Figura 2.4 apresenta o gráfico com os países destacados conforme sua quantidade de publicações. Um total de 34 artigos tiveram uma abordagem global, principalmente aqueles que aplicaram uma metodologia com foco mais teórico como revisões, estes foram desconsiderados para a confecção do gráfico. Outros estudos analisaram regiões inteiras do mundo, como Europa ou África Subsaariana, neste caso, todos os países pertencentes desta região foram considerados.

Figura 2.4 - Distribuição geográfica das publicações



Fonte: Autores (2021).

Foram registrados um total de 154 países diferentes analisados pelos estudos, alguns investigando regiões inteiras do planeta, outros focando em um país em específico.

Os cinco países com que mais apareceram nas publicações foram Austrália e Índia com 22 cada, Estados Unidos da América com 19, China com 12 e Itália com 9. Destes países, é possível discutir que os dois principais países estão localizados em regiões mais quentes do planeta, contam com a presença do clima tropical em parte do país, logo, a presença de estudos focados nos impactos do calor nestas duas regiões pode ter sido maior do que em outros países. No entanto, vale ressaltar que outros países que também fazem parte destas áreas tropicais e poderiam se destacar neste tipo de estudo não tiveram tantas publicações, é o caso dos países da África, da América Latina e outros países do sul asiático. Nota-se, inclusive, que quase metade dos países africanos não foram analisados por quase nenhum estudo, enquanto a outra metade foi estudada em uma pequena quantidade de artigos. Destaca-se também a presença de países desenvolvidos entre os mais frequentes, como a Austrália, Estados Unidos, o que pode influenciar também o número de publicações, devido aos recursos e incentivos disponíveis em maior escala para a pesquisa científica. Dos 5 países, 3 têm a língua inglesa como um dos idiomas oficiais da nação, portanto, a presença de artigos em inglês aplicados nestes países pode ser mais frequente.

Analisou-se também a predominância dos autores nas publicações, foram separados e organizados todos os autores e sub autores de cada um dos artigos encontrados, totalizando 614 autores diferentes. Das 170 publicações finais, 32 tiveram a participação de um autor

chamado Tord Kjellstrom. Outros três autores tiveram contribuição em 13 artigos cada, sendo eles Peng Bi, Alana Hansen e Dino Pisaniello. Todos estes quatro autores mais citados atuam na Austrália. Houve um destaque também para autores indianos, como Vidhya Venugopal, com 11 publicações, e Jeremiah S. Chinnadurai, com 7. A frequência dos autores nas publicações foi semelhante à frequência dos países, com autores australianos liderando o ranking, seguido por indianos.

### 2.3.3 Métodos abordados

A Tabela 2.3 apresenta a distribuição dos artigos em cada uma das categorias de metodologias definidas. Houve um maior destaque para as categorias observacional e experimental, 65 e 61 artigos, respectivamente, enquanto as categorias discussão e síntese, apresentaram 23 e 21 publicações respectivamente.

Tabela 3 - Distribuição das categorias de metodologias

Observacional	Experimental	Discussão	Síntese
A003, A009, A010, A011, A013, A139, A014, A019, A026, A028, A034, A035, A036, A037, A038, A042, A043, A049, A053, A054, A057, A044, A066, A068, A072, A074, A075, A077, A080, A082, A083, A086, A087, A088, A090, A091, A095, A100, A101, A102, A103, A107, A110, A111, A112, A115, A117, A119, A122, A123, A127, A128, A129, A132, A137, A142, A143, A145, A147, A149, A156, A161, A164, A167, A170	A005, A007, A012, A020, A024, A029, A031, A032, A033, A039, A041, A045, A046, A048, A050, A051, A052, A060, A061, A063, A064, A065, A067, A069, A073, A076, A084, A085, A089, A092, A093, A094, A096, A097, A099, A105, A106, A109, A116, A120, A121, A125, A133, A134, A135, A136, A140, A141, A144, A146, A150, A151, A152, A153, A157, A159, A162, A163, A165, A168, A169	A001, A004, A008, A016, A017, A021, A022, A023, A027, A030, A047, A055, A062, A070, A078, A154, A155, A158, A160, A104, A118, A124, A130	A002, A006, A015, A018, A025, A040, A056, A058, A059, A071, A079, A081, A098, A108, A113, A114, A126, A131, A138, A148, A166
<b>65</b>	<b>61</b>	<b>23</b>	<b>21</b>
38,24%	35,88%	13,53%	12,35%

Fonte: Autores (2021).



### 2.3.3.1 Categoria Observacional

Nesta categoria estão presentes artigos com metodologias semelhantes no que tange a origem e a utilização dos dados. Ela se diferencia da categoria experimental, por não haver uma coleta de dados em campo, ou seja, não ocorre uma aplicação de questionários ou uma medição das condições do ambiente de trabalho, na maioria destes estudos utiliza-se bases de dados relacionadas aos trabalhadores, como registros nacionais de acidentes de trabalho, combinadas com bases de dados meteorológicas, com o objetivo de identificar uma associação entre estes dados. Os 65 artigos desta categoria foram ainda divididos conforme o tipo de dado utilizado, conforme apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Subcategorias dos artigos observacionais

Tipo de dado	Qntd. artigos	Id dos Artigos
Medição dos impactos na saúde dos trabalhadores	22	A009, A115, A026, A028, A035, A042, A053, A072, A074, A077, A087, A090, A111, A122, A123, A128, A137, A139, A156, A161, A164, A167
Registros de pedidos de indenização	16	A011, A013, A014, A037, A049, A057, A044, A068, A075, A086, A103, A110, A129, A132, A143, A145
Cálculo da perda de capacidade/produtividade dos trabalhadores	10	A034, A054, A083, A091, A095, A100, A101, A117, A119, A127
Registros de lesões ocupacionais	5	A003, A019, A036, A066, A170
Número de mortes registradas	5	A080, A082, A102, A107, A149
Cálculo dos impactos econômicos	5	A038, A043, A088, A112, A147
Registros de acidente de trabalho	2	A010, A142

Fonte: Autores (2021).

Um total de 22 artigos utilizaram indicadores de saúde dos trabalhadores para realizar sua pesquisa. Destes, cerca de 15 focaram em analisar as consequências especificamente do aumento das temperaturas na saúde dos trabalhadores. Normalmente, os impactos das altas temperaturas para a saúde são medidos por meio do Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG), que considera uma combinação de características do clima como umidade,

velocidade do ar, radiação térmica e temperatura de bulbo seco para avaliar o nível de exposição ao calor (HEO; BELL; LEE, 2019). Existem normas que definem um limite máximo para esse índice de acordo com a demanda física de determinada atividade, logo, atividades mais leves, moderadas ou mais pesadas variam na magnitude do risco, o que acaba influenciando também na proporção ideal entre trabalho e descanso (LI *et al.*, 2020). Em específico, estes artigos focaram em verificar a incidência de doenças causadas pelo calor e a ocorrência do chamado estresse térmico em trabalhadores expostos a níveis elevados de IBUTG.

Apenas uma publicação entre as 22 abordou os impactos causados por outros efeitos das mudanças climáticas, neste caso o aumento de doenças causadas por vetores, como a dengue. Os artigos restantes focaram em utilizar dados existentes dos riscos à saúde dos trabalhadores para realizar cálculos e projeções de futuros cenários possíveis sob a influência destes riscos.

Além disso, destacaram-se 16 artigos com uma metodologia semelhante, na qual dados de pedidos de indenização feito pelos trabalhadores ao sofrerem algum tipo de acidente ou doença durante o trabalho foram coletados. Normalmente estes estudos buscaram entender a relação entre os pedidos de indenização com os efeitos dos aumentos das temperaturas, com situações de calor extremo e até ondas de calor. Informações destes pedidos - como a data em que ocorreu o evento, o tipo do problema e a severidade - foram cruzadas com informações meteorológicas do mesmo período, com o objetivo de investigar uma possível associação entre a variação nos pedidos de indenização com a variação das temperaturas.

Uma consequência das mudanças climáticas discutidas por 10 artigos foi em relação à diminuição da capacidade de trabalho e perda da produtividade. Estes artigos relacionaram as elevadas temperaturas e condições climáticas com efeitos cognitivos e fisiológicos nos trabalhadores, como uma diminuição da concentração durante períodos mais quentes e a desidratação, que prejudicam o desempenho dos trabalhadores em suas atividades laborais. De forma semelhante, 5 artigos usaram indicadores econômicos em seus estudos, baseando sua análise em variações de gastos tanto relacionados à mitigação dos riscos a saúde dos trabalhadores em relação às características das mudanças climáticas, quanto os gastos com mudança nos horários de turno de trabalho ou em dias perdidos de trabalho devido à incidentes ocupacionais.

Foi comum também encontrar artigos que utilizaram dos cálculos de IBUTG para verificar a relação entre a temperatura e eventos negativos aos trabalhadores, como a ocorrência de lesões (n = 5) e acidentes (n = 2) durante as atividades ocupacionais e até

mesmo o aumento da mortalidade dos trabalhadores (n = 5) durante períodos de maiores riscos causados pelas mudanças climáticas, como ondas de calor.

### 2.3.3.2 Categoria Experimental

Nesta categoria se encontram artigos com metodologias que envolvem algum tipo de coleta de dados ou estudo em campo. Foi possível classificar três tipos de coleta de dados realizada pelos estudos: uma qualitativa por meio da aplicação de questionários, realização de grupos de focos ou entrevistas para coleta de percepção e opinião dos funcionários sobre questões de saúde, segurança e mudanças climáticas; duas quantitativas, a primeira utilizando dispositivos e ferramentas para a medição das condições climáticas do ambiente de trabalho sendo estudado, e a segunda realizando a medição de características fisiológicas dos trabalhadores, como temperatura corporal, taxa de suor e batimentos cardíacos. Alguns estudos combinaram esses três tipos de coletas de dados, enquanto outros aplicaram apenas um deles. Esta classificação dos estudos pode ser visualizada na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 - Classificação da metodologia dos artigos da categoria experimental

ID	Qualitativo	Quantitativo – medições do local	Quantitativo – medição do trabalhador
A005	✓		
A007	✓	✓	
A012	✓		
A020	✓		
A024	✓		
A029	✓		✓
A031	✓		
A032	✓		✓
A039		✓	✓
A041	✓	✓	✓
A045		✓	✓
A046	✓	✓	✓
A048	✓	✓	✓
A050	✓		
A051	✓		
A052	✓		

A060	✓	✓	✓
A061		✓	
A063		✓	
A064		✓	✓
A065	✓	✓	✓
A067	✓		
A069	✓		
A073	✓		
A076	✓	✓	
A084			✓
A085	✓		
A089			✓
A092	✓	✓	✓
A093	✓	✓	✓
A094	✓	✓	
A096	✓		
A097	✓		
A099	✓	✓	✓
A105	✓		✓
A106	✓		
A109		✓	
A116		✓	
A120	✓		✓
A121	✓	✓	
A125	✓		
A133	✓		
A134	✓		
A135	✓		
A136		✓	
A140	✓	✓	
A141	✓		
A144	✓	✓	✓

A146		✓	✓
A150	✓		
A151		✓	
A152	✓		
A153	✓	✓	✓
A157		✓	✓
A159	✓	✓	
A162	✓	✓	
A163	✓		✓
A165	✓		
A168	✓	✓	
A169	✓		

Fonte: Autores (2021).

A metodologia mais utilizada foi a coleta qualitativa de dados, com um total de 52 artigos a utilizando, seguida pela coleta quantitativa de dados no local de trabalho, com 34 publicações e, por último, com 21 artigos, a coleta quantitativa de características fisiológicas dos trabalhadores. Um total de 15 artigos fizeram uso das três metodologias em conjunto, 17 usaram duas e 31 usaram apenas uma. Muitos dos artigos combinaram essa coleta primária de dados com fontes secundárias, por exemplo, coletando auto avaliações dos trabalhadores sobre suas condições de saúde frente às mudanças climáticas e comparando com dados meteorológicos da região (POGAČAR *et al.*, 2019); medição dos batimentos cardíacos dos trabalhadores ao longo do dia e uso de dados climáticos fornecidos por estações meteorológicas para avaliar se a atividade ocupacional diária ultrapassa os limites definidos internacionalmente, de forma a gerar riscos à saúde e perda de produtividade (CHINNADURAI *et al.*, 2016).

### 2.3.3.3 Categoria Discussão

A principal diferença dos artigos desta categoria com os artigos da categoria síntese é que estes têm uma abordagem baseada em uma revisão teórica não estruturada, enquanto os estudos de síntese trazem uma metodologia específica e bem detalhada para a coleta e análise das informações sobre o tema que irão discutir. Diferente das outras duas categorias anteriores, a Tabela 6 é composta apenas por dois tipos de metodologia que subdividem os artigos.

Tabela 2.6 - Artigos da categoria discussão

Tipo de metodologia	ID
Discussão de artigos coletados sem metodologia estruturada	A001, A004, A016, A017, A021, A022, A023, A027, A030, A047, A055, A062, A070, A078, A154, A155, A158, A160, A104, A118, A130
Criação de um framework agregando informações	A008, A124

Fonte: Autores (2021).

Muitos dos artigos da categoria discussão não definiram sua metodologia no corpo do texto, de forma que o artigo é composto por muitas informações teóricas sendo trazidas para discussão. Também foram encontrados estudos que fizeram uma revisão teórica para desenvolver um tipo de framework agregando informações sobre mudanças climáticas e seus impactos nos trabalhadores.

#### 2.3.3.4 Categoria Síntese

Os estudos da última categoria foram todos do tipo revisão sistemática, com um objetivo, metodologia e processos de pesquisa muito bem definidos, conforme apresentado na Tabela 2.7. Esta categoria poderia englobar outros tipos de metodologias estruturadas que têm por objetivo sintetizar um tópico, como por exemplo o mapeamento sistemático, porém, neste caso, a única metodologia presente nos estudos foi a revisão sistemática.

Tabela 2.7 - Artigos da categoria síntese

Tipo de Metodologia	ID
Revisão sistemática de literatura	A002, A006, A015, A018, A025, A040, A056, A058, A059, A071, A079, A081, A098, A108, A113, A114, A126, A131, A138, A148, A166

Fonte: Autores (2021).

Analisando as quatro categorias em conjunto, é notável o maior destaque às abordagens que envolvem um confronto de dados sobre o ambiente de trabalho ou sobre os trabalhadores, coletados de forma primária ou secundária, com informações ambientais ou meteorológicas. Tanto os artigos da categoria experimental, com coletas de dados primários qualitativos ou quantitativos, quanto artigos observacionais, com a utilização de dados secundários retirados de bases de informação ocupacionais e/ou meteorológicas, tiveram uma maior predominância neste mapeamento que os artigos de discussão ou síntese. Por outro lado, esta parcela inferior de estudos mais teóricos pode representar uma oportunidade para

estudos futuros neste tema, principalmente se tratando de estudos que aplicam metodologias estruturadas e sistemáticas, como o mapeamento sistemático que não apareceu em nenhum dos artigos analisados neste estudo.

#### 2.3.4 Impactos e consequências

Nesta seção serão discutidos quais foram os principais impactos das mudanças climáticas investigadas pelos artigos e quais as principais consequências para a saúde e segurança dos trabalhadores geradas por estes impactos. Conforme visualizado na Tabela 2.8, o impacto de maior destaque foi o de variação de temperaturas, sendo abordado em cerca de 86% dos artigos analisados, seguido pelos efeitos em geral discutido em cerca de 16 artigos.

Tabela 2.8 - Distribuição dos impactos estudados

Tipo de impacto analisado	ID dos artigos	Qtd.	Percentual
Variações na temperatura	A139, A045, A105, A120, A021, A023, A141, A028, A033, A034, A144, A041, A042, A047, A048, A072, A150, A096, A058, A151, A061, A062, A063, A064, A070, A071, A073, A152, A090, A100, A101, A089, A092, A110, A098, A099, A112, A122, A106, A123, A108, A129, A113, A115, A118, A137, A121, A156, A161, A133, A134, A135, A136, A005, A006, A007, A009, A012, A140, A020, A164, A031, A032, A035, A053, A040, A054, A148, A165, A065, A077, A067, A080, A087, A091, A084, A153, A154, A157, A158, A093, A094, A111, A159, A097, A167, A117, A160, A109, A127, A128, A116, A124, A162, A168, A001, A026, A030, A076, A088, A081, A003, A010, A138, A011, A013, A037, A049, A057, A046, A059, A145, A169, A170, A019, A082, A102, A107, A149, A038, A043, A039, A146, A060, A083, A095, A119, A163, A147, A016, A044, A068, A103, A125, A029, A008, A014, A069, A086, A142, A143, A036, A066, A075, A114, A132	146	85,88%

Impactos gerais	A155, A002, A004, A015, A018, A050, A051, A052, A055, A079, A085, A166, A104, A126, A130, A131	16	9,41%
Aumento na transmissão de doenças	A025, A074, A027	3	1,76%
Poluição do ar	A017, A056	2	1,18%
Variações em características do clima como eventos extremas de clima e mudança nos padrões de chuva	A022, A024	2	1,18%
Radiação solar	A078	1	0,59%

Fonte: Autores (2021).

Em alguns artigos ( $n = 16$ ), as mudanças climáticas foram discutidas como um todo, sem focar em um dos impactos em específico. Isso foi ainda mais frequente entre artigos mais teóricos, das categorias síntese ( $n = 6$ ) e discussão ( $n = 5$ ), porém aparecendo também em artigos experimentais ( $n = 4$ ) que aplicaram questionários para coletar as percepções e auto avaliação dos trabalhadores sobre os impactos das mudanças climáticas, normalmente utilizando uma abordagem mais ampla para verificar o nível de conhecimento dos trabalhadores sobre os riscos associados à essas mudanças. Em específico, o artigo focou nos efeitos gerais das mudanças climáticas, porém discutindo apenas aqueles que não são causados pelo aumento das temperaturas, destacando o aumento das doenças, os eventos extremos de clima e outros (BENNETT; MCMICHAEL, 2010).

Dentre os estudos que focaram na variação da temperatura, alguns focaram especificamente em um aumento extremo do calor ( $n = 4$ ), discutindo como consequência um aumento nas doenças ocupacionais (XIANG *et al.*, 2015, 2016) e o aumento na incidência de



lesões em local de trabalho (MARINACCIO *et al.*, 2019; SU *et al.*, 2020).

Outros estudos (n = 4) analisaram não apenas os impactos de uma temperatura mais elevada, mas também os impactos para a saúde dos trabalhadores durante os períodos de frio. Analisaram a quantidade de lesões e/ou doenças durante um período mais frio e como estas variáveis se comportam à medida que a temperatura começa a aumentar (BONAFEDE *et al.*, 2016b; MARTÍNEZ-SOLANAS *et al.*, 2018; VARGHESE *et al.*, 2019b, 2019d). Houveram também estudos que buscaram discutir os efeitos negativos do calor combinado com outras implicações causadas pelas mudanças climáticas, como a radiação ultravioleta (ARJONA *et al.*, 2016) e a poluição do ar (SCHIFANO *et al.*, 2019).

O evento chamado ondas de calor, um período prolongado de temperaturas excessivas, também foi discutido em alguns artigos (n = 6), que buscaram entender seus efeitos sobre os níveis de mortalidade dos trabalhadores (XIA *et al.*, 2018), a incidência de lesões e doenças durante estes períodos (XIANG *et al.*, 2014a; VARGHESE *et al.*, 2019a, 2019c), frequência de acidentes (RAMEEZDEEN; ELMUALIM, 2017) e os efeitos do estresse do calor nos trabalhadores (POGAČAR *et al.*, 2019).

O restante dos estudos de variação de temperatura (n = 130) focou em discutir apenas os impactos do calor e todos os efeitos negativos que ele pode causar nos trabalhadores, conforme apresentado na Tabela 2.9.

Tabela 2.9 - Artigos que discutem os impactos causados pelo calor

Impacto	Consequência	ID	Qtd.	Percentual
Calor	Desenvolvimento de doenças relacionadas ao calor	A021, A023, A141, A028, A033, A034, A144, A041, A042, A047, A048, A072, A150, A096, A058, A151, A061, A062, A063, A064, A070, A071, A073, A152, A090, A100, A101, A089, A092, A110, A098, A099, A112, A122, A106, A123, A108, A129, A113, A115, A118, A137, A121, A156, A161, A133, A134, A135, A136	49	37,9%
	Estresse causado pelo calor	A005, A006, A007, A012, A140, A020, A164, A031, A032, A035, A053, A040, A054, A148, A165, A065, A077, A067, A080, A087, A091, A084, A153, A154, A157, A158, A093, A094, A111, A159, A097, A167, A117, A160, A109, A127, A128, A116, A124, A162,	41	31,8%

		A168		
	Lesões ocupacionais	A003, A010, A138, A011, A013, A037, A049, A057, A046, A059, A145, A169, A170	13	10,1%
	Perda de produtividade	A029, A038, A043, A039, A146, A060, A083, A095, A119, A163, A147	11	8,5%
	Geral	A001, A026, A030, A076, A088, A081	6	4,7%
	Mortes	A019, A082, A102, A107, A149	5	3,9%
	Doenças renais	A139, A045, A105, A120	4	3,1%

Fonte: Autores (2021).

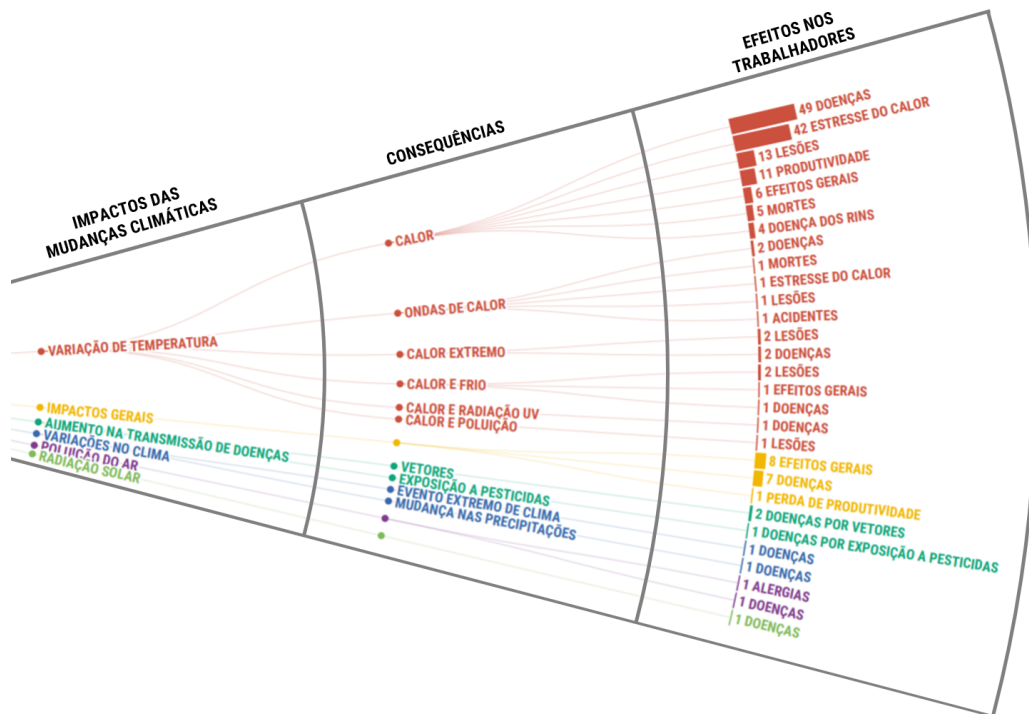
Verificou-se que os efeitos mais abordados foram em relação ao desenvolvimento de doenças relacionadas ao calor ( $n = 49$ ), de forma semelhante, alguns artigos abordaram o calor como agente causador de doenças renais ( $n = 4$ ). A segunda consequência do calor mais estudada foi o estresse causado pelo calor ( $n = 42$ ), que ocorre em situações em que o indivíduo é exposto a altas temperaturas e o seu metabolismo não é capaz de manter sua temperatura interna de forma saudável, causando sintomas como suor excessivo, cansaço, dor de cabeça, tonturas e desmaios, câimbras e erupções na pele. Outros estudos focaram no aumento da incidência de lesões ocupacionais ( $n = 13$ ), na perda da produtividade durante períodos de maiores temperaturas ( $n = 11$ ), e até mesmo na morte de trabalhadores ( $n = 5$ ). Os demais artigos ( $n = 6$ ) tiveram uma abordagem mais generalizada, discutindo todos os efeitos negativos do calor na vida dos trabalhadores.

Além da variação de temperatura, outros impactos das mudanças climáticas discutidos nos artigos foram a radiação solar e seu efeito na saúde dos trabalhadores (GRANDI *et al.*, 2016); o surgimento de alergias e outras doenças relacionadas à poluição do ar (BERHANE; KUMIE; SAMET, 2016; D'OVIDIO *et al.*, 2016); o aumento de doenças transmitidas por vetores, como a dengue (VONESCH *et al.*, 2016; NAKANO, 2018); mudanças em características de clima e umidade que pioram a exposição e absorção dos trabalhadores à substâncias perigosas, como pesticidas (GATTO; CABELLA; GHERARDI, 2016); mudança em padrões de chuva e um consequente aumento de doenças transmitidas por insetos (OYEKALE, 2015); eventos extremos de clima como enchentes e suas consequências para a saúde e segurança de trabalhadores (CONTESSA *et al.*, 2016).

Portanto, os 170 artigos discutiram os efeitos negativos aos trabalhadores que afetam

tanto sua saúde, sua segurança e até mesmo sua produtividade. A Figura 2.5 esquematiza os impactos das mudanças climáticas e seus efeitos nos trabalhadores elencados por todos os artigos do mapeamento.

Figura 2.5 - Impactos, consequências e efeitos das mudanças climáticas aos trabalhadores



Fonte: Autores (2021).

A predominância de estudos analisando as consequências das variações de temperatura já foi previamente discutido, porém, na Figura 2.5, é possível notar o leque de efeitos causados por este impacto que foram discutidos pelos estudos, variando entre doenças, lesões, acidentes, perda da produtividade, mortes e estresse causado pelo calor, enquanto para os demais impactos apenas o aumento de doenças foi abordado como efeito negativo aos trabalhadores. Portanto, é possível discutir que os efeitos à saúde dos trabalhadores, como doenças, alergias, estresse causado pelo calor, tiveram um maior destaque entre os estudos, enquanto efeitos à segurança como lesões e acidentes ocupacionais não se sobressaíram da mesma forma.

### 2.3.5 Ambientes de Trabalho

Os estudos analisados neste mapeamento sistemático investigaram os efeitos das mudanças climáticas na saúde e segurança dos trabalhadores em diversos setores ocupacionais, alguns estudos focaram em um ambiente de trabalho específico, outros analisaram diversos setores diferentes.

Dos 170 artigos, 87 estudos não especificaram qual o tipo de ambiente de trabalho

estava sendo investigado, podendo haver aqueles que abordaram todos os trabalhos considerados de ocupação ao ar livre, expostos ao calor e ao sol, ou até mesmo aqueles que consideraram todas as ocupações de uma só região. Isto se deu presente, principalmente em artigos das categorias síntese e discussão, ou seja, com uma abordagem mais teórica de discutir os efeitos em uma escala mais generalizada. Foi observado também em artigos experimentais com coleta de dados principalmente qualitativa, com a aplicação de questionários para um banco de dados regional de trabalhadores de todos os tipos de funções e cargos.

Foram contabilizados um total de 178 ambientes de trabalhos estudados distribuídos entre o restante dos artigos. Destes, os que mais foram abordados foram a Agricultura (n = 42 artigos), a Construção Civil (n = 34 artigos) e o setor de Serviços (n = 17), este último agregando um leque bem grande de diferentes ocupações. Os ambientes analisados podem ser visualizados na Tabela 2.10.

Tabela 2.10 - Distribuição de artigos por setor de trabalho

Setor de trabalho	ID	Qntd.
Geral / Não especificado	A002, A004, A138, A008, A009, A011, A013, A139, A014, A015, A017, A018, A026, A021, A023, A025, A028, A027, A030, A034, A035, A036, A037, A049, A053, A040, A042, A054, A057, A044, A066, A148, A047, A068, A075, A055, A056, A058, A059, A062, A077, A067, A069, A070, A071, A086, A087, A078, A079, A088, A081, A090, A100, A101, A103, A155, A158, A112, A117, A119, A160, A122, A104, A106, A123, A108, A127, A128, A129, A113, A114, A115, A132, A118, A137, A143, A145, A124, A147, A161, A130, A131, A134, A164, A166, A167, A170	87
Agricultura	A003, A001, A005, A019, A016, A141, A024, A038, A043, A041, A045, A072, A050, A051, A052, A096, A060, A151, A061, A063, A064, A065, A073, A083, A076, A152, A153, A095, A102, A107, A157, A093, A094, A111, A120, A121, A163, A149, A156, A161, A125, A133, A135, A165, A169	45
Construção	A010, A006, A007, A019, A031, A038, A043, A039, A041, A146, A048, A072, A074, A096, A080, A082, A084, A085, A095, A154, A102, A107, A157, A093, A094, A159, A099, A142, A162, A126, A149, A125, A133, A135, A165, A169	36
Serviços	A005, A140, A019, A141, A029, A038, A046, A072, A150, A074, A089, A157, A094, A149, A133, A135, A136, A165, A169	19
Cerâmica	A001, A033, A032, A144, A041, A096, A065, A093, A094	9

Mineração	A012, A020, A102, A097, A125, A133, A169	7
Automóveis ou autopeças	A041, A074, A093, A094, A116	5
Metalúrgica	A005, A032, A041, A074, A092, A093, A094, A111, A105	9
Energia elétrica	A022, A038, A096, A109, A125, A133	6
Extração mineral e pedreira	A032, A038	2
Pecuária, caça ou pesca	A038, A074, A102, A125, A133	5
Ferrovias ou rodovias	A141, A111, A135, A169	4
Gás	A038, A149, A125, A133	4
Manufatura	A074, A096, A094, A111, A125, A165, A168	7
Indústria Alimentícia	A038, A074, A157	3
Têxtil	A041, A074, A093, A094	4
Silvicultura	A072, A102, A133	3
Cimento ou Concreto	A111, A135	2
Salina	A041, A093	2
Escritório	A091	1
Funcionário público	A110	1
Hospitais	A022	1
Militares	A098	1
Petróleo	A038	1
Química	A074	1

Fonte: Autores (2021).

Analisando os dois setores de trabalho mais investigados é possível perceber algumas semelhanças: tanto os trabalhadores da agricultura quanto do setor da construção civil tendem a realizar atividades com maior demanda física e expostos a diferentes condições climáticas,

visto que seu trabalho pode ser considerado majoritariamente ao ar livre. Outras ocupações estudadas também se encaixam nessas condições, como a pecuária, caça e pesca (XIANG *et al.*, 2016; NAKANO, 2018; RILEY *et al.*, 2018; ORLOV *et al.*, 2020; WILLIAMS *et al.*, 2020), construção de rodovias e ferrovias (MATHEE; OBA; ROSE, 2010; HEIDARI *et al.*, 2015; LAO *et al.*, 2016), a silvicultura (PARK; KIM; OH, 2017; RILEY *et al.*, 2018; WILLIAMS *et al.*, 2020), a indústria salineira (VENUGOPAL *et al.*, 2020b, 2020c) e alguns dos serviços estudados como varredores, coveiros, caseiros, zeladores, paisagistas e responsáveis pela manutenção de parques (MATHEE; OBA; ROSE, 2010; LAO *et al.*, 2016; PARK; KIM; OH, 2017; ROELOFS, 2018; RUNKLE *et al.*, 2019).

Nota-se também uma preocupação em investigar categorias ocupacionais cujo ambiente de trabalho já é caracterizado por algum tipo de risco que pode ser potencializado pelas mudanças climáticas, principalmente aqueles com processos geradores de calor, como por exemplo o setor de metalurgia (NAG; DUTTA; NAG, 2013; PRADHAN *et al.*, 2013; HEIDARI *et al.*, 2015; VENUGOPAL *et al.*, 2015; KRISHNAMURTHY *et al.*, 2017; NAKANO, 2018; VENUGOPAL *et al.*, 2020a, 2020b, 2020c), a indústria da cerâmica (LANGKULSEN; VICHIT-VADAKAN; TAPTAGAPORN, 2010; NAG; DUTTA; NAG, 2013; SETT; SAHU, 2014; VENUGOPAL *et al.*, 2015, 2016a; DEHURY; DEHURY, 2017; LUNDGREN-KOWNACKI *et al.*, 2018; VENUGOPAL *et al.*, 2020a, 2020b), a manufatura (LANGKULSEN; VICHIT-VADAKAN; TAPTAGAPORN, 2010; HEIDARI *et al.*, 2015; VENUGOPAL *et al.*, 2015; XIANG *et al.*, 2016; NAKANO, 2018), a produção de cimento/concreto (HEIDARI *et al.*, 2015; LAO *et al.*, 2016), a extração de carvão (ORLOV *et al.*, 2020) e até alguns serviços como soldadores (LAO *et al.*, 2016; VANOS; VECCELLIO; KJELLSTROM, 2019), e cozinheiros (VENUGOPAL *et al.*, 2015).

## **2.4 Considerações Finais**

Representando um desafio global e sem precedentes, as mudanças climáticas têm efeitos negativos em praticamente todas as vidas do planeta, afetando em diferentes proporções e com diferentes consequências (IPCC, 2014; HUSSAIN *et al.*, 2020). Na vida humana, os impactos podem ser visualizados em uma escala ambiental, social, econômica e até mesmo política, com consequências diretas na saúde e segurança da população, na disponibilidade de recursos naturais, na existência de diferentes tipos de ocupações e até na relação diplomática entre países (ADAM-POUPART *et al.*, 2013b). Os trabalhadores representam um grupo demográfico bastante vulnerável a essas mudanças, tanto em relação às

alterações nas atividades econômicas que afetam a disponibilidade de empregos, ou as sequelas à saúde causados na população em geral que também os afeta, como também os efeitos negativos das mudanças climáticas, muitas vezes inevitáveis, que recaem sobre estes indivíduos durante suas atividades ocupacionais (SCHULTE; CHUN, 2009; KIEFER *et al.*, 2016).

A escolha em aplicar a metodologia do mapeamento sistemático colaborou para atingir os objetivos do estudo, possibilitando estabelecer uma base de conhecimentos sobre como o assunto dos impactos das mudanças climáticas nos trabalhadores vem sendo discutido na esfera acadêmica global e elucidando como as publicações internacionais vêm sendo desenvolvidas e com quais propósitos, de forma a clarear diferentes caminhos possíveis de serem traçados, seja em relação a técnicas já utilizadas com sucesso que podem ser replicadas como também lacunas ainda pouco exploradas.

Resultando em 170 artigos analisados, este mapeamento possibilitou compreender alguns aspectos que caracterizam a pesquisa sobre este tópico, de forma a trazer duas principais contribuições acadêmicas: a primeira diz respeito à estrutura dos artigos, discutindo as formas metodológicas mais abordadas para lidar com a problemática dos efeitos das mudanças climáticas nos trabalhadores, destacando métodos com uso ativo de coleta de dados e estudos em campo; já a segunda contribuição está associada aos principais impactos das mudanças climáticas discutidos na literatura, identificando quais são os que representam uma maior preocupação de pesquisa e quais são suas consequências aos trabalhadores. Acredita-se que, ao ressaltar os principais métodos de pesquisa utilizados, este estudo pode nortear futuras pesquisas tanto em relação a metodologias já bem fundamentadas cientificamente e aplicadas com sucesso anteriormente, como também em relação a metodologias pouco utilizadas com espaço para maiores contribuições. De forma semelhante, ressaltando os principais impactos das mudanças climáticas aos trabalhadores, este estudo contribui para orientar como a literatura vem investigando estes riscos, quais metodologias funcionam e como se obtém sucesso ao analisar este tipo de impacto, ao mesmo tempo que colabora na identificação de potenciais riscos ainda pouco explorados e com espaço para expansão da pesquisa.

Mais detalhadamente, a questão metodológica que se fez mais presente foi a de artigos que utilizaram algum tipo de base de dados secundários sobre trabalhadores, ambientes de trabalho ou condições meteorológicas para basear a sua análise. Um tipo de abordagem bastante comum foi a de investigar a quantidade de acidentes ou doenças ocupacionais ocorridas em determinada região ou setor industrial ao longo de um período de tempo em relação às variações de temperatura e condições climáticas no mesmo período, verificando

uma possível influência do calor no aumento destes eventos ocupacionais. Outra abordagem bastante utilizada envolveu a coleta de dados primários para realizar o confronto entre o aumento de acidentes ou doenças dos trabalhadores com as condições climáticas, considerando informações coletadas exclusivamente para aquele estudo, foi o caso de medição de temperatura no local do ambiente de trabalho e até exames médicos para monitoramento das condições fisiológicas dos trabalhadores durante as atividades laborais.

Estas duas categorias de metodologias mais frequentes neste mapeamento apontam para uma tendência em estudos com pesquisa aplicada sobre as mudanças climáticas e seus impactos na saúde dos trabalhadores, com um potencial de abordagens quantitativas e/ou qualitativas, utilizando banco de dados secundários em grande escala – regional ou nacional – combinando informações ocupacionais com meteorológicas para realizar a análise, ao mesmo tempo que é possível fazer uma coleta primária de dados para aprimorar essa análise de uma forma mais próxima da realidade. No sentido oposto, estudos de natureza mais básica apareceram com menor frequência neste mapeamento, o que pode ser visto como um potencial de expansão da literatura, destaca-se a ausência de mapeamentos sistemáticos dentro desta análise, o que viabiliza o potencial deste estudo em questão.

Outra lacuna percebida por este estudo está relacionada aos países de aplicação deste tipo de pesquisa. Verificou-se uma maior quantidade de artigos para países mais desenvolvidos, como a Austrália, o Canadá, os Estados Unidos da América, e uma grande deficiência para países menos desenvolvidos, principalmente países africanos, da América Latina, do Oriente Médio e do sul asiático. Além destes países em sua grande maioria serem menos desenvolvidos - o que já indica que sua população tem o potencial de estar ainda mais vulnerável às mudanças climáticas - ainda são quase todos países tropicais e subtropicais, localizados em regiões mais quentes do mundo e mais suscetíveis ao aumento das temperaturas e demais mudanças climáticas. Portanto, existe um potencial de expansão de pesquisa para essas regiões.

Já em relação aos impactos e consequências encontrados neste mapeamento, o que teve maior destaque entre os estudos, representando cerca de 86% dos artigos, foi o aumento das temperaturas, com seus efeitos variando desde aumento de doenças renais, aumento de acidentes e lesões, até aumento da mortalidade dos trabalhadores. Uma das vantagens desta grande quantidade de artigos voltados para investigar os efeitos do calor nos trabalhadores é que, além de comprovar os efeitos negativos das altas temperaturas nestes indivíduos, também contribuem ao demonstrar maneiras de realizar essa abordagem com sucesso, um exemplo disso é o uso constante do índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG), em inglês



*Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)*, para avaliar os limites de tolerância humana ao calor. Por outro lado, houve uma deficiência de pesquisa focada nos demais efeitos das mudanças climáticas, como a poluição do ar, o aumento de doenças transmitidas por vetores, a maior incidência de eventos extremos de clima e todas as demais. Esta lacuna abre margem para a expansão da literatura, com pesquisas voltadas especificamente para estes impactos.

É possível discutir também que existe uma maior frequência em estudos sobre os impactos das mudanças climáticas para trabalhadores de setores considerados ao ar livre, tendo um maior destaque neste mapeamento os setores da agricultura e da construção civil. Houve também um foco em atividades industriais que envolvem processos que geram calor, como a produção cerâmica e a metalurgia. Estes setores, apesar de terem sido os mais frequentes neste mapeamento, ainda podem ser expandidos na literatura, o setor da agricultura, por exemplo, é bastante amplo e pode variar bastante dependendo da região que está sendo investigada, podendo investigar a produção e colheita de frutas nos Estados Unidos (QUILLER *et al.*, 2017), a saúde de cortadores de cana em El Salvador (BODIN *et al.*, 2016) ou até mesmo as doenças dos fazendeiros de cacau na Nigéria (OYEKALE, 2015). Portanto, ao mesmo tempo que é possível afirmar que existe uma lacuna em estudos que investiguem a relação das mudanças climáticas com outros setores industriais, ainda existe potencial de expansão também para estes mais mencionados neste mapeamento, principalmente se combinado com a investigação de outras mudanças climáticas que não sejam o aumento das temperaturas ou em países ainda pouco estudados.

Oportunidades de pesquisas futuras incluem estudos mais teóricos, capazes de traçar um perfil abrangente sobre a problemática e servindo para nortear outras pesquisas. Neste quesito, estudos como o de Adam-Poupart *et al.* (2013) e Schulte *et al.* (2016) são bem-vindos, em que se faz uma criação de um *framework* condensando todas as informações sobre os possíveis impactos causados pelas mudanças climáticas aos trabalhadores, principalmente se o foco do estudo for específico para uma região, considerando variáveis climáticas, econômicas e sociais pertinentes àquela parte do mundo. Estudos sistemáticos, como revisões e mapeamentos, também têm um espaço de oportunidade, especialmente artigos com um foco mais pontual em um problema específico, como aqueles que abordam um impacto particular ou um setor industrial distinto. Foram poucos os artigos das categorias de discussão e síntese que trataram sobre impactos das mudanças climáticas não relacionados com o aumento das temperaturas e muitos trouxeram uma abordagem muito mais generalizada sobre o assunto. Pesquisas voltadas para outros impactos, como por exemplo eventos climáticos extremos, mudança nos padrões de precipitação ou até mesmo aumento de

doenças transmitidas por vetores são necessários para tornar a literatura e o debate sobre este problema de saúde ainda mais vasto e completo.

Vale destacar algumas limitações encontradas para a produção deste mapeamento. Primeiramente, mesmo tendo como um dos critérios de seleção dos artigos limitar aos idiomas inglês e português, nenhum dos 170 artigos selecionados foram escritos em português. A presença de apenas artigos em inglês pode limitar a análise global deste tópico e acabar enviesando os resultados na direção de países cuja língua nativa é o inglês. Isto pode ser verificado pela elevada quantidade de artigos distribuídos entre a Austrália, Canadá, Estados Unidos e Índia, enquanto regiões como a América Latina, majoritariamente composta por países cuja língua nativa é o espanhol, tiveram pouquíssima representatividade no estudo. Este problema pode ser resolvido por meio da definição de uma equipe de pesquisa composta por pesquisadores fluentes em outras línguas. Além disso, é possível que a forma com que a *string* de busca foi construída, incluindo palavras-chaves para mudanças climáticas num geral, não seja capaz de coletar todos os artigos existentes sobre o tópico, principalmente aqueles que abordam especificamente sobre apenas um impacto isoladamente, porém, uma estratégia de busca que inclua palavras-chaves para cada um dos potenciais impactos das mudanças climáticas representa a inclusão de cada vez mais artigos para a análise, tornando o processo de mapeamento longo e exigente.

## Referências

- ACHARYA, P.; BOGGESS, B.; ZHANG, K. Assessing heat stress and health among construction workers in a changing climate: A review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 2, 2018.
- ADAM-POUPART, A. *et al.* Impacts of climate change on occupational health and safety. p. 36, 2013a.
- ADAM-POUPART, A. *et al.* Climate change and occupational health and safety in a temperate climate: Potential impacts and research priorities in Quebec, Canada. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 68–78, 2013b.
- ADAM-POUPART, A. *et al.* Summer outdoor temperature and occupational heat-related illnesses in Quebec (Canada). **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, v. 134, n. SI, p. 339–344, 2014.
- ADAM-POUPART, A. *et al.* Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada). **Occupational and Environmental Medicine**, v. 72, n. 5, p. 338–345, 2015.
- AGRAWALA, S. Context and Early Origins of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climatic Change**, v. 39, p. 605–620, 1998.
- AJANOVIC, S. *et al.* Climate change and the future health of children in low-income countries. **Journal of Tropical Pediatrics**, v. 66, n. 2, p. 111–113, 2020.
- AL-BOUWARTHAN, M. *et al.* Assessment of Heat Stress Exposure among Construction Workers in the Hot Desert Climate of Saudi Arabia. **ANNALS OF WORK EXPOSURES AND HEALTH**, v. 63, n. 5, p. 505–520, jun. 2019.
- AL REFAIE, A. M. *et al.* Weather and labor productivity in construction: a literature review and taxonomy of studies. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. ahead-of-p, n. ahead-of-print, 4 jun. 2020.
- ALTINSOY, H.; YILDIRIM, H. A. Labor productivity losses over western Turkey in the twenty-first century as a result of alteration in WBGT. **International Journal of Biometeorology**, v. 59, n. 4, p. 463–471, 13 abr. 2015.
- ANDREWS, O. *et al.* Implications for workability and survivability in populations exposed to extreme heat under climate change: a modelling study. **The Lancet Planetary Health**, v. 2, n. 12, p. e540–e547, 2018.
- APPLEBAUM, K. M. *et al.* An Overview of Occupational Risks From Climate Change. **Current environmental health reports**, v. 3, n. 1, p. 13–22, 1 mar. 2016.
- ARJONA, R. H. *et al.* Climate change and agricultural workers' health in Ecuador:

occupational exposure to UV radiation and hot environments. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 368–373, 2016.

AUGUSTYN, M. B. *et al.* Criminal Justice Contact Across Generations: Assessing the Intergenerational Labeling Hypothesis. **Journal of Developmental and Life-Course Criminology**, v. 5, n. 2, p. 137–175, 15 jun. 2019.

BADULLOVICH, N.; GRANT, W. J.; COLVIN, R. M. Framing climate change for effective communication: A systematic map. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 12, 2020.

BAKER, R. E.; ANTTILA-HUGHES, J. Characterizing the contribution of high temperatures to child undernourishment in Sub-Saharan Africa. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–10, 2020.

BALAKRISHNAN, K. *et al.* Case studies on heat stress related perceptions in different industrial sectors in southern India. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5635, 2010.

BALATSKY, E. V. Global challenges of the fourth industrial revolution. **Terra Economicus**, v. 17, n. 2, p. 6–22, 2019.

BECKER, A. *et al.* Implications of climate change for shipping: Ports and supply chains. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 9, n. 2, p. 1–18, 2018.

BELLARD, C. *et al.* Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology Letters**, v. 15, n. 4, p. 365–377, 2012.

BENNETT, C. M.; MCMICHAEL, A. J. Non-heat related impacts of climate change on working populations. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5640, 2010.

BERHANE, K.; KUMIE, A.; SAMET, J. Health effects of environmental exposures, occupational hazards and climate change in Ethiopia: Synthesis of situational analysis, needs assessment and the way forward. **Ethiopian Journal of Health Development**, v. 30, n. SpecialIssue1, p. 50–56, 2016.

BERRY, H. L. *et al.* Farmer health and adaptive capacity in the face of climate change and variability. part 1: Health as a contributor to adaptive capacity and as an outcome from pressures coping with climate related adversities. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 8, n. 10, p. 4039–4054, 2011.

BINAZZI, A. *et al.* Evaluation of the impact of heat stress on the occurrence of occupational injuries: Meta-analysis of observational studies. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 62, n. 3, p. 233–243, 2019.

BITENCOURT, D. P. *et al.* Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure. **International Journal of Climatology**, v. 41, n. S1, p. E2741–E2756, 2020.

- BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; ROSCANI, R. C. The heat exposure risk to outdoor workers in Brazil. **Archives of Environmental and Occupational Health**, v. 75, n. 5, p. 281–288, 2020.
- BLAZEJCZYK, K.; BARANOWSKI, J.; BLAZEJCZYK, A. Heat stress and occupational health and safety - Spatial and temporal differentiation. **Miscellanea Geographica**, v. 18, n. 1, p. 61–67, 2014.
- BODIN, T. *et al.* Intervention to reduce heat stress and improve efficiency among sugarcane workers in El Salvador: Phase 1. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 73, n. 6, p. 409–416, 2016.
- BONAFEDE, M. *et al.* The association between extreme weather conditions and work-related injuries and diseases. A systematic review of epidemiological studies. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanita**. Istituto Superiore di Sanita, 2016a.
- BONAFEDE, M. *et al.* The association between extreme weather conditions and work-related injuries and diseases. A systematic review of epidemiological studies. **ANNALI DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA**, v. 52, n. 3, p. 357–367, 2016b.
- BOURBONNAIS, R. *et al.* Identification of workers exposed concomitantly to heat stress and chemicals. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 25–33, 2013.
- BUTLER-DAWSON, J. *et al.* Evaluation of heat stress and cumulative incidence of acute kidney injury in sugarcane workers in Guatemala. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 92, n. 7, p. 977–990, 1 out. 2019.
- BYROM, S. *et al.* A case study of Australia's emissions reduction policies - An electricity planner's perspective. **Journal of Environmental Management**, v. 276, n. September, p. 111323, 2020.
- CAMINADE, C.; MCINTYRE, K. M.; JONES, A. E. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1436, n. 1, p. 157–173, 2019.
- CASANUEVA, A. *et al.* Escalating environmental summer heat exposure-a future threat for the European workforce. **REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE**, v. 20, n. 2, mar. 2020.
- CAVICCHIOLI, R. *et al.* Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. **Nature Reviews Microbiology**, v. 17, n. 9, p. 569–586, 2019.
- CHERSICH, M. F.; WRIGHT, C. Y. Climate change adaptation in South Africa: a case study on the role of the health sector. **Globalization and Health**, v. 15, n. 1, 2019.
- CHINNADURAI, J. *et al.* Influence of occupational heat stress on labour productivity – a

- case study from Chennai, India. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 65, n. 2, p. 245–255, 8 fev. 2016.
- CIARDINI, V. *et al.* Global and Mediterranean climate change: a short summary. **ANNALI DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA**, v. 52, n. 3, p. 325–337, 2016.
- CONTESSA, G. M. *et al.* Climate change and safety at work with ionizing radiations. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 386–396, 2016.
- CROWE, J. *et al.* Heat exposure in sugarcane workers in Costa Rica during the non-harvest season. **GLOBAL HEALTH ACTION**, v. 3, 2010.
- CROWE, J. *et al.* Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 56, n. 10, p. 1157–1164, 2013.
- D'OIDIO, M. C. *et al.* Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 406–414, 2016.
- DALLY, M. *et al.* The impact of heat and impaired kidney function on productivity of Guatemalan sugarcane workers. **PLoS ONE**, v. 13, n. 10, p. 1–15, 2018.
- DALLY, M. *et al.* Wet bulb globe temperature and recorded occupational injury rates among sugarcane harvesters in southwest guatemala. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 1–13, 2020.
- DEHURY, R. K.; DEHURY, P. A Review of Measures against Increasing Temperature and Climate Change for the Safeguard of Workers in India. **JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH**, v. 11, n. 10, p. IE1–IE4, 2017.
- DINIZ, F. R.; GONÇALVES, F. L. T.; SHERIDAN, S. Heat wave and elderly mortality: Historical analysis and future projection for metropolitan region of Sao Paulo, Brazil. **Atmosphere**, v. 11, n. 9, 2020.
- DJALANTE, R. Key assessments from the IPCC special report on global warming of 1.5 °C and the implications for the Sendai framework for disaster risk reduction. **Progress in Disaster Science**, v. 1, n. February, p. 100001, 2019.
- DONG, X. S. *et al.* Heat-related deaths among construction workers in the United States. **AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE**, v. 62, n. 12, p. 1047–1057, 2019.
- DU, C. *et al.* Modification of the Predicted Heat Strain (PHS) model in predicting human thermal responses for Chinese workers in hot environments. **Building and Environment**, v. 165, n. May, p. 106349, 2019.
- DUNNE, J. P.; STOUFFER, R. J.; JOHN, J. G. Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming. **Nature Climate Change**, v. 3, n. 6, p. 563–566, 2013.

- DUTTA, P. *et al.* Perceived heat stress and health effects on construction workers. **Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 19, n. 3, p. 151–158, 2015.
- EL-SHAFEI, D. A. *et al.* Exertional heat illness: knowledge and behavior among construction workers. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 32, p. 32269–32276, 1 nov. 2018.
- ENRICO MARCHETTI; CAPONE, P.; FREDA, D. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 338–342, 2016.
- ESKANDER, S. M. S. U.; FANKHAUSER, S. Reduction in greenhouse gas emissions from national climate legislation. **Nature Climate Change**, v. 10, n. 8, p. 750–756, 2020.
- FLOCKS, J. *et al.* Female Farmworkers' Perceptions of Heat-Related Illness and Pregnancy Health. **Journal of Agromedicine**, v. 18, n. 4, p. 350–358, 2 out. 2013.
- FLOURIS, A. D. *et al.* Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Planetary Health**, v. 2, n. 12, p. e521–e531, 2018.
- FORTUNE, M. K. *et al.* Work-attributed illness arising from excess heat exposure in Ontario, 2004-2010. **Canadian Journal of Public Health**, v. 104, n. 5, 2013.
- FRANKLINOS, L. H. V. *et al.* The effect of global change on mosquito-borne disease. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 19, n. 9, p. e302–e312, 2019.
- FRIMPONG, K. *et al.* Heat exposure on farmers in northeast Ghana. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, n. 3, p. 397–406, 2017.
- GAO, C. *et al.* Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 3, p. 359–371, 2018.
- GATTO, M. P.; CABELLA, R.; GHERARDI, M. Climate change: the potential impact on occupational exposure to pesticides. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 374–385, 2016.
- GRANDI, C. *et al.* Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation. **Ann Ist Super Sanità**, v. 52, n. 3, p. 343–356, 2016.
- GUBERNOT, D. M.; ANDERSON, G. B.; HUNTING, K. L. The epidemiology of occupational heat exposure in the United States: a review of the literature and assessment of research needs in a changing climate. **INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY**, v. 58, n. 8, p. 1779–1788, 2014.
- GUBERNOT, D. M.; ANDERSON, G. B.; HUNTING, K. L. Characterizing occupational heat-related mortality in the United States, 2000-2010: An analysis using the census of fatal occupational injuries database. **American Journal of Industrial Medicine**, 2015.

- HABIBI, P. *et al.* The impacts of climate change on occupational heat strain in outdoor workers: A systematic review. **Urban Climate**, v. 36, n. January, p. 100770, 2021.
- HANNA, E. G. *et al.* Climate change and rising heat: Population health implications for working people in Australia. **Asia-Pacific Journal of Public Health**, v. 23, n. 2 SUPPL., 2011.
- HANSEN, A. L. *et al.* Using a qualitative phenomenological approach to inform the etiology and prevention of occupational heat-related injuries in Australia. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 3, 2020.
- HEIDARI, H. *et al.* Outdoor occupational environments and heat stress in IRAN. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 13, n. 1, 28 maio 2015.
- HEO, S.; BELL, M. L.; LEE, J. T. Comparison of health risks by heat wave definition: Applicability of wet-bulb globe temperature for heat wave criteria. **Environmental Research**, v. 168, n. September 2018, p. 158–170, 2019.
- HOGAN, A.; BODE, A.; BERRY, H. Farmer health and adaptive capacity in the face of climate change and variability. part 2: Contexts, personal attributes and behaviors. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 8, n. 10, p. 4055–4068, 2011.
- HOOYBERGHS, H. *et al.* Influence of climate change on summer cooling costs and heat stress in urban office buildings. **Climatic Change**, v. 144, n. 4, p. 721–735, 1 out. 2017.
- HURLIMANN, A. C.; WARREN-MYERS, G.; BROWNE, G. R. Is the Australian construction industry prepared for climate change? **BUILDING AND ENVIRONMENT**, v. 153, p. 128–137, 2019.
- HUSSAIN, M. *et al.* A comprehensive review of climate change impacts, adaptation, and mitigation on environmental and natural calamities in Pakistan. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 1, 2020.
- HYATT, O. M.; LEMKE, B.; KJELLSTROM, T. Regional maps of occupational heat exposure: past, present, and potential future. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5715, 2010.
- IOANNOU, L. G. *et al.* Time-motion analysis as a novel approach for evaluating the impact of environmental heat exposure on labor loss in agriculture workers. **Temperature**, v. 4, n. 3, p. 330–340, 2017.
- IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **IPCC**, v. 1, n. 1, p. 151, 2014.
- IPCC. Global warming of 1.5°C. **Ipcc - Sr15**, v. 2, n. October, p. 17–20, 2018.



- JAMES, K. L.; RANDALL, N. P.; HADDAWAY, N. R. A methodology for systematic mapping in environmental sciences. **Environmental Evidence**, v. 5, n. 1, p. 1–13, 2016.
- JAY, O.; KENNY, G. P. Heat exposure in the Canadian workplace. **American Journal of Industrial Medicine**, ago. 2010.
- KHAN, A. A. Heat related illnesses: Review of an ongoing challenge. **Saudi Medical Journal**, v. 40, n. 12, p. 1195–1201, 2019.
- KIEFER, M. *et al.* Worker health and safety and climate change in the Americas: issues and research needs. **REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA-PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH**, v. 40, n. 3, p. 192–197, 2016.
- KIM, D.; LEE, J. Spatial Changes in Work Capacity for Occupations Vulnerable to Heat Stress: Potential Regional Impacts From Global Climate Change. **SAFETY AND HEALTH AT WORK**, v. 11, n. 1, p. 1–9, mar. 2020.
- KIM, D.; LIM, U. Wage Differentials between Heat-Exposure Risk and No Heat-Exposure Risk Groups. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH**, v. 14, n. 7, jul. 2017.
- KJELLSTROM, T. *et al.* Climate change and occupational health: A South African perspective. **SAMJ SOUTH AFRICAN MEDICAL JOURNAL**, v. 104, n. 8, p. 586+, 2014.
- KJELLSTROM, T. Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related Economic Losses: A New Feature of Global and Urban Health in the Context of Climate Change. **Asia-Pacific Journal of Public Health**, v. 28, p. 28S-37S, 2014.
- KJELLSTROM, T. *et al.* Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts. **Annual Review of Public Health**, v. 37, p. 97–112, 2016.
- KJELLSTROM, T. *et al.* Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 3, p. 291–306, 2018.
- KJELLSTROM, T.; CROWE, J. Climate Change, Workplace Heat Exposure, and Occupational Health and Productivity in Central America. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 17, n. 3, p. 270–281, 2011.
- KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M. Mapping occupational heat exposure and effects in South-East Asia: Ongoing time trends 1980-2011 and future estimates to 2050. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 56–67, 2013.
- KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M. Climate conditions, workplace heat and

occupational health in South-East Asia in the context of climate change. **WHO South-East Asia journal of public health**, v. 6, n. 2, p. 15–21, 2017.

KOTESWARA RAO, K. *et al.* Projections of heat stress and associated work performance over India in response to global warming. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–14, 2020.

KRAMER, D. M. *et al.* Sun Safety at Work Canada: A multiple case-study protocol to develop sun safety and heat protection programs and policies for outdoor workers. **Implementation Science**, v. 10, n. 1, 10 jul. 2015.

KRISHNAMURTHY, M. *et al.* Occupational Heat Stress Impacts on Health and Productivity in a Steel Industry in Southern India. **Safety and Health at Work**, v. 8, n. 1, p. 99–104, 2017.

LAM, M. *et al.* Identification of barriers to the prevention and treatment of heat-related illness in Latino farmworkers using activity-oriented, participatory rural appraisal focus group methods. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, 2013.

LANGKULSEN, U.; VICHIT-VADAKAN, N.; TAPTAGAPORN, S. Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5607, 2010.

LAO, J. *et al.* Working smart: An exploration of council workers' experiences and perceptions of heat in Adelaide, South Australia. **SAFETY SCIENCE**, v. 82, p. 228–235, 2016.

LATHA, P. K. *et al.* Thermal discomfort and health symptoms in indian occupational settings in the climate change scenario. **Pollution Research**, v. 39, n. 2, p. 481–488, 2020.

LE DANG, H. *et al.* Farmers' perceived risks of climate change and influencing factors: A study in the Mekong Delta, Vietnam. **Environmental Management**, v. 54, n. 2, p. 331–345, 2014.

LEE, S. W. *et al.* Spatio-temporal patterns of the minimum rest time for outdoor workers exposed to summer heat stress in South Korea. **International Journal of Biometeorology**, v. 64, n. 10, p. 1755–1765, 1 out. 2020.

LEE, S. W.; LEE, K.; LIM, B. Effects of climate change-related heat stress on labor productivity in South Korea. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 12, p. 2119–2129, 1 dez. 2018.

LEVI, M.; KJELLSTROM, T.; BALDASSERONI, A. Impact of climate change on occupational health and productivity: A systematic literature review focusing on workplace heat. **Medicina del Lavoro**, v. 109, n. 3, p. 163–179, 2018.

LEVY, K.; SMITH, S. M.; CARLTON, E. J. Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions. **Current environmental health reports**,

v. 5, n. 2, p. 272–282, 2018.

LI, C. *et al.* Rapid Warming in Summer Wet Bulb Globe Temperature in China with Human-Induced Climate Change. **Journal of Climate**, v. 33, n. 13, p. 5697–5711, 2020.

LI, X. *et al.* Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working environments on construction labor productivity in China: A case study of rebar workers. **Building and Environment**, v. 95, p. 42–52, 2016.

LIMAYE, V. S. *et al.* Climate Change and Heat-Related Excess Mortality in the Eastern USA. **EcoHealth**, v. 15, n. 3, p. 485–496, 2018.

LIU, X. Reductions in labor capacity from intensified heat stress in China under future climate change. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 4, 2020.

LUCAS, R. A. I.; EPSTEIN, Y.; KJELLSTROM, T. Excessive occupational heat exposure: A significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers. **Extreme Physiology and Medicine** BioMed Central Ltd., 23 jun. 2014.

LUNDGREN-KOWNACKI, K. *et al.* Climate change-induced heat risks for migrant populations working at brick kilns in India: a transdisciplinary approach. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 3, p. 347–358, 1 mar. 2018.

LUNDGREN, K. *et al.* Effects of heat stress on working populations when facing climate change. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 3–15, 2013.

LUNDGREN, K.; KUKLANE, K.; VENUGOPAL, V. Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): A case study from workplaces in Chennai, India. **Global Health Action**, v. 7, n. 1, 2014.

MA, R. *et al.* Estimation of work-related injury and economic burden attributable to heat stress in Guangzhou, China. **Science of the Total Environment**, v. 666, p. 147–154, 2019.

MAKOWIEC-DĄBROWSKA, T. *et al.* Climate conditions and work-related fatigue among professional drivers. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 2, p. 121–128, 2019.

MARCHETTI, E.; CAPONE, P.; FREDA, D. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanita**, v. 52, n. 3, p. 338–342, 2016.

MARINACCIO, A. *et al.* Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. **Environment International**, v. 133, n. May, p. 105176, 2019.

MARTÍNEZ-SOLANAS, È. *et al.* Evaluation of the impact of ambient temperatures on

occupational injuries in Spain. **Environmental Health Perspectives**, v. 126, n. 6, p. 1–10, 2018.

MASUDA, Y. J. *et al.* How are healthy, working populations affected by increasing temperatures in the tropics? Implications for climate change adaptation policies. **Global Environmental Change**, v. 56, n. April, p. 29–40, 2019.

MATHEE, A.; OBA, J.; ROSE, A. Climate change impacts on working people (the HOTHAPS initiative): findings of the South African pilot study. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5612, 2010.

MCCARTHY, R. B.; SHOFER, F. S.; GREEN-MCKENZIE, J. Outcomes of a Heat Stress Awareness Program on Heat-Related Illness in Municipal Outdoor Workers. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 61, n. 9, p. 724–728, 2019.

MCINNES, J. A. *et al.* Association between high ambient temperature and acute work-related injury: a case-crossover analysis using workers' compensation claims data.

**SCANDINAVIAN JOURNAL OF WORK ENVIRONMENT & HEALTH**, v. 43, n. 1, p. 86–94, jan. 2017.

MCINNES, J. A. *et al.* The impact of sustained hot weather on risk of acute work-related injury in Melbourne, Australia. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 2, p. 153–163, 1 fev. 2018.

MODA, H. M.; LEAL FILHO, W.; MINHAS, A. Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH**, v. 16, n. 18, 2019.

MORABITO, M. *et al.* Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2020.

MORRIS, N. B. *et al.* Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain - an umbrella review of physiological effects and global health perspectives. **ENVIRONMENTAL HEALTH**, v. 19, n. 1, 2020a.

MORRIS, N. B. *et al.* Health vs. wealth: Employer, employee and policy-maker perspectives on occupational heat stress across multiple European industries. **Temperature**, v. 00, n. 00, p. 1–18, 2020b.

NAG, P. K.; DUTTA, P.; NAG, A. Critical body temperature profile as indicator of heat stress vulnerability. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 113–122, 2013.

NAKANO, K. Future risk of dengue fever to workforce and industry through global supply chain. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 23, n. 3, p. 433–449,

2018.

NEWMAN, F.; HUMPHRYS, E. Construction Workers in a Climate Precarious World.

**Critical Sociology**, v. 46, n. 4–5, p. 557–572, 2020.

NUNFAM, V. F. *et al.* Social impacts of occupational heat stress and adaptation strategies of workers: A narrative synthesis of the literature. **Science of the Total Environment**, v. 643, p. 1542–1552, 2018.

NUNFAM, V. F. *et al.* Climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers: Perspectives of supervisors and other stakeholders in Ghana. **Environmental Research**, v. 169, n. June 2018, p. 147–155, 2019a.

NUNFAM, V. F. *et al.* Perceptions of climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers in Ghana. **Science of the Total Environment**, v. 657, p. 365–378, 2019b.

NUNFAM, V. F. *et al.* The nexus between social impacts and adaptation strategies of workers to occupational heat stress: a conceptual framework. **INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY**, v. 63, n. 12, p. 1693–1706, 2019c.

NUNFAM, V. F. *et al.* Barriers to occupational heat stress risk adaptation of mining workers in Ghana. **INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY**, v. 64, n. 7, p. 1085–1101, jul. 2020.

ORLOV, A. *et al.* Economic Losses of Heat-Induced Reductions in Outdoor Worker Productivity: a Case Study of Europe. **Economics of Disasters and Climate Change**, v. 3, n. 3, p. 191–211, out. 2019.

ORLOV, A. *et al.* Economic costs of heat-induced reductions in worker productivity due to global warming. **Global Environmental Change**, v. 63, n. April, p. 102087, 2020.

LOUDIN ÅSTRÖM, D.; BERTIL, F.; JOACIM, R. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. **Maturitas**, v. 69, n. 2, p. 99–105, 2011.

OYEKALE, A. S. Climate change induced occupational stress and reported morbidity among cocoa farmers in South-Western Nigeria. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 22, n. 2, p. 357–361, 2015.

P.L., K. Interactions of Climate Change, Air Pollution, and Human Health. **Current environmental health reports**, v. 5, n. 1, p. 179–186, 2018.

PARK, J.; KIM, Y.; OH, I. Factors affecting heat-related diseases in outdoor workers exposed to extreme heat. **Annals of Occupational and Environmental Medicine**, v. 29, n. 1, 29 jun. 2017.

- PATELLA, V. *et al.* Urban air pollution and climate change: “The Decalogue: Allergy Safe Tree” for allergic and respiratory diseases care. **Clinical and Molecular Allergy**, v. 16, n. 1, p. 1, 2018.
- PATERSON, S. K.; GODSMARK, C. N. Heat-health vulnerability in temperate climates: lessons and response options from Ireland. **GLOBALIZATION AND HEALTH**, v. 16, n. 1, mar. 2020.
- PECL, G. T. *et al.* Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. **Science**, v. 355, n. 6332, p. eaai9214, 31 mar. 2017.
- PERKISON, W. B. *et al.* Responsibilities of the Occupational and Environmental Medicine Provider in the Treatment and Prevention of Climate Change-Related Health Problems. **JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE**, v. 60, n. 2, p. E76–E81, 2018.
- PETITTI, D. B. *et al.* Occupation and Environmental Heat-Associated Deaths in Maricopa County, Arizona: A Case-Control Study. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, 2013.
- PINKERTON, K. E.; FELT, E.; RIDEN, H. E. Extreme weather resulting from global warming is an emerging threat to farmworker health and safety. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 25, n. 4, p. 189–190, 2019.
- PIRES, A. P. F. *et al.* Interactive effects of climate change and biodiversity loss on ecosystem functioning. **Ecology**, v. 99, n. 5, p. 1203–1213, 2018.
- POGAČAR, T. *et al.* The effect of hot days on occupational heat stress in the manufacturing industry: implications for workers’ well-being and productivity. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 7, p. 1251–1264, 1 jul. 2018.
- POGAČAR, T. *et al.* Heat waves occurrence and outdoor workers’ self-assessment of heat stress in slovenia and greece. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 4, 2019.
- PRADHAN, B. *et al.* Assessing climate change and heat stress responses in the Tarai region of Nepal. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 101–112, 2013.
- PRADHAN, B. *et al.* Heat Stress Impacts on Cardiac Mortality in Nepali Migrant Workers in Qatar. **Cardiology (Switzerland)**, v. 143, n. 1, p. 37–48, 1 set. 2019.
- QUILLER, G. *et al.* Heat exposure and productivity in orchards: Implications for climate change research. **Archives of Environmental and Occupational Health**, v. 72, n. 6, p. 313–316, 2017.
- RAMEEZDEEN, R.; ELMUALIM, A. The impact of heat waves on occurrence and severity of construction accidents. **International Journal of Environmental Research and Public**

**Health**, v. 14, n. 1, p. 1–13, 2017.

RAZA, A. *et al.* Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. **Plants**, v. 8, n. 2, 2019.

RICCÒ, M. *et al.* Air temperatures and occupational injuries in the construction industries: A report from northern Italy (2000–2013). **Industrial Health**, v. 58, n. 2, p. 182–192, 2020a.

RICCÒ, M. *et al.* Risk perception of heat related disorders on the workplaces: A survey among health and safety representatives from the autonomous province of Trento, Northeastern Italy. **Journal of Preventive Medicine and Hygiene**, v. 61, n. 1, p. E48–E59, 2020b.

RILEY, K. *et al.* Mortality and Morbidity during Extreme Heat Events and Prevalence of Outdoor Work: An Analysis of Community-Level Data from Los Angeles County, California. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH**, v. 15, n. 4, 2018.

RIZPAH HOLLOWELL, D. Perceptions of, and reactions to, environmental heat: a brief note on issues of concern in relation to occupational health. **Global Health Action**, v. 3, n. 1, p. 5632, 2010.

ROELOFS, C. Without Warning: Worker Deaths From Heat 2014–2016. **New Solutions**, v. 28, n. 2, p. 344–357, 1 ago. 2018.

ROWLINSON, S. *et al.* Management of climatic heat stress risk in construction: A review of practices, methodologies, and future research. **Accident Analysis and Prevention**, v. 66, p. 187–198, 2014.

RUNKLE, J. D. *et al.* Evaluation of wearable sensors for physiologic monitoring of individually experienced temperatures in outdoor workers in southeastern US.

**ENVIRONMENT INTERNATIONAL**, v. 129, p. 229–238, 2019.

SADIQ, L. S.; HASHIM, Z.; OSMAN, M. The Impact of Heat on Health and Productivity among Maize Farmers in a Tropical Climate Area. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2019, p. 1–7, 1 abr. 2019.

SAHU, S.; SETT, M.; KJELLSTROM, T. Heat exposure, cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: Implications for a climate change future. **Industrial Health**, v. 51, n. 4, p. 424–431, 2013.

SAMANIEGO-RASCÓN, D. *et al.* Solar energy industry workers under climate change: A risk assessment of the level of heat stress experienced by a worker based on measured data. **Safety Science**, v. 118, p. 33–47, 1 out. 2019.

SAVARESI, A. The Paris agreement: A new beginning? **Journal of Energy and Natural**

- Resources Law**, v. 34, n. 1, p. 16–26, 2016.
- SCHIFANO, P. *et al.* Do exposure to outdoor temperatures, NO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub> affect the work-related injuries risk? A case-crossover study in three Italian cities, 2001-2010. **BMJ Open**, v. 9, n. 8, 1 ago. 2019.
- SCHULTE, P. A. *et al.* Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. **JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HYGIENE**, v. 13, n. 11, p. 847–865, 2016.
- SCHULTE, P. A.; CHUN, H. K. Climate change and occupational safety and health: Establishing a preliminary framework. **Journal of Occupational and Environmental Hygiene**, v. 6, n. 9, p. 542–554, 2009.
- SCHULTE, P. A. *et al.* Potential Scenarios and Hazards in the Work of the Future: A Systematic Review of the Peer-Reviewed and Gray Literatures. **Annals of work exposures and health**, v. 64, n. 8, p. 786–816, 2020.
- SCOTT, D.; HALL, C. M.; GÖSSLING, S. Global tourism vulnerability to climate change. **Annals of Tourism Research**, v. 77, n. June, p. 49–61, 2019.
- SETT, M.; SAHU, S. Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. **Global Health Action**, v. 7, n. 1, 2014.
- SHEFFIELD, P. E. *et al.* Current and future heat stress in Nicaraguan work places under a changing climate. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 123–127, 2013.
- SHENG, R. *et al.* Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 221, n. 3, p. 423–428, 2018.
- SINGH, S.; HANNA, E. G.; KJELLSTROM, T. Working in Australia's heat: health promotion concerns for health and productivity. **HEALTH PROMOTION INTERNATIONAL**, v. 30, n. 2, p. 239–250, jun. 2015.
- SORENSEN, C.; GARCIA-TRABANINO, R. A New Era of Climate Medicine — Addressing Heat-Triggered Renal Disease. **New England Journal of Medicine**, v. 381, n. 8, p. 693–696, 22 ago. 2019.
- SPECTOR, J. T. *et al.* A case-crossover study of heat exposure and injury risk in outdoor agricultural workers. **PLoS ONE**, v. 11, n. 10, p. 30–33, 2016.
- SPECTOR, J. T. *et al.* Heat Exposure and Occupational Injuries: Review of the Literature and Implications. **Current environmental health reports**, v. 6, n. 4, p. 286–296, 2019.
- SPECTOR, J. T.; SHEFFIELD, P. E. Re-evaluating occupational heat stress in a changing climate. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 58, n. 8, p. 936–942, 2014.



- STOECKLIN-MAROIS, M. *et al.* Heat-related illness knowledge and practices among California hired farm workers in the MICASA study. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 47–55, 2013.
- SU, Y. *et al.* Evaluating the effectiveness of labor protection policy on occupational injuries caused by extreme heat in a large subtropical city of China. **Environmental Research**, v. 186, n. November 2019, p. 109532, 2020.
- TAKAKURA, J. *et al.* Cost of preventing workplace heat-related illness through worker breaks and the benefit of climate-change mitigation. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 6, 2017.
- TAKAKURA, J. *et al.* Limited Role of Working Time Shift in offsetting the Increasing Occupational-Health Cost of Heat Exposure. **EARTHS FUTURE**, v. 6, n. 11, p. 1588–1602, nov. 2018.
- TAKAKURA, J. *et al.* Site-specific hourly resolution wet bulb globe temperature reconstruction from gridded daily resolution climate variables for planning climate change adaptation measures. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 6, p. 787–800, 1 jun. 2019.
- TAWATSUPA, B. *et al.* The association between overall health, psychological distress, and occupational heat stress among a large national cohort of 40,913 Thai workers. **GLOBAL HEALTH ACTION**, v. 3, 2010.
- TAWATSUPA, B. *et al.* Association Between Occupational Heat Stress and Kidney Disease Among 37 816 Workers in the Thai Cohort Study (TCS). **Journal of Epidemiology**, v. 22, n. 3, p. 251–260, 2012.
- TAWATSUPA, B. *et al.* Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: Findings of the Thai cohort study. **Industrial Health**, v. 51, n. 1, p. 34–46, 2013.
- TIGCHELAAR, M.; BATTISTI, D. S.; SPECTOR, J. T. Work adaptations insufficient to address growing heat risk for US agricultural workers. **ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS**, v. 15, n. 9, 2020.
- VANOS, J.; VECCELLIO, D. J.; KJELLSTROM, T. Workplace heat exposure, health protection, and economic impacts: A case study in Canada. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 62, n. 12, p. 1024–1037, 2019.
- VARGHESE, B. M. *et al.* Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. **Safety Science**, v. 110, n. August 2017, p. 380–392, 2018.
- VARGHESE, B. M. *et al.* Characterising the impact of heatwaves on work-related injuries and illnesses in three Australian cities using a standard heatwave definition- Excess Heat

- Factor (EHF). **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 29, n. 6, p. 821–830, 2019a.
- VARGHESE, B. M. *et al.* Geographical variation in risk of work-related injuries and illnesses associated with ambient temperatures: A multi-city case-crossover study in Australia, 2005-2016. **SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT**, v. 687, p. 898–906, 2019b.
- VARGHESE, B. M. *et al.* Heatwave and work-related injuries and illnesses in Adelaide, Australia: a case-crossover analysis using the Excess Heat Factor (EHF) as a universal heatwave index. **INTERNATIONAL ARCHIVES OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HEALTH**, v. 92, n. 2, p. 263–272, 2019c.
- VARGHESE, B. M. *et al.* The effects of ambient temperatures on the risk of work-related injuries and illnesses: Evidence from Adelaide, Australia 2003-2013. **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, v. 170, p. 101–109, mar. 2019d.
- VENUGOPAL, V. *et al.* Occupational heat stress profiles in selected workplaces in India. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 1, p. 1–13, 2015.
- VENUGOPAL, V. *et al.* Heat stress and inadequate sanitary facilities at workplaces - an occupational health concern for women? **GLOBAL HEALTH ACTION**, v. 9, 2016a.
- VENUGOPAL, V. *et al.* The Social Implications of Occupational Heat Stress on Migrant Workers Engaged in Public Construction: A Case Study from Southern India. **The International Journal of the Constructed Environment**, v. 7, n. 2, 2016b.
- VENUGOPAL, V. *et al.* Epidemiological evidence from south Indian working population—the heat exposures and health linkage. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, 2020a.
- VENUGOPAL, V. *et al.* Occupational heat stress induced health impacts: A cross-sectional study from South Indian working population. **Advances in Climate Change Research**, v. 11, n. 1, p. 31–39, 2020b.
- VENUGOPAL, V. *et al.* Risk of kidney stone among workers exposed to high occupational heat stress - A case study from southern Indian steel industry. **The Science of the total environment**, v. 722, p. 137619, 2020c.
- VICEDO-CABRERA, A. M. *et al.* Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios. **Climatic Change**, v. 150, n. 3–4, p. 391–402, 1 out. 2018.
- VONESCH, N. *et al.* Climate change, vector-borne diseases and working population. **ANNALI DELL ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA**, v. 52, n. 3, p. 397–405, 2016.

- WATTS, N. *et al.* The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. **The Lancet**, v. 394, n. 10211, p. 1836–1878, 2019.
- WILLIAMS, S. *et al.* Workers' health and safety in the heat: current practice in Australian workplaces. **Policy and Practice in Health and Safety**, v. 18, n. 2, p. 67–79, 2020.
- WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. **ACM International Conference Proceeding Series**, 2014.
- XIA, Y. *et al.* Assessment of the economic impacts of heat waves: A case study of Nanjing, China. **JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION**, v. 171, p. 811–819, jan. 2018.
- XIANG, J. *et al.* The impact of heatwaves on workers' health and safety in Adelaide, South Australia. **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, v. 133, p. 90–95, 2014a.
- XIANG, J. *et al.* Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001-2010. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 71, n. 4, p. 246–252, 2014b.
- XIANG, J. *et al.* Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review. **INDUSTRIAL HEALTH**, v. 52, n. 2, p. 91–101, mar. 2014c.
- XIANG, J. *et al.* Extreme heat and occupational heat illnesses in South Australia, 2001-2010. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 72, n. 8, p. 580–586, 2015.
- XIANG, J. *et al.* Workers' perceptions of climate change related extreme heat exposure in South Australia: a cross-sectional survey. **BMC PUBLIC HEALTH**, v. 16, jul. 2016.
- YASMEEN, S. *et al.* Physiological responses of acclimatized construction workers during different work patterns in a hot and humid subtropical area of China. **Journal of Building Engineering**, v. 30, n. September 2019, p. 101281, 2020.
- YI, W.; CHAN, A. P. C. Effects of heat stress on construction labor productivity in Hong Kong: A case study of rebar workers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 9, 2017.
- ZANDER, K. K. *et al.* Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 7, p. 647–651, 2015.
- ZEPPELLO, L. R. V. *et al.* Large scale tropical deforestation drives extreme warming. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 8, 2020.
- ZHAO, Y. *et al.* Potential escalation of heat-related working costs with climate and socioeconomic changes in China. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 113, n. 17, p. 4640–4645, 2016.

## ARTIGO 2

---

### **Inferências sobre os acidentes de trabalho do Brasil registrados no SINAN: Período de 2006-2019**

#### **3.1 Introdução**

O desenvolvimento sustentável, pautado por um crescimento econômico, social e ambiental simultâneo e harmônico, vem sendo o foco de discussões e pesquisas ao longo da última década. A Agenda 2030, definida em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), foi adotada como o principal documento para o desenvolvimento sustentável e constituiu uma ação global para o combate à pobreza, proteção do planeta e melhoria da vida de toda a população mundial por meio da implantação de indicadores a serem seguidos por todos os países, os chamados Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ARAÚJO; MENDONÇA, 2020; MONTESANO *et al.*, 2021).

Os dezessete ODS são responsáveis por definirem as prioridades globais, apontando às ações necessárias e responsabilidades dos governos, empresas e sociedade civil, definindo ambições para o desenvolvimento sustentável e visando a mobilização global para o esforço em atingir os mesmos objetivos (REIS *et al.*, 2020). Dentre os objetivos definidos, destaca-se a erradicação da pobreza, que está diretamente ligada com a geração e garantia de empregos remunerados para a população em idade produtiva, de forma que existam oportunidades de emprego nos sistemas produtivos globais, ao mesmo tempo que se garante uma boa

empregabilidade aos indivíduos (RANTANEN; MUCHIRI; LEHTINEN, 2020).

A empregabilidade está relacionada à capacidade do indivíduo de trabalhar, ou seja, sua competência, habilidade e motivação, mas também está relacionada a condições decentes de trabalho e à saúde e segurança do trabalhador (SST) durante suas atividades laborais. Assim, a saúde e segurança ocupacional, além de ser uma das metas da Agenda 2030 representada pelo ODS de número 8: “Trabalho decente e crescimento econômico”, também vem se tornando um ponto chave do desenvolvimento, uma vez que os demais ODS não poderão ser atingidos sem que a população trabalhadora possua saúde e capacidade de trabalhar, visto que todo tipo de recurso usado pela sociedade tem origem no trabalho produtivo (RANTANEN *et al.*, 2012; JILCHA; KITAW, 2017; REIS *et al.*, 2020).

As consequências da falta de saúde e segurança ocupacional vêm sendo estudadas por diversos pesquisadores ao longo das últimas décadas (VILELA; ALMEIDA; MENDES, 2012; ZAGO *et al.*, 2018; BENSON *et al.*, 2021; MENEGON; MENEGON; KUPEK, 2021), de forma que estimativas do custo econômico e o número de acidentes anuais vêm sendo contabilizados. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho, em 2012, cerca de 2,34 milhões de pessoas morriam por ano vítimas de acidentes ou doenças relacionadas ao trabalho e mais de 317 milhões sofriam com algum tipo de lesão ocupacional (ILO, 2012). O custo referente à acidentes e doenças ocupacionais é considerável, estima-se um gasto mundial de cerca de 2.680 bilhões de euros, representando cerca de 4% do PIB global, enquanto na Europa este custo se aproxima dos 470 bilhões de euros (ELSLER; TAKALA; REMES, 2020). O custo pode variar de acordo com o país, como o Estados Unidos que teve um custo de cerca de 250 bilhões em 2011 (LEIGH, 2011), enquanto em países da Europa estes gastos são referentes a cerca de 2,9% até 10,2% do PIB, como é o caso da Finlândia e Polônia, respectivamente (TOMPA *et al.*, 2021).

No Brasil, de acordo com o último Anuário Estatístico da Previdência Social publicado no ano de 2019, foram registrados cerca 582 mil acidentes do trabalho, resultando em mais de 229 mil benefícios acidentários concedidos pelo INSS, representando um gasto de cerca de 370 milhões de reais entre aposentadoria por invalidez, pensão por morte e auxílios (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2019). Ainda, de acordo com o Observatório de Segurança e Saúde do Trabalho, de 2012 até 2020 foram registrados cerca de 5 milhões e 500 mil acidentes de trabalho, somando mais de 427 milhões de dias de trabalho perdidos (MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO, 2021).

Portanto, mesmo havendo a necessidade de condições decentes de trabalho para o desenvolvimento da sociedade, o número de acidentes de trabalho e suas consequentes

despesas continuam alarmantes. O direito a um ambiente de trabalho seguro é amparado pela legislação que define as obrigações, direitos e deveres dos empregadores e dos empregados no objetivo de prevenir a ocorrência de acidentes ou doenças ocupacionais, tanto a Constituição Federal, quanto a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) e as Normas Regulamentadoras (NR) atuam nacionalmente na defesa do trabalhador (CHAGAS; SALIM; SERVO, 2011; CARVALHO *et al.*, 2020).

Dentre as obrigações vinculadas ao acidente ou doença do trabalho estão os processos de notificação, em que as informações sobre o evento devem ser registradas e enviadas aos órgãos federais responsáveis. É de obrigação da empresa contratante, ou até mesmo do trabalhador, médico ou autoridade pública, o registro da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) junto ao Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), formalizando o acidente para fins estatísticos e epidemiológicos (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2017; CARVALHO *et al.*, 2020).

Todas as notificações de acidentes, portanto, devem ser comunicadas ao INSS por meio da CAT, da mesma forma, com a Portaria GM nº 777, de 28 de abril de 2004, acidentes de trabalho se tornaram passíveis de notificação compulsória pelo Sistema Único de Saúde (SUS), por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Este sistema de notificações inclui diferentes tipos de trabalhadores, desde os assalariados, funcionários públicos, até aqueles sem carteira assinada, desempregados aposentados que se ocupam de forma extraordinária para gerar renda, e quaisquer outras formas de trabalho declarada pelo acidentado (BRASIL, 2004; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Considerando a problemática recorrente da saúde e segurança ocupacional no Brasil e no mundo, os números elevados de ocorrência de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho e a sua conseqüente despesa ao país, assim como as diferentes fontes de registro de informações sobre a saúde e segurança do trabalhador, este estudo tem como objetivo apresentar uma análise exploratória dos dados de SST do Brasil, mais especificamente os dados de acidentes do trabalho. Os dados são coletados, tratados e analisados com o auxílio visual de gráficos e tabelas, de forma a detalhar os atributos dos registros de acidente de trabalho, de forma a traçar um panorama da realidade dos trabalhadores acidentados no Brasil. A primeira etapa deste estudo é caracterizada por uma investigação das bases de dados disponíveis, levantando os diferentes órgãos federais responsáveis pela coleta, tratamento e disposição destas informações, avaliando a abrangência territorial e temporal dos dados, assim como sua disponibilidade. A base de dados do SINAN foi a escolhida para passar pelo processo de inferência, dada sua cobertura nacional, sua temporalidade de dados diários de

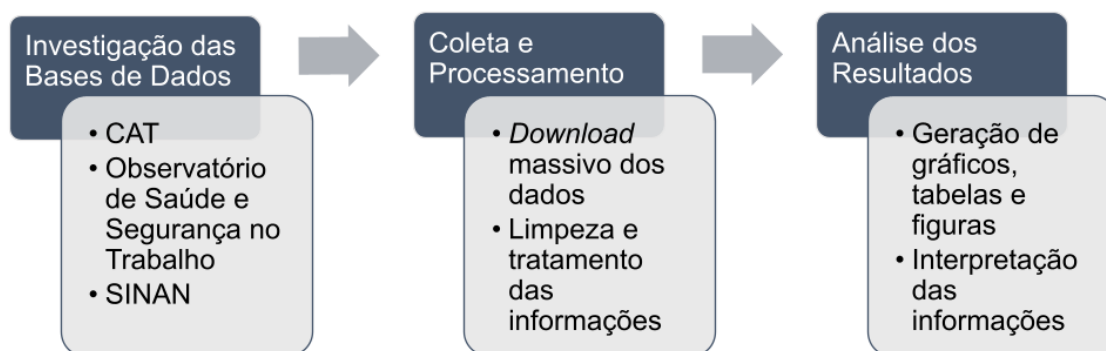
2006 a 2019 e sua disponibilidade de acesso. A próxima etapa do estudo se caracterizou pela coleta e tratamento dos dados que, em seguida, foram avaliados e discutidos.

A estrutura do estudo tem início neste capítulo introdutório, seguido pela apresentação da metodologia, em que são discutidos os processos para a realização da pesquisa, seguida pelos resultados e discussões, em que primeiramente são discutidas as possíveis bases de dados a serem utilizadas no estudo, os dados são apresentados e é feita uma avaliação dos resultados encontrados. Por fim, o estudo é finalizado com algumas considerações finais.

### 3.2 Método de Pesquisa

O estudo foi estruturado em três etapas: Investigação das Bases de Dados, Coleta e Processamento e Análise dos Resultados, conforme pode ser visualizado na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Processo metodológico



Fonte: Autores (2022).

Na primeira etapa foram realizadas buscas em diferentes órgãos federativos que possuem responsabilidade sobre SST visando identificar as bases de dados nacionais que disponibilizam informações sobre este tópico. Algumas das fontes exploradas foram o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) do Ministério da Economia, responsável pelo registro da CAT, o Ministério Público do Trabalho (MPT), responsável pelo desenvolvimento do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, que compila e apresenta diferentes dados de SST, e até mesmo o Ministério da Saúde, responsável por diversos dados relacionados à saúde da população. Foram analisadas as diferentes opções de bases de dados, avaliando questões como disponibilidade de download massivo e completo dos dados, consistência das informações, abrangência nacional e temporalidade das informações.

Durante esta etapa foram identificadas diferentes adversidades em algumas bases de dados, como ausência de informação sobre determinadas regiões do Brasil, indisponibilidade do *download* completo dos dados e inconsistência com outras fontes de informação, de forma que foi possível filtrar e identificar a melhor fonte, definindo-se então o uso da base de dados

do SINAN, devido ao bom detalhamento dos dados, sua abrangência nacional e disponibilidade de acesso público. A coleta destes dados se deu de forma virtual pela plataforma do Sistema Único de Saúde (SUS), que foi exportado no formato de uma planilha do software Excel, a partir da qual deu-se início à segunda etapa: coleta e processamento. Esta etapa pode ser caracterizada como de reconhecimento e tratamento, cujo objetivo foi o de entender as variáveis que compõem a base, realizando uma análise do significado dos dados com base no Dicionário de Dados fornecido pelo portal do SINAN. A partir deste entendimento dos dados, foi possível eliminar variáveis duplicadas ou irrelevantes.

A partir desta estruturação da segunda etapa, foi possível partir para a última etapa de avaliação dos dados e interpretação dos resultados. As informações obtidas foram importadas para o *software* R (R CORE TEAM, 2021), em que o processo de leitura e tratamento dos dados foi realizado, assim como a construção de gráficos e figuras para facilitar a interpretação, como gráficos de barras, pirâmides etárias e mapas, a partir dos quais foi possível gerar algumas discussões sobre as características do acidente, conforme discutidos nas seguintes etapas.

### **3.3 Resultados e Discussão**

#### **3.3.1 Investigação das bases de dados**

No Brasil, de acordo com a Lei de Acesso à Informação, o Estado tem o dever de garantir o acesso à informação enquanto as diferentes instituições públicas têm a obrigação de disponibilizar e divulgar dados em plataformas oficiais e *online* (BRASIL, 2011). Informações e indicadores referentes à saúde e segurança da população podem ser encontrados disponibilizados por diferentes órgãos responsáveis, como aqueles relacionados à saúde, economia ou ao emprego. O Brasil conta com uma plataforma específica para garantir e facilitar o acesso do cidadão aos dados públicos, chamado Portal Brasileiro de Dados Abertos, apresentando toda a relação dos dados disponíveis, a fonte geradora dos dados e o órgão responsável, de forma que é possível acessar desde indicadores da educação até informações sobre a saúde da população (MOREIRA *et al.*, 2017).

Alguns dos conjuntos de dados relacionados a acidentes de trabalho disponibilizados por esta plataforma têm origem no Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), mais especificamente informações referentes à CAT cadastradas no sistema. Até o momento desta pesquisa, estão disponibilizados no Portal Brasileiro de Dados Abertos os dados referentes



aos registros de CAT do período de julho de 2018 até junho de 2021, apresentados no formato de planilha com uma frequência trimestral.

No entanto, ao realizar o *download* das planilhas e realizar uma análise dos dados, é possível notar que as informações apresentadas não têm uma abrangência nacional, ou seja, não existem dados dos acidentes de trabalho em todas as unidades federativas, mais especificamente só existem dados de estados da região norte e nordeste. Visto que o objetivo deste estudo é realizar uma análise exploratória com abrangência nacional, optou-se por descartar este conjunto de dados.

Ainda na esfera do INSS, outro conjunto de dados disponível é o dos Anuários Estatísticos de Acidentes do Trabalho (AEAT), disponibilizados por meio de relatórios em PDF, tabelas em planilhas ou por meio de uma base de dados online, o Infologo. Para acessar estes dados, o usuário pode optar por uma visão anual, realizando o download do relatório ou das tabelas referentes aos anos desejados, ou pode utilizar o Infologo, de forma que é possível configurar a apresentação dos dados, selecionando dados desde o ano de 1999 até 2019.

Nesta base de dados, o usuário pode visualizar desde o número total de acidentes do trabalho - que por sua vez podem ser filtrados por Unidade Federativa, mês da ocorrência, a Classificação Nacional da Atividade Econômica ou CID - o número de acidentes liquidados ou até mesmo a quantidade de acidentes por município. Uma vez que o usuário define as variáveis que deseja visualizar, os dados são apresentados em tabelas que podem ser baixadas e editadas.

No entanto, apesar desta personalização da visualização dos dados, a base de dados ainda é limitada. Por exemplo, caso o usuário deseje dados com um maior detalhamento temporal ele pode optar por visualizar a distribuição mensal dos acidentes, porém, não é possível combinar a essa visualização mensal uma variável que detalhe melhor as ocorrências, como por exemplo o CID do acidente ou o CNAE do empregado, visto que essas informações só são apresentadas em um plano de tempo anual. Portanto, uma análise exploratória destes dados somente seria possível se baseada em dois cenários: um com dados mais detalhados sobre os acidentes e uma distribuição anual ou dados mensais com poucos detalhes sobre a ocorrência. Dessa forma, as duas opções não são suficientes para a geração de discussões sobre os diferentes fatores que podem influenciar o problema dos acidentes de trabalho. Logo, optou-se por não utilizar esta base de dados.

Ainda no âmbito de plataformas virtuais, o Ministério Público do Trabalho (MPT), em parceria com a Organização Internacional do Trabalho (OIT) e a Universidade de São Paulo (USP), desenvolveu o Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, uma plataforma

online que coleta dados estatísticos de diferentes fontes nacionais, organiza, trata, apresenta e os disponibiliza publicamente, atuando como uma fonte segura para a consulta da população (CARVALHO *et al.*, 2020).

No Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, o usuário pode acessar informações relacionadas à CAT, como a frequência e prevalência das notificações ou o perfil dos casos; dados do INSS, como o perfil, prevalência, frequência e duração dos afastamentos e as despesas; dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), com o perfil dos casos e a frequência das notificações; ou também é possível visualizar dados referentes à pandemia do Covid-19. Cada uma destas opções apresenta gráficos dinâmicos e tabelas com os dados, assim como explicações descrevendo o que o usuário está visualizando.

No entanto, apesar desta variedade de dados de diferentes fontes e a apresentação visual das informações, foram encontrados dois problemas ao cogitar utilizar o Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho como fonte de dados para este estudo.

O primeiro refere-se à incompatibilidade dos dados ali apresentados com os dados presentes na fonte de origem citada. O grande exemplo disso são os dados referentes à CAT que, de acordo com o Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, têm como fonte o INSS. Conforme mencionado anteriormente, os dados da CAT disponibilizados pelo INSS não abrangem todos os estados do Brasil. Entretanto, estes mesmos dados estão apresentados pelo Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho com uma abrangência nacional. Logo, não é possível compreender de onde estão sendo de fato retiradas estas informações para a construção dos gráficos e análises ali realizadas.

O segundo problema é referente à impossibilidade de realizar o *download* dos dados. Os gráficos do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho possuem um botão para que o usuário realize o *download* das informações ali apresentadas, porém, ao ser acionado, é exigida uma identificação ainda não implementada na plataforma. Portanto, mesmo que existam gráficos apresentando uma análise de diferentes variáveis de um mesmo conjunto de dados, não é possível realizar o *download* massivo destes dados, impedindo o manuseio desta informação completa, de forma que é impossível trabalhar com os diferentes dados de forma conjunta.

Visando buscar uma solução para estes problemas, foram enviados e-mails aos responsáveis pelo desenvolvimento do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, assim como foi aberta uma solicitação de acesso aos dados pela Ouvidoria do Ministério Público do Trabalho. Referente ao primeiro problema não foi obtida nenhuma resposta. Em relação ao problema de *download* dos dados, foi informado que os dados utilizados pela plataforma são

compartilhados pela Secretaria de Previdência e pelo INSS, obtidos por meio de acordos de cooperação, no entanto, as instituições cedentes dos dados não permitem que eles sejam repassados, de forma que não é possível que a solicitação de acesso seja atendida.

Logo, visto que os dados apresentados no Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho diferem dos dados originais de suas fontes, assim como não é possível realizar o *download* massivo das informações diretamente da plataforma, esta fonte de dados também foi descartada para este estudo.

Um outro órgão que possui dados relacionados à saúde da população é o Ministério da Saúde, que conta com o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus), responsável por processar, analisar e disponibilizar informações por meio de diferentes plataformas e sistemas. O Datasus possui o software TabWin, uma aplicação gratuita que permite a qualquer usuário o acesso a arquivos referentes a documentação, arquivos auxiliares e até mesmo conjuntos completos de dados de saúde.

Estão disponibilizados desde dados demográficos e socioeconômicos, como censos sobre a população residente e sua renda, indicadores de saúde, como acesso da população a serviços de saúde, até diferentes conjuntos de dados, como estatística de nascimentos e mortalidade e dados epidemiológicos e de morbidades. Estas informações são coletadas por diferentes sistemas que então compilam os dados no Datasus, como o Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIHSUS), o Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) e o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) (BASTOS-RAMOS; SANTANA; FERRITE, 2015; ROCHA *et al.*, 2020).

A plataforma de *download* de informações do Datasus é composta por diferentes opções que o usuário pode fazer uso para personalizar e filtrar os dados que deseja acessar. A primeira opção diz respeito à fonte de origem dos dados, categorizadas a seguir:

- Aplicativos - TABWIN/TABNET - Ferramentas para tabulação de dados
- Base Populacional - IBGE
- Base Territorial - Mapas e conversões para tabulação
- CIH - Sistema de Comunicação de Informação Hospitalar
- CIHA - Sistema de Comunicação de Informação Hospitalar e Ambulatorial
- CMD - Conjunto Mínimo de Dados
- CNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
- RESP - Notificações de casos suspeitos de SCZ – desde 2015
- SIASUS - Sistema de Informações Ambulatoriais do SUS
- SIHSUS - Sistema de Informações Hospitalares do SUS

- SIM - Sistema de informações de Mortalidade
- SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação
- SINASC - Sistema de informação de Nascidos Vivos
- SISPRENATAL - Sistema de Monitoramento e Avaliação do Pré-Natal, Parto, Puerpério e Criança

Uma vez que o usuário seleciona a fonte desejada, uma nova opção para seleção é disponibilizada, desta vez se referindo à modalidade dos arquivos desejados, podendo ser, por exemplo, arquivos auxiliares, mapas, documentações, arquivos para instalação de softwares, ou até conjuntos completos de dados. Para o download dos conjuntos de dados, o usuário ainda deve selecionar a abrangência desejada, podendo ser por estados ou nacional, assim como o período em anos. Feita a seleção, o download pode ser iniciado. Os conjuntos de dados são disponibilizados no formato .dbc, um formato específico do aplicativo TabWin, portanto, para acessá-los, o download e instalação do TabWin foi realizado por meio da plataforma.

A Tabela 3.1 apresenta um resumo com as bases de dados consultadas e os critérios utilizados para a seleção, sendo a abrangência territorial destes dados, sua temporalidade e se o *download* massivo está disponibilizado.

Tabela 3.1 - Bases de dados consultadas e critérios de seleção

Base de dados	Fonte	Abrangência	Temporalidade dos dados	<i>Download</i> massivo
CAT	INSS	Regiões Norte e Nordeste	Diários, de 2018 a 2021	Disponível
Anuários Estatísticos de Acidentes do Trabalho	INSS	Nacional	Anual	Disponível
Observatório de Saúde e Segurança do Trabalho	Ministério Público do Trabalho	Nacional	Diários, de 2018 a 2020, ou anuais	Não disponível
<b>SINAN</b>	<b>Ministério da Saúde</b>	<b>Nacional</b>	<b>Diários, de 2006 a 2019</b>	<b>Disponível</b>

Fonte: Autores (2022).

Para este estudo, a base de dados selecionada foi a do SINAN, considerando que este sistema é responsável por consolidar e monitorar dados referentes a doenças no país e passou a incorporar o registro de notificações relacionados a acidentes de trabalho (ZACK *et al.*, 2020). Na plataforma, ao selecionar o SINAN, são apresentados diferentes conjuntos de dados de comorbidades, como dengue, febre amarela, infecções ou câncer, dados sobre violência doméstica ou sexual, e dados relacionados a acidentes de trabalho.

O conjunto selecionado foi o relacionado a acidentes de trabalho, com um período cobrindo desde janeiro de 2006 até dezembro de 2019, com uma abrangência nacional. O acesso à plataforma, a instalação do software TabWin e o download dos dados de acidentes de trabalho da base de dados do SINAN foram realizados no dia 05 de novembro de 2021. Por meio do TabWin, os dados foram convertidos em planilhas do Excel, de forma a facilitar o manuseio e permitir o uso de outras ferramentas para auxiliar na análise e interpretação das informações.

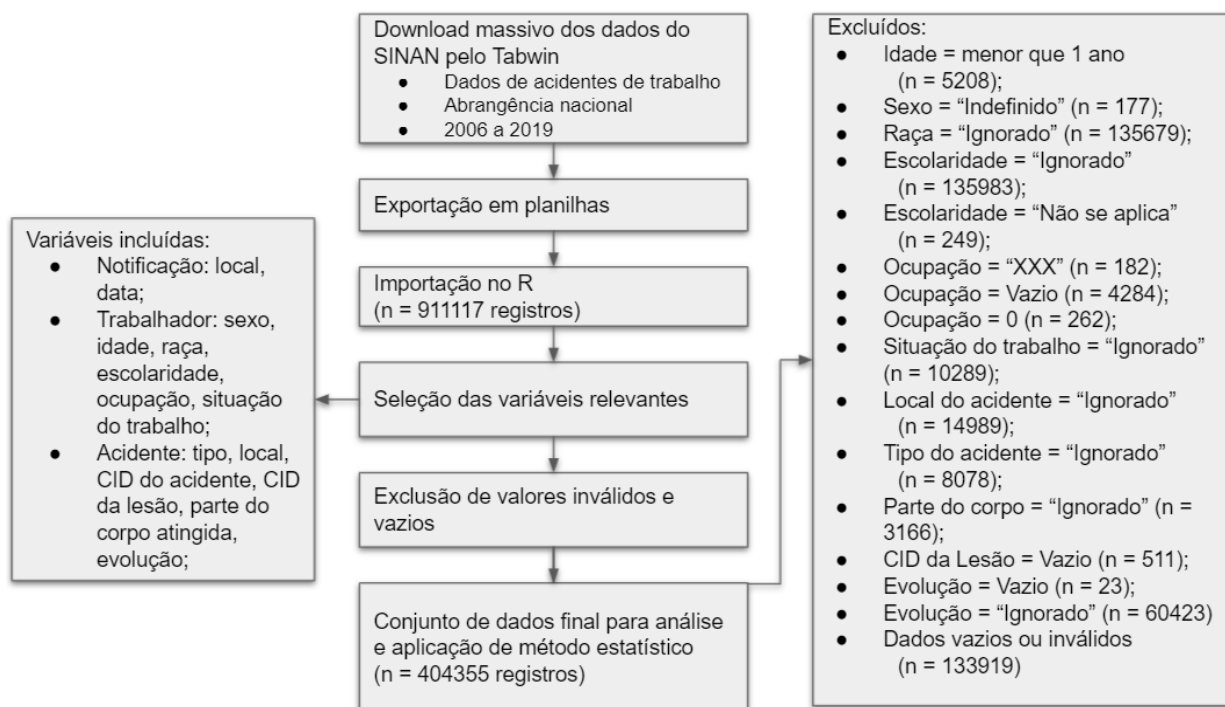
Analisando as características dos dados que compõem a base de dados do SINAN é possível verificar a abrangência nacional das informações, ou seja, são coletados e disponibilizados os dados referentes a todos os estados brasileiros. Além disso, as variáveis que compõem os registros possuem um alto nível de detalhamento, sendo registradas informações como data e horário do acidente, estado e município onde ocorreu o registro, características da vítima envolvida no acidente como raça, escolaridade, idade, gênero e ocupação, e os pormenores do ocorrido, como local em que houve o acidente, parte do corpo atingida, o CID da lesão e a evolução do caso.

A abrangência nacional e alto detalhamento dos dados do SINAN, assim como o fator disponibilidade e o acesso facilitado ao conjunto de dados por meio do TabWin, foram fatores positivos para se optar por utilizar a base de dados do SINAN para a análise exploratória deste estudo.

### **3.3.2 Coleta e processamento**

Inicialmente, uma análise preliminar foi realizada no conjunto de dados, visando entender as variáveis que o compõem e o significado das informações ali presente, de acordo com o Dicionário de Dados fornecido também pelo Datasus. Foi possível identificar algumas variáveis com valor único em todo o conjunto, enquanto outros campos possuíam caráter opcional no preenchimento de uma notificação, por isso, se apresentavam incompletos na base de dados. O processo de coleta e processamento dos dados do SINAN está ilustrado na Figura 3.2.

Figura 3.2 - Processamento e tratamento do banco de dados do SINAN



Fonte: Autores (2022).

Portanto, foi realizado um trabalho de seleção das variáveis relevantes, de forma que o valor inicial de mais de 911.117 dados foi reduzido a cerca de 404.355 registros. As variáveis selecionadas foram classificadas em três grupos, o primeiro sendo referente a atributos relacionados ao registro da notificação de acidente, como o agravo, tipo, data e local onde foi registrada a notificação, atributos sobre o empregado envolvido no acidente, como idade, gênero, raça, escolaridade, ocupação e situação no mercado de trabalho, e atributos relacionados ao acidente em si, como o tipo do acidente, local em que ocorreu, Classificação Internacional de Doenças (CID) do acidente, parte do corpo atingida, evolução e se houve o registro da CAT. A Figura 3.3 sumariza essas variáveis.

Figura 3.3 - Estrutura da categoria de atributos



Fonte: Autores (2022).

Considerando os atributos relacionados à notificação, o primeiro é o seu tipo, que pode receber quatro valores diferentes: Negativa, Individual, Surto ou Agregado. A Notificação Negativa é o registro realizado pelas unidades notificantes caso não tenha ocorrido nenhuma doença a ser notificada. O envio frequente de notificações ao sistema, com a ocorrência ou não de casos, serve como uma validação do funcionamento do sistema, demonstrando que caso novas notificações das doenças ocorram, o sistema está preparado para registrar suas notificações (BRASIL, 2007).

A Notificação Individual é preenchida pelas unidades de saúde para cada paciente sempre que existe a confirmação ou suspeita de um problema de saúde de notificação compulsória ou caso seja de interesse nacional, estadual ou municipal. O tipo Surto ou tipo Agregado podem ser utilizados nos seguintes casos: caso haja agravos inusitados em pelo menos dois casos possivelmente vinculados, caso haja um surto de doenças que não estão presentes na Lista Nacional de Doenças Compulsórias (LNDC), caso o volume de casos de uma doença da LNDC seja muito alto a ponto de tornar inviável o registro individual dos casos, ou caso haja um surto de doença transmitida por alimento (BRASIL, 2007).

O atributo agravo recebe como valor o código referente à 10ª revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde, mais conhecida

como CID 10, publicada pela Organização Mundial de Saúde para categorizar os problemas de saúde seguindo padrões estabelecidos internacionalmente, de forma a padronizar a codificação de comorbidades com o intuito de sistematizar o registro, análise e interpretação de dados referentes à morbidade e mortalidade da população em todo o mundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2016).

Nesta base de dados, estes dois primeiros atributos recebem valores únicos em todas as ocorrências, o atributo tipo recebe sempre o valor “Individual” e o atributo agravo recebe sempre o código do CID referente à acidentes de trabalho: “Y96 - Circunstância relativa às condições de trabalho”.

A variável de data nesta base de dados tem início em janeiro de 2006 e se estende ao longo dos mais de 900 mil registros até o final de dezembro de 2019, com uma distribuição diária dos acidentes.

Por fim, o último atributo relacionado à notificação é o da localização. O atributo de localização é registrado na base de dados com informações bastante detalhadas, informando desde a Unidade Federativa até mesmo o bairro em que foi realizado o cadastro da notificação. Visando uma simplificação, selecionou-se apenas as informações com dimensão estadual.

Quanto às variáveis referentes ao empregado, a primeira é a idade da vítima, seguido pelo gênero, especificado como masculino ou feminino; a variável de raça, que pode receber os seguintes valores: branca, preta, amarela, parda ou indígena; e a variável de escolaridade, que pode ser classificada como: "Analfabeto", "1ª a 4ª série incompleta do Ensino Fundamental", "4ª série completa do Ensino Fundamental", "5ª à 8ª série incompleta do Ensino Fundamental", "Ensino fundamental completo", "Ensino médio incompleto", "Ensino médio completo", "Educação superior incompleta", ou "Educação superior completa".

Outro atributo do empregado é a sua ocupação, registrada seguindo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), que reconhece, nomeia e codifica os títulos e descreve as características das ocupações do mercado de trabalho brasileiro (BRASIL, 2010). Ainda referente à ocupação do trabalhador, a variável da situação no mercado de trabalho pode receber os valores "Empregado registrado com carteira assinada", "Autônomo/conta própria", "Empregado não registrado", "Servidor público estatutário", "Outros", "Trabalhador avulso", "Trabalho temporário", "Aposentado", "Cooperativado", "Empregador", "Servidor público celetista", ou "Desempregado".

A última categoria de atributos da base de dados analisados neste estudo faz referência às características do acidente que gerou a notificação. A primeira variável é referente ao local



em que aconteceu o acidente, que pode receber os seguintes valores: "Via Pública", "Instalações do Contratante", "Instalações de Terceiros", "Domicílio próprio".

A variável tipo do acidente diz respeito ao acidente ser típico, ou seja, se refere à atividade específica realizada no trabalho, ou de trajeto, que se refere a acidente ocorrido no trajeto do trabalho. Existe também um campo para o registro do CID referente especificamente à lesão causada pelo acidente e uma variável referente às partes do corpo atingidas durante o acidente.

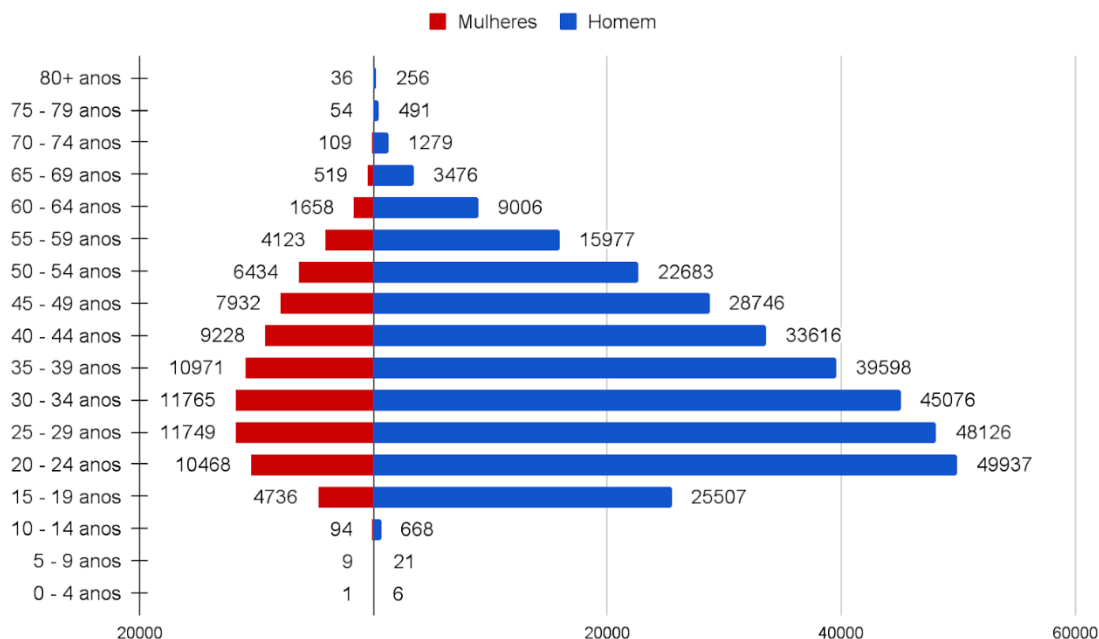
O atributo de Evolução do caso pode receber os seguintes valores: "Cura", "Incapacidade temporária", "Incapacidade parcial permanente", "Incapacidade total permanente", "Óbito por acidente de trabalho grave", "Óbito por outras causas", "Outro". Para finalizar a descrição dos atributos relacionados ao acidente, existe uma variável referente à emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), podendo receber os valores de: "Sim", "Não", "Não se aplica" ou "Ignorado".

Boa parte das variáveis podem receber o valor "Ignorado" durante o preenchimento da notificação. Visando um maior aproveitamento dos dados no que tange entender o que categoriza os casos de acidentes de trabalho, de forma a buscar traçar perfis das vítimas e analisar a situação nacional dos casos, estes valores de "Ignorado" foram retirados da análise, com exceção da última variável relacionada a acidentes, relacionada à emissão da CAT. Acredita-se que o fato deste campo ter sido preenchido com "Ignorado" pode ser investigado em relação à subnotificação de acidentes de trabalho, uma realidade muito presente no país.

### 3.3.3 Análise dos resultados

Analisando os atributos relacionados ao **trabalhador**, o primeiro dado a ser discutido é referente à idade da pessoa envolvida no acidente. O Gráfico 3.1 apresenta a pirâmide etária das vítimas dos acidentes.

Gráfico 3.1 - Faixa etária dos acidentados por gênero



Fonte: Autores (2022).

Conforme pode-se verificar no gráfico, a grande maioria das ocorrências, cerca de 80,24% do total, aconteceu com indivíduos do sexo masculino, representando 324.469 registros de notificação. Enquanto os casos do sexo feminino totalizaram 79.886 casos, cerca de 19,76%.

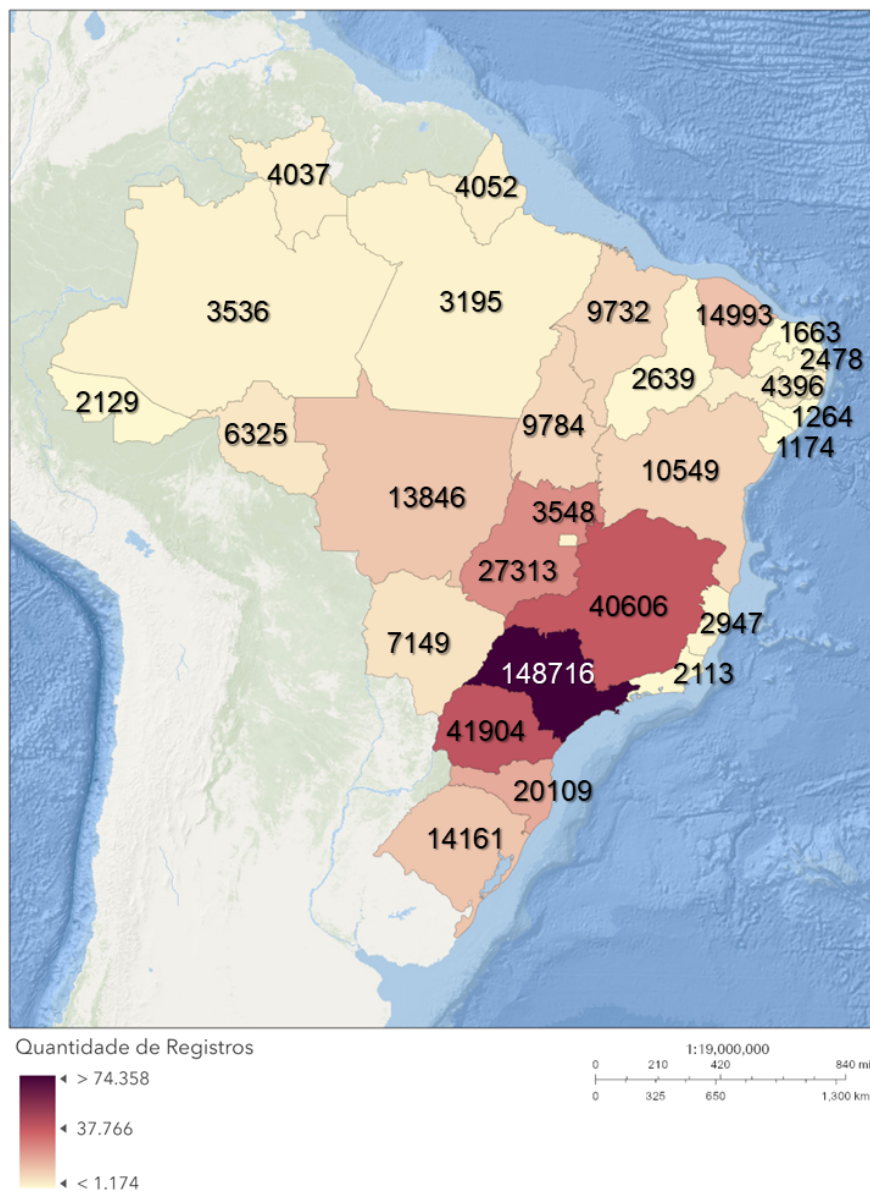
Apesar de todas as notificações dessa base de dados serem referentes a acidentes relativos à condição de trabalho, existem registros envolvendo crianças e adolescentes. É possível fazer algumas suposições sobre estes casos, visto que não existem explicações na base de dados. Pode-se supor que estes indivíduos estavam submetidos a situação de trabalho infantil ou até mesmo trabalho informal. Mesmo havendo leis nacionais e campanhas contra o trabalho infantil e legislações para a formalização do trabalho de indivíduos acima dos 14 anos na condição de aprendiz, o trabalho precoce de crianças e adolescentes acontece sob condições precárias e, por mais que amparados por lei, não seguem as recomendações legais, de forma que estes indivíduos estão expostos a riscos com um número expressivo de acidentados (PIMENTA *et al.*, 2013; LEITE; ROCHA; ALBERTO, 2019). Porém, também, é possível que as circunstâncias do acidente envolveram terceiros além do empregado, ou até mesmo é possível considerar que houve um erro durante o registro da notificação.

É possível notar que a faixa populacional com uma maior quantidade de pessoas ocupadas é a dos 20 aos 39 anos, com cerca de 24 milhões de pessoas em ambos os anos. Portanto, existe uma prevalência de acidentes de trabalho graves em adultos nesta faixa etária,

visto que é considerado o período em que o indivíduo se encontra mais produtivo e consequentemente mais suscetível a este tipo de adversidade (HOSOUME *et al.*, 2021).

Em relação a localização dos acidentes, coletou-se a distribuição das notificações em cada estado brasileiro, conforme mostra a Figura 3.4.

Figura 3.4 - Distribuição estadual dos registros



Fonte: Autores (2022).

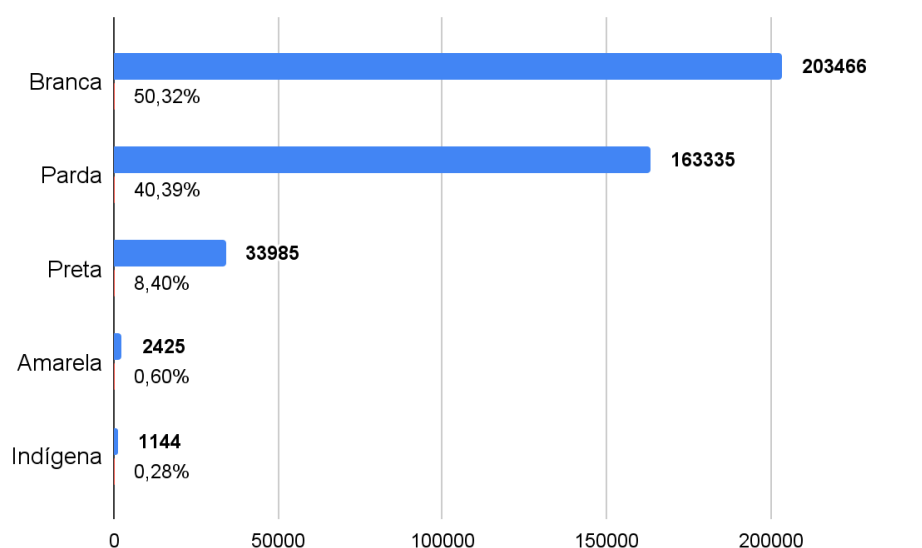
Conforme pode-se verificar pela Figura 4, São Paulo foi o estado com o maior número de casos registrados, totalizando 148716, seguido por Paraná e Minas Gerais, com 41904 e 40606 registros, respectivamente. As regiões Sudeste e Sul demonstraram uma maior prevalência dos casos dentre as demais, representando cerca de 48% e 19% do total das ocorrências, respectivamente, enquanto a região Centro-Oeste, Nordeste e Norte apresentaram um total de 51.856, 48.885 e 33.058 casos, representando cerca de 13%, 12% e 8%,

respectivamente. O estado de São Paulo sozinho registrou mais acidentes de trabalho que as regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste juntas.

Esta predominância de acidentes graves no Sul e Sudeste do Brasil podem estar ligadas com o fato de que estas regiões possuem um maior percentual de pessoas com algum tipo de ocupação dentre a população residente. De acordo com as PNAD Contínua mais recentes de 2018 e 2019, cerca de 64% e 65% da população do Sudeste possuía algum tipo de rendimento, enquanto na região Sul estes valores foram de 67% e 68% (IBGE, 2018; IBGE, 2019).

Os valores discutidos neste estudo têm como base o preenchimento do formulário de notificação do SINAN, logo, os termos utilizados são retirados deste documento. O termo raça aqui utilizado se refere especificamente à característica da cor da pele, utilizada para caracterizar a raça declarada do indivíduo. Em relação a essa característica dos acidentados, como pode ser visualizado no Gráfico 3.2, a maior predominância foi de pessoas identificadas ou que se declaram da raça branca, com 203.466 registros, em torno de 50,32%, seguido da raça parda, que de acordo com o dicionário de dados significa a “pessoa que se declarou mulata, cabocla, cafuza, mameluca ou mestiça de preto com pessoa de outra cor ou raça”, com 163.335 registros, representando cerca de 40,39% do total. A terceira raça foi a preta, cerca de 8,40% do total, com 24.662 registros e a raça indígena teve a menor predominância entre as demais, totalizando aproximadamente 0,27% apenas.

Gráfico 3.2 - Raça dos acidentados

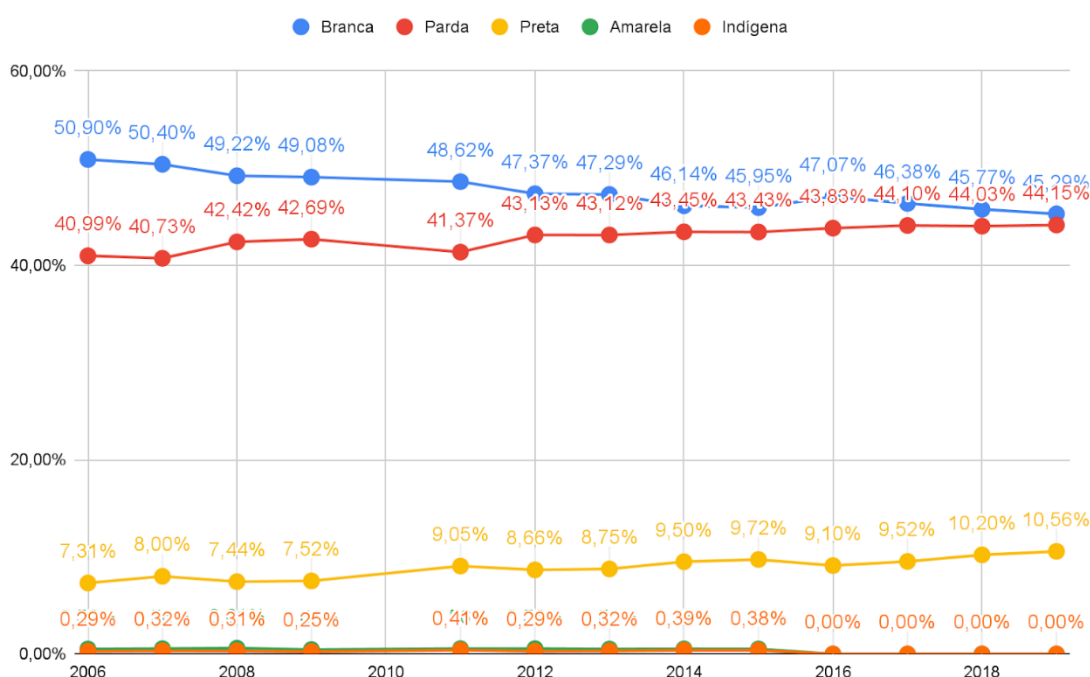


Fonte: Autores (2022).

Esse resultado se diferenciou do encontrado em outros artigos, cuja cor da pele predominante foi a preta (MALTA *et al.*, 2017). No entanto, é importante ressaltar a diferença da distribuição racial por toda a extensão nacional, sendo possível encontrar estudos em estados da Região Sul em que a predominância dos acidentados são indivíduos de pele branca (MOMOLI; TRINDADE; RODRIGUES-JUNIOR, 2021), enquanto em estados da Região Nordeste, a predominância é de indivíduos da pele parda (CALAZANS; NERY, 2021).

É possível comparar esses valores com alguns dados demográficos do Brasil, como indicadores da população residente com algum tipo de ocupação, como apresentado no Gráfico 3.3, referente aos valores a cada 1.000 pessoas coletados pelas PNADs de 2006 a 2019. O ano de 2010 não foi incluído no gráfico pois não foi realizada a pesquisa neste ano. A partir de 2016 passou-se a computar apenas as raças branca, parda e preta na análise.

Gráfico 3.3 - Distribuição da população residente com algum tipo de ocupação



Fonte: Autores, dados retirados das PNADs de 2006 a 2019 (IBGE, 2006-2019).

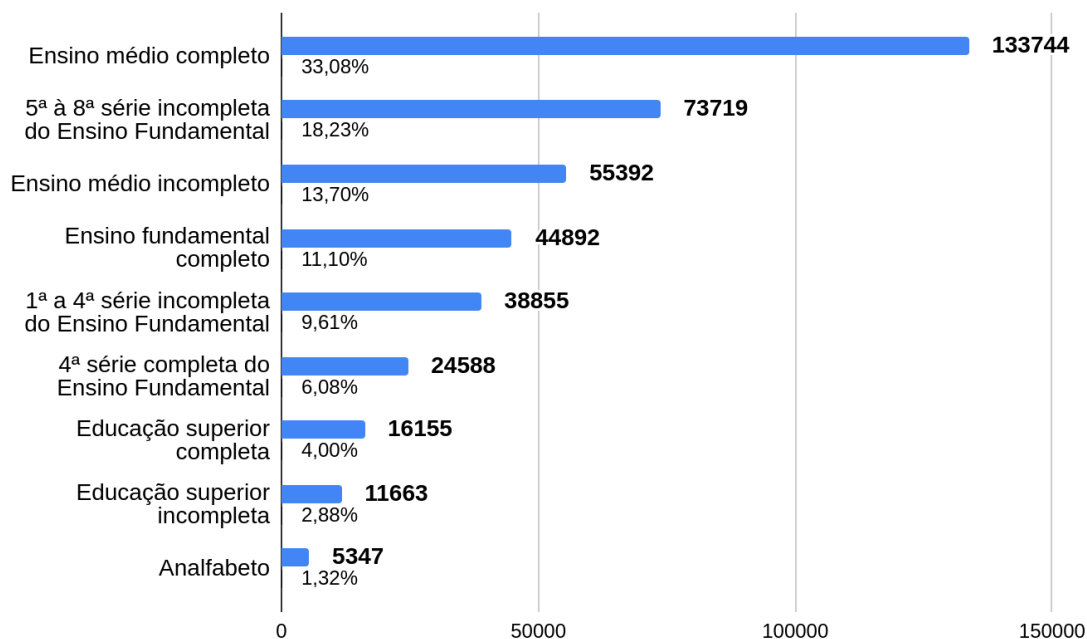
De acordo com Lima e da Silva (2020), entre 2012 e 2017, a participação da população em empregos informais foi de cerca de 46% para os declarados da raça negra e 33% para a população branca, enquanto a taxa de desempregados se mostrou maior para a população parda e negra do que a população branca e, no ano de 2018, essa taxa chegou a 64,1% de desempregados das raças preta, e parda contra 35% branca. O grupo populacional envolvido em trabalhos informais está associado a situações empregatícias de maior vulnerabilidade, com trabalhos instáveis, desprotegidos e sem amparo de segurança social, de

forma que o trabalhador está submetido a condições precárias, com extensas jornadas de trabalho, sem proteção da legislação trabalhista e sem direito a qualquer benefício, porém que se justifica pela necessidade de sobrevivência do indivíduo ou para complementar sua renda para o sustento familiar (LACERDA *et al.*, 2014). Portanto, é possível perceber uma relação entre trabalho precários - com maior predominância da população declarada da raça preta - com uma falta de amparo nos casos de acidentes de trabalho, seja pela indisponibilidade de benefícios acidentários e direitos trabalhistas, como também devido à criticidade que a ocupação representa para a sobrevivência do trabalhador, em que, mesmo sabendo dos riscos de acidentes de trabalho, ou até mesmo sofrendo deste acontecimento, os trabalhadores permanecem naquela situação visto sua necessidade em gerar renda (MANGAS; GÓMEZ; THEDIM-COSTA, 2008; HOEFEL *et al.*, 2013).

Portanto, a distribuição por raça da população brasileira com algum tipo de ocupação tem uma proporção semelhante das informações encontradas na base de dados, com a população branca possuindo um maior valor, seguido da população parda e preta. Nos primeiros anos de pesquisa, a distribuição da população de raça branca se aproximava de 50% e da população raça parda dos 40%, se aproximando ao longo dos anos. Dessa forma, é possível apontar que os dados relacionados à raça dentro da base de dados do SINAN estão condizentes com a realidade da população empregada no Brasil.

Referente ao atributo escolaridade, apresentado no Gráfico 3.4, houve uma maior predominância de acidentados com ensino médio completo, cerca de 33,85% do total, seguido por pessoas que não completaram a quinta à oitava série do ensino fundamental, cerca de 18,05%, e ensino médio incompleto, cerca de 13,92%.

Gráfico 3.4 - Escolaridade dos acidentados

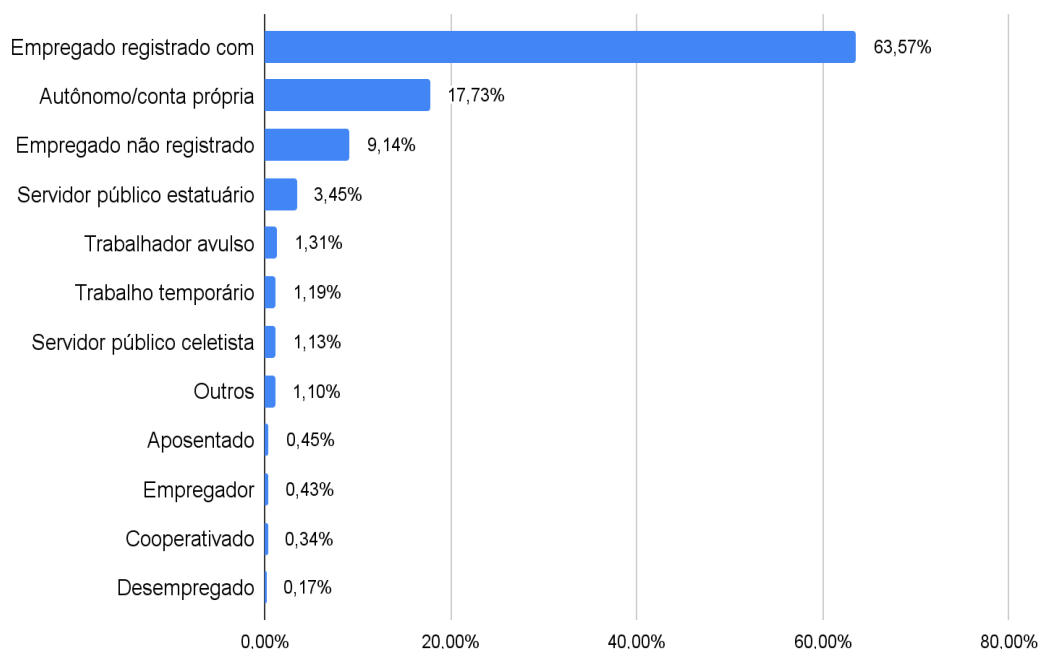


Fonte: Autores (2022).

Os três valores com menores ocorrências foram indivíduos analfabetos, cerca de 1,32%, com educação superior incompleta - 2,88% - e educação superior completa - 4%. É possível notar, portanto, que a maioria dos casos aconteceram com pessoas com algum grau de escolaridade, tendo estudado na média de três a oito anos. No entanto, quando se trata de um nível de escolaridade maior, como o ensino superior, os casos já são bem menores.

Quando se trata de dados relacionados à ocupação do trabalhador, a primeira variável é referente à situação no mercado de trabalho pode receber os valores "Empregado registrado com carteira assinada", "Autônomo/conta própria", "Empregado não registrado", "Servidor público estatutário", "Outros", "Trabalhador avulso", "Trabalho temporário", "Aposentado", "Cooperativado", "Empregador", "Servidor público celetista", ou "Desempregado". Essa variável possibilita entender se essas ocorrências têm uma maior frequência entre trabalhadores registrados, autônomos, servidores públicos entre outros. A distribuição da frequência das ocorrências entre os possíveis valores deste atributo está apresentada no Gráfico 3.5.

Gráfico 3.5 - Situação do trabalho dos acidentados



Fonte: Autores (2022).

Dentre os valores com maior frequência entre as ocorrências, em primeiro está o empregado registrado com carteira assinada, representando cerca de 66,64%, seguido por autônomos, cerca de 15,58% e, em terceiro, com cerca de 8,64%, empregado não registrado. O somatório do restante dos valores não chega a 10% do total. Portanto, a maioria dos casos afeta trabalhadores registrados ou autônomos.

Outro atributo do empregado é a sua ocupação, registrada seguindo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), que reconhece, nomeia e codifica os títulos e descreve as características das ocupações do mercado de trabalho brasileiro (BRASIL, 2010). O atributo da ocupação do indivíduo acidentado utiliza os códigos definidos pela Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Os códigos são definidos de acordo com o nível de detalhamento da CBO. No primeiro nível existem 9 categorias, chamadas de Grande Grupos, que agrupam funções ocupacionais distintas. O código referente a esse nível possui apenas um dígito, sendo eles:

- 0 - Membros das Forças Armadas, Policiais e Bombeiros Militares
- 1 - Membros Superiores do Poder Público, Dirigentes de Organizações de Interesse Público e de Empresas, Gerentes
- 2 - Profissionais das Ciências e das Artes
- 3 - Técnicos de Nível Médio

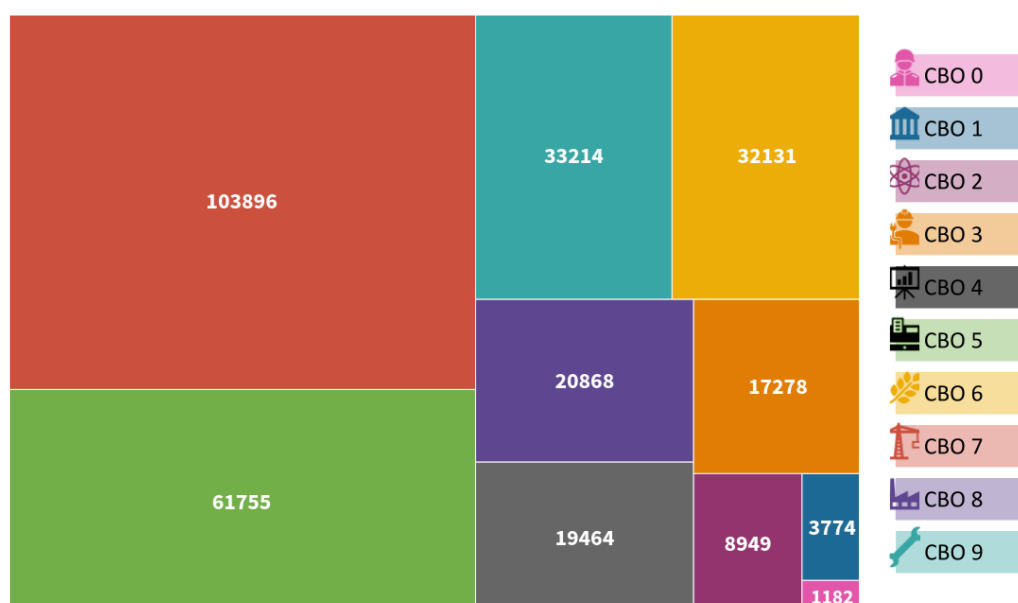


- 4 - Trabalhadores de Serviços Administrativos
- 5 - Trabalhadores dos Serviços, Vendedores do Comércio em Lojas e Mercados
- 6 - Trabalhadores Agropecuários, Florestais e da Pesca
- 7 - Trabalhadores da Produção de Bens e Serviços Industriais
- 8 - Trabalhadores da Produção de Bens e Serviços Industriais
- 9 - Trabalhadores em Serviços de Reparação e Manutenção

Cada Grande Grupo se divide em Subgrupos Principais, com códigos compostos por 2 dígitos, que então dividem em Subgrupos, com códigos de 3 dígitos, que então são divididos em Famílias, com códigos de 4 dígitos. Ao final dos níveis, existem os códigos individuais para cada ocupação, compostos por 6 dígitos.

Visando apresentar uma visão mais generalizada das ocupações dos acidentados, o Gráfico 3.6 apresenta a quantidade das ocorrências por Grande Grupo da CBO.

Gráfico 3.6 - Distribuição dos acidentados por CBO



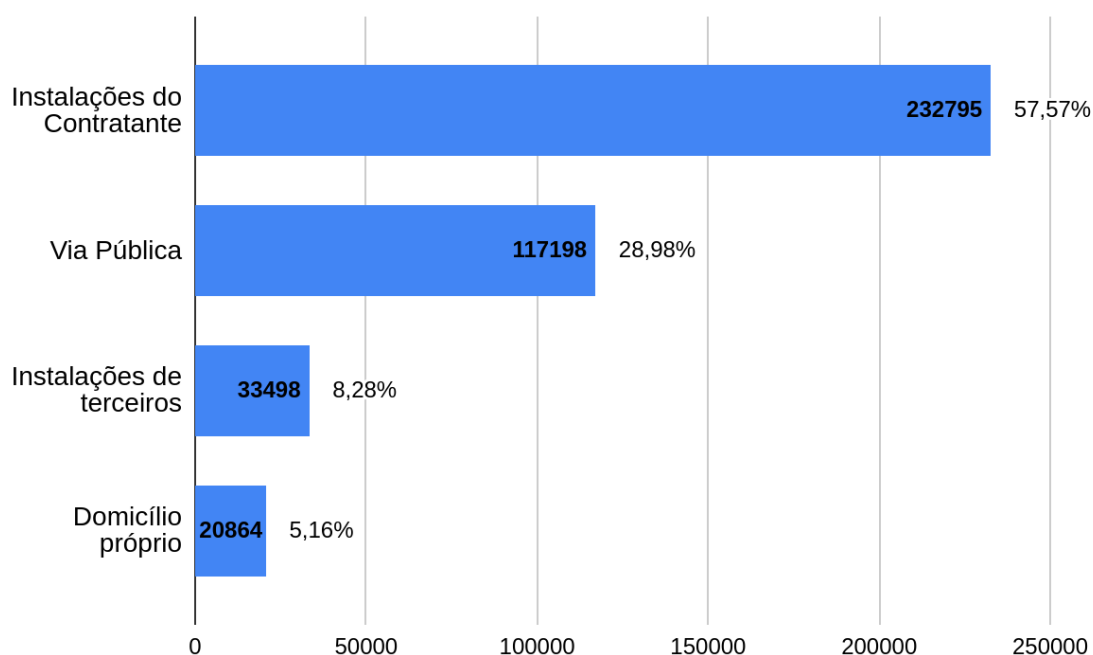
Fonte: Autores (2022).

A categoria que apresentou um maior número de ocorrências foi a CBO 7, referente à trabalhadores da produção de bens e serviços industriais, representando cerca de 35% do total das ocorrências, seguida pela categoria CBO 5, referente a trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados, representando cerca de 20% do total, e em terceiro a categoria CBO 9, referente a trabalhadores de reparação e manutenção, representando cerca de 10%. A categoria que teve menor representatividade dentre todas foi a

CBO 0, referente a membros das forças armadas, policiais e bombeiros militares, representando cerca de 0,4% do total.

A última categoria de atributos da base de dados analisados neste estudo faz referência às características do acidente que gerou a notificação. A primeira variável diz respeito ao local em que aconteceu o acidente, que pode receber os seguintes valores: "Via Pública", "Instalações do Contratante", "Instalações de Terceiros", "Domicílio próprio", apresentada no Gráfico 3.7.

Gráfico 3.7 - Distribuição da quantidade de acidente por local



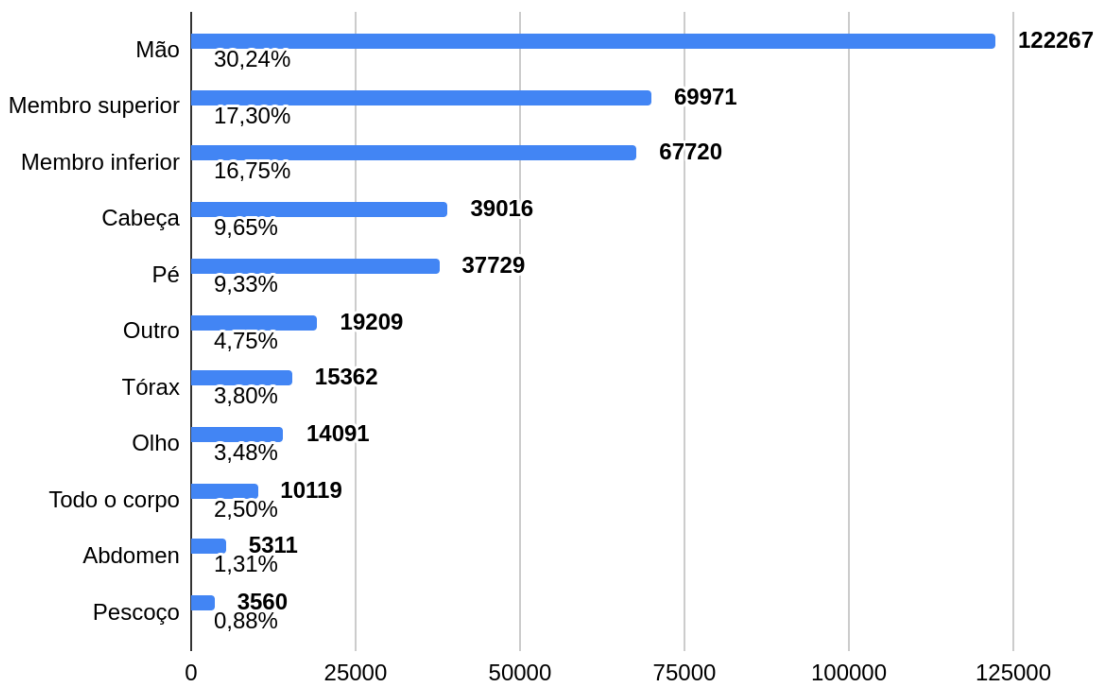
Fonte: Autores (2022).

O local com maior ocorrência de acidentes foi nas próprias instalações do contratante, seguido por acidentes na via pública, instalações de terceiro e domicílio público.

A próxima variável foi a do tipo de acidente, que diz respeito ao acidente ser típico, ou seja, se refere à atividade específica realizada no trabalho, ou de trajeto, que se refere a acidente ocorrido no trajeto do trabalho. Um total de 307993 registros foram do tipo típico, representando cerca de 76,17% do total, enquanto acidentes de trajeto totalizaram 96362, cerca de 23,83%.

Outra variável do acidente é referente às partes do corpo atingidas durante o acidente. Na ficha de notificação existem três campos específicos para esta informação, no entanto, apenas o primeiro campo tem caráter obrigatório e foi selecionado para análise neste estudo, apresentado no Gráfico 3.8.

Gráfico 3.8 - Partes do corpo atingidas



Fonte: Autores (2022).

Nota-se que o maior número de ocorrências atingiu a mão dos trabalhadores, seguida pelos membros superiores e inferiores. É importante ressaltar que existem estratégias de proteção para mitigar os acidentes e, conseqüentemente, evitar essas lesões nos trabalhadores. Pautado na lei nacional e em normas internacionais, o uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) é uma ação fundamental para a prevenção dos acidentes e minimização dos riscos. No entanto, ainda existe certa irregularidade no uso dos EPIs, seja por falta de fornecimento do empregador, negligência de fiscalização ou por recusa do próprio funcionário (NATH; BEHZADAN; PAAL, 2020; SAHIB; SAHIB, 2020). As informações sobre as lesões no SINAN e apresentadas no Gráfico 3.8 não são suficientes para investigarmos se houve ou não o uso correto do EPI, no entanto, deve ser considerada na análise.

É possível ilustrar ainda mais a informação anterior ao consultar a variável referente ao CID da lesão. Essa variável considera o código definido na CID para categorizar a lesão sofrida no acidente. Foram mais de 4200 CIDs diferentes registrados, por isso, selecionou-se apenas os 20 com maior número de registros, apresentado no Gráfico 3.9.

Gráfico 3.9 - CID das lesões

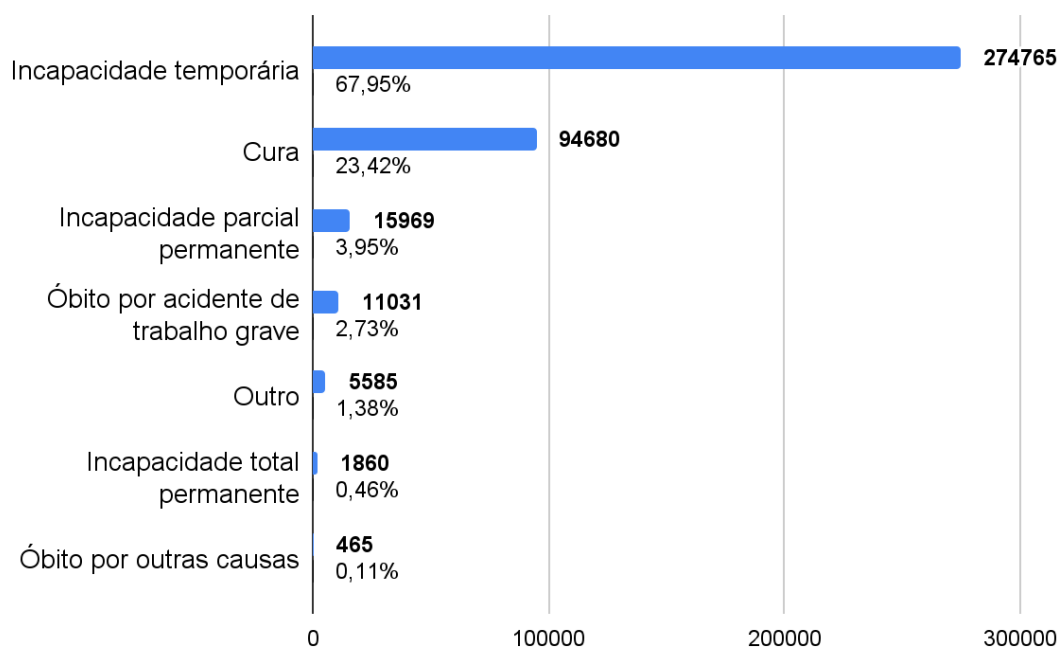


Fonte: Autores (2022).

É possível verificar muitos CIDs relacionados a ferimentos nas mãos ou dedos, como os sete primeiros valores no gráfico - com exceção apenas do segundo CID, relacionado a circunstâncias relativas às condições de trabalho - e outros mais abaixo. Ao longo do gráfico também são encontrados CIDs relacionados a lesões do membro inferior, como no tornozelo, tíbia, joelho e pé. Logo, essa variável é complementar a informação da parte do corpo atingida, demonstrando com maiores detalhes o tipo de lesão sofrida pelo acidentado e as consequências ao corpo do indivíduo.

O atributo de Evolução do caso pode receber os seguintes valores: "Cura", "Incapacidade temporária", "Incapacidade parcial permanente", "Incapacidade total permanente", "Óbito por acidente de trabalho grave", "Óbito por outras causas", ou "Outro", conforme mostra o Gráfico 3.10.

Gráfico 3.10 - Evolução do caso

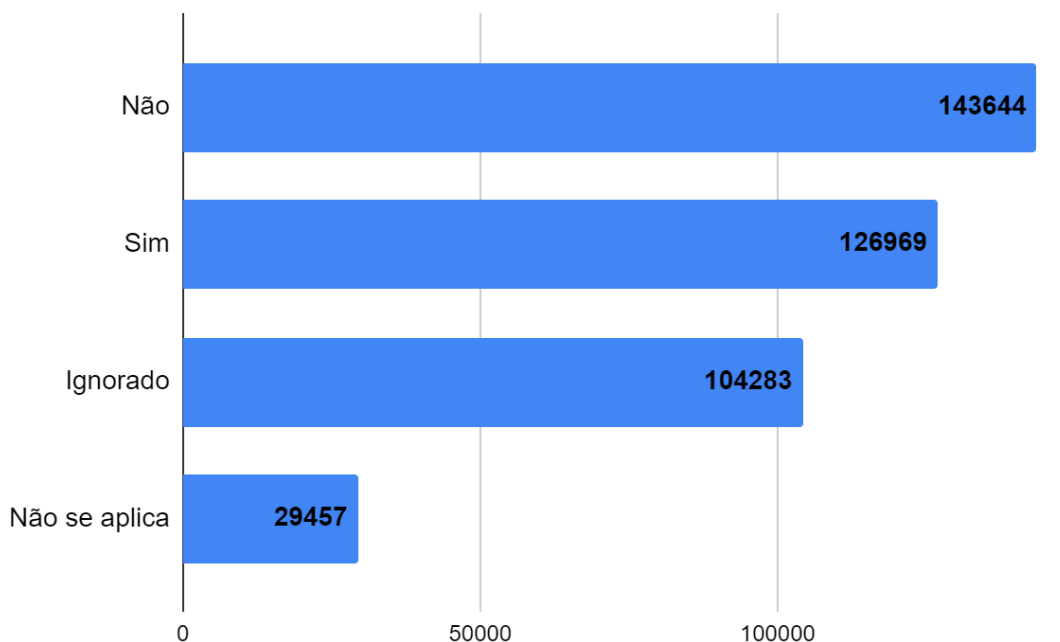


Fonte: Autores (2022).

A maioria dos casos, cerca de 68%, resultou em uma incapacidade temporária do trabalhador, enquanto 23% resultaram em cura e menos de 5% tiveram consequências mais graves, como incapacidade permanente ou óbito.

Por fim, como esta base de dados trata de circunstâncias relacionadas às condições de trabalho, o último atributo relacionado ao acidente é referente à abertura ou não da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), em que o registro pode conter os valores “Sim”, “Não”, “Ignorado” ou “Não se Aplica”, conforme apresentado no Gráfico 3.11.

Gráfico 3.11 - Abertura da CAT



Fonte: Autores (2022).

O valor que prevaleceu foi “Não”, cerca de 35% dos registros, um total de 143.644 ocorrências. Esta foi a única variável em que o valor “Ignorado” foi mantido, representando cerca de 26% do total de registros, enquanto o “Não se Aplica” representa cerca de 7%. Os valores “Ignorado” e “Não se aplica” foram incluídos na análise pois são relevantes para a discussão do fator subnotificação, tendo em vista que o banco de dados utilizado é exclusivamente utilizado para o registro de acidentes relacionados às condições de trabalho.

Esta variável demonstra valores preocupantes, visto que apenas cerca de 31% do total, 126969 ocorrências, realizaram o registro da Comunicação de Acidente de Trabalho, uma obrigação por parte tanto do empregador como também das unidades de saúde e do trabalhador. Esta falta da emissão da CAT é algo bastante comum e atrelado a diferentes motivos, dentre eles a tentativa do empregador em se esquivar de responsabilidades sobre o acidente, como o recolhimento do fundo de garantia durante o afastamento do trabalhador, além de que dificulta sua sujeição à sanções criminais e indenizações, porém, ao não fazê-lo, o empregador está condenando que aquele acidente não entre nas estatísticas nacionais, afetando a apuração deste tipo de ocorrência, fazendo necessário estudos voltados à essa subnotificação dos acidentes (RODRIGUES; FLEISCHMANN; SANTOS, 2019).

### 3.4 Considerações Finais

A garantia a condições de trabalho dignas, com ambientes de trabalho seguros e saudáveis, além de ser um dever dos governos e empregadores, também corresponde a algumas das metas definidas pelos ODS da ONU e tem um papel importante no desenvolvimento sustentável, atuando como uma das formas de combater a pobreza por meio da empregabilidade da população (RANTANEN; MUCHIRI; LEHTINEN, 2020). A saúde e segurança ocupacional é considerada uma problemática de esfera global, representando perdas econômicas trilionárias, com aproximadamente 450 milhões de pessoas sofrendo com doenças ou acidentes de trabalho a cada ano (CHEN *et al.*, 2020). No Brasil, foram gastos cerca de 370 milhões de reais com benefícios em 2019 (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2019) e foram registrados mais de 5 milhões acidentes de trabalho nos últimos 10 anos (MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO, 2021).

Por meio de uma análise exploratória de dados, o objetivo deste estudo foi coletar informações nacionais de saúde e segurança ocupacional disponibilizados por órgãos federativos, de forma a avaliar e entender as características dos acidentes de trabalho no Brasil, levantando os atributos sociodemográficos da população vitimizada, as particularidades do trabalho destes indivíduos e os aspectos destes registros de acidentes.

A primeira etapa da pesquisa buscou explorar as diferentes bases de dados nacionais sobre SST existentes, verificando sua abrangência, facilidade de acesso e disponibilidade, de forma a selecionar a mais adequada para a análise. Esta etapa gerou informações bastante relevantes para discussão visto que algumas dificuldades puderam ser identificadas, principalmente em relação a encontrar à disposição uma base de dados com todos os aspectos de qualidade desejados, uma vez que algumas das fontes não disponibilizavam o acesso público às informações, ou até mesmo houve casos de dados incompletos e inconsistentes.

A ausência de bases de dados com informações completas, consistentes e disponíveis à acesso público gera um problema massivo na esfera científica. A falta de confiabilidade nas fontes responsáveis pelo fornecimento oficial de informações impacta diretamente na sua utilização em estudos estatísticos e, conseqüentemente, na investigação e discussão sobre os elementos que compõem os dados. No caso de dados referentes aos acidentes de trabalho, o uso de informações incompletas na construção de análises e discussões dificulta a avaliação da situação real do país em relação à esta problemática, de forma que não é possível ter acurácia no diagnóstico do problema, sua escala, seus impactos econômicos e sociais, assim como suas particularidades conforme as características do país como localização, grupos

demográficos afetados e as diferentes ocupações mais críticas. Se somado ao problema da subnotificação dos acidentes, um elemento muito influenciador nos dados de SST do Brasil, a análise fica ainda mais restrita.

Apesar desta dificuldade encontrada em diferentes órgãos federativos consultados, foi possível identificar no âmbito do Ministério da Saúde um banco de dados que cumpria os requisitos definidos anteriormente. O SINAN demonstrou possuir informações com abrangência nacional, com dados consistentes e disponibilidade para uso público, por isso foi definido para este estudo. Uma vez definida e selecionada a base de dados, deu-se início à coleta e tratamento das informações, etapa esta que foi finalizada com a definição de três classes de atributos a serem analisados no estudo, cada qual com suas variáveis e características específicas referentes à notificação, ao trabalhador e ao acidente.

Os primeiros resultados encontrados com a pesquisa são referentes às notificações, com informações referentes a quando e onde a ocorrência foi registrada. Devido à abrangência nacional dos dados, foi possível identificar as regiões do Brasil com maior registro de acidentes graves de trabalho do que as demais, tendo uma maior prevalência a região sudeste, da qual o estado de São Paulo liderou as demais unidades federativas, representando cerca de 37% de todos os acidentes do banco de dados, seguida pela região sul e região centro-oeste.

Em relação às características demográficas dos trabalhadores, o primeiro aspecto que se nota é a predominância de vítimas do gênero masculino, representando cerca de 80% dos casos, assim como uma maior ocorrência com pessoas jovens e adultas, dos 20 aos 34 anos, considerada a faixa etária mais produtiva. A maioria dos casos afetou pessoas consideradas da raça branca e com um certo grau de escolaridade, com no mínimo o ensino fundamental.

Referente às ocupações dos acidentados, mais de 141.000 ocorrências foram registradas para o setor de produção de bens e serviços industriais, seguido pelo setor de serviços, como vendedores do comércio em lojas e mercados, com mais de 82.000 acidentes. A maior prevalência de casos afetou trabalhadores registrados com carteira assinada, cerca de 63%, seguido por autônomos, cerca de 17%. Por fim, referente às características dos acidentes, a maior parte dos registros foi do tipo acidente típico, cerca de 76%, ocorridos dentro das instalações do contratante, 57%.

Foi possível verificar uma tendência em lesões envolvendo as mãos, membros superiores e membros inferiores. E em apenas 31% dos acidentes houve a abertura da CAT.

Os resultados obtidos ao longo das etapas de desenvolvimento do estudo possuem contribuições de caráter acadêmico e científico. A etapa exploratória das bases de dados sobre



acidentes de trabalho no Brasil permitiu identificar falhas e incongruências nas informações oficiais disponibilizadas para acesso público, demonstrando que algumas fontes de dados podem não ser tão interessantes de se utilizar em pesquisas e análises estatísticas, visto a falta de confiabilidade e consistência nas informações. Por outro lado, a base de dados do SINAN demonstrou-se útil para este tipo de pesquisa, com informações abrangendo todo o país e mais completas em relação a horizonte de tempo, de forma que se fez possível realizar a análise de todos os atributos relevantes para entender os acidentes de trabalho. Na área da saúde e segurança ocupacional, atrelada às contribuições científicas, estão as contribuições às esferas governamentais e empresariais, por meio da avaliação dos riscos em um cenário nacional, apresentando as regiões e setores ocupacionais de maior risco, auxiliando na compreensão do problema e, conseqüentemente, na criação de políticas públicas de mitigação dos perigos e diretrizes de proteção ao trabalhador.

As contribuições do estudo permeiam também os fatores que limitaram ou influenciaram o desenvolvimento da pesquisa, como é o caso da dificuldade em identificar uma base de dados sobre acidentes de trabalho adequada e com a qualidade desejada para a aplicação do estudo, assim como a presença de campos incompletos em boa parte dos atributos que compõem a base de dados utilizada no estudo. É importante ressaltar estas dificuldades para que pesquisas futuras levem isso em consideração ao escolher realizar estudos envolvendo este tipo de fonte de dados, e também para evidenciar este problema de escala nacional, demonstrando a falta de transparência e acessibilidade a informações que têm caráter de interesse público.

Em relação aos estudos futuros, recomenda-se a aplicação da base de dados do SINAN para outros trabalhos relacionados à SST, visto que suas informações se mostraram válidas e resultaram em análises conclusivas neste estudo. Pesquisas estatísticas específicas em determinadas regiões do Brasil ou focadas em um setor industrial específico são possibilidades futuras, visto que os registros das ocorrências possuem diversos atributos referentes à suas várias características que permitem um entendimento mais detalhado do acidente.

## **Referências**

ARAÚJO, L. G. S. DE; MENDONÇA, M. DE S. Desenvolvimento Sustentável: Histórico E Estratégias - Uma Revisão Bibliográfica. p. 173–183, 2020.

BASTOS-RAMOS, T. P.; SANTANA, V. S.; FERRITE, S. Estratégia Saúde da Família e notificações de acidentes de trabalho, Brasil, 2007-2011. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 4, p. 650–641, 2015.

BENSON, C. *et al.* Assessing the common occupational health hazards and their health risks among oil and gas workers. **Safety science**, v. 140, p. 105284, 2021.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Classificação Brasileira de Ocupações**. Brasília. Ministério do Trabalho e Emprego, 2010. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/observatoriosocial/files/2014/09/CBO-Livro-1.pdf>>

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 777/GM, de 28 de abril de 2004**. Brasília, DF; 29 abr 2004.

BRASIL. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan: normas e rotinas**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011**. Brasil, DOU, 2011.

CALAZANS, M. I. P.; NERY, A. A. Perfil epidemiológico dos acidentes de trabalho graves no estado da Bahia entre os anos de 2007 e 2017. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 2, p. e, 5897, 2021.

CAMARGO, R. D. *et al.* Trabalho em Altura X Acidentes de Trabalho na Construção Civil. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 11, n. 2, p. 09–15, 2018.

CARVALHO, C. A. DA S. *et al.* Saúde e Segurança no Trabalho: um relato dos números de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais no Brasil (2012-2018) / Health and Safety at Work: a portrait of occupational accident and disease numbers in Brazil (2012-2018). **Brazilian Journal of Business**, v. 2, n. 3, p. 2909–2926, 2020.

CHAGAS, A. M. DE R.; SALIM, C. A.; SERVO, L. M. S. **Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: Aspectos Institucionais, Sistemas de Informação e Indicadores**. 1. ed. Brasília: Ipea, 2011.

CHEN, G. X. *et al.* NIOSH national survey of long-haul truck drivers: Injury and safety. **Accident Analysis and Prevention**, v. 85, p. 66–72, 2015.

DA SILVA, M. L. L.; LIMA, J. L. S. Racismo, trabalho e previdência social no Brasil. **Revista Em Pauta**, v. 18, n. 46, 8 jul. 2020.

ELSLER, D.; TAKALA, J.; REMES, J. Work-related accidents in EU cost 476 billion Euro per year – Results of a recent project of EU-OSHA and ILO. v. 2020, p. 1–7, 2020.

HOEFEL, M. DA G. et al. Accidents at work and living conditions among solid waste segregators in the open dump of Distrito Federal. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, n. 3, p. 774–785, set. 2013.

HOSOUME, L. Z. et al. Caracterização das vítimas de acidentes de trabalho grave assistidas em um hospital universitário/ Characterization of victims of serious work accidents assisted in a university hospital. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 3936–3946, 2021.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em:  
<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=destaques>>

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2006.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2008.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2009.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2011.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2012.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2014.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2015.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2016.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2017.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro, 2018.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua** Rio de Janeiro, 2019.

ILO. **Estimating the Economic Costs of Occupational Injuries and Illnesses in Developing Countries: Essential Information for Decision-Makers First**. Geneva, 2012.

JILCHA, K.; KITAW, D. Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 20, n. 1, p. 372–380, 2017.

LACERDA, K. M. et al. A (in)visibilidade do acidente de trabalho fatal entre as causas externas: estudo qualitativo. **Rev. bras. Saúde ocup**, v. 39, n. 130, p. 127–135, 2014.

LEIGH, J. P. Economic Burden of Occupational Injury and Illness in the United States. **The Milbank Quarterly**, v. 89, n. 4, p. 728–772, 2011.

LEITE, L. L.; ROCHA, G. F.; ALBERTO, M. DE F. P. Acidentes de trabalho com crianças e adolescentes: dados conhecidos ou dados ocultados? **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 10, n. 2, p. 174, 2019.

MALTA, D. C. et al. Acidentes de trabalho autorreferidos pela população adulta Brasileira, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 22, n. 1, p. 169–178, 2017.

MANGAS, R. M. DO N.; GÓMEZ, C. M.; THEDIM-COSTA, S. M. DA F. Acidentes de trabalho fatais e desproteção social na indústria da construção civil do Rio de Janeiro. **Rev. bras. Saúde ocup**, v. 33, n. 118, p. 48–55, 2008.

MENEGON, L. S.; MENEGON, F. A.; KUPEK, E. Mortality from occupational accidents in Brazil: temporal trend analysis, 2006-2015. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, 2021.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Brasília: Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência, 2017.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Brasília: Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência, 2018.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Brasília: Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência, 2019.

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Notificação de Acidentes do Trabalho fatais, graves e com crianças e adolescentes: Protocolos de Complexidade Diferenciada**, 2006. Disponível em: <[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06\\_0442\\_M.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/06_0442_M.pdf)>
- MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. **Plataforma SmartLab - Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho**, 2021. Disponível em: <<https://smartlabbr.org/sst>>
- MOMOLI, R.; TRINDADE, L. DE L.; RODRIGUES-JUNIOR, S. A. Perfil dos Acidentes de Trabalho na Indústria da Construção Civil no Oeste de Santa Catarina. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v. 21, n. 2, p. 1456–1462, 2021.
- MONTESANO, F. S. et al. Can the Sustainable Development Goals Green International Organisations? Sustainability Integration in the International Labour Organisation. **Journal of Environmental Policy & Planning**, v. 0, n. 0, p. 1–15, 2021.
- MOREIRA, F. M. et al. Metadados para descrição de datasets e recursos informacionais do “portal brasileiro de dados abertos”. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 22, n. 3, p. 158–185, 2017.
- NARCISO, F. V.; MELLO, M. T. DE. Segurança e saúde dos motoristas profissionais que trafegam nas rodovias do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 1–7, 2017.
- NATH, N. D.; BEHZADAN, A. H.; PAAL, S. G. Deep learning for site safety: Real-time detection of personal protective equipment. **Automation in Construction**, v. 112, p. 103085, abr. 2020.
- PEINADO, H. S. **Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil**. São Carlos: Editora Scienza, p. 31, 2019.
- PIMENTA, A. A. et al. Acidentes de trabalho ocorridos entre adolescentes. **Texto e Contexto Enfermagem**, v. 22, n. 2, p. 279–284, 2013.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>
- RANTANEN, J.; MUCHIRI, F.; LEHTINEN, S. Decent work, ILO’s response to the globalization of working life: Basic concepts and global implementation with special reference to occupational health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, 2020.
- RANTANEN, T. et al. Individual and environmental factors underlying life space of older people - Study protocol and design of a cohort study on life-space mobility in old age (LISPE). **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, 2012.

- REIS, C. et al. Occupational Health and Safety-Sustainable Development and the Changes in Organizations. In: **Studies in Systems, Decision and Control**. Warsaw, Poland: Springer, 2020. p. 677–687.
- ROCHA, M. S. et al. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan): principais características da notificação e da análise de dados relacionada à tuberculose. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 29, n. 1, p. e2019017, 2020.
- RODRIGUES, O. K.; FLEISCHMANN, R. U.; SANTOS, A. A. F. DOS. Subnotificação de acidentes do trabalho com morte no Estado do Rio Grande do Sul em 2016: discrepâncias das estatísticas previdenciárias oficiais. **Revista da Escola Judicial do TRT4**, p. 151–180, 2019.
- SAHIB, P. H. T. D. P.; SAHIB, T. N. Resistência ao uso de equipamento de proteção individual: estudo de caso com mão de obra na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18336–18354, 2020.
- TEIXEIRA, M. L. P.; FISCHER, F. M. Acidentes e doenças do trabalho notificadas, de motoristas profissionais do Estado de São Paulo. **São Paulo em Perspectiva**, v. 22, n. 1, p. 66–78, 2008.
- TOMPA, E. et al. Economic burden of work injuries and diseases: a framework and application in five European Union countries. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1–10, 2021.
- VILELA, R. A. G.; ALMEIDA, I. M.; MENDES, R. W. B. Da vigilância para prevenção de acidentes de trabalho: contribuição da ergonomia da atividade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 2817-2830, 2012.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **International statistical classification of diseases and related health problems ICD-10: instruction manual**. 5. ed. Geneva: World Health Organization, 2016. v. 2
- ZACK, B. T. *et al.* Acidente de trabalho grave: perfil epidemiológico em um município do oeste do Paraná. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 127, p. 1036–1052, 2020.
- ZAGO, A. M. *et al.* Workplace accident prevalence and associated factors among tobacco farm in São Lourenço do Sul-RS, Brazil. **Ciência & saúde coletiva**, v. 23, p. 1353-1362, 2018.

## ARTIGO 3

### **Impacto da elevação de temperatura nos acidentes de trabalho no período de 2006 a 2019: uma análise de correspondência múltipla**

#### **4.1 Introdução**

O Brasil tem um destaque negativo no cenário global de Saúde e Segurança do Trabalho (SST), aparecendo em quarto lugar entre os países com maiores números de acidentes de trabalho, atrás apenas da China, Índia e Indonésia (MELCHIOR *et al.*, 2021). O afastamento do trabalho, a perda da capacidade produtiva, lesões, traumas, incapacidades e até óbito de trabalhadores são efeitos dos acidentes de trabalhos que se traduzem em consequências para a empregabilidade dos indivíduos e empobrecimento da população, além de representar um fardo aos gastos com saúde pública, como a concessão de benefícios acidentário (MENEGON; MENEGON; KUPEK, 2021). Em 2019, de acordo com o anuário estatístico da previdência social, foram registrados um total de 582.507 acidentes de trabalho no Brasil, representando um gasto de cerca de 370 milhões de reais apenas em benefícios acidentários (MINISTÉRIO DA FAZENDA, 2019).

O acidente de trabalho está associado a algum tipo de risco, normalmente atribuído pelo ambiente de trabalho ou condições ocupacionais daquela atividade, como por exemplo o uso de máquinas pesadas, equipamentos cortantes ou o trabalho em altura, porém, outros

fatores podem impactar negativamente para que este tipo de evento ocorra, como o estresse por sobrecarga de trabalho, o não cumprimento de normas de segurança, o não uso de equipamentos de proteção, e até mesmo o fator ergonômico e de conforto (CARVALHO *et al.*, 2020).

Os fatores climáticos, como temperatura e umidade elevadas, afetam o sistema que regula a temperatura corporal do ser humano, o que acarreta em doenças causadas pelo calor. No ambiente de trabalho isso impacta diretamente na performance das atividades laborais, no conforto do trabalhador e na capacidade de cumprir com práticas de segurança (LEVI; KJELLSTROM; BALDASSERONI, 2018). O controle corporal da temperatura depende de dois fatores: a capacidade de dissipar calor ao ambiente e a produção metabólica de calor dentro do próprio corpo, o primeiro fator depende da relação entre o corpo e o local, enquanto o segundo fator é influenciado pela atividade corporal exercida. Em um ambiente de trabalho, esses fatores podem ser controlados, seja por meio de vestimentas adequadas que facilitam a dissipação de calor, ou por meio de intervalos nas atividades de trabalho, permitindo que os corpos se mantenham em uma temperatura interna adequada (TAKAKURA *et al.*, 2017).

Ambientes de trabalho expostos à altas temperaturas - seja por causas naturais, como trabalhos ao ar livre e com exposição direta ao sol, como no setor agrícola e da construção civil, ou por processos industriais geradores de calor, como o setor da metalurgia - ou até mesmo trabalhos com alta demanda de esforço físico, possuem um risco intrínseco do chamado estresse térmico (BITENCOURT; RUAS; MAIA, 2012, VARGHESE *et al.*, 2018; BITENCOURT, 2019). Quando a temperatura corporal é elevada além do que o corpo consegue controlar metabolicamente, cerca de 38°C, dá-se o nome estresse térmico, que tem como consequência ao indivíduo uma maior suscetibilidade a doenças relacionadas ao calor, como desidratação, problemas renais e problemas de pele, podendo ainda enfrentar impedimentos físicos, como fraqueza corporal, tontura e perda da concentração, fatores que podem colaborar para o acontecimento de acidentes de trabalho ou até mesmo a morte (TAYLOR *et al.*, 2016; ROSCANI; MAIA; MONTEIRO, 2019).

Essa problemática recebe um fator de urgência ainda maior ao considerar o atual cenário meteorológico global, caracterizado por alterações sem precedentes nas características do clima causadas pelas mudanças climáticas. Estas alterações representam modificações em escalas regionais, nacionais e continentais, variando desde alterações em padrões de chuva e seca em determinadas regiões do mundo, até derretimento de calotas polares e aumento do nível do mar em todo o globo (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Uma das principais consequências abordadas é o aumento das temperaturas, projeta-se que, sob o cenário atual de prevenção e



combate às mudanças climáticas, o mundo alcance um aumento de temperatura global de 1,5°C entre 2030 e 2050, e entre 1,8°C a 4°C até o final deste século (KJELLSTROM; HOLMER; LEMKE, 2009; IPCC, 2018; DJALANTE, 2019). Simulações indicam que as regiões localizadas nas latitudes médias, entre 30° e 60°, regiões áridas e a região de monções da América do Sul - que engloba o Brasil - serão regiões com o maior aumento de temperatura nos dias mais quentes, com uma taxa de aumento de 1,5 a 2 vezes superior que a taxa global (IPCC, 2021).

Quaisquer perigos ocupacionais relacionados ou potencializados por condições climáticas podem ser diretamente associados com as mudanças climáticas (KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2017). Trabalhadores de países tropicais de baixa e média renda serão os mais afetados, além das projeções de aumento de temperatura para estes países ao longo das próximas décadas, ainda existe uma insuficiência de técnicas de controle e mitigação do calor acessíveis a realidade econômica dos empregadores (KJELLSTROM; HOLMER; LEMKE, 2009).

O problema do estresse térmico dentro do ambiente ocupacional sob as novas lentes das mudanças climáticas já vem sendo foco de estudo com diferentes abordagens metodológicas. Alguns estudos buscam levantar informações sobre o assunto, aplicando revisões sistemáticas e discutindo os achados (SCHULTE *et al.*, 2016); outros têm abordagens mais teóricas, elaborando *frameworks* para discutir os impactos das mudanças climáticas no trabalho. Enquanto outros estudos aplicam abordagens mais práticas, como a aplicação de grupos de foco e questionários para coletar a percepção sobre o risco de estresse térmico pelos trabalhadores das minas do país de Gana, identificando as barreiras para as existentes estratégias de mitigação e adaptação para esse risco (NUNFAM *et al.*, 2020). E estudos em campo, avaliando a associação entre o aparecimento de doenças relacionadas ao calor com um ambiente de trabalho que possui processos geradores de calor de uma metalúrgica na Índia, verificando uma exposição ao estresse térmico acima dos valores limites definidos em normas de segurança (VENUGOPAL *et al.*, 2020). Este tipo de estudo pode ser encontrado aplicado em diversos países como a África do Sul (KJELLSTROM *et al.*, 2014), Itália (MORABITO *et al.*, 2020; RICCÒ *et al.*, 2020), Austrália (RAMEEZDEEN; ELMUALIM, 2017; VARGHESE *et al.*, 2019a), Tailândia (TAWATSUPA *et al.*, 2012; TAWATSUPA *et al.*, 2013), Canadá (ADAM-POUPART *et al.*, 2014; VANOS; VECCELLIO; KJELLSTROM, 2019), países do sudeste da Ásia (KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2012) ou da América Central (KJELLSTROM; CROWE, 2011).

No Brasil, essa problemática vem sendo abordada por meio de estudos aplicados sobre

as variáveis meteorológicas, como a investigação e mapeamento do nível de estresse térmico pelo Índice de Bulbo Úmido – Temperatura de Globo (IBUTG), identificando as regiões mais críticas do país (BITENCOURT, 2019), ou os níveis de risco das áreas rurais do nordeste brasileiro (ROSCANI; MAIA; MONTEIRO, 2019). Outros estudos focam em realizar projeções futuras com base em dados históricos de clima e possíveis cenários de mitigação das mudanças climáticas (BITENCOURT *et al.*, 2021). E existem também abordagens de investigação dos riscos térmicos no próprio ambiente de trabalho, com medições e um processo de estudo de campo (DA SILVA; TEIXEIRA, 2014).

No entanto, existe uma tendência na literatura pouco explorada no Brasil, que é a de estudos que utilizam técnicas estatísticas para analisar o comportamento de dados secundários de SST em relação a dados meteorológicos, investigando a associação entre variáveis climáticas e a ocorrência de acidentes e doenças de trabalho. Certos estudos utilizaram o dia do acidente como referência para comparar os níveis de exposição ao calor com dias em que não houveram acidentes, verificando a relação entre altas temperaturas e risco de lesão em trabalhadores rurais (SPECTOR *et al.*, 2016). Neste tipo de estudo é comum utilizar como base de dados os pedidos de indenização por lesão ocupacional (XIANG *et al.*, 2014; MCINNES *et al.*, 2018). Outros autores usaram como base os conjuntos nacionais de dados sobre acidentes de trabalho (MARTÍNEZ-SOLANAS *et al.*, 2018; RICCÒ *et al.*, 2020). Para entender a relação entre os dados, aplica-se técnicas estatísticas como modelos de distribuição não-linear (MARINACCIO *et al.*, 2019, VARGHESE, 2019b), capazes de considerar o efeito atrasado e não linear da exposição ao calor. Estes estudos identificam associações positivas entre as informações, verificando, por exemplo, um aumento de 1,4% no número de declarações de lesão diárias a cada 1°C que aumenta na temperatura máxima diária (SHENG *et al.*, 2018), ou a medida que a temperatura aumenta em 1°C acima do valor limite de tolerância de 35,5°C, aumenta em uma taxa de 12,7% o número de doenças ocupacionais relacionadas ao calor (XIANG *et al.*, 2015).

Uma forma de investigar a associação entre conjuntos de dados com uma elevada quantidade de variáveis é por meio da Análise de Correspondência Múltipla (ACM), uma técnica que constrói um gráfico bidimensional para representar a relação entre variáveis de acordo com a proximidade entre elas em um mesmo plano (RENCHE, 2005). Esta técnica é aplicada para identificar fatores que influenciam na ocorrência de acidentes de trânsito (BAIREDDY; ZHOU; JALAYER, 2018), assim como para entender a relação entre características sociodemográficas da população adulta brasileira com informações de saúde coletadas por meio de autoavaliações (LOPES DE OLIVEIRA *et al.*, 2021).

O objetivo deste artigo é utilizar do método estatístico da Análise de Correspondência Múltipla para investigar a associação entre variáveis climáticas, mais especificamente aquelas relacionadas à variação de temperatura no Brasil, com dados relacionados à saúde e segurança do trabalho, com o objetivo de identificar como a temperatura influencia no comportamento destes eventos ocupacionais. Para isso, foi necessário encontrar e definir bases de dados adequadas, tanto de dados relacionados ao trabalho quanto com dados meteorológicos.

Definiu-se que os dados utilizados seriam coletados do Ministério da Saúde, a partir do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), mais especificamente o conjunto de dados de acidentes de trabalho. Estes dados se caracterizam por sua abrangência nacional e dados diários de todo o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2019, totalizando quase 1 milhão de registros de acidentes de trabalho. Os dados meteorológicos foram coletados a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), em que foram obtidas as medições climáticas de todas as Estações Meteorológicas Automáticas ativas no Brasil durante o período em questão.

Um dos objetivos específicos deste artigo foi processar e tratar os dados presentes nestes dois conjuntos, visando uma forma de combinar as informações. Para isso, desenvolveu-se uma nova base de dados em que, para cada registro de acidente de trabalho, foi vinculada uma estação meteorológica - que estava ativa durante o período do acidente - e as respectivas variáveis meteorológicas daquele momento. Possibilitando, assim, a aplicação da ACM sobre as variáveis tanto de acidente de trabalho quanto climáticas, resultando na investigação da associação entre acidentes e temperatura.

Com isso, o artigo busca trazer contribuições na esfera científica, principalmente para a literatura brasileira, por meio da disponibilização de uma base de dados que integra informações sobre acidentes de trabalho em todo o Brasil com as variáveis meteorológicas da data do acontecimento, possibilitando a avaliação destas informações de forma conjunta. A aplicação da ACM é uma forma de explorar essas informações, porém, a base de dados permite a aplicação de outras técnicas e métodos estatísticos, representando novos caminhos para a pesquisa futura. Além disso, uma vez identificada a associação entre calor e acidente de trabalho, os resultados do artigo podem contribuir na conscientização dos riscos climáticos na saúde e segurança dos trabalhadores, podendo impactar na construção de políticas de segurança pública.

A organização deste artigo é seguida pela metodologia, em que inicialmente é explicado o processo de seleção da base de dados de saúde e segurança do trabalho, detalhando suas características e processo de tratamento das informações; em seguida,

explica-se a seleção dos dados climáticos e o procedimento de obtenção dessas informações; então o processo de compilação da nova base de dados combinando estas duas primeiras é bem detalhada; e, finalizando o capítulo metodológico, explica-se o método estatístico aplicado para investigar a relação entre as variáveis. Os resultados são apresentados e discutidos na terceira seção, apresentando uma análise descritiva das informações que compõem a base de dados, para então detalhar o comportamento e associações encontradas entre as variáveis. Finalizando o artigo, a seção quatro apresenta as considerações finais, em que são discutidos os fatores limitantes do artigo, contribuições e sugestões para pesquisas futuras.

## **4.2 Método de Pesquisa**

Foram selecionadas duas bases de dados nacionais, sendo uma referente à saúde e segurança de trabalhadores e a outra referente a dados meteorológicos, ambas com dados diários, cobrindo o mesmo período de tempo e com abrangência nacional. As bases foram tratadas e combinadas para a aplicação de métodos estatísticos visando identificar uma associação entre as variáveis de acidente de trabalho com características climáticas.

Inicialmente, esta seção discute a seleção da base de dados de SST, apresentando o processo de extração dos dados a partir da fonte selecionada, detalhando as características das variáveis que compõem as informações e descrevendo o processo de tratamento dos dados. Em seguida, os dados meteorológicos são discutidos, apresentando o processo de seleção e tratamento das informações, detalhando suas características, e detalha-se o processo de cálculo do Índice de Bulbo Úmido - Temperatura de Globo (IBUTG), utilizado para definir os níveis de estresse térmico.

Após este detalhamento, o processo de combinação destas duas bases de dados é descrito, explicando a construção do algoritmo para identificar a estação meteorológica mais próxima de cada acidente de trabalho, de forma a compilar as informações climáticas aos registros de acidentes de trabalho. Por fim, essa seção apresenta o processo estatístico aplicado sobre a nova base de dados visando a identificação de associações entre as variáveis.

### **4.2.1 Dados de Saúde e Segurança do Trabalho**

A base de dados utilizada é mantida pelo Ministério da Saúde, mais especificamente pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), responsável pelo registro de doenças e agravos no Brasil. O SINAN atua diretamente na investigação de riscos e ocorrências que afetam a população, identificando e diagnosticando a situação epidemiológica

da população. Em 2004, esse sistema passou também a incorporar notificações de agravos que estão relacionados à saúde ocupacional, como é o caso dos acidentes de trabalho (ZACK *et al.*, 2020).

O SINAN é composto por diferentes conjuntos de dados que podem estar relacionados a doenças, como estatísticas epidemiológicas da dengue, febre amarela ou câncer, mas também contém dados relacionados a outros tipos de agravos, como violência doméstica, acidentes com animais peçonhentos e acidentes de trabalho. O registro de acidentes de trabalho abrange todo tipo de trabalhador, desde aqueles que atuam de forma formal ou informal, e tem cobertura em todo o país, sendo alimentado por dados gerados nos municípios e encaminhados para o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde, o Datasus, pelas Secretarias de Estado de Saúde (BASTOS-RAMOS; SANTANA; FERRITE, 2015).

Para o acesso a estas informações, o Ministério da Saúde conta com o Datasus, que disponibiliza o *download* dos conjuntos de dados, assim como um *software* específico para leitura e manipulação destes arquivos, o TabWin.

O acesso ao Datasus foi realizado no dia 05 de novembro de 2021, em que foram realizados os *downloads* necessários para a realização deste estudo, dentre eles os arquivos relacionados à instalação e utilização do *software* TabWin, e os conjuntos de dados de acidentes de trabalho do SINAN. Estes dados são compostos por registros de todos os estados do Brasil e são arquivados em uma temporalidade anual, com o arquivo mais antigo datado de 2006 e o mais recente de 2019. Os arquivos são disponibilizados em um formato específico para serem lidos no *software* TabWin, por meio do qual é possível exportar em outros formatos, como em planilhas do Excel, que facilitam o manuseio da informação assim como a utilização de outros *softwares*.

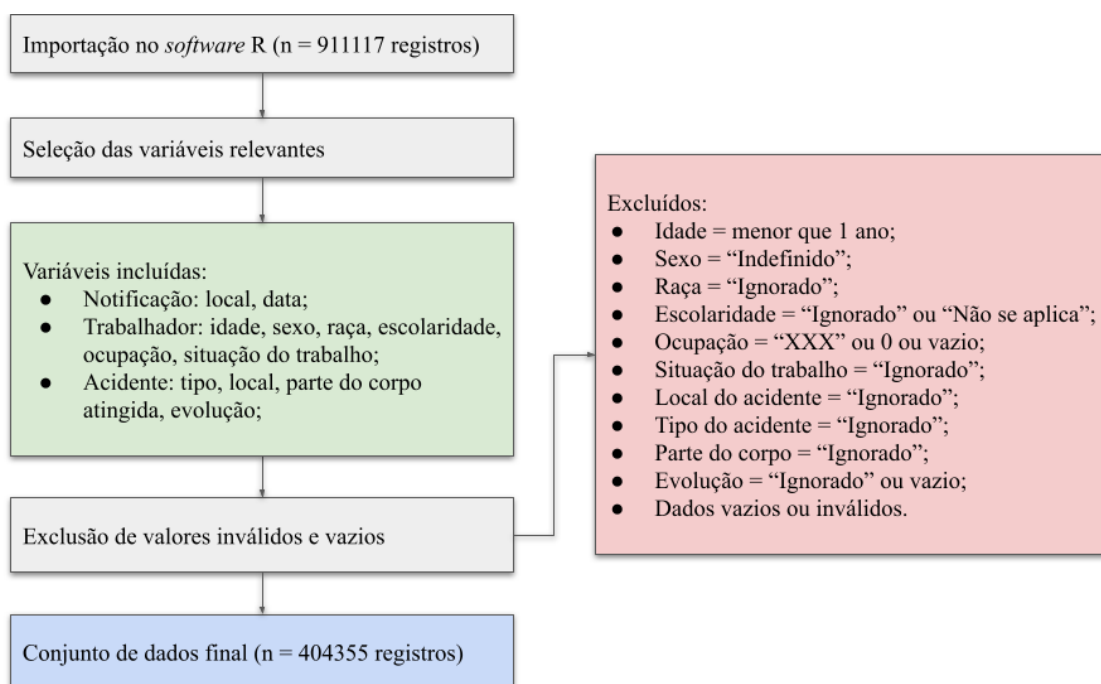
Os dados totalizaram 911.117 registros de notificação de acidentes de trabalho, compostas por 78 variáveis referentes a três grupos de atributos referentes à notificação, ao trabalhador e ao acidente. As variáveis relacionadas à notificação registram informações como o tipo e o agravo da notificação, a data e o local onde foi registrada, como estado, município, bairro e unidade de saúde. As variáveis do trabalhador apontam características demográficas, como gênero, raça e escolaridade, e estão relacionadas também à ocupação do trabalhador, como situação no mercado de trabalho, ou seja, se está empregado ou não, o código da ocupação segundo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), e tempo de trabalho. Enquanto as variáveis relacionadas ao acidente definem valores que caracterizam o evento, como local e tipo do acidente, quantidade de pessoas envolvidas, Classificação Internacional de Doenças (CID) para a lesão sofrida, partes do corpo atingidas, evolução do

caso e se houve a abertura da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT).

As variáveis recebem valores a partir do formulário de notificação preenchido pela unidade de saúde que realiza o atendimento da vítima do acidente. O SINAN conta com um dicionário de dados que explica e detalha como esses valores devem ser preenchidos, definindo caráter obrigatório ou opcional aos campos. Desta forma, nem todos os registros possuem todos os campos preenchidos, apresentando valores vazios principalmente nestas variáveis não obrigatórias.

Visando uma maior clareza dos dados, assim como valores mais relevantes a serem analisados, foi realizado um processo de tratamento dos dados de acidentes de trabalho. Os dados foram importados das planilhas em Excel para o *software* R, onde foi aplicado um processo de seleção de variáveis e valores relevantes ao estudo. O processo de seleção está detalhado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Seleção e tratamento dos dados de acidentes de trabalho do SINAN



Fonte: Autor (2022).

O número de variáveis foi reduzido das 78 presentes em toda a base de dados para 12 incluídas no estudo. Foram excluídas informações repetidas, como foi o caso da variável data que possuía três valores diferentes ao longo da base, selecionando apenas a mais completa; ou informações semelhantes, como a variável de local do acidente que se dividia em unidade federativa, município, bairro e unidade de saúde, selecionando-se apenas o município e estado. Considerou-se também a consistência das informações, excluindo variáveis com um elevado número de valores vazios. As variáveis de local e data do acidente foram incluídas

por serem essenciais para a combinação com as informações climáticas. As demais variáveis incluídas foram as características sociodemográficas dos trabalhadores, como idade, sexo, raça, escolaridade, ocupação e situação no mercado de trabalho, e aquelas relacionadas ao acidente, como o tipo do acidente, local em que aconteceu, parte do corpo atingida e a evolução do caso, consideradas importantes para a discussão e verificação da associação com o clima.

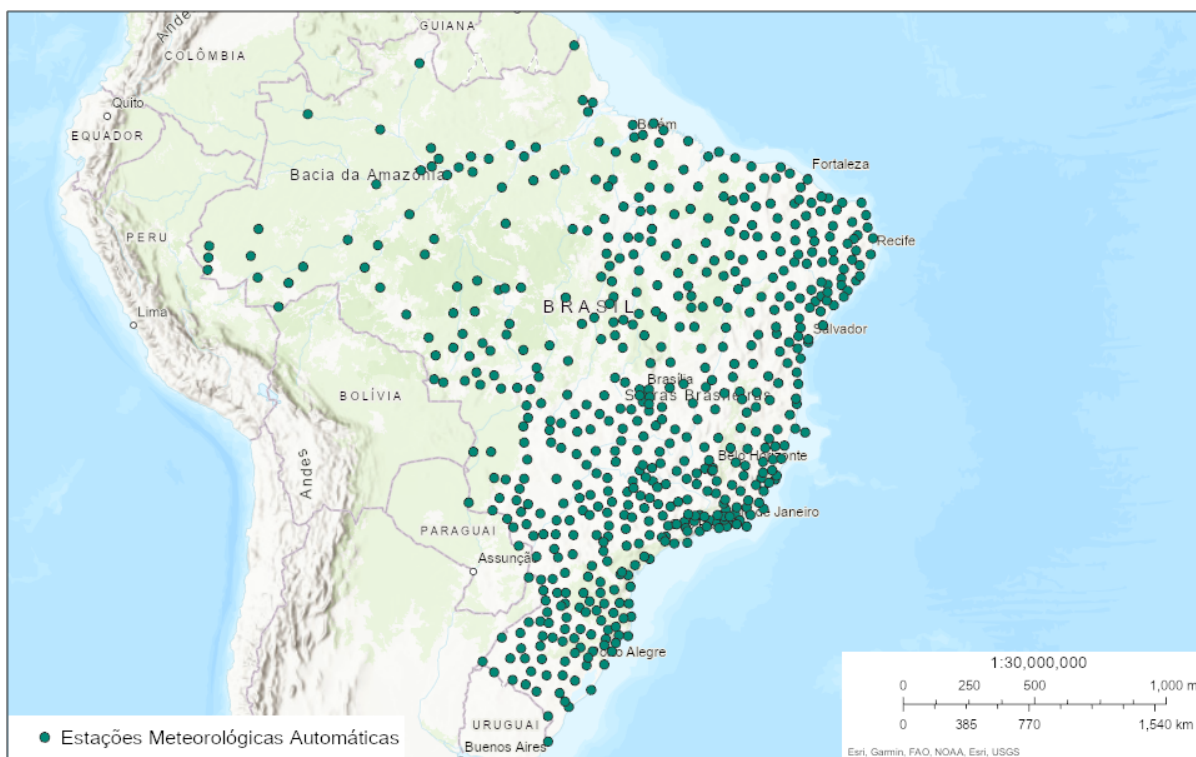
Após a seleção de algumas variáveis relevantes, foi realizado um processo de tratamento dos valores, excluindo principalmente valores definidos como “Ignorado” e valores considerados inválidos para o foco do estudo, como foi o caso de idades registradas como menores que um ano. Dessa forma, ao final do processo de seleção, foi incluído para o estudo um conjunto de dados de acidentes de trabalho composto por 404355 registros.

#### **4.2.2 Dados Meteorológicos**

No Brasil, dados meteorológicos são coletados por meio de uma rede de estações meteorológicas localizadas ao longo de todo o país e disponibilizados com acesso livre pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As estações são caracterizadas por dois tipos diferentes, as Estações Meteorológicas Automáticas e as Convencionais, a primeira conta com sensores que fazem a coleta das informações de forma automatizada e em todo o país existem um total de 570 estações, enquanto a segunda exige a presença de um profissional para a coleta e existem cerca de 168 no Brasil.

Para este estudo, foram consideradas apenas as Estações Meteorológicas Automáticas, apresentadas na Figura 4.2, tanto pelo fator dos dados serem coletados sem a necessidade de interferência humana, como também pela maior quantidade de estações.

Figura 4.2 - Mapa das Estações Meteorológicas Automáticas do INMET



Fonte: Autor (2022).

O INMET conta com um portal de acesso ao banco de dados meteorológicos, em que, inicialmente, o usuário informa um e-mail ao qual serão enviados os arquivos, então escolhe como deseja que esses dados sejam dispostos - definindo se serão dados horários, diários ou mensais - se deseja dados de Estações Meteorológicas Automáticas ou Convencionais, qual a abrangência dos dados, podendo ser do país todo ou por estados, o período e as variáveis climáticas. As variáveis climáticas disponíveis coletam dados relacionados à precipitação, pressão atmosférica, radiação global, temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, umidade relativa do ar e velocidade do vento.

O conjunto de dados selecionado para este estudo compreendeu dados horários de todas as Estações Meteorológicas Automáticas, com o período compreendendo o mesmo período da base de dados de acidentes de trabalho, ou seja, iniciando em janeiro de 2006 e com término em dezembro de 2019 e com todas as variáveis climáticas apresentadas. Os dados foram enviados por e-mail em formato de planilhas, totalizando 613 planilhas.

Ao acessar as planilhas, foi possível verificar dois pontos que devem ser ressaltados. O primeiro é que não são todas as estações meteorológicas que possuem dados de todos os dias no período selecionado, existem estações cujos dados têm início em anos posteriores a 2006 ou dados que terminam antes de dezembro de 2019. O segundo é que existem conjuntos de dados com algumas variáveis com valores nulos em determinados períodos.



Posteriormente, estes pontos implicaram em um desafio ao processo de compilação da nova base de dados, foi necessário elaborar um algoritmo capaz de encontrar a estação meteorológica mais próxima de cada registro de acidente de trabalho e verificar se os dados da estação selecionada existem para o período em que houve o acidente.

Com os valores das variáveis climáticas coletadas pelas estações meteorológicas, foi feito o cálculo do Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo (IBUTG), uma metodologia de avaliação do risco de estresse térmico que o trabalhador pode estar exposto (Bitencourt, Ruas e Maia, 2012). A Norma Regulamentadora - NR 15, referente às atividades e operações insalubres, utiliza o IBUTG para definir os limites de tolerância à exposição ao calor aos trabalhadores, levando em consideração a sua carga de trabalho, se é leve, moderada ou pesada, e define o regime de trabalho mais adequado, determinando uma proporção entre trabalho e descanso a cada hora trabalhada (DE SOUZA *et al.*, 2020; MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA, 2021).

Para o cálculo do IBUTG, seguiu-se o apresentado por Bitencourt, Maia e Roscani (2020), com duas fórmulas para realizar o cálculo, a primeira delas referente a atividades consideradas ao ar livre, apresentada na Equação 1, e a outra para atividades internas ou sob a sombra, como mostra a Equação 2. Em ambos os cálculos, os valores de temperatura, umidade do ar e velocidade do vento foram retirados da base de dados meteorológicas.

$$IBUTG \text{ Externo} = (0,7 * Tn) + (0,1 * T) + (0,2 * Tg) \quad (1)$$

$$IBUTG \text{ Interno} = (0,7 * Tn) + (0,3 * Tg) \quad (2)$$

Onde  $Tn$  representa a temperatura de bulbo úmido natural, em graus Celsius ( $C^\circ$ ),  $T$  representa a temperatura do ar ( $C^\circ$ ) e  $Tg$  a temperatura de globo ( $C^\circ$ ). O valor  $Tn$  é calculado pela Equação 3, o valor de  $T$  é coletado pela base de dados meteorológica e o valor de  $Tg$  é calculado pela Equação 4.

$$Tn = (0,57175 * Tp) + (0,19447 * T) - (0,26523 * V) - (0,05134 * l) \quad (3)$$

$$Tg = (1,374385 * T) + (0,083627 * UR) - (1,021632 * V) \quad (4)$$

Onde  $Tp$  é a temperatura de ponto de orvalho ( $C^\circ$ ),  $V$  é a velocidade do vento, em metros por segundo (m/s),  $UR$  é a umidade relativa do ar, em porcentagem (%), e seus valores são coletados da base de dados meteorológica (BITENCOURT; MAIA; ROSCANI, 2020).

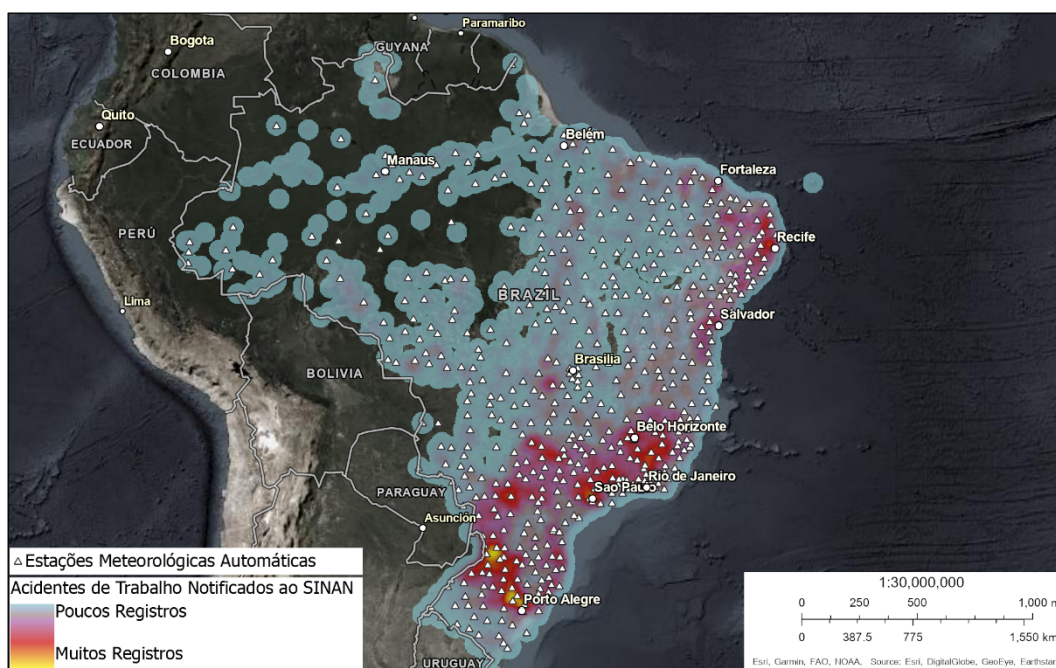
Os cálculos do IBUTG externo e interno foram realizados para todos os registros na base de dados meteorológica.

### 4.2.3 Compilação da base de dados

Para a execução do que foi proposto para este estudo, é necessário que as duas bases de dados sejam combinadas em uma nova estrutura, de forma que, para cada registro de acidente de trabalho, estejam presentes as informações referentes ao acidente e as variáveis climáticas do mesmo período e local do acidente. A partir dessa nova base de dados, é possível investigar a associação entre variáveis meteorológicas com as variáveis que caracterizam os acidentes de trabalho.

Os dados meteorológicos se diferem dos dados de acidentes de trabalho em uma característica: apesar de existirem estações meteorológicas ao longo de todo território nacional, alguns municípios não possuem estações instaladas, de forma que pode haver um espaçamento maior entre uma estação e outra em uma determinada região, criando espaços vazios no mapa. A Figura 4.3 apresenta essa distribuição das estações meteorológicas, representadas pelos pontos brancos, em relação à distribuição de acidentes de trabalho, representada pelo mapa de calor, onde a cor azul representa poucos casos e, à medida que a temperatura aumenta e se aproxima do vermelho e amarelo, representa um aumento nos registros de acidentes.

Figura 4.3 - Mapa de calor da distribuição de acidentes de trabalho e localização das Estações Meteorológicas Automáticas



Fonte: Autor (2022).

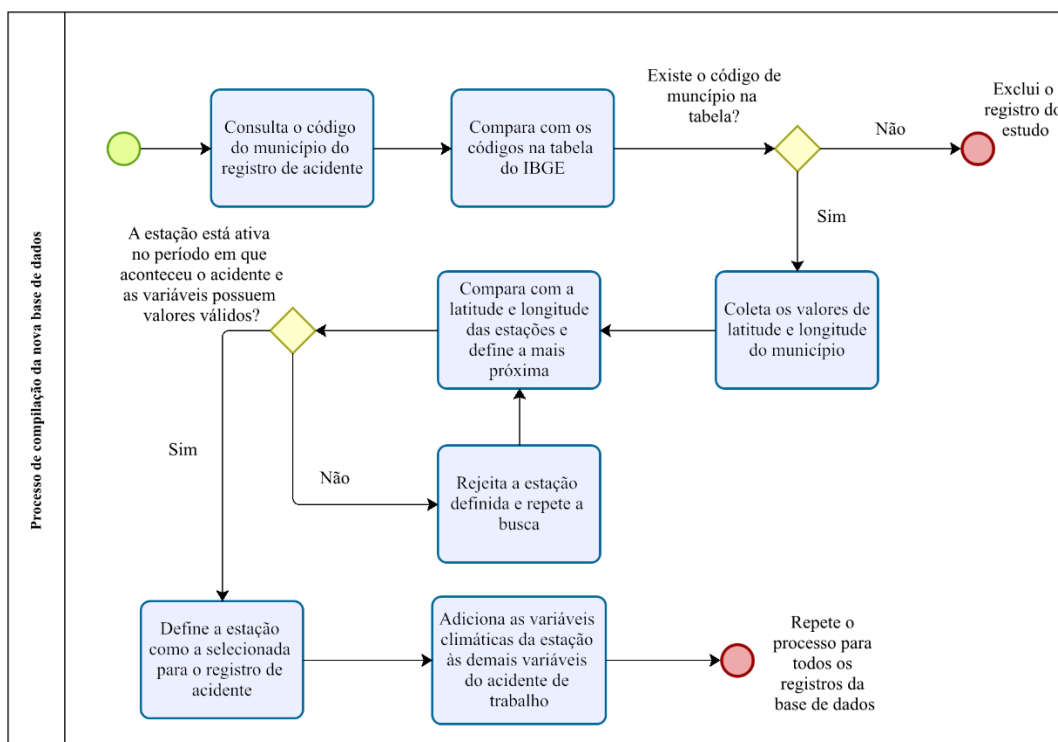
Para este estudo, a ausência de estações meteorológicas em determinadas regiões do Brasil representa a necessidade de se adicionar um processo de compilação da base de dados:

o de identificação da estação meteorológica mais próxima para cada registro de acidente de trabalho. A cada ocorrência registrada na base de dados do SINAN, registra-se o código definido pelo IBGE do município de atendimento. A partir deste código, é possível encontrar os valores de latitude e longitude. Com isso, para cada registro de acidente de trabalho, identificou-se o código do município e sua latitude e longitude. De forma semelhante, na base de dados meteorológica, cada uma das planilhas referente às estações possuem um campo com o valor de latitude e longitude.

Assim, foi criado um algoritmo no *software* R (R CORE TEAM, 2021) responsável por percorrer toda base de dados de acidente de trabalho e verificar o código do município junto aos dados do IBGE. Em casos que o código do município registrado na notificação do acidente não existe na base de dados do IBGE, o registro foi excluído do estudo. Nos casos em que se é identificado o município com base no código, o algoritmo deve então encontrar o valor de latitude e longitude e salvar esse valor para o registro. Dessa forma, para cada registro, existe uma latitude e longitude do município em que ocorreu o acidente, tornando possível comparar esse dado com os valores de latitude e longitude das estações meteorológicas, a fim de encontrar a estação mais próxima.

Porém, conforme discutido anteriormente, alguns conjuntos da base meteorológica possuem dados nulos ou ausentes durante determinados períodos, implicando desafios na compilação das duas bases de dados. Para solucionar esse problema, foi necessário realizar uma adaptação no algoritmo. A cada registro de acidente de trabalho, foi necessário verificar se aquela estação meteorológica, determinada como mais próxima, possui dados climáticos válidos do mesmo período em que aconteceu o acidente. Caso contrário, o algoritmo busca pela segunda estação meteorológica de menor distância àquele município. Aplicando este procedimento na base de dados completa. Esse processo pode ser melhor visualizado na Figura 4.4.

Figura 4.4 - Fluxograma do processo de compilação das informações em uma nova base de dados



Fonte: Autor (2022).

O processo de execução do algoritmo em toda a base de dados demonstrou alta demanda computacional, de forma que os resultados foram alcançados após um longo período. Com isso, ao final da compilação do algoritmo, construiu-se uma base de dados composta por 211396 registros contendo informações relacionadas à SST, com variáveis referentes à notificação, ao trabalhador e ao acidente, e informações meteorológicas do dia e local em que foi registrado o acidente, com variáveis de precipitação, pressão atmosférica, temperatura, umidade, vento e uma coluna específica com o cálculo do IBUTG.

#### 4.2.4 Análise Estatística

A associação entre as variáveis do registro de acidente de trabalho com as variáveis climáticas foi investigada por meio do método estatístico chamado ACM. A ACM é uma técnica multivariada que surgiu como uma extensão da análise de correspondência (CA) e permite analisar padrões de dados categóricos compostos por um número elevado de variáveis (THOM DE SOUZA, 2013; BERNARDINO *et al.*, 2018). Este método é vantajoso por se abster da necessidade de estabelecer relações pré-determinadas entre as variáveis e pela ausência de qualquer suposição sobre a probabilidade de distribuição entre elas, de forma a produzir uma representação gráfica capaz de ilustrar o relacionamento entre um conjunto de variáveis, demonstrando, por meio da distribuição espacial, a proximidade e correspondência

entre elas (LOPES DE OLIVEIRA *et al.*, 2021).

O método da ACM envolve a investigação de uma matriz  $G$ , em que o número de linhas é igual ao número de total de elementos pertencentes à amostra e o número de colunas em  $G$  é correspondente ao número total de categorias de variáveis, em que cada coluna representa uma variável. Para executar a análise, todas as variáveis são convertidas em variáveis *dummy*, em que os elementos de  $G$  recebem o valor de 1 ou 0 para cada uma das variáveis, de forma que, se o elemento da linha  $i$  pertence à categoria de variável da coluna  $j$ , recebe 1, caso contrário, 0 (RENCHER, 2005). No entanto, é necessário considerar que uma variável pode receber diferentes valores. Por exemplo, a variável de sexo em uma matriz de dados demográficos pode receber os valores “Masculino” ou “Feminino”, logo, para aplicar este método, é necessário que a coluna que representa sexo seja dividida em duas colunas, uma para o valor masculino e uma para o valor feminino. Dessa forma, o elemento deve receber o valor de 1 apenas para uma das colunas que representa aquela variável. Esse mesmo processo se aplica a todas as variáveis da matriz (ABDI; VALENTIN, 2007).

É importante ressaltar que, uma vez que uma variável possui um leque grande de possíveis valores, esse processo pode gerar alta demanda computacional, visto que para cada valor, uma nova coluna deve ser criada. No caso da base de dados utilizada para este estudo, criar uma coluna representa a definição de valores de 1 ou 0 para mais de centenas de milhares de registros.

Portanto, além do desenvolvimento da ACM, foi aplicado também um processo de tratamento dos valores possíveis das variáveis, de forma a combinar, agrupar e simplificar as informações. Por exemplo, inicialmente, a variável de idade do trabalhador variava de 0 a 99 anos, o que representaria a criação de 100 novas colunas na base de dados, porém, para simplificar a execução do *software* e a discussão, foram criadas faixas etárias. Isso foi aplicado para os estados do Brasil, agrupados pelas regiões, e para os valores de IBUTG, categorizados em 5 grupos de acordo com os valores máximo e mínimo da variável. Segundo Rencher (2005), este método permite investigar qual é a relação entre as categorias das variáveis analisadas, no caso deste estudo, não apenas as variáveis que caracterizam os acidentes de trabalho, mas, como foi realizado o processo de compilação das bases de dados, as variáveis meteorológicas também.

Para aplicação deste método na base de dados criada na etapa anterior, foi utilizado o *software* R (R CORE TEAM, 2021), com o pacote MVar (OSSANI; CIRILLO, 2021), responsável por realizar essa transformação das variáveis em novas colunas, computar os cálculos para a análise de correspondência e aplicar as informações em um gráfico para

visualização e interpretação dos resultados.

### 4.3 Resultados e Discussões

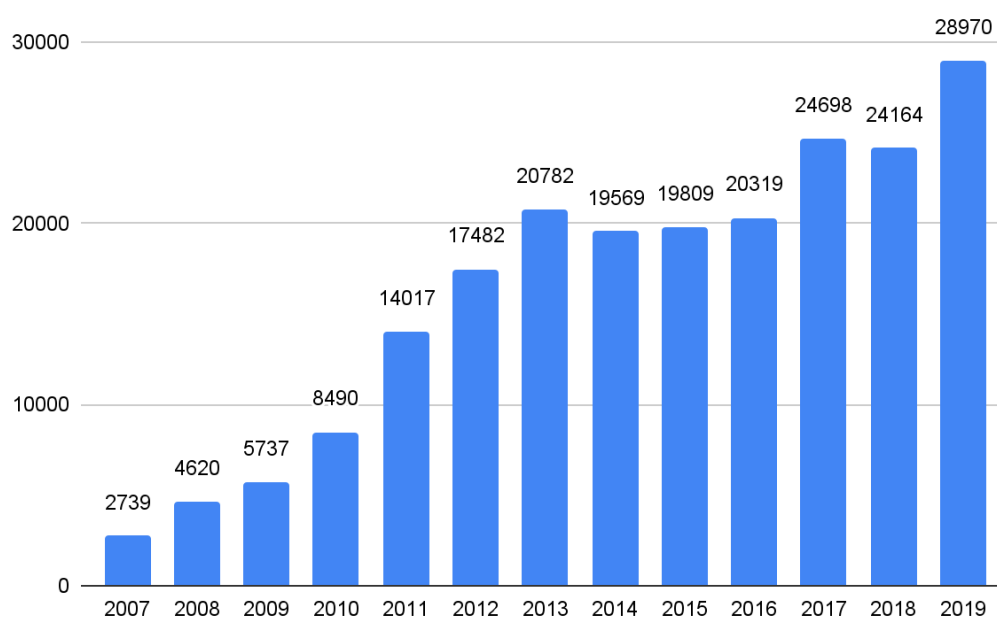
Essa seção é dividida em duas partes, a primeira apresenta uma análise descritiva da base de dados criada, detalhando as informações dos registros de acidentes e apresentando os valores mais expressivos em relação às características do trabalhador e acidentes. Na segunda parte, o resultado da aplicação da ACM no banco de dados é apresentado por meio de ilustrações gráficas, possibilitando a discussão das associações existentes entre as variáveis mais próximas.

#### 4.3.1 Análise Descritiva

Durante o período analisado neste estudo, de janeiro de 2006 a dezembro de 2019, foram registrados um total de 911117 ocorrências de acidentes de trabalho no SINAN, dados estes representando toda a extensão nacional. Após o processo de tratamento e união da base de SST com dados meteorológicos, um total de 211396 registros de acidentes de trabalho foram considerados válidos para este estudo, cerca de 22% da quantidade inicial.

Inicialmente, foi aplicada uma análise descritiva para entender as características das vítimas de acidente de trabalho. O Gráfico 4.1 mostra a distribuição dos dados ao longo dos anos analisados.

Gráfico 4.1 - Distribuição anual dos dados de acidentes de trabalho do SINAN incluídos na análise



Fonte: Autor (2022).

É possível verificar uma tendência no aumento de registros de acidente de trabalho ao longo dos anos, sendo o ano de 2019, o mais recente da base de dados, o com maior quantidade. Também é possível observar que o ano de 2006, o ano mais antigo da base de dados de acidentes de trabalho, não possui nenhum registro devido ao processo de tratamento dos dados e compilação das duas bases de dados, isso pode se dar tanto ao fato de que, nos primeiros anos, o preenchimento da notificação das ocorrências de acidentes de trabalho era realizado de forma que muitos campos se mantinham incompletos, portanto, acabaram sendo excluídos pela análise, como também pode estar relacionado a problemas nas bases de dados meteorológicas.

Em relação à distribuição geográfica dos casos, a Tabela 4.1 apresenta a quantidade e percentual de ocorrência de acidentes de trabalho para as regiões e estados brasileiros. Para cada variável da base de dados, definiu-se um identificador (ID) para simplificar e facilitar a construção do gráfico gerado pela ACM, que será discutido posteriormente. As tabelas desta seção já contam com uma coluna indicando os identificadores de cada variável.

Tabela 4.1 - Valores da variável localização por unidade federativa e agrupada por regiões

<b>ID</b>	<b>Variável</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Percentual</b>
<b>ST</b>	<b>Estados</b>		
<b>A</b>	<b>Região Norte</b>	<b>17847</b>	<b>8,44%</b>
	Rondônia	2446	1,16%
	Acre	707	0,33%
	Amazonas	2072	0,98%
	Roraima	2822	1,33%
	Pará	1898	0,90%
	Amapá	1850	0,88%
	Tocantins	6052	2,86%
<b>B</b>	<b>Região Nordeste</b>	<b>27151</b>	<b>12,84%</b>
	Maranhão	4511	2,13%
	Piauí	1882	0,89%
	Ceará	10546	4,99%
	Rio Grande do Norte	943	0,45%
	Paraíba	665	0,31%

	Pernambuco	1829	0,87%
	Alagoas	608	0,29%
	Sergipe	504	0,24%
	Bahia	5663	2,68%
<b>C</b>	<b>Região Sudeste</b>	<b>103285</b>	<b>48,86%</b>
	Minas Gerais	24987	11,82%
	Espírito Santo	1390	0,66%
	Rio de Janeiro	1311	0,62%
	São Paulo	75597	35,76%
<b>D</b>	<b>Região Sul</b>	<b>45190</b>	<b>21,38%</b>
	Paraná	25180	11,91%
	Santa Catarina	12836	6,07%
	Rio Grande do Sul	7174	3,39%
<b>E</b>	<b>Região Centro-Oeste</b>	<b>17923</b>	<b>8,48%</b>
	Mato Grosso do Sul	2827	1,34%
	Mato Grosso	6265	2,96%
	Goiás	7681	3,63%
	Distrito Federal	1150	0,54%

Fonte: Autor (2022).

Observa-se que a região Sudeste é a que possui uma maior frequência de acidentes de trabalho, sendo São Paulo o estado com o maior número de registros, representando cerca de 36% do total, ultrapassando a quantidade de acidentes das regiões norte, nordeste e centro-oeste somadas.

A Tabela 4.2 mostra a quantidade e percentual das variáveis referentes às características demográficas e da ocupação dos trabalhadores.

Tabela 4.2 - Características demográficas e ocupacionais dos trabalhadores vítimas de acidentes de trabalho

ID	Variável	Quantidade	Percentual
<b>SX</b>	<b>Sexo</b>		
F	Feminino	41840	19,79%



M	Masculino	169556	80,21%
<b>AG</b>	<b>Idade</b>		
A	Até 18 anos	11119	5,26%
B	18-25	41700	19,73%
C	26-40	84757	40,09%
D	41-60	65894	31,17%
E	61-80	7807	3,69%
F	81-110	119	0,06%
<b>RC</b>	<b>Raça</b>		
A	Branca	109999	52,03%
B	Preta	16497	7,80%
C	Amarela	1193	0,56%
D	Parda	83123	39,32%
E	Indígena	584	0,28%
<b>ED</b>	<b>Escolaridade</b>		
A	Analfabeto	2865	1,36%
B	1ª a 4ª série incompleta do Ensino Fundamental	20687	9,79%
C	4ª série completa do Ensino Fundamental	13254	6,27%
D	5ª à 8ª série incompleta do Ensino Fundamental	37970	17,96%
E	Ensino fundamental completo	23546	11,14%
F	Ensino médio incompleto	28529	13,50%
G	Ensino médio completo	70164	33,19%
H	Educação superior incompleta	5775	2,73%
I	Educação superior completa	8606	4,07%
<b>OC</b>	<b>Ocupação</b>		
A	Membros das forças armadas, policiais e bombeiros militares	693	0,33%
B	Membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público de empresas, gerentes	2516	1,19%
C	Profissionais das ciências e das artes	6261	2,96%
D	Técnicos de nível médio	12454	5,89%

E	Trabalhadores de serviços administrativos	13094	6,19%
F	Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados	41170	19,48%
G	Trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca	26878	12,71%
H	Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais	74609	35,29%
I	Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais	13518	6,39%
J	Trabalhadores em serviços de reparação e manutenção	20203	9,56%
<b>WS</b>	<b>Situação do Trabalho</b>		
A	Empregado registrado com carteira assinada	131057	62,00%
B	Empregado não registrado	18583	8,79%
C	Autônomo/conta própria	40249	19,04%
D	Servidor público estatutário	7710	3,65%
E	Servidor público celetista	2737	1,29%
F	Aposentado	1112	0,53%
G	Desempregado	361	0,17%
H	Trabalho temporário	2590	1,23%
I	Cooperativado	594	0,28%
J	Trabalhador avulso	3216	1,52%
K	Empregador	965	0,46%
L	Outros	2222	1,05%

Fonte: Autor (2022).

Portanto, é possível verificar que a maioria dos casos afetou trabalhadores do sexo masculino (80,21%), da faixa etária dos 26 aos 40 anos (40,05%), majoritariamente da raça branca (52,03%) e com ensino médio completo (33,19%). Em relação a ocupação, o grande grupo da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) com maior número de acidentes foi o grupo 7 - Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais (35,30%), referente a trabalhadores da fabricação e instalação eletroeletrônica, trabalhadores da indústria extrativa e da construção civil, trabalhadores das indústrias de madeira e do mobiliário, entre outros. E a maioria destes trabalhadores possuem registro com carteira assinada (62,04%).

A Tabela 4.3, por sua vez, apresenta o comportamento das variáveis associadas às características do acidente de trabalho registrado.

Tabela 4.3 - Valores das variáveis referentes às características do acidente registrado

ID	Variável	Quantidade	Percentual
<b>TY</b>	<b>Tipo</b>		
A	Típico	161452	76,37%
B	Trajetos	49944	23,63%
<b>LO</b>	<b>Local</b>		
A	Instalações do Contratante	120200	56,86%
B	Via Pública	60340	28,54%
C	Instalações de terceiros	17894	8,46%
D	Domicílio próprio	12962	6,13%
<b>BP</b>	<b>Parte do corpo</b>		
A	Olho	7237	3,42%
B	Cabeça	19247	9,10%
C	Pescoço	1809	0,86%
D	Tórax	7704	3,64%
E	Abdome	2759	1,31%
F	Mão	64971	30,73%
G	Membro superior	37702	17,83%
H	Membro inferior	36096	17,08%
I	Pé	19688	9,31%
J	Todo o corpo	4635	2,19%
K	Outro	9548	4,52%
<b>EV</b>	<b>Evolução</b>		
A	Cura	50414	23,85%
B	Incapacidade temporária	143730	67,99%
C	Incapacidade parcial permanente	9295	4,40%
D	Incapacidade total permanente	1075	0,51%
E	Óbito por acidente de trabalho grave	3974	1,88%
F	Óbito por outras causas	208	0,10%
G	Outros	2700	1,28%

CE	CAT		
A	Sim	94724	44,81%
B	Não	96241	45,53%
C	Não se aplica	20431	9,66%

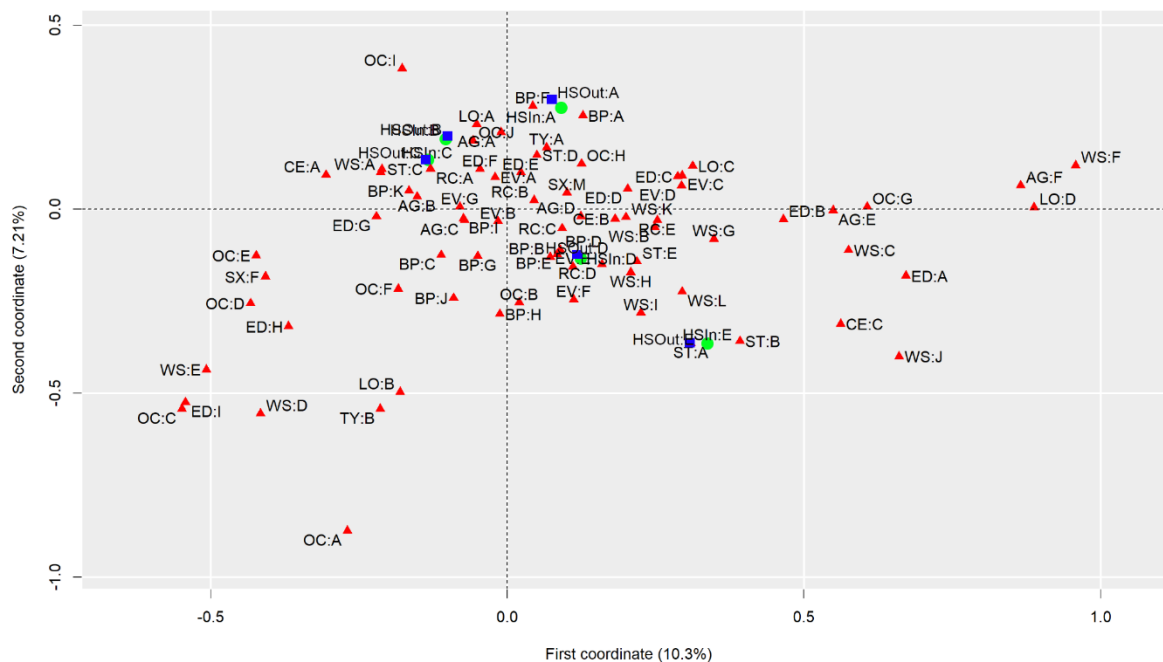
Fonte: Autor (2022).

É possível verificar que a maioria dos acidentes foram típicos (76,46%), sofridos nas instalações do contratante (56,93%), afetando principalmente a mão (30,74%), os membros superiores (17,83%) e membros inferiores (17,07%) e tendo como consequência a incapacidade temporária do trabalhador (68,03%). Destes acidentes, a maioria não realizou o registro da CAT (45,53%).

#### 4.3.2 Análise de Correspondência Múltipla

A ACM foi aplicada na base de dados como um todo, considerando todas as variáveis relacionadas ao acidente de trabalho, porém, em relação às variáveis climáticas, foram incluídas na análise apenas as variáveis de IBUTG externo e interno, visto que os demais valores climáticos foram considerados para o cálculo destes índices. Foram gerados dois gráficos resultantes dessa aplicação, um considerando o IBUTG externo e outro para o interno. A Figura 4.5 apresenta a combinação destes dois gráficos, em que o círculo azul representa a variável referente ao IBUTG externo, denominada “*HSOut*”, enquanto o triângulo verde é referente à variável de IBUTG interno, denominada “*HSIn*”, estes nomes são referente aos termos em inglês “*Heat Stress*”, para o estresse térmico, e “*Outdoor*” e “*Indoor*”, referente ao ambiente externo e interno, respectivamente.

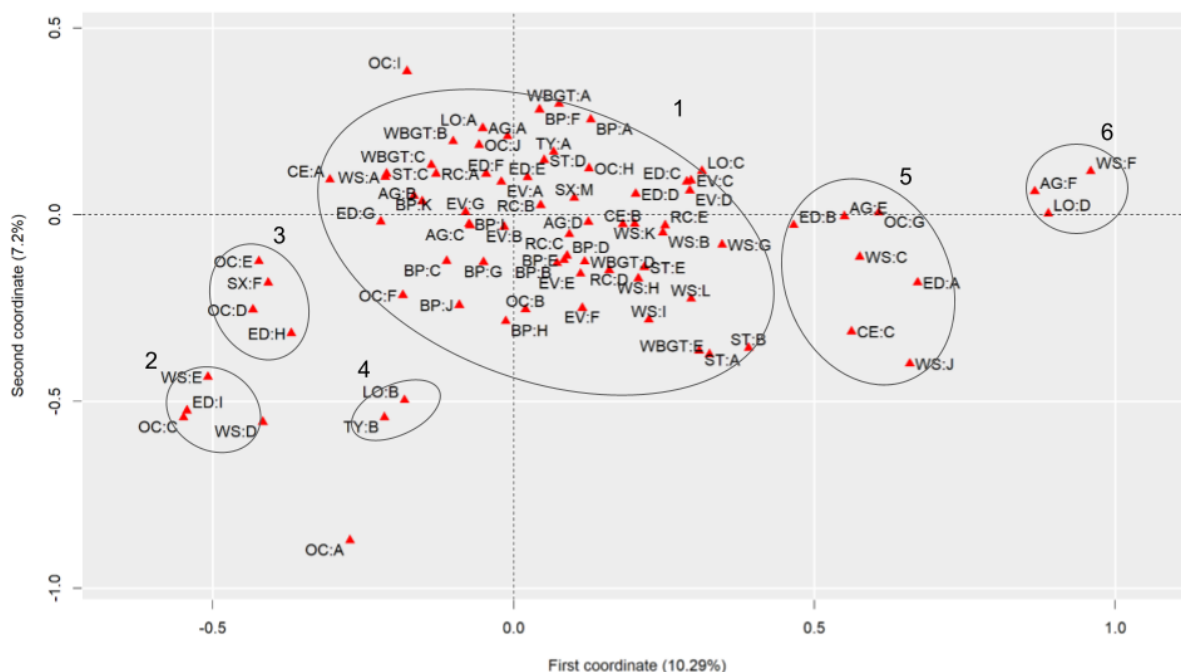
Figura 4.5 - Resultado da ACM com as variáveis de IBUTG Externo e Interno



Fonte: Autor (2022).

Como é possível verificar, é pouca a diferença entre os dois valores gerados para cada uma das fórmulas de IBUTG. Entrando em detalhes, a diferença está no posicionamento de alguns valores da variável de IBUTG, sofrendo um pequeno deslocamento, seja verticalmente ou horizontalmente. O círculo azul referente a variável de valor A se apresenta um pouco mais para cima que o triângulo verde, ou a variável de valor D, cujo círculo azul se encontra mais para a esquerda, próxima ao centro do eixo vertical, e o triângulo verde está mais para a direita. Como a análise de associação entre as variáveis é realizada de acordo com o posicionamento e proximidade entre elas, e a diferença entre as duas formas é pouca de forma a não afetar a proximidade desta variável com as demais, optou-se por selecionar apenas uma fórmula de cálculo do IBUTG, o externo, para dar continuidade na análise e discussão dos resultados. Neste caso, alterou-se o nome da variável do IBUTG para “WBGT”, referente ao nome deste índice no inglês, com o intuito de diferenciar das figuras anteriores.

Na Figura 4.5 é possível identificar alguns agrupamentos de variáveis, os chamados *clusters*, e, visando facilitar a discussão, esses *clusters* foram circulos e enumerados, como mostra a Figura 4.6.

Figura 4.6 – Visualização dos aglomerados (*clusters*) de variáveis

Fonte: Autor (2022).

Como é possível observar, muitas variáveis se apresentam próximas entre si no *cluster* de número 1, próximas ao centro das duas coordenadas, incluindo todas as variáveis climáticas. Também é possível identificar duas variáveis distantes das demais e fora de qualquer *cluster*, ambas referentes à ocupação do trabalhador, sendo “membros das forças armadas, policiais e bombeiros militares” e “trabalhadores da produção de bens e serviços industriais”.

Os demais clusters apresentam algumas associações entre variáveis específicas. O *cluster* 2 associa profissionais das ciências e das artes com servidores públicos celetista ou estatutário e de escolaridade de nível superior incompleto. O *cluster* 3 reúne trabalhadoras do sexo feminino com as ocupações de CBO 3 e 4, referentes a técnicos de nível médio e trabalhadores de serviços administrativos, respectivamente, e escolaridade de ensino médio completo.

O *cluster* 4 apresenta uma associação entre acidentes do tipo trajeto e o local definido como vias públicas. O *cluster* 5 apresentou uma associação entre trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca, autônomos ou avulsos, analfabetos ou com 1ª a 4ª série incompleta do ensino fundamental, na faixa etária dos 61 a 80 anos, e que a abertura da CAT foi definida como “Não se aplica”. Por fim, o *cluster* 6 reuniu a última faixa etária deste estudo, acima dos 81 anos, na situação de aposentado e com o local de acidente definido como domicílio próprio. A Tabela 4.4 apresenta as variáveis e valores dos *cluster* 2 ao *cluster* 6.

Tabela 4.4 - Resumo das variáveis e valores dos clusters 2 ao 6

<b>Cluster</b>	<b>Variável</b>	<b>Valor</b>
<b>2</b>	WS:D	Situação do trabalho: servidor público estatutário
	WS:E	Situação do trabalho: servidor público celetista
	ED:I	Escolaridade: superior incompleto
	OC:G	Ocupação: profissionais das ciências e das artes
<b>3</b>	OC:D	Ocupação: técnicos de nível médio
	OC:E	Ocupação: trabalhadores de serviços administrativos
	SX:F	Sexo: feminino
	ED:H	Escolaridade: ensino médio completo
<b>4</b>	TY:B	Tipo do acidente: trajeto
	LO:B	Local do acidente: via pública
<b>5</b>	AG:E	Idade: 61 a 80 anos
	ED:A	Escolaridade: Analfabeto
	ED:B	Escolaridade: Ensino fundamental incompleto
	WS:C	Situação do trabalho: Autônomo
	WS:J	Situação do trabalho: Avulso
	OC:G	Ocupação: trabalhadores agropecuários, florestais e da pesca
	CE:C	Emissão da CAT: Não se aplica
<b>6</b>	AG:F	Idade: acima de 81 anos
	WS:F	Situação do trabalho: aposentado
	LO:D	Local do acidente: domicílio próprio

Fonte: Autor (2022).

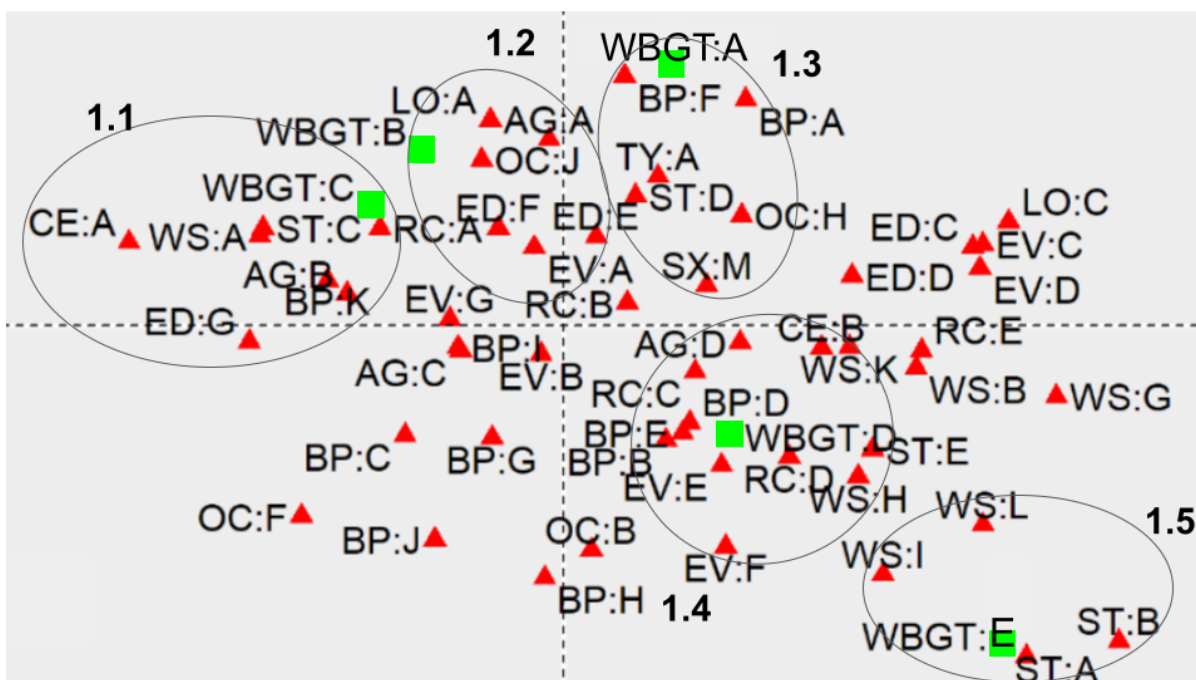
Analisando as associações entre variáveis apresentadas pelos *clusters*, é possível verificar a existência de conexões diretas, como é o caso da associação entre acidentes de trajeto acontecendo em vias públicas, ou pessoas com mais de oitenta anos estarem associadas à variável de aposentadoria. A aproximação entre esses valores é algo que, uma vez investigado, possui um sentido claro e de fácil interpretação.

Por outro lado, o comportamento entre outras variáveis nem sempre é tão clara, como é o caso do relacionamento apontado pelo *cluster 5*, que demonstrou que os casos em que não há abertura da CAT, com a justificativa de que “não se aplica”, está associado a trabalhadores da terceira idade, com baixa escolaridade, autônomos e avulsos, associados a ocupações do

setor da agricultura, florestal e da pesca. Ao se pensar na subnotificação da CAT, essa conexão com o setor agrícola ou com trabalhadores autônomos da terceira idade não é feita imediatamente. O valor de “não se aplica” para a variável de abertura da CAT pode ser aplicado quando o caso de acidente não está relacionado ao trabalho (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015), no entanto, como todos os registros deste estudo são de acidentes de trabalho, essa justificativa não é válida, a menos que se assuma que houve um erro de preenchimento da notificação. Outra explicação para este valor é que o trabalhador acidentado não está vinculado ao INSS (CORDEIRO *et al.*, 2016), o que está mais coerente ao considerar que são trabalhadores definidos como “autônomo” e “avulso”, indicando uma prestação de serviço sem necessariamente um vínculo empregatício com o contratante.

Visando um maior detalhamento das variáveis presentes no *cluster* 1, foi elaborada a Figura 4.7, que é uma ampliação do que está apresentado pela Figura 4.6. Neste caso, como as variáveis apresentam muita proximidade, optou-se por focar nas variáveis referentes ao IBUTG, de forma a voltar o foco da discussão no fator meteorológico. Dessa forma, foram criados cinco novos clusters agrupando as variáveis mais próximas de cada um dos valores de IBUTG. Para facilitar a identificação destas variáveis climáticas, estes pontos no plano estão representados por quadrados verdes.

Figura 4.7 - Aproximação visual do *Cluster* 1



Fonte: Autor (2022).

As variáveis e valores de cada *cluster* presente na Figura 4.7 estão presentes na Tabela 4.5.



Tabela 4.5 - Resumo das variáveis e valores dos *clusters* 1.1 ao 1.5

<i>Cluster</i>	Variável	Valor
<b>1.1</b>	WBGT:C	IBUTG: 16°C a 23,3°C
	ST:C	Região: Sudeste
	AG:B	Idade: 18 a 25 anos
	RC:A	Raça: Branca
	ED:G	Escolaridade: Ensino médio completo
	WS:A	Situação do trabalho: Registrado com carteira assinada
	BP:K	Parte do corpo atingida: Outros
	CE:A	Emissão da CAT: Sim
<b>1.2</b>	WBGT:B	IBUTG: 8,59°C a 16°C
	AG:A	Idade: Menores de 18 anos
	ED:E	Escolaridade: Ensino fundamental completo
	ED:F	Escolaridade: Ensino médio incompleto
	OC:J	Ocupação: Trabalhadores em serviços de reparação e manutenção
	LO:A	Local: Instalações do contratante
	EV:A	Evolução: Cura
<b>1.3</b>	WBGT:A	IBUTG: 1,17°C a 8,58°C
	SX:M	Sexo: Masculino
	ST:D	Região: Sul
	OC:H	Ocupação: Trabalhadores da produção de bens e serviços industriais
	TY:A	Tipo do acidente: Típico
	BP:A	Parte do corpo atingida: Olho
	BP:F	Parte do corpo atingida: Mão
<b>1.4</b>	WBGT:D	IBUTG: 23,31°C aos 30,7°C
	AG:D	Idade: 41 a 60 anos
	RC:C	Raça: Amarela
	RC:D	Raça: Parda
	ST:E	Região: Centro-Oeste
	WS:H	Situação do trabalho: Temporário

	WS:K	Situação do trabalho: Empregador
	BP:B	Parte do corpo atingida: Cabeça
	BP:D	Parte do corpo atingida: Tórax
	BP:E	Parte do corpo atingida: Abdome
	EV:E	Evolução do caso: Óbito por acidente de trabalho grave
	EV:F	Evolução do caso: Óbito por outras causas
	CE:B	Emissão da CAT: Não
<b>1.5</b>	WBGT:E	IBUTG: 30,71°C a 38,1°C
	ST:A	Região: Norte
	ST:B	Região: Nordeste
	WS:I	Situação do trabalho: Cooperativado
	WS:L	Situação do trabalho: Outros

Fonte: Autor (2022).

O primeiro *cluster* a ser discutido é o 1.1, cuja variável de IBUTG (WBGT) recebe o valor referente à variação de 16 a 23,3°C, se aproximando do valor médio que essa variável pode atingir. Junto a esse valor estão associados os trabalhadores de raça branca, registrados com carteira assinada, com 18 a 25 anos, da região Sudeste e com uma escolaridade de ensino médio completo. A parte do corpo atingida nesses casos foi definida como “Outro” e a emissão da CAT foi realizada. A Norma Regulamentadora NR-15, responsável por definir os limites de tolerância para exposição ao calor, possui o valor mínimo de IBUTG como 24,7°C, em que é permitido ao trabalhador uma carga de trabalho pesada sem a necessidade de intervalos, enquanto o valor máximo permeia os 33,7°C de IBUTG, em que é necessária a interrupção do trabalho e aplicação de medidas adaptativas.

No caso do cluster 1.1, assim como os seguintes *clusters* 1.2 e 1.3, o valor de IBUTG calculado é menor que o valor mínimo definido em norma. Esse valor baixo de IBUTG pode ser justificado por alguns pontos, o primeiro é devido ao estudo ter sido aplicado considerando todos os períodos do ano, não somente o período mais quente, como foi feito por outros autores (ADAM-POUPART *et al.*, 2014; LEE *et al.*, 2020). O segundo ponto é a variedade climática no Brasil, com regiões tropicais e subtropicais, de forma que regiões mais ao norte do país apresentam maiores temperaturas, enquanto o sul, afetado por ondas de massa fria, pode apresentar uma temperatura mais amena (BITENCOURT *et al.*, 2021). Como o estudo tem abrangência nacional, e como a ACM foi aplicada para toda a base de dados, sem distinção de região ou unidade federativa, é normal que apareçam valores menores de

IBUTG nos resultados também.

É importante ressaltar que não são apenas os valores altos de IBUTG que implicam em ameaças para os trabalhadores, o desconforto térmico pode acontecer também em períodos de frio, podendo levar desde uma perda na força do indivíduo, até efeitos cognitivos como enfraquecimento da memória e no tempo de reação (TAYLOR *et al.*, 2016; MARATHE *et al.*, 2019). Segundo estudos, a relação entre a segurança ocupacional e temperaturas extremas é semelhante tanto para o calor quanto para o frio, ambas exposições podem resultar em efeitos comportamentais negativos no trabalhador, como perda de concentração, descuido e fadiga, que eventualmente podem levar a acidentes de trabalho (VARGHESE *et al.*, 2019d).

O *cluster* 1.2 se refere à faixa de IBUTG de 8,59 a 16°C e associa trabalhadores menores de 18 anos, de serviços de reparação e manutenção, com ensino fundamental completo ou ensino médio incompleto. O acidente ocorreu nas instalações da contratante e a evolução do caso foi na cura da vítima. É possível ressaltar dois pontos referentes à associação existente dentro deste *cluster*. O primeiro ponto é a relação entre a variável de idade com a variável de escolaridade, os valores demonstraram uma associação apropriada e até mesmo autoexplicativa, em que um trabalhador menor de idade está ainda cursando o ensino médio ou, no mínimo, finalizou o ensino fundamental. O segundo ponto é em relação à gravidade do acidente associado a este *cluster*. Como pode-se verificar, a evolução do acidente para estes casos resultou em cura, ou seja, a lesão sofrida pelo trabalhador não resultou em uma incapacidade da vítima, nem mesmo em óbito.

O *cluster* 1.3 engloba a menor faixa de valores que o IBUTG pode receber, variando de 1,17 a 8,58°C, associando-se a acidentes típicos, ocorridos na região sul do país, com trabalhadores do sexo masculino, do setor de produção de bens e serviços industriais, e as partes do corpo atingidas foram os olhos e as mãos. Este valor baixo de IBUTG está associado à região mais fria do país, caracterizada por um clima subtropical, no entanto, as demais variáveis não demonstram uma associação clara com esta temperatura. Acidentes típicos e trabalhadores do sexo masculino são duas características predominantes na base de dados, os acidentes típicos representam 76% do total dos registros e a população masculina representa cerca de 80% das vítimas, no entanto, a região sul engloba apenas cerca de 21% do total de acidentes registrados. O setor ocupacional e as partes do corpo atingidas também não apresentam uma relação explícita com as demais variáveis, portanto, não é possível discutir com maiores detalhes o porquê deste comportamento sem que seja feito um aprofundamento nas causas e características dessas variáveis específicas.

O *cluster* 1.4 englobou a faixa de IBUTG acima da média, dos 23,31°C aos 30,7°C,

associando esse valor a trabalhadores da faixa etária dos 41 a 60 anos, das raças amarela ou parda, da região centro-oeste e com situações empregatícias de trabalhador temporário ou de empregador. Os acidentes envolveram lesões na cabeça, tórax ou abdome e evoluíram para óbito, tanto causado pela própria gravidade do acidente quanto por outras causas. Está associada a este *cluster* também a variável de não emissão da CAT.

O IBUTG deste *cluster* já está dentro da faixa de tolerância definida pela NR-15, para trabalhos de carga leve, é permitido o trabalho sem interrupções, já para cargas mais moderadas, dos 26,8°C até os 28°C é recomendado um intervalo de 15 minutos a cada hora de trabalho, e dos 28°C aos 29,5°C um intervalo de 30 minutos a cada hora trabalhada. Já para a carga de trabalho pesada, dos 28°C até os 30°C é recomendado 45 minutos de intervalo a cada hora de trabalho, acima de 30°C a NR-15 não permite que seja feito nenhum trabalho sem a adoção de outras medidas de controle (BITENCOURT; MAIA; ROSCANI, 2020; MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA, 2021).

O primeiro ponto que pode ser levantado sobre o *cluster* 1.4 é referente à gravidade dos acidentes associados a esse nível de IBUTG, apresentando o valor de óbito para a variável referente à evolução do caso. A variável de parte do corpo atingida recebeu três valores, sendo eles o tórax, a cabeça e o abdome, regiões críticas do corpo humano, o que pode explicar sua associação com o óbito da vítima. Somado a isso, ainda existe a variável de emissão da CAT, que recebeu o valor negativo. E ainda, de acordo com projeções futuras sobre o estresse ocupacional no Brasil, as regiões Centro-oeste e norte do país serão as mais críticas, com um aumento do IBUTG em 3°C até 2050, acima de 4°C em 2070 e 5°C em 2080 (BITENCOURT *et al.*, 2021).

Ou seja, essa faixa de IBUTG apresenta uma associação forte com os acidentes mais graves de toda a base, os que resultaram no óbito da vítima, e com uma das regiões com projeções de temperaturas futuras mais críticas de risco. O perfil do acidentado para este tipo de acidente se encaixa em pessoas adultas, pardas ou amarelas. É possível traçar um paralelo com outros *clusters* já discutidos, o 1.1, que associou uma faixa de IBUTG próxima de temperaturas medianas à raça branca e pessoas jovens, e o cluster 1.2, que associou temperatura mais baixas e amenas à casos em que a evolução se deu na cura da vítima. É possível levantar a hipótese, portanto, de que existe uma questão social importante a se considerar neste estudo. As duas populações mais predominantes no banco de dados, a de raça branca (52%) e a raça parda (39%) estão associadas a características opostas de acidentes de trabalho. Pessoas brancas estão próximas de valores de IBUTG medianos - que não são definidos como risco nas normas brasileiras de tolerância - enquanto a população parda tem

proximidade com os casos que resultaram em óbito do trabalhador e temperaturas mais quentes, incluídas na NR-15 sob condições de interrupção do trabalho, e ainda, apesar da gravidade do acidente, não foi realizada a emissão da Comunicação de Acidente de Trabalho.

Por fim, o *cluster* 1.5 representa a faixa de maiores valores do IBUTG, dos 30,71°C a 38,1°C, faixa esta que, de acordo com a NR-15, qualquer trabalho leve ou moderado deve ser realizado com intervalos a cada hora de trabalho, e trabalhos pesados só podem acontecer mediante adoção de medidas de controle adequada. Este *cluster* associou esta temperatura com as regiões Norte e Nordeste, e trabalhadores cuja situação empregatícia é de cooperativado ou definida como “outros”. De acordo com Bitencourt *et al.* (2021), historicamente, as regiões Norte e Nordeste apresentaram maiores valores de IBUTG, enquanto projeções futuras demonstram que as regiões norte e centro-oeste serão as mais críticas sob diferentes cenários das mudanças climáticas. Logo, essa associação é esperada e justificável. Porém, as outras variáveis relacionadas à situação de trabalho não possuem uma justificativa clara, principalmente a definida como “outros”.

Ainda, é possível notar que muitas variáveis do *cluster* 1 não foram agrupadas em nenhum novo *cluster*, justamente pela sua distância com as variáveis climáticas. Apesar de não serem o foco da discussão, essas variáveis ainda possuem associações entre elas.

#### 4.4 Considerações Finais

O estudo apresentado neste artigo tinha como proposta principal a investigação do relacionamento entre dados climáticos com dados de saúde e segurança do trabalho. Para essa exploração, dois objetivos foram definidos, um geral, que estabeleceu o método da Análise de Correspondência Múltipla como a abordagem viável para realizar essa investigação, e um mais específico, voltado à necessidade de se encontrar, tratar e definir conjuntos de dados adequados para a aplicação do método. Ao final, não apenas ambos os objetivos puderam ser cumpridos com êxito e cumpriram com a proposta inicial, mas também é possível afirmar que o cumprimento de cada um gerou contribuições para a literatura brasileira sobre o assunto.

A primeira contribuição que pode ser discutida é em relação às bases de dados. A seleção dos dados do SINAN como fonte de informações sobre SST permitiu o manuseio de informações com abrangência nacional e cobertura temporal de mais de 10 anos, possibilitando análises em escala municipal, regional e até mesmo nacional, enquanto a distribuição temporal ainda permite o foco em determinados períodos e colabora para entender a evolução dessa problemática ao longo das últimas décadas no Brasil.

Somada a esta base de dados de acidentes de trabalho, os dados meteorológicos fornecidos pelo INMET também são caracterizados por um elevado nível de detalhamento, permitindo o uso de diferentes variáveis climáticas, desde pressão atmosférica, umidade do ar, temperatura e velocidade do vento, o que possibilita desde análises com o uso direto destes indicadores meteorológicos, como também o cálculo de outros índices, como foi o caso do IBUTG deste estudo. A existência de mais de 600 estações meteorológicas cobrindo o território nacional quase que completamente, também permite entender as condições climáticas do país como um todo.

A combinação destes dois conjuntos de dados em uma nova e mais completa base de dados une não somente todas essas informações importantes sobre condições do país, mas também cria novas possibilidades de pesquisa. Além disso, a estruturação da base de dados foi realizada buscando solucionar alguns problemas que existiam nas outras bases de dados, como por exemplo a falta de estações meteorológicas em determinadas regiões do Brasil, em que foi aplicado um algoritmo para identificar a estação mais próxima de cada registro de acidente de trabalho, além de todo o processo de tratamento dos dados, excluindo os valores inválidos e nulos. De forma que a base de dados se encontra pronta para utilização.

A segunda contribuição está na aplicação da ACM e nos resultados obtidos, apontando a existência de associações entre as variáveis relacionadas ao acidente de trabalho com o índice de estresse térmico. As hipóteses levantadas neste artigo discutem preliminarmente o comportamento observado na projeção gráfica das variáveis, atuando como um facilitador para iniciar novas discussões sobre esse tópico na literatura. A partir dos apontamentos apresentados pelos *clusters*, é possível se aprofundar ainda mais nos fatores que influenciam a proximidade verificada entre as variáveis.

Alguns resultados encontrados demonstraram associações evidentes entre variáveis, cuja falta de proximidade entre elas geraria uma confusão maior do que a sua proximidade. Foi o caso, por exemplo, de acidentes de trajeto estarem associados ao local definido como “via pública”, visto que este tipo de acidente acontece quando o trabalhador está em transporte a caminho ou voltando do seu trabalho, ou seja, em rodovias, estradas e trajetos em vias públicas. Enquanto outros resultados se apresentaram menos óbvios, sendo necessário investigar com mais afinco as associações apontadas. Neste caso, alguns apontamentos se mostraram alinhados com o cenário atual de mudanças climáticas e projeções meteorológicas, como foi o caso da associação das regiões Norte e Nordeste com a faixa mais alta de IBUTG, visto que essas regiões são algumas das mais quentes do Brasil, com projeções de aumentar ainda mais nos próximos anos (BITENCOURT *et al.*, 2021).

Por outro lado, algumas associações puderam ser ainda melhor discutidas quando comparadas com outras associações encontradas ao longo do estudo. É o caso das diferenças encontradas entre o *cluster* 1.4 e o *cluster* 1.1, em que se nota que trabalhadores da raça parda estão associados com valores de IBUTG maiores e à acidentes de trabalho mais graves, enquanto trabalhadores da raça branca se associam à temperaturas mais amenas e cujo acidente resultou em cura da vítima. Estes valores apontam para um fator ainda pouco discutido na literatura brasileira sobre os efeitos da temperatura nos trabalhadores, que é a questão racial, demonstrando como pessoas de diferentes raças podem estar sofrendo as consequências das mudanças climáticas no país.

É importante ressaltar algumas limitações deste estudo. O primeiro ponto está relacionado à utilização de dados do SINAN, cujas informações são coletadas com base no preenchimento de um formulário de notificação no atendimento do trabalhador acidentado. É preciso considerar a possibilidade de que as informações ali inseridas possuem uma margem de erro, visto possível erro humano no preenchimento, e também deve-se levar em consideração que nem todos os acidentes que acontecem no Brasil são registrados, logo, assume-se um grau de subnotificação dentro deste sistema. Outro ponto limitante que pode causar certa variação nos resultados está relacionado aos dados meteorológicos. Tanto a presença mais espaçada entre uma estação e outra em determinadas regiões do país, como a falta de consistência nos dados coletados - havendo períodos com variáveis de valor nulo em algumas estações, por exemplo - foram dois problemas tratados e solucionados pelo algoritmo que designou para cada registro de acidente de trabalho uma estação meteorológica de menor distância ao local do acidente e com dados válidos. Porém, é importante ressaltar que os resultados aqui discutidos poderiam ser mais precisos caso houvesse dados climáticos completos, compostos por todas as variáveis e para todos os municípios com registro de acidente, fazendo-se desnecessária a aplicação do algoritmo.

De forma geral, as associações apontadas pelos *clusters*, e até mesmo as variáveis que se mantiveram distantes das outras, são indicadores do que pode ser aprofundado por outras pesquisas. A base de dados compilada permite que este tipo de estudo, utilizando a técnica da ACM, seja replicado com variações nos valores considerados, de forma a explorar toda a extensão das informações presentes. Estudos futuros podem se dedicar a entender o comportamento dessas variáveis próximas, visando detalhar melhor as associações levantadas, ou até mesmo verificar quais os motivos que acarretaram na falta de associação entre elas. É possível, ainda, estudos focados em conjuntos de variáveis específicas, excluindo ou incluindo informações diferentes das que foram apresentadas neste estudo, por exemplo, um

estudo focado em trabalhadores do sexo feminino, excluindo variáveis de valor masculino da análise; ou estudos em regiões distintas do Brasil; ou utilizando variáveis climáticas diferentes, como temperatura máxima e mínima.

É bastante comum a existência de artigos que explorem a relação do estresse térmico com trabalhadores de setores considerados *outdoor*, como a agricultura e a construção civil, visto que as atividades laborais são realizadas sob uma exposição ao calor muitas vezes inevitável (MCINNES *et al.*, 2018; RILEY *et al.*, 2018). Uma possível abordagem futura é a de analisar a diferença do comportamento das variáveis climáticas quando o trabalhador acidentado atuava ao ar livre ou não, para isso, é necessário identificar quais ocupações dentro da CBO se encaixam nesta categoria, para então filtrar a base de dados a aplicar a análise.

Outra abordagem comum é a de identificar períodos de ondas de calor, definidos como mais de três dias consecutivos cuja temperatura foi superior a 35°C (XIANG *et al.*, 2014), e verificar se existe uma correlação com períodos de elevados índices de acidentes de trabalho e doenças (RAMEEZDEEN; ELMUALIM, 2017; VARGHESE *et al.*, 2019c; ZAWIAH MANSOR; ISMAIL; HISHAM, 2019). Este tipo de abordagem também é possível para estudos futuros, a base de dados criada neste estudo permite consultar as temperaturas ao longo dos dias e verificar se houve a incidência de ondas de calor, de forma que é possível investigar se houve uma variação no número de acidentes de trabalho durante esse período.

Focando nos dados meteorológicos, estudos seguintes podem abordar projeções futuras do estresse térmico e exposição ao calor, identificando o nível de risco que o trabalhador brasileiro pode estar exposto ao longo das próximas décadas. É possível utilizar este conjunto de dados como base histórica para simular o comportamento destes valores climáticos sob diferentes cenários das mudanças climáticas (KOTESWARA RAO *et al.*, 2020; TIGCHELAAR; BATTISTI; SPECTOR, 2020). Este tipo de projeção possibilita entender não somente os futuros riscos que este grupo populacional estará exposto, mas também visualizar suas consequências para a produtividade dos trabalhadores e o fardo econômico associado a esta problemática (TAKAKURA *et al.*, 2017; ORLOV *et al.*, 2020).



## Referências

- ABDI, H.; VALENTIN, D. Multiple Correspondence Analysis. **Encyclopedia of measurement and statistics**, v. 2, n. 4, p. 651–657, 2007.
- ADAM-POUPART, A. *et al.* Summer outdoor temperature and occupational heat-related illnesses in Quebec (Canada). **Environmental Research**, v. 134, p. 339–344, 2014.
- ALBUQUERQUE, P. C. C. DE *et al.* Health information systems and pesticide poisoning at pernambuco. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 18, n. 3, p. 666–678, 2015.
- BAIREDDY, R.; ZHOU, H.; JALAYER, M. Multiple Correspondence Analysis of Pedestrian Crashes in Rural Illinois. **Transportation Research Record**, v. 2672, n. 38, p. 116–127, 2018.
- BASTOS-RAMOS, T. P.; SANTANA, V. S.; FERRITE, S. Estratégia Saúde da Família e notificações de acidentes de trabalho, Brasil, 2007-2011. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 4, p. 650–641, 2015.
- BERNARDINO, Í. DE M. *et al.* Multiple correspondence analysis as a strategy to explore the association between categories of qualitative variables related to oral–maxillofacial trauma and violent crimes at the community level. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 47, n. 3, p. 339–344, mar. 2018.
- BITENCOURT, D. P. Maximum wet-bulb globe temperature mapping in central–south Brazil: a numerical study. **Meteorological Applications**, v. 26, n. 3, p. 385–395, 2019.
- BITENCOURT, D. P. *et al.* Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure. **International Journal of Climatology**, v. 41, n. S1, p. E2741–E2756, 2021.
- BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; ROSCANI, R. C. The heat exposure risk to outdoor workers in Brazil. **Archives of Environmental and Occupational Health**, v. 75, n. 5, p. 281–288, 2020.
- BITENCOURT, D. P.; RUAS, Á. C.; MAIA, P. A. Análise da contribuição das variáveis meteorológicas no estresse térmico associada à morte de cortadores de cana-de-açúcar. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 1, p. 65–74, 2012.
- CARVALHO, C. A. DA S. *et al.* Saúde e Segurança no Trabalho: um relato dos números de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais no Brasil (2012-2018) / Health and Safety at Work: a portrait of occupational accident and disease numbers in Brazil (2012-2018). **Brazilian Journal of Business**, v. 2, n. 3, p. 2909–2926, 2020.
- DA SILVA, J. R. M.; TEIXEIRA, R. L. Sobrecarga térmica em fábrica de móveis. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 494–500, 2014.

- DE SOUZA, P. M. B. *et al.* Influence of climate change on working conditions in the late 21st century. **Ambiente e Sociedade**, v. 23, p. 0–2, 2020.
- DJALANTE, R. Key assessments from the IPCC special report on global warming of 1.5 °C and the implications for the Sendai framework for disaster risk reduction. **Progress in Disaster Science**, v. 1, n. February, p. 100001, 2019.
- IPCC. Global warming of 1.5°C. **Ipcc - Sr15**, v. 2, n. October, p. 17–20, 2018.
- IPCC. Technical Summary. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis.**, v. 1, n. 1, p. 3949, 2021.
- KJELLSTROM, T.; CROWE, J. Climate change, workplace heat exposure, and occupational health and productivity in Central America. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 17, n. 3, p. 270-281, 2011.
- KJELLSTROM, T.; HOLMER, I.; LEMKE, B. Workplace heat stress, health and productivity—an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. **Global health action**, v. 2, n. 1, p. 2047, 2009.
- KJELLSTROM, T. *et al.* Climate change and occupational health: A South African perspective. **South African Medical Journal**, v. 104, n. 8, p. 586-586, 2014.
- KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M. Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change. **WHO South-East Asia journal of public health**, v. 6, n. 2, p. 15-21, 2017.
- KOTESWARA RAO, K. *et al.* Projections of heat stress and associated work performance over India in response to global warming. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.
- LEE, S. W. *et al.* Spatio-temporal patterns of the minimum rest time for outdoor workers exposed to summer heat stress in South Korea. **International Journal of Biometeorology**, v. 64, n. 10, p. 1755–1765, 1 out. 2020.
- LEVI, M.; KJELLSTROM, T.; BALDASSERONI, A. Impact of climate change on occupational health and productivity: a systematic literature review focusing on workplace heat. **La Medicina del lavoro**, v. 109, n. 3, p. 163, 2018.
- LOPES DE OLIVEIRA, T. *et al.* Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil) participant's profile regarding self-rated health: a multiple correspondence analysis. **BMC Public Health**, v. 21, n. 1, p. 1–9, 2021.
- MARATHE, V. *et al.* The effect of ambient temperature on human strength. **International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development**, v. 9, n. 3, p. 1123–1132, 2019.

- MARINACCIO, A. *et al.* Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. **Environment international**, v. 133, p. 105176, 2019.
- MARTÍNEZ-SOLANAS, È. *et al.* Evaluation of the impact of ambient temperatures on occupational injuries in Spain. **Environmental Health Perspectives**, v. 126, n. 6, p. 1–10, 2018.
- MCINNES, J. A. *et al.* The impact of sustained hot weather on risk of acute work-related injury in Melbourne, Australia. **International Journal of Biometeorology**, v. 62, n. 2, p. 153–163, 1 fev. 2018.
- MELCHIOR, C. *et al.* Forecasting Brazilian mortality rates due to occupational accidents using autoregressive moving average approaches. **International Journal of Forecasting**, v. 37, n. 2, p. 825–837, 2021.
- MENEGON, L. DA S.; MENEGON, F. A.; KUPEK, E. Mortalidade por acidentes de trabalho no Brasil: análise de tendência temporal, 2006-2015. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 46, p. 1–15, 2021.
- MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Anuário Estatístico da Previdência Social**. Secretaria ed. Brasília: Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência, 2019.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **NR 15 - Atividades e Operações Insalubres**, 2021.
- MORABITO, M. *et al.* Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2020.
- NUNFAM, V. F. *et al.* Barriers to occupational heat stress risk adaptation of mining workers in Ghana. **INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOMETEOROLOGY**, v. 64, n. 7, p. 1085–1101, jul. 2020.
- OLIVEIRA, B. F. A. *et al.* Human heat stress risk prediction in the Brazilian semiarid region based on the wet-bulb globe temperature. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. 3, p. 1–13, 2019.
- ORLOV, A. *et al.* Economic costs of heat-induced reductions in worker productivity due to global warming. **Global Environmental Change**, v. 63, p. 102087, 2020.
- OSSANI, P. C.; CIRILLO, M. A. **Package ‘MVar.pt’**, 2021. Disponível em: <<http://brieger.esalq.usp.br/CRAN/web/packages/MVar.pt/MVar.pt.pdf>>
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria. R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em:

[<https://www.r-project.org/>](https://www.r-project.org/)

RAMEEZDEEN, R.; ELMUALIM, A. The impact of heat waves on occurrence and severity of construction accidents. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 1, p. 70, 2017.

RENCHER, A. C.; CHRISTENSEN W. F., **Methods of multivariate analysis**. 3th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012. 781 p.

RICCÒ, M. *et al.* Air temperatures and occupational injuries in the construction industries: A report from northern Italy (2000–2013). **Industrial Health**, v. 58, n. 2, p. 182–192, 2020.

RILEY, K. *et al.* Mortality and morbidity during extreme heat events and prevalence of outdoor work: an analysis of community-level data from Los Angeles County, California. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, p. 580, 2018.

ROSCANI, R. C.; MAIA, P. A.; MONTEIRO, M. I. Sobrecarga térmica em áreas rurais: a influência da intensidade do trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, p. 1–9, 2019.

SHENG, R. *et al.* Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 221, n. 3, p. 423–428, 2018.

SCHULTE, P. A. *et al.* Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. **JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL HYGIENE**, v. 13, n. 11, p. 847–865, 2016.

SPECTOR, J. T. *et al.* A case-crossover study of heat exposure and injury risk in outdoor agricultural workers. **PLoS one**, v. 11, n. 10, p. e0164498, 2016.

TAKAKURA, J. *et al.* Cost of preventing workplace heat-related illness through worker breaks and the benefit of climate-change mitigation. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 6, p. 064010, 2017.

TAYLOR, L. *et al.* The impact of different environmental conditions on cognitive function: A focused review. **Frontiers in Physiology**, v. 6, n. JAN, p. 1–12, 2016.

TAWATSUPA, B. *et al.* Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). **Journal of epidemiology**, v. 22, n. 3, p. 251-260, 2012.

TAWATSUPA, B. *et al.* Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: findings of the Thai Cohort Study. **Industrial health**, v. 51, n. 1, p. 34-46, 2013.

THOM DE SOUZA, R. C. Uma metodologia para classificação de dados nominais baseada

no processo KDD: ênfase aos algoritmos culturais, estimação de distribuição e análise de correspondência múltipla. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.

TIGCHELAAR, M.; BATTISTI, D. S.; SPECTOR, J. T. Work adaptations insufficient to address growing heat risk for US agricultural workers. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 9, p. 094035, 2020.

VARGHESE, B. M. *et al.* Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. **Safety science**, v. 110, p. 380-392, 2018.

VARGHESE, B. M. *et al.* Characterising the impact of heatwaves on work-related injuries and illnesses in three Australian cities using a standard heatwave definition- Excess Heat Factor (EHF). **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 29, n. 6, p. 821–830, 2019a.

VARGHESE, B. M. *et al.* Geographical variation in risk of work-related injuries and illnesses associated with ambient temperatures: A multi-city case-crossover study in Australia, 2005–2016. **Science of the total environment**, v. 687, p. 898-906, 2019b.

VARGHESE, B. M. *et al.* Heatwave and work-related injuries and illnesses in Adelaide, Australia: a case-crossover analysis using the Excess Heat Factor (EHF) as a universal heatwave index. **International archives of occupational and environmental health**, v. 92, n. 2, p. 263-272, 2019c.

VARGHESE, B. M. *et al.* The effects of ambient temperatures on the risk of work-related injuries and illnesses: Evidence from Adelaide, Australia 2003-2013. **ENVIRONMENTAL RESEARCH**, v. 170, p. 101–109, mar. 2019d.

VANOS, J.; VECCELLIO, D. J.; KJELLSTROM, T. Workplace heat exposure, health protection, and economic impacts: A case study in Canada. **American journal of industrial medicine**, v. 62, n. 12, p. 1024-1037, 2019.

VENUGOPAL, V. *et al.* Risk of kidney stone among workers exposed to high occupational heat stress - A case study from southern Indian steel industry. **The Science of the total environment**, v. 722, p. 137619, 2020.

XIANG, J. *et al.* The impact of heatwaves on workers' health and safety in Adelaide, South Australia. **Environmental Research**, v. 133, p. 90–95, 2014.

XIANG, J. *et al.* Extreme heat and occupational heat illnesses in South Australia, 2001-2010. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 72, n. 8, p. 580–586, 2015.

ZACK, B. T. *et al.* Acidente de trabalho grave: perfil epidemiológico em um município do oeste do Paraná. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 127, p. 1036–1052, 2020.

ZAWIAH MANSOR, M. P. H.; ISMAIL, R.; HISHAM, J. Effects of hydration practices on the severity of heat-related illness among municipal workers during a heat wave phenomenon. **Med J Malaysia**, v. 74, n. 4, p. 275, 2019.

## CONCLUSÃO

---

Este trabalho foi desenvolvido considerando a problemática das mudanças climáticas, um tópico muito discutido internacionalmente visto a criticidade do cenário presente e das projeções climáticas. Dentre os impactos destas alterações está o risco direto no ambiente ocupacional, principalmente no que tange a saúde e segurança dos trabalhadores. Com o objetivo de explorar essa temática sob a realidade do Brasil, definiu-se a estrutura *multipaper* para essa dissertação, possibilitando a construção de objetivos específicos solucionados ao longo de três artigos guiados por uma mesma pergunta de pesquisa: **as mudanças climáticas e o aumento da temperatura têm impacto na saúde e segurança dos trabalhadores brasileiros?**

Os três artigos foram essenciais e complementares para alcançar um resultado satisfatório na dissertação. A sequência dos artigos representa uma narrativa de pesquisa que teve início com a delimitação da literatura no primeiro artigo, levantando as tendências e lacunas na pesquisa internacional e permitindo identificar os obstáculos para o desenvolvimento de pesquisas semelhantes no Brasil, o que atuou como um motivador para o desenvolvimento do segundo artigo, buscando encontrar formas de solucionar estes empecilhos e que, uma vez solucionados, fomentou o terceiro artigo, composto pela aplicação de métodos estatísticos com o objetivo de responder à questão norteadora, investigando a associação entre clima e acidentes de trabalho no Brasil.

O mapeamento sistemático de literatura atuou como um pontapé inicial para o desenvolvimento da pesquisa e elaboração da dissertação, construindo uma base teórica que fundamentou a elaboração dos artigos seguintes. O objetivo de explorar e compreender a situação literária internacional sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde ocupacional foi alcançado com sucesso. A partir dos 170 artigos levantados, foi possível verificar uma série de afirmações que caracterizam esse tema, como uma maior predominância de pesquisas em países desenvolvidos e escassez de estudos em países tropicais como da América Latina e do continente africano, uma tendência em estudar os impactos do aumento das temperaturas, com as consequências variando de doenças ocupacionais, até perda produtiva e morte do trabalhador, e um leque amplo de possibilidades de abordagens metodológicas para explorar essa problemática. Foi identificada uma tendência bastante presente em artigos internacionais e ainda inexplorada no Brasil, que é a utilização de métodos estatísticos para verificar a associação entre alterações climáticas com a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais.

A verificação desta tendência e respectiva lacuna na pesquisa brasileira motivou a busca por soluções para preencher essa demanda. Um dos empecilhos encontrados para a aplicação de metodologias semelhantes na realidade brasileira é a dificuldade em encontrar bases de dados válidas relacionadas à saúde do trabalhador. O processo de busca e seleção de um conjunto de dados de qualidade para a utilização na pesquisa está detalhado no segundo artigo, a partir do qual é possível traçar um panorama da realidade dos dados de SST no Brasil, categorizados por informações descentralizadas, incompletas e inacessíveis. Apesar disso, foi possível encontrar a base de dados de acidentes de trabalho do SINAN, que demonstrou se encaixar nos critérios definidos de seleção e caracterizada por dados de todas as regiões do Brasil, com registros diários e cobertura de mais de 10 anos. A análise descritiva desta base de dados demonstrou uma maior tendência de acidentes típicos afetando trabalhadores do sexo masculino, dos 20 aos 34 anos, que se declaram como da raça branca, com escolaridade mínima de ensino fundamental e do setor de produção de bens e serviços industriais, com o estado de São Paulo liderando no número de registros no banco de dados.

Uma vez que foi estabelecida uma base de dados válida, o terceiro artigo foi desenvolvido detalhando o processo de utilização destes dados para verificar a relação entre acidentes de trabalho com as alterações climáticas, sendo este o objetivo geral de pesquisa da dissertação. Um dos principais resultados obtidos com o terceiro artigo foi a construção de uma nova base de dados compilando informações históricas de acidentes de trabalho com as variáveis climáticas do mesmo período e local do acidente, integrando esses dois conjuntos de



dados em um só local. Essa união possibilita investigar a relação entre essas variáveis de forma mais prática e facilitada, além de possibilitar outros tipos de estudos sobre essas informações. Além disso, a ACM, apesar de se diferenciar das abordagens encontradas no mapeamento sistemático, mostrou-se útil e gerou bons resultados. A representação gráfica gerada pela ACM aponta, por meio da proximidade entre as variáveis em um mesmo plano, hipóteses da existência de uma relação entre os valores da base de dados, servindo como uma suposição preliminar que pode motivar estudos futuros e mais aprofundados sobre o assunto. Neste artigo, os resultados indicaram possíveis associações entre as variáveis climáticas e determinados valores dos dados registrados na base do SINAN, como valores de temperatura mais elevados associados a acidentes nas regiões Norte e Nordeste, acidentes mais graves associados a temperaturas acima da média e trabalhadores com menor grau de escolaridade, assim como trabalhadores acidentados declarados da raça branca associados a temperaturas amenas enquanto aqueles que se declaram da raça parda estão associados a temperaturas mais quentes.

As contribuições desta pesquisa permeiam três principais pontos. O primeiro é em relação à exploração da literatura sobre o tópico das mudanças climáticas e sua relação com a saúde ocupacional. A fundamentação teórica levantada pelo mapeamento sistemático permite compreender a abrangência deste tipo de pesquisa em todo o mundo, apontando as tendências nas metodologias utilizadas, as lacunas nos efeitos estudados e os principais ambientes de trabalho e regiões do mundo sob maior risco. O mapeamento provou-se útil na própria elaboração desta dissertação, apontando uma lacuna na literatura brasileira que pôde ser explorada pelos demais artigos, portanto, esse tipo de pesquisa ainda pode gerar outras contribuições para a literatura nacional ou internacional.

O segundo ponto em relação às contribuições está voltado à pesquisa, identificação e seleção de uma base de dados de acidentes de trabalho e, posteriormente, à integração dessas informações de saúde com dados meteorológicos, construindo uma nova base de dados. Conforme discutido no segundo artigo, ao trabalhar com dados relacionados à saúde e segurança de trabalhadores no Brasil, enfrenta-se alguns problemas relacionados a informações dispostas em diferentes fontes federais, informações que não contemplam todo o território nacional, dados incompletos ou pouco detalhados e, até mesmo, dados indisponíveis para acesso público. A identificação de uma base de dados com qualidade, com informações de todo o território nacional e com bastante detalhes, gera uma contribuição acadêmica que representa a possibilidade de explorar esse conjunto de dados em pesquisas futuras. A base de dados construída no terceiro artigo, de acordo tanto com o mapeamento sistemático que não

identificou a existência de algo parecido, quanto a exploração das bases de dados nacionais sobre o tópico que tampouco encontrou esse tipo de dados, é uma inovação no cenário de pesquisa nacional. A combinação destes dados demandou a elaboração de um algoritmo para identificar as estações climáticas com dados válidos associadas a cada registro de acidente de trabalho, o que demandou tempo e esforço computacional. O resultado final permite acessar as informações meteorológicas, como temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica e velocidade do vento, do local e dia em que houve registro de acidente de trabalho entre 2006 e 2019 de todo o Brasil. Isso possibilita desde novas análises sobre a associação entre clima e acidente de trabalho, até mesmo a aplicação de outras abordagens identificadas no mapeamento que ainda não foram aplicadas no Brasil.

O último ponto das contribuições desta dissertação é referente aos resultados obtidos com a aplicação da Análise de Correspondência Múltipla. A representação gráfica bem sucedida da proximidade entre as variáveis, assim como a formulação de hipóteses sobre as associações entre estresse térmico e determinadas características dos trabalhadores acidentados, demonstram a validade de se utilizar a técnica da ACM para avaliar este tipo de dado. As hipóteses levantadas contribuem no estabelecimento de uma noção primária dos riscos associados ao estresse térmico no Brasil, possibilitando a identificação dos atributos ocupacionais associados a diferentes níveis de exposição ao estresse térmico. Cada hipótese pode ser futuramente explorada mais profundamente para compreender e detalhar essas relações encontradas.

É importante ressaltar algumas limitações a este estudo, além das limitações apontadas em cada artigo anteriormente. O principal ponto que retardou o desenvolvimento da pesquisa foi o de identificação e seleção de uma base de dados válida. Um extenso período da elaboração da dissertação foi despendido para esse processo, em que diferentes fontes de informação federais foram consultadas. A princípio, a base de dados da CAT, fornecida pelo INSS, estava em foco para a realização da pesquisa, porém, ao verificar sua cobertura de apenas dois anos e a ausência de dados de todos os estados do Brasil, foi descartada. Em seguida, consultando outros pesquisadores da área de SST, uma base de dados de 2019 de acidentes de trabalho graves, que resultaram em óbito do trabalhador, foi considerada. No entanto, após análise e tratamento dos dados, optou-se por descartar essa opção, visto sua cobertura de apenas um ano e, conseqüentemente, baixa quantidade de dados. Deu-se início, então, a um processo que envolveu desde o *download* de ferramentas governamentais para acesso aos dados, até entrar em contato com representantes oficiais de órgãos federativos responsáveis pelo controle e disseminação dessas informações. Esse processo levou mais

tempo que o desejado, o que acabou por atrasar a finalização da pesquisa, de forma que não foi possível a aplicação de métodos estatísticos capazes de detalhar mais profundamente as associações encontradas. Porém, o próprio desenvolvimento desta pesquisa e os resultados obtidos já são capazes de solucionar essa limitação, de forma que os próximos estudos sobre essa temática não precisarão passar por esse processo de busca da base de dados, podendo utilizar a base compilada nesta pesquisa.

Para pesquisas futuras, a principal sugestão é a utilização da base de dados do terceiro artigo para explorar as tendências e lacunas apontadas pelo mapeamento sistemático, mais especificamente no desenvolvimento de artigos observacionais que utilizam dados secundários para investigar a relação entre variações climáticas e saúde ocupacional. Existe uma tendência na literatura para artigos que explorem estatisticamente essa relação, como por meio da metodologia de estudo de caso cruzado que considera a data do acidente como referência e compara os valores climáticos com datas sem acidentes, ou o uso de modelos de regressão linear, não linear, ou logística para quantificar essa associação. Este tipo de abordagem é ainda inexplorada no Brasil e os resultados obtidos pelo terceiro artigo representam uma base que permite o desenvolvimento deste tipo de pesquisa.

Nesse sentido, o banco de dados representa um leque amplo de oportunidades para pesquisas futuras, permitindo desde a exploração estatística de todo o cenário brasileiro, como também a aplicação em nichos distintos, como por exemplo limitar a pesquisa a determinadas regiões do Brasil, ou focar em um grupo específico de ocupações, como as consideradas ao ar livre. Ainda, para avaliar o risco climático neste estudo, foi calculado e utilizado o IBUTG, no entanto, pesquisas futuras podem utilizar os dados climáticos de outra forma, podendo desde explorar variáveis não relacionadas a temperatura, como umidade do ar ou velocidade do vento, ou realizar o cálculo de outros índices, como o Humidex (SPECTOR *et al.*, 2016) ou o *Heat Index* (TIGCHELAAR; BATTISTI; SPECTOR, 2020), até mesmo usar as próprias medidas de temperatura máxima e mínima do dia.

## REFERÊNCIAS

---

- ACHARYA, P.; BOGGESS, B.; ZHANG, K. Assessing heat stress and health among construction workers in a changing climate: a review. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 2, p. 247, 2018.
- AGUIRRE, A. A. Changing patterns of emerging zoonotic diseases in wildlife, domestic animals, and humans linked to biodiversity loss and globalization. **ILAR Journal**, v. 58, n. 3, p. 315–318, 2017.
- ARJONA, R. H. et al. Climate change and agricultural workers' health in Ecuador: occupational exposure to UV radiation and hot environments. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 52, n. 3, p. 368-373, 2016.
- AZÓCAR, G. et al. Climate change perception, vulnerability, and readiness: inter-country variability and emerging patterns in Latin America. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 11, n. 1, p. 23–36, 2021.
- BANERJEE, O. et al. Climate Change Impacts on Agriculture in Latin America and the Caribbean: An Application of the Integrated Economic-Environmental Modeling (IEEM) Platform. **IDB Publications (Working Papers)**, n. November, 2021.
- BERHANE, K.; KUMIE, A.; SAMET, J.. Health effects of environmental exposures, occupational hazards and climate change in Ethiopia: synthesis of situational analysis, needs assessment and the way forward. **Ethiopian Journal of Health Development**, v. 30, n. 1, p. 50-56, 2016.
- BIESBROEK, G. R. et al. On the nature of barriers to climate change adaptation. **Regional Environmental Change**, v. 13, n. 5, p. 1119–1129, 2013.
- BITENCOURT, D. P. Maximum wet-bulb globe temperature mapping in central–south Brazil: a numerical study. **Meteorological applications**, v. 26, n. 3, p. 385-395, 2019.

- BITENCOURT, D. P.; MAIA, P. A.; ROSCANI, R. C. The heat exposure risk to outdoor workers in Brazil. **Archives of Environmental and Occupational Health**, v. 75, n. 5, p. 281–288, 2020.
- BITENCOURT, D. et al. Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure. **International Journal of Climatology**, v. 41, p. E2741-E2756, 2021.
- BLAZEJCZYK, K.; BARANOWSKI, J.; BLAZEJCZYK, A. Heat stress and occupational health and safety - Spatial and temporal differentiation. **Miscellanea Geographica**, v. 18, n. 1, p. 61–67, 2014.
- BRESLIN, F. C.; SMITH, P. Age-related differences in work injuries: A multivariate, population-based study. **American journal of industrial medicine**, v. 48, n. 1, p. 50-56, 2005.
- BRESLIN, F. C.; SMITH, P. Trial by fire: a multivariate examination of the relation between job tenure and work injuries. **Occupational and Environmental Medicine**, v. 63, n. 1, p. 27-32, 2006.
- BUTLER-DAWSON, J. et al. Evaluation of heat stress and cumulative incidence of acute kidney injury in sugarcane workers in Guatemala. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 92, n. 7, p. 977-990, 2019.
- CROWE, J. et al. Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica. **American journal of industrial medicine**, v. 56, n. 10, p. 1157-1164, 2013.
- DALLY, M. et al. The impact of heat and impaired kidney function on productivity of Guatemalan sugarcane workers. **PLoS One**, v. 13, n. 10, p. e0205181, 2018.
- DAS, S.; SUN, X.. Association knowledge for fatal run-off-road crashes by multiple correspondence analysis. **IATSS Research**, v. 39, n. 2, p. 146-155, 2016.
- DE CARVALHO, B. M. et al. Vector-borne diseases in Brazil: Climate change and future global warming scenarios. **Sustentabilidade em Debate**, v. 11, n. 3, p. 361–382, 2020.
- D'OVIDIO, M. C. et al. Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention. **Annali dell'Istituto Superiore di Sanità**, v. 52, n. 3, p. 406-414, 2016.
- DU, C. et al. Modification of the Predicted Heat Strain (PHS) model in predicting human thermal responses for Chinese workers in hot environments. **Building and Environment**, v. 165, n. May, p. 106349, 2019.
- DONG, X. S. et al. Heat-related deaths among construction workers in the United States. **American journal of industrial medicine**, v. 62, n. 12, p. 1047-1057, 2019.

- GATTO, M. P.; CABELLA, R.; GHERARDI, M.. Climate change: the potential impact on occupational exposure to pesticides. **Annali dell'Istituto superiore di sanita**, v. 52, n. 3, p. 374-385, 2016.
- GUO, Y. et al. Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. **PLoS Medicine**, v. 15, n. 7, p. 1–17, 2018.
- HEIDARI, H. et al. Outdoor occupational environments and heat stress in IRAN. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2015.
- IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]**, v. 1, n. 1, p. 104, 2007.
- IPCC. Global warming of 1.5°C. **Ipcc - Sr15**, v. 2, n. October, p. 17–20, 2018.
- IPCC. Summary for Policy Makers. In: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Switzerland. v. 1p. 40.
- IPCC. Summary for Policy Makers. In: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 1. ed. p. 37.
- KAUSTELL, K. O. et al. Predictors for occupational injuries and diseases among commercial fishers in Finland 1996–2015. **International maritime health**, v. 68, n. 4, p. 196-202, 2017.
- KIEFER, M. et al. Worker health and safety and climate change in the Americas: issues and research needs. **REVISTA PANAMERICANA DE SALUD PUBLICA-PAN AMERICAN JOURNAL OF PUBLIC HEALTH**, v. 40, n. 3, p. 192–197, 2016.
- KJELLSTROM, T.; HOLMER, I.; LEMKE, B. Workplace heat stress, health and productivity-an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. **Global Health Action**, v. 2, n. 1, 2009.
- KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M. Mapping occupational heat exposure and effects in South-East Asia: ongoing time trends 1980–2011 and future estimates to 2050. **Industrial health**, v. 51, n. 1, p. 56-67, 2013.
- KJELLSTROM, T.; LEMKE, B.; OTTO, M. Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change. **WHO South-East Asia journal of public health**, v. 6, n. 2, p. 15–21, 2017.
- LEITE, M. R. et al. Sugarcane cutting work, risks, and health effects: a literature review.

**Revista de saúde pública**, v. 52, 2018.

MA, R. et al. Estimation of work-related injury and economic burden attributable to heat stress in Guangzhou, China. **Science of the Total Environment**, v. 666, p. 147–154, 2019.

MARTÍNEZ-SOLANAS, È. et al. Evaluation of the impact of ambient temperatures on occupational injuries in Spain. **Environmental Health Perspectives**, v. 126, n. 6, p. 1–10, 2018.

MCINNES, J. A. et al. Association between high ambient temperature and acute work-related injury: a case-crossover analysis using workers' compensation claims data.

**SCANDINAVIAN JOURNAL OF WORK ENVIRONMENT & HEALTH**, v. 43, n. 1, p. 86–94, jan. 2017.

MCINNES, J. A. et al. The impact of sustained hot weather on risk of acute work-related injury in Melbourne, Australia. **International journal of biometeorology**, v. 62, n. 2, p. 153-163, 2018.

MORABITO, M. et al. Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2020.

NAVA, A. et al. The impact of global environmental changes on infectious disease emergence with a focus on risks for Brazil. **ILAR Journal**, v. 58, n. 3, p. 393–400, 2017.

NAKANO, K. Future risk of dengue fever to workforce and industry through global supply chain. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, v. 23, n. 3, p. 433-449, 2018.

NEWMAN, F.; HUMPHRYS, E.. Construction workers in a climate precarious world. **Critical Sociology**, v. 46, n. 4-5, p. 557-572, 2020.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **NR 15 - Atividades e Operações Insalubres**, 2021.

ORLOV, A. et al. Economic costs of heat-induced reductions in worker productivity due to global warming. **Global Environmental Change**, v. 63, n. April, p. 102087, 2020.

PARK, J.; KIM, Y.; OH, I.. Factors affecting heat-related diseases in outdoor workers exposed to extreme heat. **Annals of occupational and environmental medicine**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2017.

QUILLER, G. et al. Heat exposure and productivity in orchards: Implications for climate change research. **Archives of environmental & occupational health**, v. 72, n. 6, p. 313-316, 2017.

RICCÒ, M. et al. Air temperatures and occupational injuries in the construction industries: a

- report from Northern Italy (2000–2013). **Industrial health**, p. 2018-0268, 2020.
- RILEY, K. et al. Mortality and morbidity during extreme heat events and prevalence of outdoor work: an analysis of community-level data from Los Angeles County, California. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, p. 580, 2018.
- ROCHA, M. S. et al. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan): principais características da notificação e da análise de dados relacionada à tuberculose. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 29, n. 1, p. e2019017, 2020.
- ROELOFS, C. Without warning: Worker deaths from heat 2014–2016. **New solutions: a journal of environmental and occupational health policy**, v. 28, n. 2, p. 344-357, 2018.
- ROWLINSON, S. et al. Management of climatic heat stress risk in construction: a review of practices, methodologies, and future research. **Accident Analysis & Prevention**, v. 66, p. 187-198, 2014.
- SAHU, S.; SETT, M.; KJELLSTROM, T. Heat exposure, cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: implications for a climate change future. **Industrial health**, 2013.
- SAVARESI, A. The Paris agreement: A new beginning? **Journal of Energy and Natural Resources Law**, v. 34, n. 1, p. 16–26, 2016.
- SCHOFIELD, K. E.; RYAN, A. D.; STROINSKI, C. Risk factors for occupational injuries in schools among educators and support staff. **Journal of Safety Research**, 2021.
- SENA, A. et al. Managing the health impacts of drought in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 10, p. 10737–10751, 2014.
- SHENG, R. et al. Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 221, n. 3, p. 423-428, 2018.
- SILVA, J. R. M.; TEIXEIRA, R. L. Sobrecarga térmica em fábrica de móveis. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 494-500, 2014.
- SONG, X. et al. Impact of ambient temperature on morbidity and mortality: An overview of reviews. **Science of the Total Environment**, v. 586, n. 222, p. 241–254, 2017.
- TAKAKURA, J. et al. Cost of preventing workplace heat-related illness through worker breaks and the benefit of climate-change mitigation. **Environmental Research Letters**, v. 12, n. 6, 2017.
- TAKAKURA, J. et al. Limited Role of Working Time Shift in offsetting the Increasing



- Occupational-Health Cost of Heat Exposure. **EARTHS FUTURE**, v. 6, n. 11, p. 1588–1602, nov. 2018.
- TAWATSUPA, B. et al. Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS). **Journal of epidemiology**, v. 22, n. 3, p. 251-260, 2012.
- TIGCHELAAR, M.; BATTISTI, D. S.; SPECTOR, J. T. Work adaptations insufficient to address growing heat risk for US agricultural workers. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 9, p. 094035, 2020.
- SPECTOR, J. T. et al. A case-crossover study of heat exposure and injury risk in outdoor agricultural workers. **PLoS one**, v. 11, n. 10, p. e0164498, 2016.
- VARGHESE, B. M. et al. Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review. **Safety Science**, v. 110, n. August 2017, p. 380–392, 2018.
- VARGHESE, B. M. et al. Characterising the impact of heatwaves on work-related injuries and illnesses in three Australian cities using a standard heatwave definition- Excess Heat Factor (EHF). **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 29, n. 6, p. 821–830, 2019a.
- VARGHESE, B. M. et al. Heatwave and work-related injuries and illnesses in Adelaide, Australia: a case-crossover analysis using the Excess Heat Factor (EHF) as a universal heatwave index. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 92, n. 2, p. 263–272, 3 fev. 2019b.
- VENUGOPAL, V. et al. Risk of kidney stone among workers exposed to high occupational heat stress-A case study from southern Indian steel industry. **SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT**, v. 722, jun. 2020.
- VONESCH, N. et al. Climate change, vector-borne diseases and working population. **Annali dell'Istituto superiore di sanita**, v. 52, n. 3, p. 397-405, 2016.
- XIANG, J. et al. Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001–2010. **Occupational and environmental medicine**, v. 71, n. 4, p. 246-252, 2014.
- YI, W.; CHAN, A. P. C. Effects of heat stress on construction labor productivity in Hong Kong: A case study of rebar workers. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 9, 2017.
- ZANDER, K. K. et al. Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. **NATURE CLIMATE CHANGE**, v. 5, n. 7, p. 647+, jul. 2015.
- ZACK, B. T. *et al.* Acidente de trabalho grave: perfil epidemiológico em um município do

oeste do Paraná. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 127, p. 1036–1052, 2020.

## APÊNDICE A – Lista de Artigos do Mapeamento do Artigo 1

---

<b>ID</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano de Publicação</b>
A001	A Review of Measures against Increasing Temperature and Climate Change for the Safeguard of Workers in India	(DEHURY; DEHURY, 2017)	2017
A002	Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health	(SCHULTE <i>et al.</i> , 2016)	2016
A003	A case-crossover study of heat exposure and injury risk in outdoor agricultural workers	(SPECTOR <i>et al.</i> , 2016)	2016
A004	An Overview of Occupational Risks From Climate Change	(APPLEBAUM <i>et al.</i> , 2016)	2016
A005	Assessing Climate Change and Heat Stress Responses in the Tarai Region of Nepal	(PRADHAN <i>et al.</i> , 2013)	2013
A006	Assessing heat stress and health among construction workers in a changing climate: A review	(ACHARYA; BOGGESS; ZHANG, 2018)	2018
A007	Assessment of heat stress exposure among construction workers in the hot desert climate of Saudi Arabia	(AL-BOUWARTH AN <i>et al.</i> , 2019)	2019
A008	Assessment of the economic impacts of heat waves: A case study of Nanjing, China	(XIA <i>et al.</i> , 2018)	2018
A009	Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: Findings of the Thai cohort study	(TAWATSUPA <i>et al.</i> , 2013)	2013
A010	Air temperatures and occupational injuries in the construction industries: A report from northern Italy (2000–2013)	(RICCÒ <i>et al.</i> , 2020a)	2020
A011	Association between high ambient temperature and acute work-related	(MCINNES <i>et al.</i> , 2017)	2017

	injury: a case-crossover analysis using workers' compensation claims data		
A012	Barriers to occupational heat stress risk adaptation of mining workers in Ghana	(NUNFAM <i>et al.</i> , 2020)	2020
A013	Association between high temperature and work-related injuries in Adelaide, South Australia, 2001-2010	(XIANG <i>et al.</i> , 2014a)	2014
A014	Characterising the impact of heatwaves on work-related injuries and illnesses in three Australian cities using a standard heatwave definition- Excess Heat Factor (EHF)	(VARGHESE <i>et al.</i> , 2019d)	2019
A015	Climate change adaptation in South Africa: a case study on the role of the health sector	(CHERSICH; WRIGHT, 2019)	2019
A016	Climate change and agricultural workers' health in Ecuador: occupational exposure to UV radiation and hot environments	(ARJONA <i>et al.</i> , 2016)	2016
A017	Climate change and occupational allergies: an overview on biological pollution, exposure and prevention	(D'OVIDIO <i>et al.</i> , 2016)	2016
A018	Climate Change and Occupational Health and Safety in a Temperate Climate: Potential Impacts and Research Priorities in Quebec, Canada	(ADAM-POUPART <i>et al.</i> , 2013)	2013
A019	Characterizing occupational heat-related mortality in the United States, 2000-2010: An analysis using the census of fatal occupational injuries database	(GUBERNOT; ANDERSON; HUNTING, 2015)	2015
A020	Climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers: Perspectives of supervisors and other stakeholders in Ghana	(NUNFAM <i>et al.</i> , 2019a)	2019
A021	Climate change and rising heat: Population health implications for working people in Australia	(HANNA <i>et al.</i> , 2011)	2013
A022	Climate change and safety at work with ionizing radiations	(CONTESSA <i>et al.</i> , 2016)	2016
A023	Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity	(ENRICO MARCHETTI; CAPONE; FREDA, 2016)	2016
A024	Climate change induced occupational stress and reported morbidity among cocoa farmers in South-Western Nigeria	(OYEKALE, 2015)	2015
A025	Climate change, vector-borne diseases and working population	(VONESCH <i>et al.</i> , 2016)	2016

A026	Climate change and occupational health: A South African perspective	(KJELLSTROM <i>et al.</i> , 2014)	2014
A027	Climate change: the potential impact on occupational exposure to pesticides	(GATTO; CABELLA; GHERARDI, 2016)	2016
A028	Climate Change, Workplace Heat Exposure, and Occupational Health and Productivity in Central America	(KJELLSTROM; CROWE, 2011)	2011
A029	Climate conditions and work-related fatigue among professional drivers	(MAKOWIEC-DA BROWSKA <i>et al.</i> , 2019)	2019
A030	Climate conditions, workplace heat and occupational health in South-East Asia in the context of climate change	(KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2017)	2017
A031	Construction Workers in a Climate Precarious World	(NEWMAN; HUMPHRYS, 2020)	2020
A032	Critical body temperature profile as indicator of heat stress vulnerability	(NAG; DUTTA; NAG, 2013)	2013
A033	Climate change-induced heat risks for migrant populations working at brick kilns in India: a transdisciplinary approach	(LUNDGREN-KO WNACKI <i>et al.</i> , 2018)	2018
A034	Cost of preventing workplace heat-related illness through worker breaks and the benefit of climate-change mitigation	(TAKAKURA <i>et al.</i> , 2017)	2017
A035	Current and future heat stress in Nicaraguan work places under a changing climate	(SHEFFIELD <i>et al.</i> , 2013)	2013
A036	Do exposure to outdoor temperatures, NO <sub>2</sub> and PM <sub>10</sub> affect the work-related injuries risk? A case-crossover study in three Italian cities, 2001-2010	(SCHIFANO <i>et al.</i> , 2019)	2019
A037	Does hot weather affect work-related injury? A case-crossover study in Guangzhou, China	(SHENG <i>et al.</i> , 2018)	2018
A038	Economic costs of heat-induced reductions in worker productivity due to global warming	(ORLOV <i>et al.</i> , 2020)	2020
A039	Effects of heat stress on construction labor productivity in Hong Kong: A case study of rebar workers	(YI; CHAN, 2017)	2017
A040	Effects of Heat Stress on Working Populations when Facing Climate Change	(LUNDGREN <i>et al.</i> , 2013)	2013
A041	Epidemiological evidence from south Indian working population—the heat exposures and health linkage	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2020c)	2020

A042	Escalating environmental summer heat exposure—a future threat for the European workforce	(CASANUEVA <i>et al.</i> , 2020)	2020
A043	Economic Losses of Heat-Induced Reductions in Outdoor Worker Productivity: a Case Study of Europe	(ORLOV <i>et al.</i> , 2019)	2019
A044	Evaluating the effectiveness of labor protection policy on occupational injuries caused by extreme heat in a large subtropical city of China	(SU <i>et al.</i> , 2020)	2020
A045	Evaluation of heat stress and cumulative incidence of acute kidney injury in sugarcane workers in Guatemala	(BUTLER-DAWSON <i>et al.</i> , 2019)	2019
A046	Evaluation of wearable sensors for physiologic monitoring of individually experienced temperatures in outdoor workers in southeastern US	(RUNKLE <i>et al.</i> , 2019)	2019
A047	Excessive occupational heat exposure: A significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers	(LUCAS; EPSTEIN; KJELLSTROM, 2014)	2014
A048	Exertional heat illness: knowledge and behavior among construction workers	(EL-SHAFEI <i>et al.</i> , 2018)	2018
A049	Effect of summer outdoor temperatures on work-related injuries in Quebec (Canada)	(ADAM-POUPART <i>et al.</i> , 2015)	2015
A050	Farmer health and adaptive capacity in the face of climate change and variability. part 1: Health as a contributor to adaptive capacity and as an outcome from pressures coping with climate related adversities	(BERRY <i>et al.</i> , 2011)	2011
A051	Farmer health and adaptive capacity in the face of climate change and variability. part 2: Contexts, personal attributes and behaviors	(HOGAN; BODE; BERRY, 2011)	2011
A052	Farmers' perceived risks of climate change and influencing factors: A study in the Mekong Delta, Vietnam	(LE DANG <i>et al.</i> , 2014)	2014
A053	Effects of climate change-related heat stress on labor productivity in South Korea	(LEE; LEE; LIM, 2018)	2018
A054	Estimating population heat exposure and impacts on working people in conjunction with climate change	(KJELLSTROM <i>et al.</i> , 2018)	2018
A055	Global and Mediterranean climate change: a short summary	(CIARDINI <i>et al.</i> , 2016)	2016
A056	Health effects of environmental exposures, occupational hazards and	(BERHANE; KUMIE; SAMET,	2016

	climate change in Ethiopia: Synthesis of situational analysis, needs assessment and the way forward	2016)	
A057	Estimation of work-related injury and economic burden attributable to heat stress in Guangzhou, China	(MA <i>et al.</i> , 2019)	2019
A058	Health Impacts of Workplace Heat Exposure: An Epidemiological Review	(XIANG <i>et al.</i> , 2014c)	2014
A059	Heat Exposure and Occupational Injuries: Review of the Literature and Implications	(SPECTOR <i>et al.</i> , 2019)	2019
A060	Heat exposure and productivity in orchards: Implications for climate change research	(QUILLER <i>et al.</i> , 2017)	2017
A061	Heat exposure in sugarcane workers in Costa Rica during the non-harvest season	(CROWE <i>et al.</i> , 2010)	2010
A062	Heat exposure in the Canadian workplace	(JAY; KENNY, 2010)	2010
A063	Heat exposure on farmers in northeast Ghana	(FRIMPONG <i>et al.</i> , 2017)	2017
A064	Heat exposure, cardiovascular stress and work productivity in rice harvesters in India: Implications for a climate change future	(SAHU; SETT; KJELLSTROM, 2013)	2013
A065	Heat stress and inadequate sanitary facilities at workplaces - an occupational health concern for women?	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2016a)	2016
A066	Evaluation of the impact of ambient temperatures on occupational injuries in Spain	(MARTÍNEZ-SOL ANAS <i>et al.</i> , 2018)	2018
A067	Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia	(ZANDER <i>et al.</i> , 2015)	2015
A068	Extreme heat and occupational heat illnesses in South Australia, 2001-2010	(XIANG <i>et al.</i> , 2015)	2015
A069	Heat waves occurrence and outdoor workers' self-assessment of heat stress in Slovenia and Greece	(POGAČAR <i>et al.</i> , 2019)	2019
A070	Heat, Human Performance, and Occupational Health: A Key Issue for the Assessment of Global Climate Change Impacts	(KJELLSTROM <i>et al.</i> , 2016)	2016
A071	Heat-health vulnerability in temperate climates: lessons and response options from Ireland	(PATERSON; GODSMARK, 2020)	2020
A072	Factors affecting heat-related diseases in outdoor workers exposed to extreme heat	(PARK; KIM; OH, 2017)	2017
A073	Heat-related illness knowledge and practices among California hired farm	(STOECKLIN-MA ROIS <i>et al.</i> , 2013)	2013

	workers in the MICASA study		
A074	Future risk of dengue fever to workforce and industry through global supply chain	(NAKANO, 2018)	2018
A075	Geographical variation in risk of work-related injuries and illnesses associated with ambient temperatures: A multi-city case-crossover study in Australia, 2005-2016	(VARGHESE <i>et al.</i> , 2019a)	2019
A076	How are healthy, working populations affected by increasing temperatures in the tropics? Implications for climate change adaptation policies	(MASUDA <i>et al.</i> , 2019)	2019
A077	Heat stress and occupational health and safety - Spatial and temporal differentiation	(BLAZEJCZYK; BARANOWSKI; BLAZEJCZYK, 2014)	2014
A078	Impact of climate change on occupational exposure to solar radiation	(GRANDI <i>et al.</i> , 2016)	2016
A079	Impact of climate change on occupational health and productivity: A systematic literature review focusing on workplace heat	(LEVI; KJELLSTROM; BALDASSERONI, 2018)	2018
A080	Heat Stress Impacts on Cardiac Mortality in Nepali Migrant Workers in Qatar	(PRADHAN <i>et al.</i> , 2019)	2019
A081	Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities	(MODA; LEAL FILHO; MINHAS, 2019)	2019
A082	Heat-related deaths among construction workers in the United States	(DONG <i>et al.</i> , 2019)	2019
A083	Heat-related productivity loss: benefits derived by working in the shade or work-time shifting	(MORABITO <i>et al.</i> , 2020)	2020
A084	Influence of occupational heat stress on labour productivity - a case study from Chennai, India	(CHINNADURAI <i>et al.</i> , 2016)v	2016
A085	Is the Australian construction industry prepared for climate change?	(HURLIMANN; WARREN-MYERS ; BROWNE, 2019)	2019
A086	Heatwave and work-related injuries and illnesses in Adelaide, Australia: a case-crossover analysis using the Excess Heat Factor (EHF) as a universal heatwave index	(VARGHESE <i>et al.</i> , 2019b)	2019
A087	Identification of Workers Exposed Concomitantly to Heat Stress and Chemicals	(BOURBONNAIS <i>et al.</i> , 2013)	2013
A088	Impact of Climate Conditions on Occupational Health and Related	(KJELLSTROM, 2014)	2014



	Economic Losses: A New Feature of Global and Urban Health in the Context of Climate Change		
A089	Modification of the Predicted Heat Strain (PHS) model in predicting human thermal responses for Chinese workers in hot environments	(DU <i>et al.</i> , 2019)	2019
A090	Implications for workability and survivability in populations exposed to extreme heat under climate change: a modelling study	(ANDREWS <i>et al.</i> , 2018)	2018
A091	Influence of climate change on summer cooling costs and heat stress in urban office buildings	(HOOYBERGHS <i>et al.</i> , 2017)	2017
A092	Occupational Heat Stress Impacts on Health and Productivity in a Steel Industry in Southern India	(KRISHNAMURTY <i>et al.</i> , 2017)	2017
A093	Occupational heat stress induced health impacts: A cross-sectional study from South Indian working population	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2020a)	2020
A094	Occupational heat stress profiles in selected workplaces in India	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2015)	2015
A095	Labor productivity losses over western Turkey in the twenty-first century as a result of alteration in WBGT	(ALTINSOY; YILDIRIM, 2015) <sup>v</sup>	2015
A096	Health impact of climate change on occupational health and productivity in Thailand	(LANGKULSEN; VICHIT-VADAKAN; TAPTAGAPORN, 2010)	2010
A097	Perceptions of climate change and occupational heat stress risks and adaptation strategies of mining workers in Ghana	(NUNFAM <i>et al.</i> , 2019b)	2019
A098	Perceptions of, and reactions to, environmental heat: a brief note on issues of concern in relation to occupational health	(RIZPAH HOLLOWELL, 2010)	2010
A099	Physiological responses of acclimatized construction workers during different work patterns in a hot and humid subtropical area of China	(YASMEEN <i>et al.</i> , 2020)	2020
A100	Limited Role of Working Time Shift in offsetting the Increasing Occupational-Health Cost of Heat Exposure	(TAKAKURA <i>et al.</i> , 2018)	2018
A101	Mapping occupational heat exposure and effects in South-East Asia: Ongoing time trends 1980-2011 and future estimates to	(KJELLSTROM; LEMKE; OTTO, 2013)	2013

	2050		
A102	Mortality and morbidity during extreme heat events and prevalence of outdoor work: An analysis of community-level data from Los Angeles County, California	(RILEY <i>et al.</i> , 2018)	2018
A103	Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy	(MARINACCIO <i>et al.</i> , 2019)	2019
A104	Responsibilities of the Occupational and Environmental Medicine Provider in the Treatment and Prevention of Climate Change-Related Health Problems	(PERKISON <i>et al.</i> , 2018)	2018
A105	Risk of kidney stone among workers exposed to high occupational heat stress - A case study from southern Indian steel industry	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2020b)	2020
A106	Risk perception of heat related disorders on the workplaces: A survey among health and safety representatives from the autonomous province of Trento, Northeastern Italy	(RICCÒ <i>et al.</i> , 2020b)	2020
A107	Occupation and Environmental Heat-Associated Deaths in Maricopa County, Arizona: A Case-Control Study	(PETITTI <i>et al.</i> , 2013)	2013
A108	Social impacts of occupational heat stress and adaptation strategies of workers: A narrative synthesis of the literature	(NUNFAM <i>et al.</i> , 2018)	2018
A109	Solar energy industry workers under climate change: A risk assessment of the level of heat stress experienced by a worker based on measured data	(SAMANIEGO-RA SCÓN <i>et al.</i> , 2019)	2019
A110	Outcomes of a Heat Stress Awareness Program on Heat-Related Illness in Municipal Outdoor Workers	(MCCARTHY; SHOFER; GREEN-MCKENZIE, 2019)	2019
A111	Outdoor occupational environments and heat stress in IRAN	(HEIDARI <i>et al.</i> , 2015)	2015
A112	Potential escalation of heat-related working costs with climate and socioeconomic changes in China	(ZHAO <i>et al.</i> , 2016)	2016
A113	Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain - an umbrella review of physiological effects and global health perspectives	(MORRIS <i>et al.</i> , 2020a)	2020
A114	The association between extreme weather conditions and work-related injuries and diseases. A systematic	(BONAFEDE <i>et al.</i> , 2016)	2016

	review of epidemiological studies		
A115	The association between overall health, psychological distress, and occupational heat stress among a large national cohort of 40,913 Thai workers	(TAWATSUPA <i>et al.</i> , 2010)	2010
A116	The effect of hot days on occupational heat stress in the manufacturing industry: implications for workers' well-being and productivity	(POGAČAR <i>et al.</i> , 2018)	2018
A117	Reductions in labor capacity from intensified heat stress in China under future climate change	(LIU, 2020)	2020
A118	The epidemiology of occupational heat exposure in the United States: a review of the literature and assessment of research needs in a changing climate	(GUBERNOT; ANDERSON; HUNTING, 2014)	2014
A119	Reductions in labour capacity from heat stress under climate warming	(DUNNE; STOUFFER; JOHN, 2013)	2013
A120	The impact of heat and impaired kidney function on productivity of Guatemalan sugarcane workers	(DALLY <i>et al.</i> , 2018)	2018
A121	The Impact of Heat on Health and Productivity among Maize Farmers in a Tropical Climate Area	(SADIQ; HASHIM; OSMAN, 2019)	2019
A122	Regional maps of occupational heat exposure: past, present, and potential future	(HYATT; LEMKE; KJELLSTROM, 2010)	2010
A123	Site-specific hourly resolution wet bulb globe temperature reconstruction from gridded daily resolution climate variables for planning climate change adaptation measures	(TAKAKURA <i>et al.</i> , 2019)	2019
A124	The nexus between social impacts and adaptation strategies of workers to occupational heat stress: a conceptual framework	(NUNFAM <i>et al.</i> , 2019c)	2019
A125	Workers' perceptions of climate change related extreme heat exposure in South Australia: A cross-sectional survey	(XIANG <i>et al.</i> , 2016)	2016
A126	Weather and labor productivity in construction: a literature review and taxonomy of studies	(AL REFAIE <i>et al.</i> , 2020)	2020
A127	Spatial Changes in Work Capacity for Occupations Vulnerable to Heat Stress: Potential Regional Impacts From Global Climate Change	(KIM; LEE, 2020)	2020
A128	Spatio-temporal patterns of the minimum rest time for outdoor workers exposed to	(LEE <i>et al.</i> , 2020)	2020

	summer heat stress in South Korea		
A129	Summer outdoor temperature and occupational heat-related illnesses in Quebec (Canada)	(ADAM-POUPAR T <i>et al.</i> , 2014)	2014
A130	Worker health and safety and climate change in the Americas: issues and research needs	(KIEFER <i>et al.</i> , 2016)	2016
A131	Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis	(FLOURIS <i>et al.</i> , 2018)	2018
A132	The effects of ambient temperatures on the risk of work-related injuries and illnesses: Evidence from Adelaide, Australia 2003–2013	(VARGHESE <i>et al.</i> , 2019c)	2019
A133	Workers' health and safety in the heat: current practice in Australian workplaces	(WILLIAMS <i>et al.</i> , 2020)	2020
A134	Working in Australia's heat: health promotion concerns for health and productivity	(SINGH; HANNA; KJELLSTROM, 2015)	2015
A135	Working smart: An exploration of council workers' experiences and perceptions of heat in Adelaide, South Australia	(LAO <i>et al.</i> , 2016)	2016
A136	Workplace heat exposure, health protection, and economic impacts: A case study in Canada	(VANOS; VECELLIO; KJELLSTROM, 2019)	2019
A137	The heat exposure risk to outdoor workers in Brazil	(BITENCOURT; MAIA; ROSCANI, 2020)	2020
A138	Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A comprehensive literature review	(VARGHESE <i>et al.</i> , 2018)	2018
A139	Association between occupational heat stress and kidney disease among 37 816 workers in the Thai Cohort Study (TCS)	(TAWATSUPA <i>et al.</i> , 2012)	2012
A140	Case studies on heat stress related perceptions in different industrial sectors in southern India	(BALAKRISHNA N <i>et al.</i> , 2010)	2010
A141	Climate change impacts on working people (the HOTHAPS initiative): findings of the South African pilot study	(MATHEE; OBA; ROSE, 2010)	2010
A142	The impact of heat waves on occurrence and severity of construction accidents	(RAMEEZDEEN; ELMUALIM, 2017)	2017
A143	The impact of heatwaves on workers' health and safety in Adelaide, South Australia	(XIANG <i>et al.</i> , 2014b)	2014
A144	Effects of occupational heat exposure on	(SETT; SAHU,	2014

	female brick workers in West Bengal, India	2014)	
A145	The impact of sustained hot weather on risk of acute work-related injury in Melbourne, Australia	(MCINNES <i>et al.</i> , 2018)	2018
A146	Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working environments on construction labor productivity in China: A case study of rebar workers	(LI <i>et al.</i> , 2016)	2016
A147	Wage Differentials between Heat-Exposure Risk and No Heat-Exposure Risk Groups	(KIM; LIM, 2017)	2017
A148	Evaluation of the impact of heat stress on the occurrence of occupational injuries: Meta-analysis of observational studies	(BINAZZI <i>et al.</i> , 2019)	2019
A149	Without Warning: Worker Deaths From Heat 2014–2016	(ROELOFS, 2018)	2018
A150	Female Farmworkers' Perceptions of Heat-Related Illness and Pregnancy Health	(FLOCKS <i>et al.</i> , 2013)	2013
A151	Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica	(CROWE <i>et al.</i> , 2013)	2013
A152	Identification of barriers to the prevention and treatment of heat-related illness in Latino farmworkers using activity-oriented, participatory rural appraisal focus group methods	(LAM <i>et al.</i> , 2013)	2013
A153	Intervention to reduce heat stress and improve efficiency among sugarcane workers in El Salvador: Phase 1	(BODIN <i>et al.</i> , 2016)	2016
A154	Management of climatic heat stress risk in construction: A review of practices, methodologies, and future research	(ROWLINSON <i>et al.</i> , 2014)	2014
A155	Non-heat related impacts of climate change on working populations	(BENNETT; MCMICHAEL, 2010)	2010
A156	Work adaptations insufficient to address growing heat risk for US agricultural workers	(TIGCHELAAR; BATTISTI; SPECTOR, 2020)	2020
A157	Occupational heat stress and associated productivity loss estimation using the PHS model (ISO 7933): A case study from workplaces in Chennai, India	(LUNDGREN; KUKLANE; VENUGOPAL, 2014)	2014
A158	Occupational heat stress assessment and protective strategies in the context of climate change	(GAO <i>et al.</i> , 2018)	2018
A159	Perceived heat stress and health effects	(DUTTA <i>et al.</i> , 2015)	2015

	on construction workers	2015)	
A160	Re-evaluating occupational heat stress in a changing climate	(SPECTOR; SHEFFIELD, 2014)	2014
A161	Work-attributed illness arising from excess heat exposure in Ontario, 2004-2010	(FORTUNE <i>et al.</i> , 2013)	2013
A162	The Social Implications of Occupational Heat Stress on Migrant Workers Engaged in Public Construction: A Case Study from Southern India	(VENUGOPAL <i>et al.</i> , 2016b)	2016
A163	Time-motion analysis as a novel approach for evaluating the impact of environmental heat exposure on labor loss in agriculture workers	(IOANNOU <i>et al.</i> , 2017)	2017
A164	Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure	(BITENCOURT <i>et al.</i> , 2020)	2020
A165	Health vs. wealth: Employer, employee and policy-maker perspectives on occupational heat stress across multiple European industries	(MORRIS <i>et al.</i> , 2020b)	2020
A166	Potential Scenarios and Hazards in the Work of the Future: A Systematic Review of the Peer-Reviewed and Gray Literatures	(SCHULTE <i>et al.</i> , 2020)	2020
A167	Projections of heat stress and associated work performance over India in response to global warming	(KOTESWARA RAO <i>et al.</i> , 2020)	2020
A168	Thermal discomfort and health symptoms in indian occupational settings in the climate change scenario	(LATHA <i>et al.</i> , 2020)	2020
A169	Using a qualitative phenomenological approach to inform the etiology and prevention of occupational heat-related injuries in Australia	(HANSEN <i>et al.</i> , 2020)	2020
A170	Wet bulb globe temperature and recorded occupational injury rates among sugarcane harvesters in southwest Guatemala	(DALLY <i>et al.</i> , 2020)	2020