

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)  
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
NÍVEL MESTRADO**

**NADINE SCHORR TRAVI**

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE E SEGURANÇA DO  
TRABALHADOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO SENSORIAMENTO  
VESTÍVEL (*WEARABLE*)**

**São Leopoldo  
2025**

NADINE SCHORR TRAVI

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE E SEGURANÇA DO  
TRABALHADOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO SENSORIAMENTO  
VESTÍVEL (*WEARABLE*)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Oliveira Caetano  
Co-orientadora: Profa Dra Luciana Gisele Brun

São Leopoldo

2025

T782i

Travi, Nadine Schorr.

Identificação e análise de riscos à saúde e segurança do trabalhador da construção civil utilizando sensoriamento vestível (wearable) / por Nadine Schorr Travi. – 2025.

134 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) — Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2025.

Orientador: Dr. Marcelo Oliveira Caetano.

Co-orientadora: Dra Luciana Gisele Brun.

1. Segurança do trabalho. 2. Construção civil. 3. Saúde ocupacional. 4. Prevenção de acidentes. 5. Riscos ocupacionais. 6. Transtorno mental comum. 7. Sensores vestíveis. I. Título.

CDU: 69:331.45

NADINE SCHORR TRAVI

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE E SEGURANÇA DO  
TRABALHADOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO SENSORIAMENTO  
VESTÍVEL (*WEARABLE*)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Aprovado em (dia) (mês) (ano)

**BANCA EXAMINADORA**

---

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

---

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

---

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

---

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

---

Componente da Banca Examinadora – Instituição a que pertence

## **AGRADECIMENTOS À CAPES**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Dedico esta pesquisa a todos os trabalhadores  
da construção civil.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço ao meu marido Diego Travi, pelo amor, paciência e apoio incondicional durante toda essa jornada. Sua presença foi essencial para que eu pudesse seguir firme nos momentos de dificuldade, e sua confiança em mim foi uma maneira de constante de motivação. Agradeço pelas valiosas trocas de informações, que, com base em tua experiência na área da medicina, auxiliaram-me a compreender o comportamento fisiológico e diversos fatores relacionados à saúde, essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família, agradeço o carinho e incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, meus pais Roque e Adelaide, meus irmãos Abel e Ingrid e meu cunhado Tobias. Cada palavra de apoio e cada gesto de cuidado foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Agradeço também ao grupo de pesquisa, Sheila, João e a psicóloga Luciana, pelo auxílio fundamental durante as coletas de dados e pelas contribuições valiosas ao longo do desenvolvimento deste trabalho. O empenho e a colaboração de cada um fizeram toda a diferença.

Agradeço ao professor Carlos Frederico Almeida pela parceria e pela produtiva reunião no início desta pesquisa, especialmente pelas contribuições relacionadas aos estudos desenvolvidos na USP sobre sensorimento vestível em trabalhadores.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo Caetano, expressei minha profunda gratidão pelo apoio, orientação e disponibilidade ao longo de todo o percurso. Sua experiência, dedicação e olhar atento foram indispensáveis para a concretização desta pesquisa.

## RESUMO

Esta pesquisa demonstrou que o uso de tecnologias de sensoriamento vestível pode agregar na forma como os riscos à saúde e segurança são identificados na construção civil. A partir da análise de dois canteiros distintos — um retrofit em Porto Alegre e uma obra convencional em Portão — foram mapeados 58 riscos ocupacionais, dos quais seis se mostraram críticos, principalmente em atividades de alta exigência física como a remoção de revestimentos e emboço.

O perfil dos trabalhadores revelou jovens profissionais, com baixa escolaridade e experiência limitada, expostos a condições que vão além do esforço físico: 25% apresentaram sintomas de Transtorno Mental Comum (TMC), associados a fatores psicossociais como pressão por produtividade, insegurança nas tarefas e calor intenso.

O monitoramento ambiental e fisiológico mostrou a influência direta do clima (temperatura externa) e das tarefas sobre parâmetros vitais, com elevação de frequência cardíaca e pressão arterial durante atividades críticas. Esses dados reforçam a importância das pausas programadas e redistribuição de tarefas como medidas de proteção efetivas.

O estudo também avançou ao propor um modelo preditivo capaz de explicar 75% da variação do risco, evidenciando que sensores vestíveis podem apoiar a tomada de decisão em tempo real e antecipar situações de adoecimento físico e mental.

Em síntese, os resultados revelam que a integração entre tecnologia, indicadores ambientais e atenção aos aspectos psicossociais não apenas amplia a visão sobre os riscos, mas também aponta caminhos concretos para a criação de canteiros de obra mais seguros, saudáveis e humanos.

**Palavras-chave:** segurança do trabalho; construção civil; saúde ocupacional; prevenção de acidentes; riscos ocupacionais; transtorno mental comum; sensores vestíveis.



## ABSTRACT

This research demonstrated that the use of wearable sensing technologies can enhance the way health and safety risks are identified in construction. From the analysis of two distinct construction sites — a retrofit project in Porto Alegre and a conventional building site in Portão — 58 occupational risks were mapped, six of which were classified as critical, mainly in physically demanding activities such as the removal of ceramic coatings and plaster.

The workers' profile revealed young professionals, with low levels of schooling and limited experience, exposed to conditions that go beyond physical effort: 25% showed symptoms of Common Mental Disorder (CMD), associated with psychosocial factors such as productivity pressure, task insecurity, and intense heat.

Environmental and physiological monitoring highlighted the direct influence of climate (external temperature) and tasks on vital parameters, with increases in heart rate and blood pressure during critical activities. These findings reinforce the importance of scheduled breaks and task redistribution as effective protective measures.

The study also advanced by proposing a predictive model capable of explaining 75% of risk variation, showing that wearable sensors can support real-time decision-making and anticipate situations of physical and mental illness.

In summary, the results reveal that the integration of technology, environmental indicators, and attention to psychosocial aspects not only broadens the understanding of risks but also points to concrete pathways for creating safer, healthier, and more humane construction sites.

**Keywords:** occupational safety; construction industry; occupational health; accident prevention; occupational risks; common mental disorder; wearable sensors.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de acidentes por ocupações (2012-2020) .....	23
Figura 2 - Gastos públicos provenientes de acidentes do trabalho no ano de 2020 .	24
Figura 3 - Frequência cardíaca durante etapas do trabalho com diferentes cargas .	47
Figura 4 - Proposta da APR.....	56
Figura 5 - Instrumento de medições ambientais.....	61
Figura 6 - Relógio inteligente para sinais vitais .....	62
Figura 7 - Trabalhador utilizando o relógio para monitoramento na obra 1 .....	63
Figura 8 - Trabalhador utilizando o relógio para monitoramento na obra 2.....	64
Figura 9 - Atividade de Remoção completa do revestimento cerâmico (Obra 1) .....	73
Figura 10 - Atividade de Remoção do emboço entre vigas e alvenaria (Obra 1).....	74
Figura 11 - Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço (Obra 1).....	75
Figura 12 - Pintura da fachada (Obra 1) .....	75
Figura 13 - Concretagem de pilares (Obra 2) .....	76
Figura 14 - Armação de ferragem (Obra 2) .....	77
Figura 15 - Envolvimento do trabalhador 8 em duas atividades diferentes .....	105
Figura 16 - Desempenho do trabalhador 9 .....	106
Figura 17 - Comparação dos trabalhadores .....	106
Figura 18 - Comparação dos trabalhadores na atividade ferragem .....	107
Figura 19 - Frequência cardíaca durante etapas do trabalho com diferentes cargas .....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos .....	33
Quadro 2 - Matriz de Classificação de Riscos .....	35
Quadro 3 - Classes de riscos.....	36
Quadro 4 - Caracterização dos trabalhadores.....	58
Quadro 5 - Resumo dos mecanismos de avaliação e estudos utilizados em cada uma das atividades laborais propostas.....	60
Quadro 6 - Dados de utilização do dispositivo.....	62
Quadro 7 - Roteiro de entrevista.....	66
Quadro 8 - Agrupamento das variáveis .....	67
Quadro 9 - Atividades desenvolvidas por obra .....	72
Quadro 10 - Matriz de Risco - Atividade de Remoção completa do revestimento cerâmico .....	78
Quadro 11 - Matriz de Risco - Remoção do emboço entre vigas e alvenaria .....	80
Quadro 12 - Matriz de Risco - Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço .....	83
Quadro 13 - Matriz de Risco – Execução da pintura .....	85
Quadro 14 - Matriz de Risco – Concretagem .....	88
Quadro 15 - Matriz de Risco – Ferragem .....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de frequência.....	34
Tabela 2 - Categorias de severidade.....	35
Tabela 3 - Perigos e parâmetros mensuráveis .....	38
Tabela 4 - Efeitos de desvios da temperatura confortável.....	41
Tabela 5 - Classificação das atividades de trabalho com base na FCT .....	49
Tabela 6 - Condição muscular versus incremento na circulação .....	50
Tabela 7 - Categorias de frequência.....	56
Tabela 8 - Categorias de severidade.....	57
Tabela 9 - Testes de normalidade .....	68
Tabela 10 - Compilação dos resultados .....	96
Tabela 11 - Correlações estatísticas de Tau_b de Kendall e Spearman para comparar questões do SRQ20 e Atividade/Tarefa .....	98
Tabela 12 – Teste das hipóteses.....	98
Tabela 13 – Análise qualitativa .....	99
Tabela 14 - Grau de dispersão e homogeneidade interna de cada grupo .....	104
Tabela 15 - Classificação das atividades de trabalho com base na FCT .....	105
Tabela 16 - Correlações estatísticas .....	109
Tabela 17 - Diferenças significativas entre as diferentes atividades realizadas e as variáveis.....	110
Tabela 18 – Teste de Dunn .....	110
Tabela 19 - Indicadores do modelo .....	114
Tabela 20 - Coeficientes do modelo .....	114
Tabela 21 - Resultados da coleta de dados e do Modelo de Regressão .....	115

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APR	Análise Preliminar de Riscos
ART	Análise de Risco da Tarefa
ASO	Atestado de Saúde Ocupacional
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa da Unisinos
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
DORT	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
DRTE/RS	Delegacia Regional do Trabalho e Emprego no Estado do Rio Grande do Sul
EPCs	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
FMEA	Análise de Modos de Falha e Efeito
FreqCard	Frequência Cardíaca
IMC	Índices de massa corporal (IMC)
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IoT	Internet das Coisas
NR	Norma Regulamentadora
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PressaoD	Pressão Diastólica
PressaoS	Pressão Sistólica
SI	Sistemas de Informação
SRQ-20	<i>Self Report Questionnaire 20</i>
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TempExt	Temperatura Externa
Temp Int	Temperatura Interna
TI	Tecnologia de Informação

TMC	Transtorno Mental Comum (do inglês, <i>Common Mental Disorders</i> - CMD)
-----	---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 TEMA.....	18
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	18
1.3 PROBLEMA.....	19
1.4 OBJETIVOS .....	19
<b>1.4.1 Objetivo geral .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>19</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>21</b>
2.1 ACIDENTES DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	21
2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	25
<b>2.2.1 NR-01.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2 NR-06.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.3 NR-07.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.4 NR-18.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.5 NR-35.....</b>	<b>29</b>
2.3 ANÁLISE DE RISCOS.....	32
2.4 SENSORES APLICADO A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO.....	36
2.5 PARÂMETROS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL, PSICOSSOCIAIS E SINAIS VITAIS.....	40
<b>2.5.1 Parâmetros ambientais.....</b>	<b>40</b>
<b>2.5.2 Parâmetros psicossociais .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.3 Sinais vitais.....</b>	<b>46</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ESTUDO .....	53
3.2 COLETA DE DADOS .....	54
<b>3.2.1 Identificação e reconhecimento dos riscos .....</b>	<b>55</b>
<b>3.2.2 Coleta de dados junto aos trabalhadores .....</b>	<b>58</b>
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	66
<b>3.3.1 Análise quantitativa.....</b>	<b>66</b>
<b>3.3.2 Análise qualitativa .....</b>	<b>71</b>
3.4 PROCEDIMENTO ÉTICOS.....	71
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>72</b>

4.1 ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXECUTADAS EM CADA OBRA.....	72
4.2 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE DO TRABALHADOR .....	78
4.2.1 Levantamento de riscos: atividade de remoção completa do revestimento cerâmico (obra 1) .....	78
4.2.2 Levantamento de riscos – remoção do emboço entre vigas e alvenaria ..	80
4.2.3 Levantamento de riscos – tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço .....	83
4.2.4 Levantamento de riscos – execução da pintura .....	85
4.2.5 Levantamento de riscos – concretagem .....	88
4.2.6 Levantamento de riscos – ferragem .....	91
4.2.7 Análise das matrizes de risco.....	93
4.3 QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E DE SAÚDE .....	95
4.4 INVESTIGAÇÃO DA SINTOMATOLOGIA DE TRANSTORNOS MENTAIS COMUNS .....	96
4.5 MONITORAMENTO AMBIENTAL E SINAIS VITAIS .....	103
4.6 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA PREDIÇÃO DE GRAU DE RISCO... ..	114
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>121</b>
<b>APÊNDICE A - ORIENTAÇÕES TRANSMITIDAS AOS TRABALHADORES ANTES DA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO A - QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E DE SAÚDE.....</b>	<b>131</b>
<b>ANEXO B - COLETA DE OPINIÃO DO TRABALHADOR E INDICADORES GERAIS DE SAÚDE .....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO C - VERSÃO BRASILEIRA DO <i>SELF REPORTING QUESTIONNAIRE</i> – 20 (SRQ – 20).....</b>	<b>133</b>
<b>ANEXO D - TERMOS DE AUTORIZAÇÃO DE CONDUÇÃO DA PESQUISA .....</b>	<b>134</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada um dos setores que mais gera emprego no Brasil, possuindo uma participação relevante na economia e contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento econômico e social do país, no entanto, o setor da construção civil possui elevados índices de Acidentes de Trabalho (Veras, 2018). Em 2021, o Brasil apresentou o número de 571.800 acidentes do trabalho e 2.487 óbitos devido aos acidentes (SIT, 2021).

Entre os setores que mais registram acidentes em todo o país, no *ranking* de ocupações que geram acidentes com incapacidade do trabalhador, a construção civil se encontrar em primeiro lugar (Associação Nacional de Medicina do Trabalho, 2019).

Na construção civil existem determinados fatores de riscos que geram acidentes de trabalho. Esses fatores devem ser considerados, principalmente, porque a construção civil se destaca por empregar mão de obra, muitas vezes, desqualificada (Brusius, 2010).

Cerca de 40% dos acidentes de trabalhos no Brasil ocorrem devido à queda de altura, gerando cerca de 121 incidentes todos os dias. A maior parte dos acidentes da indústria e na construção civil ocorre devido à falta de equipamentos de proteção individual (EPIs) ou coletiva, ausência de capacitação dos trabalhadores e falta de iniciativas que objetivem diminuir os riscos na execução do trabalho em altura. (Revista Proteção, 2022).

No Brasil, existe a regulamentação de normas e guias de saúde e segurança do trabalho a serem utilizadas pelas empresas. Dentre elas, é destacado as Normas Regulamentadoras (NR) regidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego com foco na segurança e medicina do trabalho, que obrigatoriamente devem ser implantadas em qualquer organização ou órgão que possuam colaboradores regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (Brasil, 2020).

Mesmo assim é muito comum verificar em todo o tipo de obra, trabalhadores sem o mínimo de prevenção quanto aos riscos que a obra oferece e sem a utilização dos EPIs essenciais para as atividades, como capacetes, máscaras, luvas, entre outros. Existe ainda, empresas que não distribuem os equipamentos adequados aos trabalhadores, inviabilizando que esses funcionários sigam as normas de segurança. (Santos, 2018).

A conscientização dos riscos existentes no canteiro de obras é essencial para a prevenção dos acidentes. A partir da identificação dos riscos é possível elaborar medidas preventivas e capacitações para que não ocorra nenhum tipo de acidente e que assim, possa ser evitado imprevistos que geram prejuízos a saúde dos funcionários e custos para os empregadores (Camargo *et al.*, 2018).

A utilização de tecnologia é fundamental para reduzir os riscos existentes. Atualmente, os conceitos de tecnologias vestíveis e Internet das Coisas (IoT) apresentam diversas possibilidades para utilização na área de segurança. A aplicação de sensores, microcontroladores e transmissores embutidos nas roupas conectados com sistemas computacionais é uma realidade viável para a detecção de perigos presentes no ambiente (Alavi *et al.*, 2018).

As tecnologias vestíveis são dispositivos eletrônicos inseridos nas vestimentas que tem como objetivo aumentar a eficiência ou a segurança das pessoas ao desempenhar atividades profissionais com tecnologia eletrônica implementada ou incorporada. As tecnologias vestíveis são roupas e acessórios que incorporam sensores e/ou tecnologia avançada para o registro ou processamento de dados relacionados ao usuário (Kipkebut; Busienei, 2014).

Os sensores são recursos fundamentais para a criação de tecnologias inteligentes, sendo os responsáveis por proporcionar a entrada de dados dos usuários para servirem de parâmetros de apoio. Os sensores encontrados nos dispositivos são classificados em: sensores de ambiente, biossensores, sensores de rastreamento, sensores de posição e localização, entre outros tipos de sensores (Mardonova; Choi, 2018).

Nath, Akhavian e Behzadan (2017) apontam que o potencial da cinemática e sensores fisiológicos para avaliar os trabalhadores da construção civil através de dados biológicos quase em tempo real é uma área que está crescendo rapidamente no setor da investigação sobre saúde e segurança na construção.

Novas tecnologias podem contribuir para o avanço da segurança do trabalho. Embora a tecnologia tenha, sem dúvida, desempenhado um papel importante na melhoria da construção processos, sua aplicação para monitoramento personalizado de segurança na construção ainda não foi totalmente explorada (Cheng, 2012).

Com o intuito de contribuir para o aprimoramento das práticas de saúde e segurança na construção civil, esta pesquisa propõe a identificação e análise de riscos ocupacionais, com foco especial nas atividades realizadas na construção civil. Para

isso, foi adotada uma abordagem inovadora baseada na utilização de tecnologias de sensoriamento vestível, capazes de monitorar parâmetros ambientais e fisiológicos dos trabalhadores em tempo real. O estudo também contemplou a avaliação dos Transtornos Mentais Comuns (TMC), por meio da aplicação do instrumento SRQ-20. O monitoramento integrado desses indicadores permite a geração de informações relevantes para a gestão preventiva dos riscos no canteiro de obras, promovendo uma atuação mais eficiente na proteção à saúde dos trabalhadores e na redução da incidência de acidentes laborais.

Este trabalho é parte do projeto de pesquisa “Sensoriamento vestível (*wearable*) para gestão prescritiva de riscos ocupacionais no setor da construção civil”, o qual foi aprovado no Comitê de Ética e Pesquisa da Unisinos (CEP), com parecer consubstanciado do CEP número 7.011.487 (CAAE: 80888924.7.0000.5344).

## 1.1 TEMA

Integração de Sensores Ambientais, Sinais Vitais e Indicadores de Transtorno Mental Comum na Análise de Riscos da Construção Civil.

## 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este estudo está delimitado à análise dos riscos ocupacionais relacionados ao trabalho em obras da construção civil, com foco nas atividades práticas efetivamente observadas durante a pesquisa, como ferragem, concretagem, remoção completa do revestimento cerâmico, remoção do emboço entre vigas e alvenaria, tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço e pintura da fachada.

Não foram objeto de análise atividades administrativas, fundações ou outras etapas não acompanhadas *in loco*. A pesquisa foi conduzida em duas obras no estado do Rio Grande do Sul: uma intervenção de *retrofit* em Porto Alegre e uma obra em andamento no município de Taquara. A proposta concentra-se na aplicação de sensores comerciais para o monitoramento de variáveis ambientais e fisiológicas, além da avaliação dos Transtornos Mentais Comuns por meio do instrumento SRQ-20. O estudo busca analisar a viabilidade e a eficácia do uso dessas tecnologias, disponíveis no mercado nacional, como ferramenta complementar para a prevenção

de acidentes e promoção da saúde do trabalhador nas condições específicas observadas.

### 1.3 PROBLEMA

Apesar da existência de normas regulamentadoras e do avanço tecnológico disponível, o setor da construção civil no Brasil ainda apresenta altos índices de acidentes de trabalho, especialmente em atividades realizadas em altura. Diante disso, surge o seguinte questionamento:

De que maneira a integração entre dados objetivos (monitoramento por sensores) e subjetivos (indicadores de saúde mental e percepções psicossociais) pode contribuir para a prevenção de riscos e para a promoção da saúde física e mental na construção civil?

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo geral

Propor um método quantitativo para identificar e analisar riscos à saúde e segurança na construção civil a partir da integração de dados ocupacionais, ambientais, fisiológicos e psicossociais.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) avaliar os riscos ocupacionais presentes nas etapas das obras de construção civil estudos de caso;
- b) Caracterizar o perfil dos trabalhadores através da coleta de dados sociodemográficos e de saúde;
- c) investigar a sintomatologia de Transtornos Mentais Comuns (TMC) nos trabalhadores;
- d) monitorar as variáveis ambientais (temperatura, umidade e intensidade do vento) no momento da execução da atividade laboral dos colaboradores;

- e) monitorar os sinais vitais (batimento cardíaco, pressão arterial, oxigênio e temperatura interna do corpo) no momento da execução da atividade laboral dos colaboradores;
- f) investigar as possíveis correlações e modelagens entre as variáveis monitoradas, com foco na graduação dos riscos à saúde e segurança do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ACIDENTES DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Acidente de trabalho é designado como um ato ocorrido pelo exercício do trabalho com a capacidade de provocar lesão corporal ou perturbação funcional ocasionando a morte, a redução ou a perda da capacidade laborativa (Brasil, 1991).

A Lei 8.213/91 complementa que também existem outras formas de se considerar acidente do trabalho, como as doenças profissionais e doenças do trabalho, sendo elas:

Art. 20. Consideram-se acidente do trabalho, nos termos do artigo anterior, as seguintes entidades mórbidas:

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

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

As doenças profissionais são entidades mórbidas desencadeadas ou produzidas pelo exercício de trabalho peculiar à determinada atividade. Já as doenças do trabalho são doenças que podem ser contraídas devido a algum fator de risco do local de trabalho. Na maioria das vezes são doenças comuns que poderiam ser obtidas em qualquer local, contudo se comprovado, podem indicar que o local de trabalho representa algum risco a saúde dos trabalhadores (Machado *et al.*, 2016).

Diversas mortes ocasionadas por doença do trabalho ou acidentes de trabalho ocorrem em razão de condições físicas laborais ou tecnológicas impróprias, gerando o comprometimento da integridade física do trabalhador de maneira parcial, podendo ocorrer até a morte (Sampaio; Lavezo; Coutinho, 2020).

Existem diversas razões que levam aos acidentes de trabalho, pode-se citar: falta de capacitação ou instruções recebidas de maneira incorreta, descuido, desatenção, comportamento inadequado etc. Observa-se que grande parte são representadas por falta de gerenciamento (Abrantes, 2004).

A falta de supervisão na obra e irregularidade dos trabalhadores são algumas das causas dos acidentes em altura na construção civil. Também pode-se citar: perda de equilíbrio do trabalhador; falta de proteção, por exemplo, o guarda-corpo; falhas de

instalações ou dispositivos de proteção; métodos incorretos de trabalho; contato acidental com fios de alta tensão e incapacidade do trabalhador à atividade (Cardella, 2010).

Cardella (2010) ressalta que a grande maioria dos acidentes ocorre por falta de manutenção das ferramentas e falta de capacitação dos trabalhadores. Entretanto, pode-se citar algumas falhas internas que comprovam a falta de comprometimento na fiscalização e monitoramento por profissionais da empresa responsável.

O trabalho em altura realizado na construção civil através de andaimes pode ocasionar acidentes com graves consequências. A Delegacia Regional do Trabalho e Emprego no Estado do Rio Grande do Sul (DRTE/RS) apresenta que esse tipo de agravo à saúde do trabalhador ocorre, geralmente, nos casos de trabalho informal e nas pequenas e médias empresas. O motivo desses acidentes ocorre pelo não atendimento da legislação existente na área da construção civil, intitulada NR-18. A Norma Regulamentadora embora já tenha anos de existência não são atendidas por todos os trabalhadores desse ramo (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Rio Grande Do Sul, 1998).

Nos casos de acidentes em que os trabalhadores não estão utilizando os equipamentos de proteção individual (EPI) podem ocorrer maiores consequências ao trabalhador, pois os EPIs são os responsáveis por proteger o trabalhador dos perigos do ambiente exposto no trabalho, como quedas, objetos pesados ou cortantes, frio, calor, radiação, etc. Muitas vezes quando ocorre a lesão por acidente, o trabalhador pode acabar se afastando das suas atividades laborais (Chaves, 2017).

A falta de atendimento das Normas Regulamentadoras (NRs) pelas organizações é um outro fator que contribui negativamente para a segurança e dos trabalhadores (Filgueiras, 2015). Mesmo que essas normas sejam de observância obrigatória pelas empresas públicas e privadas, pelos órgãos públicos da administração direta e indireta e pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário que possuam em seu quadro funcional empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), existem falhas nas fiscalizações e imposição das normas, no sentido de responsabilizar os infratores que não atendem a legislação de segurança do trabalho (Gonçalves, 2018).

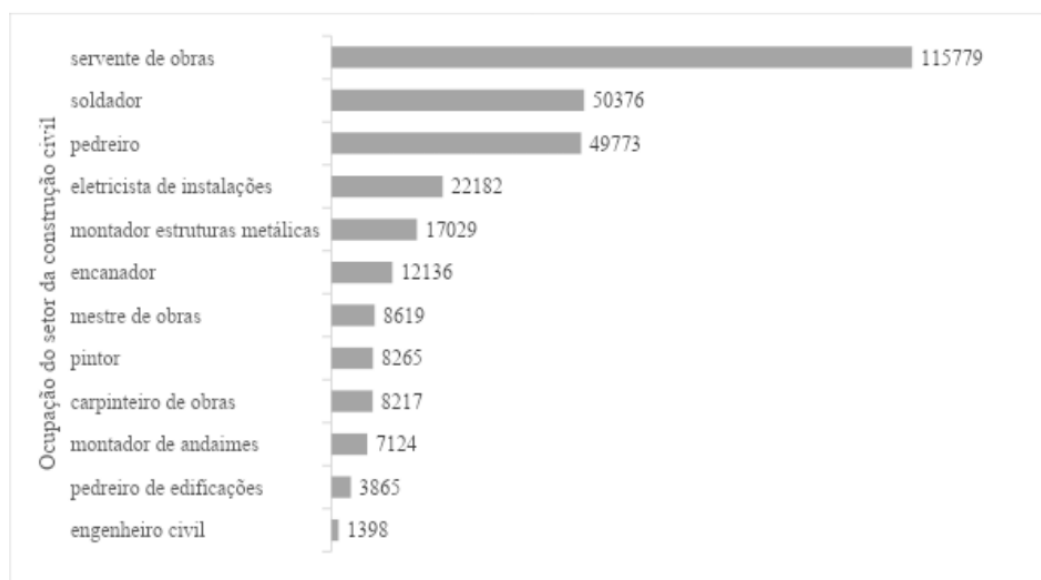
A construção civil é considerada um dos setores que mais gera emprego no Brasil, possuindo uma participação relevante na economia e contribuindo de maneira

significativa para o desenvolvimento econômico e social do país, no entanto, o setor da construção civil possui elevados índices de Acidentes de Trabalho (Veras, 2018).

Tendo em vista a grande abrangência de trabalho e a pouca restrição para o exercício da função, a construção civil representa o setor de maior absorção de mão de obra. No entanto, o elevado número de pessoas empregadas pode ser prejudicial para os mesmos. Segundo a Base de Dados Históricos de Acidentes de Trabalho da previdência social, no ano de 2021 ocorreram 10.641 acidentes no trabalho relacionado à construção de edifícios (Ministério da Previdência Social, 2021).

Pode-se verificar que a ocupação de servente de obras possui o maior número de acidentes notificados, sendo responsável por cerca de 38% dos acidentes (Figura 1). Os serventes fazem parte do segmento da construção civil que possui os menores salários comparados com as demais funções da construção civil, além do alto índice de rotatividade e elevado número de hora extra (Rodrigues, 2005). Destacam-se, ainda, as ocupações de soldador e pedreiro com elevados índices de acidentes, e, em última posição, o engenheiro civil.

Figura 1 - Número de acidentes por ocupações (2012-2020)



Fonte: Smartlab (2021).

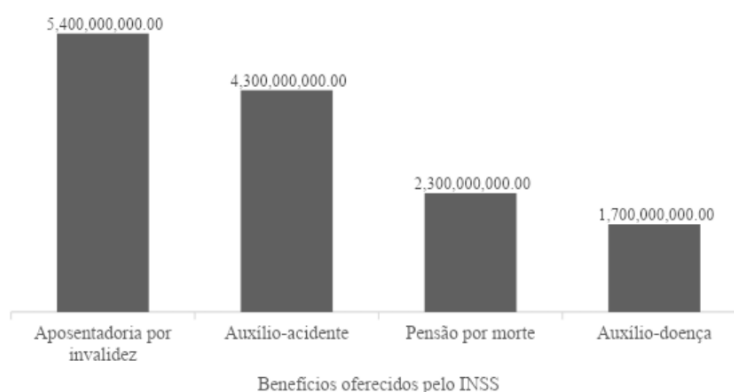
Muitas empresas optam por não investir em segurança, principalmente por acreditarem que, isso gera um custo e compromete a receita. Porém, esse pensamento está equivocado, pois os custos provenientes dos acidentes de trabalho são mais onerosos para a empresa comparado aos custos de se investir em uma cultura organizacional de segurança e saúde no trabalho (Welter, 2014).



Geralmente um acidente de trabalho ocorrido no setor da construção civil gera o afastamento do trabalhador. Com isso, a empresa enfrenta muitos problemas, que podem ocasionar em perda de credibilidade e custos. Isso ocorre porque um funcionário afastado pode afetar no tempo da produção e treinamento de um novo operário para sua substituição. Podem ser necessárias horas extras para atingir as metas, dentre diversos outros aspectos que ocasionam maior custo (Moterle, 2014).

De acordo com os dados do Smartlab (2021), no ano de 2020 (Figura 2), foram gastos 5,4 bilhões com aposentadoria por invalidez por acidente do trabalho, 4,3 bilhões com auxílio-acidente por acidente do trabalho, 2,3 bilhões com pensão por morte por acidente do trabalho, 1,7 bilhão com auxílio-doença, entre outros.

Figura 2 - Gastos públicos provenientes de acidentes do trabalho no ano de 2020



Fonte: Smartlab (2021).

Welter (2014) realizou uma comparação entre os custos da segurança e de não realizar a segurança em empresas da construção civil, mostrando os custos indiretos associados. Sempre que ocorre um acidente, por mais simples que seja, estão atreladas várias despesas que na grande maioria das vezes não são claramente percebidas pela empresa. Essa falta de conhecimento pode contribuir para a negligência da segurança do trabalho, portanto, é imprescindível haver essa conscientização dos custos indiretos ligados aos acidentes do trabalho.

Realizar um bom gerenciamento da Saúde e Segurança do Trabalho (SST) pode diminuir os riscos de acidentes, promovendo a satisfação e saúde dos trabalhadores, além de melhorar a imagem da empresa e os resultados operacionais, objetivando o cuidado do trabalhador, proteção contra riscos de agentes químicos, físicos, biológicos e psicossociais (Rohm *et al.*, 2020).

As práticas de SST também proporcionam melhores níveis de eficiência, um ambiente de trabalho mais agradável e menor rotatividade de funcionários. Esses fatores possuem relação com prevenção e promoção da saúde do trabalhador (Maia; Espíndola; Veiga, 2018).

## 2.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

As Normas Regulamentadoras (NRs), tiveram a sua aprovação em 08 de junho de 1978, através da Portaria nº 3.214, com o objetivo de fornecer diretrizes necessárias de saúde e segurança no trabalho. As NRs devem ser, obrigatoriamente, seguidas pelas empresas públicas e privadas e pelos órgãos públicos da administração indireta e direta, bem como pelos órgãos que possuem trabalhadores regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) (Hoepfner, 2006).

As NRs têm como finalidade divulgar técnicas e diretrizes visando a redução dos riscos de acidentes no ambiente de trabalho e garantindo a segurança do trabalhador. Em 2023, está em vigor 38 NRs.

Para esta revisão bibliográfica, serão aprofundados os requisitos aplicáveis ao segmento da Construção Civil, serão abordadas as seguintes NRs:

- NR 01- Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais
- NR 06 - Equipamento de Proteção Individual
- NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)
- NR 18 - Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção
- NR 35 - Trabalho em Altura A seguir, traz-se um resumo de cada uma das NRs supracitadas

### 2.2.1 NR-01

A NR 1 - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais tem como objetivo estabelecer as disposições gerais, o campo de aplicação, os termos e as definições comuns às Normas Regulamentadoras - NR relativas à segurança e saúde no trabalho e as diretrizes e os requisitos para o gerenciamento de riscos ocupacionais e as medidas de prevenção em Segurança e Saúde no Trabalho (SST) (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a).

A NR-1 traz a obrigatoriedade da organização implementar, por estabelecimento, o gerenciamento de riscos ocupacionais em suas atividades, através do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a).

A NR-1 apresenta em seu escopo as obrigações da organização quanto ao gerenciamento de riscos, sendo elas:

- a) evitar os riscos ocupacionais que possam ser originados no trabalho;
- b) identificar os perigos e possíveis lesões ou agravos à saúde;
- c) avaliar os riscos ocupacionais indicando o nível de risco;
- d) classificar os riscos ocupacionais para determinar a necessidade de adoção de medidas de prevenção;
- e) implementar medidas de prevenção, de acordo com a classificação de risco e na ordem de prioridade estabelecida na alínea “g” do subitem 1.4.1; e
- f) acompanhar o controle dos riscos ocupacionais. (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a)

Além disso, a norma estabelece que, para cada risco identificado, deve ser determinado o nível de risco ocupacional, considerando a combinação entre a gravidade das possíveis lesões ou agravos à saúde e a probabilidade de sua ocorrência.

Em 2026, entrará em vigor a obrigatoriedade de inclusão dos riscos psicossociais no Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), conforme atualização da Norma Regulamentadora nº 1 (NR-1), que estabelece as diretrizes gerais de gerenciamento de riscos ocupacionais.

### **2.2.2 NR-06**

Conforme a NR 6, entende-se como EPI “todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho” (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Segundo Montenegro e Santana (2012), a NR-6 fornece diretrizes sobre os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs). Os trabalhadores da construção civil encontram-se amparados, quanto a obrigação do empregador de fornecer o EPI adequado, atendendo as particularidades de cada profissional no canteiro de obras.

Logo, as empresas que possuem trabalhadores ativos que estão em situações de risco, devem – por força de lei- criar meios e dispositivos de segurança para

controlar, diminuir ou eliminar os riscos existentes. As empresas, portanto, possuem grande responsabilidade na aquisição, melhoria, manutenção e fiscalização das condições de trabalho, afirmam Montenegro e Santana (2012).

A NR-6 destaca em seu texto essas obrigações:

Dentre as obrigações dos empregadores, podem-se destacar:

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada; e,
- h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.

Quanto às responsabilidades do trabalhador, quanto aos EPIs, a NR-6 descreve:

- a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina;
- b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;
- c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso; e,
- d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado. (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

### 2.2.3 NR-07

A NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO é a norma que apresenta diretrizes referentes à saúde do trabalhador.

Essa norma tem como objetivo estabelecer requisitos para o desenvolvimento do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO nas empresas, objetivando a proteção e preservação da saúde de seus empregados em relação aos riscos ocupacionais, de acordo com a avaliação de riscos do Programa de Gerenciamento de Risco - PGR da empresa (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022c).

A Norma Regulamentadora apresenta também as diretrizes do PCMSO, sendo elas:

- a) rastrear e detectar precocemente os agravos à saúde relacionados ao trabalho;
- b) detectar possíveis exposições excessivas a agentes nocivos ocupacionais;
- c) definir a aptidão de cada empregado para exercer suas funções ou tarefas determinadas;
- d) subsidiar a implantação e o monitoramento da eficácia das medidas de prevenção adotadas na organização;

- e) subsidiar análises epidemiológicas e estatísticas sobre os agravos à saúde e sua relação com os riscos ocupacionais;
- f) subsidiar decisões sobre o afastamento de empregados de situações de trabalho que possam comprometer sua saúde;
- g) subsidiar a emissão de notificações de agravos relacionados ao trabalho, de acordo com a regulamentação pertinente;
- h) subsidiar o encaminhamento de empregados à Previdência Social;
- i) acompanhar de forma diferenciada o empregado cujo estado de saúde possa ser especialmente afetado pelos riscos ocupacionais;
- j) subsidiar a Previdência Social nas ações de reabilitação profissional;
- k) subsidiar ações de readaptação profissional;
- l) controlar a imunização ativa dos empregados, relacionada a riscos ocupacionais, sempre que houver recomendação do Ministério da Saúde. (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022c).

O PCMSO deve incluir ações de vigilância passiva da saúde ocupacional e vigilância ativa da saúde ocupacional. A vigilância passiva corresponde as demandas espontâneas dos colaboradores que procuram serviços médicos. A vigilância ativa consiste em exames médicos dirigidos que incluam todos os exames previstos na NR-07 bem como a coleta de dados sobre sinais e sintomas de agravos à saúde com relação aos riscos ocupacionais (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022c).

#### **2.2.4 NR-18**

A Norma Regulamentadora – NR 18 tem o objetivo de estabelecer diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que visam à implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022d).

Uma grande mudança ocorrida na norma é referente a obrigatoriedade de elaboração de um Programa de Gerenciamento de Risco (PGR), que permite os responsáveis pela obra realizarem o levantamento de riscos e determinarem as medidas de controle para administrar com eficácia os riscos existentes. A elaboração do PGR é responsabilidade dos profissionais de segurança do trabalho legalmente habilitados, cabendo à organização a responsabilidade pela sua implementação (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022d).

A NR 18 apresenta as responsabilidades da organização da obra:

- a) vedar o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras sem que estejam resguardados pelas medidas previstas nesta NR;
- b) fazer a Comunicação Prévia de Obras em sistema informatizado da

Subsecretaria de Inspeção do Trabalho - SIT, antes do início das atividades, de acordo com a legislação vigente (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022d).

A NR 18 prevê a diretrizes para atividades em telhado e cobertura, como:

No serviço em telhados e coberturas que excedam 2 m (dois metros) de altura com risco de queda de pessoas, aplica-se o disposto na NR-35.

O acesso ao SPIQ instalado sobre telhados e coberturas deve ser projetado de forma que não ofereça risco de quedas.

É proibida a realização de trabalho ou atividades em telhados ou coberturas:

- a) sobre superfícies instáveis ou que não possuam resistência estrutural;
- b) sobre superfícies escorregadias;
- c) sob chuva, ventos fortes ou condições climáticas adversas;
- d) sobre fornos ou qualquer outro equipamento do qual haja emissão de gases provenientes de processos industriais, devendo o equipamento ser previamente desligado ou serem adotadas medidas de prevenção no caso da impossibilidade do desligamento;
- e) com a concentração de cargas em um mesmo ponto sobre telhado ou cobertura, exceto se autorizada por profissional legalmente habilitado (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022d).

Referente aos andaimes suspensos, a NR 18 apresenta as seguintes considerações

Os sistemas de fixação e sustentação e as estruturas de apoio dos andaimes suspensos DOU devem suportar, pelo menos, 3 (três) vezes os esforços solicitantes e ser precedidos de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado.

A sustentação de andaimes suspensos em platibanda ou beiral de edificação deve ser precedida de laudo de verificação estrutural sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado.

É proibida a utilização do andaime suspenso com enrolamento de cabo no seu corpo.

O andaime suspenso deve:

- a) possuir placa de identificação;
- b) ter garantida a estabilidade durante todo o período de sua utilização, através de procedimentos operacionais e de dispositivos ou equipamentos específicos para tal fim;
- c) possuir, no mínimo, quatro pontos de sustentação independentes;
- d) dispor de ponto de ancoragem do SPIQ independente do ponto de ancoragem do andaime;
- e) dispor de sistemas de fixação, sustentação e estruturas de apoio, precedidos de projeto elaborado por profissional legalmente habilitado;
- f) ter largura útil da plataforma de trabalho de, no mínimo, 0,65 m (sessenta e cinco centímetros) (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022d).

## 2.2.5 NR-35

A NR- 35 apresenta um conjunto de diretrizes, procedimentos e conceitos de segurança e saúde que regem todos os trabalhos realizados em altura, essa norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho deles,

envolvendo o planejamento, a organização e a execução, para assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores que estão envolvidos com 2,00 (dois) metros do nível inferior, com risco de queda (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

A NR-35 destina-se, portanto, à gestão de segurança e saúde no trabalho em altura nos fatores da prevenção dos riscos de queda. Essa norma se complementa com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos Órgãos competentes e, na ausência ou omissão dessas, com as normas internacionais aplicáveis (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

A NR-35, apresenta as responsabilidades para o empregador e o empregado. Referente as responsabilidades do empregador, tem-se

- a) garantir a implementação das medidas de prevenção estabelecidas nesta NR;
- b) assegurar a realização da Análise de Risco - AR e, quando aplicável, a emissão da Permissão de Trabalho - PT;
- c) elaborar procedimento operacional para as atividades rotineiras de trabalho em altura;
- d) disponibilizar, através dos meios de comunicação da organização de fácil acesso ao trabalhador, instruções de segurança contempladas na AR, PT e procedimentos operacionais a todos os integrantes da equipe de trabalho; e)
- e) assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho em altura, pelo estudo, planejamento e implementação das ações e das medidas complementares de segurança aplicáveis;
- f) adotar as providências necessárias para acompanhar o cumprimento das medidas de prevenção estabelecidas nesta Norma pelas organizações prestadoras de serviços;
- g) garantir que qualquer trabalho em altura só se inicie depois de adotadas as medidas de prevenção definidas nesta NR;
- h) assegurar a suspensão dos trabalhos em altura quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível;
- i) estabelecer uma sistemática de autorização dos trabalhadores para trabalho em altura; e
- j) assegurar a organização e o arquivamento da documentação prevista nesta NR, por período mínimo de 5 (cinco) anos, exceto se houver disposição específica em outra Norma Regulamentadora (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

Já as responsabilidades do trabalhador consistem em cumprir as disposições previstas nessa norma e na da Norma Regulamentadora nº 01 (NR-01) - Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais, e os procedimentos operacionais expedidos pelo empregador (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

Segundo a norma, é citado que ao longo da execução das atividades deve-se levar em consideração as influências externas que possam alterar as condições no local do trabalho, já previstas na análise de risco. Pode-se citar alguns exemplos de

condições externas: condições climáticas adversas, vento forte, chuva, insolação, trânsito de veículos e pessoas, ou seja, qualquer situação que interfiram ou impeçam a continuidade da tarefa a ser executada (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

A Norma também ressalta a importância de análise das condições de saúde do trabalhador, como:

Cabe à organização avaliar o estado de saúde dos empregados que exercem atividades de trabalho em altura de acordo com o estabelecido na NR-07 (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional), em especial o item 7.5.3, considerando patologias que poderão originar mal súbito e queda de altura, bem como os fatores psicossociais (Ministério do Emprego e Trabalho, 2022e).

Já o item 35.5 menciona a obrigatoriedade da análise de risco ao trabalho em altura. Segundo a NR-35 o procedimento de medidas de controle deve ser precedida da aplicação de técnicas de análise de risco. Exemplos comuns de metodologia são: Análise Preliminar de Risco (APR), a Análise de Risco da Tarefa (ART), a Análise de Modos de Falha e Efeito (FMEA) e outras metodologias.

No item 35.4.6 trata a possibilidade de a análise preliminar de risco estar contemplada no procedimento operacional, devendo esse conter, no mínimo:

- a) o local em que os serviços serão executados e seu entorno;
- b) o isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho;
- c) o estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem;
- d) as condições meteorológicas adversas;
- e) a seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações do fabricante ou projetista e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda;
- f) o risco de queda de materiais e ferramentas;
- g) os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos;
- h) o atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras;
- i) os riscos adicionais;
- j) as condições impeditivas;
- k) as situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador;
- l) a necessidade de sistema de comunicação; e m) a forma da supervisão (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

A norma NR35 cita as condições impeditivas em relação a intensidade do vento:

5 Condições Impeditivas 5.1 Além Das Condições Impeditivas Identificadas Na Análise De Risco, Como Estabelece O Subitem 35.4.5.1, Alínea "J" Da Nr.35, O Trabalho De Acesso Por Corda Deve Ser Interrompido Imediatamente Em Caso De Ventos Superiores A Quarenta Quilômetros Por Hora [...] (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).



De acordo com Côrtes e Silva (2011), conhecer as Normas Regulamentadoras Brasileiras e as leis que regem os canteiros de obras é uma forma de evitar acidentes de trabalho e as consequências que podem trazer quanto a essa fatalidade. Além de seguir o que preconiza as NRs, é válido também ressaltar a importância no que se refere a fiscalização e aos treinamentos e incentivos para o atendimento das normas.

Em um canteiro de obra, um profissional de segurança do trabalho é um bom investimento para a empresa, visto que esse profissional é responsável por realizar orientação, fiscalização e treinamento quanto às corretas práticas no desenvolvimento da sua função, utilizando como base as normas regulamentadoras (Moterle, 2014).

## 2.3 ANÁLISE DE RISCOS

A NR 1 apresenta como definição de Risco Ocupacional a

combinação da probabilidade de ocorrer lesão ou agravo à saúde causados por um evento perigoso, exposição à agente nocivo ou exigência da atividade de trabalho e da severidade dessa lesão ou agravo à saúde (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a).

O canteiro de obras é um ambiente propício a apresentar riscos aos trabalhadores. Tais riscos podem advir de equipamentos, máquinas, materiais e atividades desenvolvidas no local. Esses riscos, em sua grande maioria, são inerentes às atividades desenvolvidas dentro do canteiro de obras (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2017).

A NR-1 apresenta em seu escopo a obrigação da organização em avaliar os riscos ocupacionais relativos aos perigos identificados no estabelecimento, mantendo informações sobre as medidas de prevenção (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a).

A Norma Regulamentadora 1 cita que para cada risco deve ser indicado o nível de risco ocupacional, que é determinado pela combinação da severidade das possíveis lesões ou agravos à saúde com a probabilidade ou chance de sua ocorrência.

A Norma supracitada menciona que a organização deve selecionar as ferramentas e técnicas de avaliação de riscos que sejam adequadas ao risco ou circunstância em avaliação. A gradação da severidade das lesões ou agravos à saúde

deve levar em conta a magnitude da consequência e o número de trabalhadores possivelmente afetados (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022a).

O Quadro 1, realizado de acordo com as diretrizes da Portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994 apresenta a classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos, de acordo com a sua natureza e a padronização de cores correspondentes:

Quadro 1 - Classificação dos principais riscos ocupacionais em grupos

<b>GRUPO 1 VERDE</b>	<b>GRUPO 2 VERMELHO</b>	<b>GRUPO 3 MARROM</b>	<b>GRUPO 4 AMARELO</b>	<b>GRUPO 5 AZUL</b>
<b>Riscos Físicos</b>	<b>Riscos Químicos</b>	<b>Riscos Biológicos</b>	<b>Riscos Ergonômicos</b>	<b>Riscos de Acidentes</b>
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias compostas ou produtos químicos em geral		Jornada de trabalho prolongada	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de riscos e stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para ocorrência de acidentes

Fonte: Elaborado pela autora com base em Brasil (1994).

O Manual de Análise de Riscos Industriais (Fepam, 2016) define análise de risco como:

um conjunto de métodos e técnicas que aplicados a uma atividade proposta ou existente que identificam e avaliam qualitativa e/ou quantitativamente os riscos que essa atividade representa para a população vizinha, ao meio ambiente e à própria empresa. Os principais resultados de uma análise de riscos são a identificação de cenários de acidentes, suas frequências

esperadas de ocorrência e a magnitude das possíveis consequências. Serve de base para os programas de gerenciamento de riscos (Fepam, 2016)

No Manual de Análise de Riscos Industriais proposto pela FEPAM é sugerido a aplicação da técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR) para identificação de riscos. Trata-se de uma metodologia estruturada para identificar os riscos que podem ser causados devido à ocorrência de eventos indesejáveis (Fepam, 2016).

No Apêndice 4 do Manual de Análise de Riscos Industriais da FEPAM é apresentado um Termo de referência para realização de Análise Preliminar de Riscos. O documento segue uma metodologia estruturada para identificar os perigos que podem ser causados devido à ocorrência de eventos indesejáveis (Fepam, 2016).

De acordo com o Manual supracitado da Fepam (2016):

Na APR, as causas de cada um dos possíveis eventos acidentais e suas respectivas consequências devem ser identificadas/registradas e, em seguida, deve ser feita uma avaliação qualitativa do risco associado a cada cenário acidental, avaliando a frequência de ocorrência do evento, conforme as suas causas e avaliando a severidade do cenário de acidente. Portanto, os resultados obtidos são qualitativos, não fornecendo estimativa numérica. Usam-se categorias de frequência e de severidade, as quais são combinadas em categorias de risco (Fepam, 2016).

Na Análise Preliminar de Riscos, os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de frequência. Essas categorias de frequência as quais indicação qualitativa a frequência esperada de ocorrência de cada cenário (Fepam, 2016), conforme identificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Categorias de frequência

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	Muito improvável	Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
<b>B</b>	Improvável	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de grande porte. Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação
<b>C</b>	Ocasional	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento).
<b>D</b>	Provável	Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
<b>E</b>	Frequente	Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

Fonte: Fepam (2016).

O Manual de Análise de Riscos Industriais também apresenta como os cenários de acidentes devem ser classificados em categorias de severidade. A severidade fornece uma indicação qualitativa do grau de severidade das consequências de cada cenário (Fepam, 2016). As categorias de severidade se estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Categorias de severidade

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>IV</b>	Catastrófica	Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações
<b>III</b>	Crítica	Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
<b>II</b>	Marginal	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.
<b>I</b>	Desprezível	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais.

Fonte: Fepam (2016).

Posteriormente a definição das categorias de frequência e severidade, elas podem ser combinadas a fim de gerar as categorias de risco. No Quadro 2 é apresentado a Matriz de Classificação de Riscos (Fepam, 2016).

Quadro 2 - Matriz de Classificação de Riscos

<b>Matriz de Risco</b>		<b>Severidade</b>			
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
<b>Frequência</b>	<b>E</b>	3	4	5	5
	<b>D</b>	2	3	4	5
	<b>C</b>	1	2	3	4
	<b>B</b>	1	1	2	3
	<b>A</b>	1	1	1	2

Fonte: Fepam (2016).

A partir do Quadro 2, para a classificação dos riscos são consideradas as cinco classes, de acordo com o Quadro 3.

Quadro 3 - Classes de riscos

Classe	Denominação	Cor
1	Desprezível	Amarelo
2	Menor	Verde
3	Moderado	Marrom
4	Sério	Lilás
5	Crítico	Vermelho

Fonte: Adaptado da Fepam (2016).

## 2.4 SENSORES APLICADO A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO

A Tecnologia de Informação (TI) é um conjunto de componentes tecnológicos (*software*, *hardware*, base de dados, rede e serviços) que presta suporte para os sistemas de informação das entidades. É a plataforma que realiza o funcionamento dos Sistemas de Informação (SI), objetivando facilitar os processos gerenciais e operacionais das organizações (Laudon; Laudon, 2009).

A transformação digital já atingiu níveis globais gerando mudanças na cultura, nos sistemas socioeconômicos e nas estruturas. Ela causa impactos tanto para as empresas como para a sociedade. As cadeias de valores inteiras estão sofrendo alterações seja de modo evolutivo ou disruptivo pela inserção da tecnologia, por meio da era da Internet das Coisas (IoT) (Schwab; Davis, 2018).

Nesse tema, os dispositivos portáteis e as tecnologias estão permitindo a mobilidade da informação, coleta de dados de maneira mais eficiente, monitorando e analisando em tempo real as operações. Dessa maneira, consegue apoiar o processo de tomada de decisão através de fatos, incorporando processos de coleta, armazenamento, distribuição e análise de informações (Neto; Ruschel; Picchi, 2013).

No ramo da construção civil, com a introdução de tecnologias é possível reduzir o tempo de construção, retrabalho, operação e manutenção, acidentes de trabalho, desperdícios e aumentar a produtividade, fluxo de informações entre o local de trabalho e o escritório em tempo real, monitorando a execução das atividades (Alonso, 2013).

Dentre as tecnologias que tem surgido neste contexto, destacam-se o grande potencial e a aplicação de sensores vestíveis (*wearables*) como soluções voltadas para a segurança e saúde dos trabalhadores de diversos setores. Dispositivos de sensores móveis, como sensores vestíveis inteligentes (*smart wearables*) e

rastreadores de atividades, apresentam novas oportunidades para serem utilizadas pelas empresas (Swan, 2012).

A utilização da Internet das Coisas (IoT) já é utilizada em muitos setores. Na indústria, novas tecnologias e ideias têm sido testadas para melhorar a segurança do trabalho em diversos locais com operações de alto risco, incluindo mineração de superfície e subterrânea, canteiros de obras, usinas de energia, exploração de petróleo em águas profundas, entre outros. Nesses contextos, estão sendo estudadas diversas tecnologias de sensores incorporadas a equipamentos de proteção individual (EPI) para monitorar a saúde dos trabalhadores, sua exposição a elementos nocivos, proximidade a zonas de perigo etc. Tecnologias conectadas a celulares e relógios também possuem potencial para aumentar a fiscalização das atividades dos trabalhadores por meio de coleta dados no próprio local de trabalho, detectando riscos ao meio ambiente e à saúde do trabalhador (Adjiski *et al.*, 2019).

As soluções baseadas em sensores e IoT podem ser instrumentos para diminuição de riscos visando a prevenção de acidentes nos locais de trabalho (Mukhopadhyay, 2015).

Acoplados a equipamentos de proteção individuais, como capacetes de segurança, óculos de proteção, roupas, luvas e botinas de segurança, esses dispositivos, quando conectados à internet, transmitem dados em tempo real e os armazenam na nuvem para que sejam processados por técnicas de análise de *big data* (Wanasinghe, 2020).

Em pesquisa desenvolvida junto a diferentes setores no território americano incluindo mais de 1.000 participantes, aproximadamente metade dos trabalhadores se mostrou favorável ao uso de sensores para monitorar fatores de risco e métricas de exposição ocupacional em seus ambientes de trabalho (Schall; Sesek; Cavuoto, 2018).

O recente advento de tecnologias de detecção vestíveis também apresenta grandes oportunidades na promoção da segurança e na saúde. Awolusi *et al.* (2018) revisou diversos dispositivos vestíveis aplicáveis a tecnologias (isto é, detecção fisiológica, detecção ambiental, rastreamento de localização e sensor de proximidade) e indicou que as tecnologias vestíveis podem ser utilizadas para medir vários parâmetros de desempenho de segurança e saúde do trabalhador.

Ao contrário de outras indústrias, a aplicação da tecnologia de sensores na construção civil está numa fase inicial. Na verdade, são poucos casos documentados de aplicação de tecnologia de sensores na indústria da construção (Cheng, 2012).

Embora, a indústria da construção pode ser lenta na adoção de tendências em ferramentas de mobilidade e automação, e outras tecnologias que podem aumentar a eficiência, as tecnologias vestíveis podem revelar possibilidades de melhoria nos processos.

Alguns dos potenciais riscos de segurança e saúde para trabalhadores da construção civil incluem: quedas de altura devido à montagem inadequada de dobraduras de andaimes ou uso de escadas; lesões por movimentos repetitivos; exaustão por calor ou insolação devido ao aumento da temperatura corporal para níveis perigosos; e colisão por equipamentos em movimento (Osha, 2017).

A Tabela 3 apresenta esses perigos para a segurança e a saúde, bem como os parâmetros mensuráveis associadas aos perigos. As divisões correspondentes das métricas mensuráveis de desempenho de segurança também são fornecidas para a implantação adequada de tecnologias vestíveis para a coleta e análise das métricas necessárias para a mitigação dos perigos (Awolusi, 2018).

Tabela 3 - Perigos e parâmetros mensuráveis

	<b>Perigos no canteiro de obra</b>		<b>Parâmetros</b>
	Risco de segurança	Riscos para a saúde	
<b>Monitoramento fisiológico</b>	Escorregamentos, tropeções e quedas de altura	Estresse, calor, frio, lesões por esforço, lesões nas costas, doenças de pele (absorção), cortes, doenças respiratórias ou cardiovasculares, gases tóxicos.	Frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória, postura corporal, velocidade corporal, aceleração corporal, rotação corporal e orientação, velocidade angular, oxigênio no sangue, pressão arterial, temperatura corporal, nível de atividade, queima de calorias e caminhada passos.
<b>Monitoramento ambiental</b>	Escorregões, tropeções, incêndios e explosões	Produtos químicos (tintas, amianto, solventes, cloro), mofo, ruído, calor, frio, radiação, vibração, tóxico	Temperatura ambiente, pressão ambiente, umidade, ruído, nível, intensidade da luz, qualidade do ar.

Perigos no canteiro de obra		Parâmetros
Risco de segurança	Riscos para a saúde	
	gases.	

Fonte: Awolusi (2018).

Na indústria da construção civil, os trabalhadores estão expostos a perigos que são difíceis de medir por estarem relacionadas com a maneira que as tarefas são executadas. Cada canteiro de obras muda à medida que a construção avança, mudando os riscos que os trabalhadores enfrentam diariamente. A tecnologia de sensores oferece uma solução viável que fornece dados objetivos e em tempo real que podem ser utilizados para tornar eficiente as decisões técnicas. A tecnologia de sensores adota um conceito de segurança que permite aos trabalhadores monitorarem e controlar os parâmetros de saúde e segurança em tempo real, para que os primeiros sinais de perigo possam ser detectados e corrigidos (Awolusi, 2018).

Sensores vestíveis também podem fornecer aos gerentes de segurança do trabalho informações quantitativas medidas através dos trabalhadores dos canteiros de obras, facilitando assim a tomada de decisões relativas às adequações necessárias e possivelmente permitindo a modificação imediata da estratégia, se necessário (Hallowell, 2013).

Os trabalhadores dos canteiros de obras enfrentam diversos riscos à saúde podendo impactar nos fatores de segurança e no desempenho geral da construção. Os sistemas de monitoramento do estado fisiológico disponíveis comercialmente podem coletar dados fisiológicos com segurança de pessoas em ambientes externos utilizando a tecnologia de relógios inteligentes com infravermelho (Awolusi, 2018).

A tecnologia infravermelha é outro sistema utilizado em sensores vestíveis para monitorar e calcular a frequência cardíaca e monitorar o desempenho do condicionamento físico. O infravermelho é o uso de tecnologia sem fio em dispositivos ou sistemas que transmitem dados através radiação infravermelha. O infravermelho é energia eletromagnética em um comprimento de onda ou comprimentos de onda um pouco mais longos que os da luz vermelha. Os sensores infravermelhos disponíveis comercialmente são frequentemente usados em conjunto com a tecnologia Bluetooth para conectividade e são compatíveis com sistemas operacionais comuns para dispositivos móveis, como Android e iOS (Awolusi, 2018).



Existem também sensores ambientais integrados que monitoram diversos fatores, como pressão atmosférica, umidade, temperatura do ar ambiente, bem como medição da qualidade do ar (Awolusi, 2018).

## 2.5 PARÂMETROS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL, PSICOSSOCIAIS E SINAIS VITAIS

Para realizar uma avaliação dos processos na indústria da construção civil deve-se levar em consideração os fatores ambientais, tais como o arranjo do canteiro de obras e as condições de temperatura. Além disso, é essencial considerar aspectos individuais, como a condição física e psicológica, para uma análise abrangente. (Kroemer; Grandjean, 2005).

### 2.5.1 Parâmetros Ambientais

Iida (2005) menciona que a temperatura exerce um impacto negativo no desempenho das atividades laborais. A flutuação térmica pode resultar em desconforto, aumentar o risco de acidentes e causar danos significativos à saúde. A busca por garantir o conforto térmico no local de trabalho recebe destaque não apenas pelo bem-estar humano, mas também devido à sua repercussão direta nas funções desempenhadas e na produtividade.

A obtenção do conforto térmico no ambiente de trabalho não depende exclusivamente da temperatura ambiente. Vários fatores ambientais e individuais contribuem para criar um ambiente termicamente agradável. Elementos físicos, como temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento, junto com fatores individuais, como o tipo de vestimenta e a intensidade do esforço físico, são determinantes para auxiliar o sistema termorregulador do organismo a realizar combinações apropriadas em busca do conforto térmico (Iida, 2005).

Ao explorar conexões com a indústria da construção civil, o autor esclarece que o conforto térmico é alcançado quando a temperatura média da pele se mantém em 33°C. Vale ressaltar que, mesmo mantendo a média, a presença de oscilações na temperatura tende a reduzir o conforto (Iida, 2005).

A temperatura da camada externa não é regulada com a mesma precisão que a temperatura interna do corpo devido à influência do ambiente (Widmaier; Raff; Strang, 2006).

As respostas termorreguladoras, como o fluxo sanguíneo cutâneo e a secreção de suor, juntamente com a temperatura dos tecidos subjacentes e fatores ambientais como a temperatura, a movimentação do ar e a radiação térmica, afetam a temperatura da pele (Rhoades; Tanner, 2005).

Quando a temperatura ultrapassa o nível de conforto térmico, tanto problemas subjetivos quanto físicos têm o potencial de impactar negativamente a eficiência na realização das atividades. É crucial estar atento às condições excessivamente quentes, que podem representar uma ameaça à saúde e ao bem-estar do trabalhador. Na Tabela 4, são enumerados alguns dos problemas e seus sintomas que ocorrem em uma faixa que vai desde uma temperatura confortável até o limite mais alto tolerável (Kroemer; Grandjean, 2005).

Tabela 4 - Efeitos de desvios da temperatura confortável

20°C	1.	Temperatura confortável	Eficiência máxima
	2.	Desconforto, irritabilidade aumentada, falta de concentração, queda de capacidade para trabalhos mentais	Perturbações psíquicas
	3.	Aumento das falhas de trabalho; queda de produção para trabalhos de destreza; aumento de acidentes	Perturbações psicológicas e fisiológicas
	4.	Queda de produção para trabalhos pesados; perturbações do equilíbrio eletrolítico; fortes perturbações do coração e circulação; forte fadiga e ameaça de esgotamento	Perturbações fisiológicas
35-40°C	5.	Limite de tolerância	Exaustão Perigo físico

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean (2005).

Conforme mencionado por Abrahão *et al.* (2009), as condições climáticas geralmente não influenciam no aumento ou redução da temperatura interna do corpo humano, pois o organismo humano possui um sistema de termorregulação que mantém a temperatura corporal constantemente em 37°C.

Contudo, na ergonomia, a ênfase principal recai sobre a análise da interação entre diversos elementos do ambiente, a natureza das atividades laborais e a

percepção das pessoas em relação ao seu trabalho, incluindo fatores como temperatura, umidade, velocidade do ar e temperatura radiante (Abrahão *et al.*, 2009).

Assim, Couto (2002) conecta a percepção térmica humana a três fatores: a temperatura em si (indicada pelo termômetro de bulbo seco), a temperatura do termômetro de bulbo úmido (levando em consideração a umidade relativa do ar) e a ventilação do ambiente. Conforme Couto, um ambiente de trabalho termicamente agradável deve manter uma temperatura efetiva entre 20 e 23°C.

A temperatura efetiva é a que gera uma sensação térmica semelhante à temperatura medida em um ambiente saturado e com pouco vento. Essa temperatura engloba todas as combinações de temperaturas ambientais, umidades relativas do ar e velocidades do vento que resultam na mesma sensação térmica (Lida, 2005).

Abrahão *et al.* (2009) associam os parâmetros de maior importância para o conforto térmico, sendo os individuais, como metabolismo e vestuário, e os ambientais, como temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do ar e temperatura radiante média.

Conforme Lida (2005), a faixa de conforto térmico abrange temperaturas efetivas entre 20 e 24 °C, com umidade relativa variando de 40 a 80%, e uma velocidade do ar em torno de 0,2 m/s.

À medida que a temperatura ambiente aumenta, a perda de calor pelo corpo diminui progressivamente por convecção e radiação, deixando a transpiração como o único meio de dissipação de calor. Isso resulta no aumento da fadiga, da frequência cardíaca e da pressão sanguínea, levando a uma diminuição da eficiência tanto nas tarefas físicas quanto mentais (Kroemer; Grandjean, 2005).

A aclimação das pessoas ao calor extremo é crucial, especialmente em certas atividades realizadas em condições em que a temperatura ambiente se aproxima da temperatura corporal e a umidade atinge praticamente 100%. Isso é essencial porque os limites de calor extremo que o organismo humano pode tolerar dependem quase inteiramente da umidade do ambiente, ou seja, se o ar está seco ou úmido (Guyton; Hall, 2006).

## **2.5.2 Parâmetros Psicossociais**

O estresse figura entre os processos relacionados ao contínuo saúde-doença que têm despertado considerável interesse entre pesquisadores e profissionais de

diversas áreas, incluindo a psicologia das organizações e do trabalho. Inicialmente, as teorias sobre o estresse foram formuladas para descrever reações agudas e inevitáveis em situações de ameaça à sobrevivência. Contudo, o Modelo Demanda/Controle, ou *Job Strain Model*, foi desenvolvido considerando que, no contexto psicossocial do trabalho, os "fatores estressores" são crônicos, inicialmente não representam uma ameaça à vida, mas podem evoluir para riscos potenciais à saúde do trabalhador (Kain; Jex, 2010). Esses riscos também são denominados riscos psicossociais.

Estimativas sugerem que aproximadamente 14% da carga global de distúrbios mentais não psicóticos origina-se de transtornos neuropsiquiátricos. A cronicidade e incapacidade inerentes a esses transtornos destacam sua relevância para a saúde pública. Essa preocupação é acentuada quando se considera a interação da doença mental com outras condições patológicas, incluindo o aumento do risco de doenças transmissíveis e não transmissíveis, além de sua contribuição para lesões tanto intencionais quanto não intencionais (Prince *et al.*, 2007).

Tem-se observado um crescente interesse nas questões relacionadas à interação entre trabalho e saúde/doença mental. Esse interesse é impulsionado pelo aumento significativo de transtornos mentais e comportamentais vinculados ao ambiente de trabalho, uma realidade evidenciada em estatísticas oficiais (Jacques, 2003), apesar das dificuldades em estabelecer uma relação direta entre trabalho, saúde e doença.

De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 30% dos trabalhadores empregados sofrem de transtornos mentais leves, enquanto cerca de 5 a 10% enfrentam transtornos mentais graves. No contexto brasileiro, dados do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) indicam que os transtornos mentais ocupam o terceiro lugar como causa mais comum de concessão de benefícios previdenciários para trabalhadores com registro formal. Esses benefícios incluem auxílio-doença devido à incapacidade para o trabalho por mais de 15 dias, assim como aposentadoria por invalidez devido à incapacidade permanente para o trabalho (Ministério da Previdência Social, 2012).

Santini, Esteves e Dias (2019) definem os riscos psicossociais como aspectos da organização e gestão do trabalho que, quando mal-conduzidos, comprometem a saúde mental dos trabalhadores. Entre os principais fatores, destacam-se a sobrecarga de trabalho, pressão por produtividade, baixa autonomia, conflitos

interpessoais, insegurança no emprego e falta de apoio social. Esses elementos aumentam a vulnerabilidade ao estresse, ansiedade e outros transtornos mentais comuns, especialmente em contextos de trabalho precários e sem suporte institucional.

O desenvolvimento cognitivo é de importância fundamental para os seres humanos. No entanto, com os avanços nos meios e métodos de comunicação, o ambiente de trabalho está cada vez mais saturado de informações. Dado que esses conteúdos não são filtrados, o excesso de demandas com as quais os trabalhadores precisam lidar pode resultar em distúrbios caracterizados por sinais e sintomas como insônia, fadiga, irritabilidade, esquecimento, dificuldade de concentração e queixas somáticas. Portanto, é crucial que indicadores de Transtornos Mentais Comuns (TMC) sejam monitorados pelas equipes de saúde local, sinalizando a necessidade de intervenções precoces para prevenir impactos negativos na integridade da saúde mental das pessoas, sem comprometer a qualidade e produtividade de seu trabalho. (Botti *et al.*, 2010).

Nesse contexto, a doença mental desencadeia repercussões nas esferas biológicas, culturais, sociais, econômicas e políticas. Dentre os diversos transtornos mentais, foi focado o Transtorno Mental Comum devido à sua representatividade como a forma predominante de aflição na população global. Classificado também como um transtorno mental não psicótico, o Transtorno Mental Comum é atribuído a indivíduos que enfrentam angústias mentais, manifestando sintomas somáticos como irritação, fadiga, lapsos de memória, diminuição da capacidade de concentração, ansiedade e depressão (Skapinakis *et al.*, 2013).

Comumente identificados em diversas organizações, esses transtornos acarretam significativos custos sociais e econômicos, dado que frequentemente resultam em incapacidade. Eles constituem uma causa significativa de absenteísmo no ambiente de trabalho, além de aumentarem a demanda nos serviços de saúde (Goldberg; Huxley, 1992).

Mesmo estando empregado, várias características inerentes ao processo de trabalho, como a instabilidade no emprego, a insatisfação com as responsabilidades atribuídas, o estresse no ambiente laboral, a pressão para atingir metas de produtividade visando ganhos específicos, a remuneração inadequada e a supervisão rígida e autoritária por parte dos gestores, podem significativamente comprometer o estado mental dos funcionários (Seligmann-Silva, 1994).

Conforme observado por Ramminger (2000), a conexão entre episódios depressivos e ambiente de trabalho pode ser delicada, muitas vezes associada a repetidas decepções em contextos profissionais frustrantes, demandas excessivas de desempenho e perdas acumuladas ao longo de anos de serviço, características também presentes no trabalho com pacientes psiquiátricos.

É crucial perceber que a saúde do trabalhador está intrinsecamente ligada não apenas ao evidente binômio trabalho-doença profissional, onde danos físicos como perda de membros, redução da acuidade visual ou auditiva estão diretamente relacionados às atividades laborais e visíveis no ambiente de trabalho. No âmbito da dinâmica laboral, também se observa resistência ou, inversamente, situações em que o trabalho não representa ameaça à saúde física. Nesses locais, parece não haver motivos óbvios para adoecer, e qualquer enfermidade do trabalhador é interpretada como um caso isolado, sem conexão aparente com a ocupação. Assim, trabalhadores expostos a riscos ambientais ou não podem apresentar características que escapam à mensuração simples de causa e efeito, resultando em uma condição médica indefinida. Os fatores associados ao ambiente de trabalho e os aspectos psicossociais do indivíduo, que abrangem áreas como cognição, neurofisiologia, psicologia, emocional e social, podem ser prejudicados nesse contexto (Ramminger, 2000).

Entre os recursos empregados para a detecção, merece destaque o *Self Report Questionnaire 20* (SRQ-20), devido às suas propriedades psicométricas que possibilitam a identificação precisa de potenciais casos de Transtorno Mental Comum na comunidade. Além disso, o SRQ-20 demonstra habilidade na identificação de transtornos emocionais e nas necessidades relacionadas à saúde mental (Gonçalves; Stein; Kapczinski, 2008).

Apresentando sensibilidade entre 62,9% e 90% e especificidade oscilando de aproximadamente 44% a 95%, a seleção do SQR-20 como instrumento de triagem já foi traduzido, testado e validado em populações urbanas no Brasil (Gonçalves; Stein; Kapczinski, 2008).

O SRQ foi desenvolvido com o propósito de rastrear distúrbios psiquiátricos em configurações de atenção primária. Ele é uma derivação de quatro instrumentos de pesquisa psiquiátrica previamente concebidos para o estudo da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre morbidade psiquiátrica em ambientes de atenção primária em países em desenvolvimento (Harding *et al.*, 1980).

O SQR 20 possui 20 questões que abordam os seguintes grupos: humor depressivo-ansioso; pensamentos depressivos; sintomas somáticos e decréscimo de energia vital (Santos; Araújo; Oliveira, 2009). Conforme Mari e Williams (1986), através dessas perguntas pode-se identificar sintomas não psicóticos, como, insônia, fadiga, irritabilidade, esquecimento, dificuldade de concentração e queixas somáticas.

O instrumento SRQ-20, que consiste em 20 perguntas relacionadas ao estado de saúde mental nos últimos 30 dias. As respostas são binárias, sendo SIM ou NÃO, atribuindo um ponto a cada resposta afirmativa. O resultado pode variar de 0 (indicando nenhuma probabilidade para Transtorno Mental Comum) a 20 (indicando extrema probabilidade para Transtorno Mental Comum). No estudo, o ponto de corte adotado foi  $\geq$  sete para ambos os sexos (Lucchese *et al.*, 2014).

Dado que o trabalho pode apresentar fatores psicossociais de risco que têm o potencial de afetar a saúde mental do trabalhador, é evidente a importância de empregar ferramentas de investigação para analisar esses aspectos, bem como a relação entre eles (Jacinto; Tolfo, 2017).

### **2.5.3 Sinais Vitais**

O trabalho pesado é identificado por atividades que requerem considerável esforço físico, como, por exemplo, as tarefas na construção civil. A característica fundamental do trabalho pesado é o elevado consumo de energia e a maior demanda sobre o sistema circulatório e respiratório, estabelecendo, dessa forma, limites no desempenho das atividades (Kroemer; Grandjean, 2005).

A medição do consumo de energia é expressa em quilojoules (kJ), sendo esse consumo definido pela quantidade de oxigênio necessária para a oxidação de nutrientes. A título de exemplo, a utilização de um litro de oxigênio pelo corpo resulta, em média, na conversão de 20 kJ (ou 5 kcal) de energia (Kroemer; Grandjean, 2005).

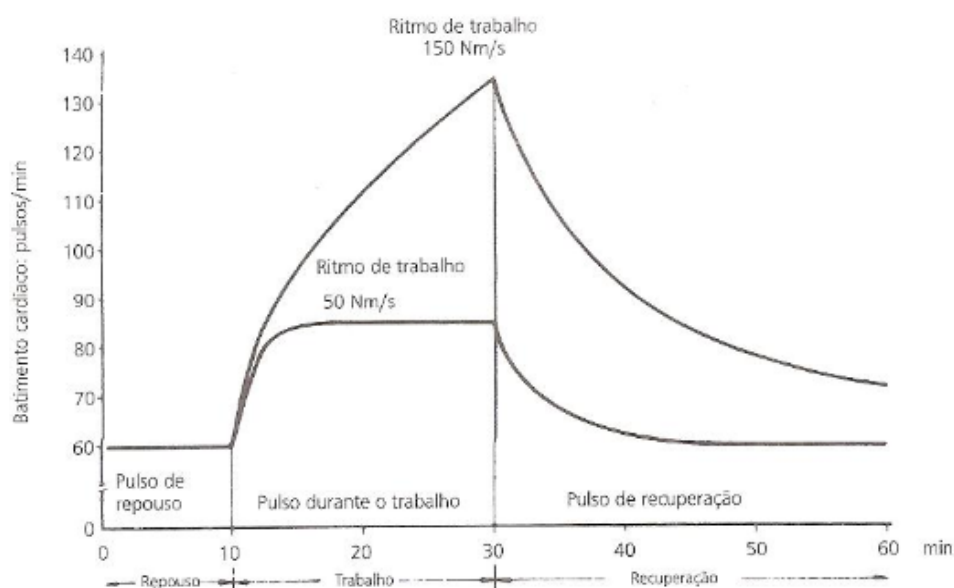
Kroemer e Grandjean (2005) propõem o batimento cardíaco como um método para medir a carga de trabalho. Essa medição pode ser realizada de maneira simples ao palpar o pulso ou por meio de instrumentos que medem a frequência cardíaca. É crucial destacar que métodos de medição que interrompem a atividade, ou seja, interferem no trabalho da pessoa, podem resultar em resultados falsos. Os autores enfatizam o uso de instrumentos que realizam a medição simultaneamente à execução da tarefa.

Em situações de trabalho pesado, a frequência cardíaca aumenta progressivamente até que o trabalho seja interrompido. Na Figura 3, é possível observar, de forma esquemática, o padrão da frequência cardíaca durante o trabalho com diferentes cargas. Com uma carga elevada, a frequência cardíaca aumenta consideravelmente; em cargas menores, a frequência cardíaca permanece constante durante o curso estável da atividade (Kroemer; Grandjean, 2005).

É relevante destacar as seguintes definições propostas por Muller (1961, apud Kroemer; Grandjean, 2005, p. 94):

- a) Frequência cardíaca de repouso: média da frequência cardíaca antes do início do trabalho;
- b) Frequência cardíaca durante o trabalho: média dos batimentos cardíacos durante a realização das atividades;
- c) Frequência cardíaca de trabalho: diferença entre o pulso de repouso e o pulso durante o trabalho;
- d) Frequência cardíaca de recuperação total: soma dos batimentos cardíacos do final do trabalho até que o pulso retorne ao nível de repouso;
- e) Frequência cardíaca de trabalho total: soma dos batimentos desde o início do trabalho até que o nível de repouso seja restaurado.

Figura 3 - Frequência cardíaca durante etapas do trabalho com diferentes cargas



Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean (2005).

Para determinação da carga cardiovascular, é utilizada a Equação 1:



$$CCV = \frac{FCMT - FCR}{FCM - FCR} * 100$$

Equação 1

Onde:

CCV: carga cardiovascular (%);

FCT: frequência cardíaca de trabalho (bpm);

FCR: frequência cardíaca em repouso (bpm);

FCM: frequência cardíaca máxima (bpm).

Para as situações em que a carga cardiovascular ultrapassar o limite de 40% da frequência cardíaca de trabalho, gerando assim uma situação de sobrecarga física, pode ser determinado o tempo de repouso (pausa) necessário, através da Equação 2 (Oliveira; Caetano; Gomes, 2024).

$$Tr = \frac{Ht(FCT - FCL)}{(FCT - FCR)} * 100$$

Equação 2

Onde:

Tr: tempo de repouso, descanso ou pausa (minutos);

Ht: duração do trabalho (minutos);

FCL: frequência cardíaca limite (bpm).

A frequência cardíaca máxima é definida pela Equação 3:

$$FCM = 220 - idade$$

Equação 3

A frequência cardíaca limite de cada um dos trabalhadores é determinada conforme a Equação 4:

$$FCL = 0,40 * (FCM - FCR) + FCR$$

Equação 4

Fiedler *et al.* (2012) também relacionou os dados de frequência cardíaca de trabalho com a sua respectiva classificação, conforme apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 - Classificação das atividades de trabalho com base na FCT

<b>Frequência cardíaca de trabalho</b>	<b>Classificação do trabalho</b>
Inferior a 75 bpm	Muito leve
Entre 75 e 99 bpm	Leve
Entre 100 e 124 bpm	Medianamente pesado
Entre 125 e 150 bpm	Pesado
Superior a 150 bpm	Extremamente pesado

Fonte: Adaptado de Fiedler *et al.* (2012).

O corpo humano gera calor de maneira contínua por meio de fontes internas e recebe calor do ambiente externo. A maior parte da energia produzida pelo corpo durante uma atividade é dissipada na forma de calor, sendo o restante empregado na execução do trabalho (Kroemer; Grandjean, 2005).

Os elementos externos, como a temperatura ambiente, as condições de trabalho e as vestimentas utilizadas pelo trabalhador, são elementos que influenciam o equilíbrio entre a produção e a dissipação do calor. Esse equilíbrio é gerado pela atuação dos centros termorreguladores, os quais mantêm a temperatura corporal em níveis estáveis próximos a 37°C (Kroemer; Grandjean, 2005).

Quando o corpo gera calor em excesso durante uma atividade, pode atingir temperaturas na faixa de 38,3 a 40°C. Esse cenário pode desencadear alterações fisiológicas prejudiciais à saúde (Camargo *et al.*, 2010).

A incapacidade de prosseguir com um exercício em condições de calor, conhecida como exaustão térmica, é a doença térmica mais prevalente entre atletas e soldados. Essa condição surge devido à sudorese excessiva em ambientes quentes, resultando em falha cardiovascular devido às exigências conflitantes de aumento do fluxo sanguíneo na pele (para apoiar a sudorese e a perda de calor) e nos músculos (para sustentar o metabolismo aumentado). Entre os sintomas mais frequentes estão mal-estar, fraqueza, dor de cabeça, hiperirritabilidade, ansiedade, taquicardia, tontura, náusea, vômitos, diarreia e hipotensão (Gambrell, 2002).

A responsabilidade de proporcionar o fluxo sanguíneo cutâneo, essencial para a termorregulação em ambientes quentes, pode impor uma carga significativa sobre o coração de pessoas doentes. Entretanto, em indivíduos saudáveis, o principal desafio cardiovascular durante o estresse térmico resulta do comprometimento do retorno venoso. A quantidade de sangue bombeada pelo coração a cada minuto é determinada pela intensidade do fluxo sanguíneo das veias para o coração, conhecido como retorno venoso. O acúmulo de sangue nas veias periféricas, com a consequente

diminuição do retorno venoso e do enchimento diastólico do coração, resulta na redução do débito cardíaco e na queda da pressão arterial (Guyton; Hall, 2006).

Camargo *et al.* (2010) menciona que a fadiga, a redução do desempenho no trabalho, erros de percepção e raciocínio, e o surgimento de perturbações psicológicas sérias são reações orgânicas observadas em alguns operários da construção civil devido a temperaturas elevadas.

Camargo *et al.* (2010) salienta a ameaça às reações físicas, à perda de concentração e ao desempenho no trabalho quando ocorrem variações térmicas superiores a 4°C. Essa variação não é tolerada pelo organismo humano sem acarretar prejuízos na capacidade física e mental do indivíduo ou mesmo provocar lesões térmicas.

Segundo Kroemer e Grandjean (2005), durante o exercício laboral, o músculo intensifica sua demanda por energia, resultando na necessidade de aumento da irrigação sanguínea. Esse incremento leva ao aumento da pressão sanguínea, à dilatação dos vasos sanguíneos que se dirigem aos músculos e ao aumento do esforço de bombeamento do coração. Esses fatores podem desempenhar um papel crucial na eficiência da estrutura muscular e nos períodos de trabalho.

À medida que a atividade muscular aumenta, os incrementos na circulação também aumentam. A relação entre a condição muscular e o aumento na circulação pode ser analisada na Tabela 6 (Kroemer; Grandjean, 2005).

Tabela 6 - Condição muscular *versus* incremento na circulação

<b>Condição muscular</b>	<b>Incremento na circulação</b>
Músculo em descanso	4 mL/min/100g de músculo
Em trabalho moderado	80 mL/min/100g de músculo
Em trabalho pesado	150 mL/min/100g de músculo
Após uma restrição na circulação	50 a 100 mL/min/100g de músculo

Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean (2005).

Já nos casos em que a temperatura interna do corpo diminua abaixo de 36°C, ocorre uma redução nas atividades fisiológicas, diminuição da taxa metabólica, queda da pressão arterial e subsequente diminuição dos batimentos cardíacos. Isso pode levar a um estado de sonolência, redução da atividade mental, diminuição da capacidade de tomar decisões, perda da consciência, coma e, em casos extremos, até a morte (Peixoto, 2011).

Outro parâmetro que é importante monitorar é a quantidade de oxigênio na corrente sanguínea. A monitoração da oximetria de pulso arterial fornece dados de relevância clínica sobre a saturação de oxigênio transportado pelas hemoglobinas presentes no sangue arterial, possibilitando analisar a amplitude e a frequência de pulso, tanto na fase de repouso como de atividade. A oximetria de pulso arterial é medida por equipamentos denominados oxímetros de pulso, os quais utilizam sensores de emissão e detecção de luz nos comprimentos de onda vermelha e infravermelha. Essa monitorização é um método não-invasivo, contínuo, simples e indolor. Normalmente os valores situam-se entre 95 e 100% (Carrara, 2009).

Já em relação a pressão sanguínea é considerado pressão normal valores de < 130/80 mmHg (Barroso, 2020).

### 3 METODOLOGIA

A elaboração deste estudo foi fundamentada nas diretrizes da pesquisa, que se caracterizam como exploratória e explicativa, conforme definido por Gil (2002). Seguindo as classificações desse autor, as pesquisas explicativas destacam-se pela ênfase em identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Em contraste, a abordagem exploratória recebe essa designação devido à sua incorporação de revisões bibliográficas e dados obtidos por meio de entrevistas com profissionais que desempenharam papéis nos processos analisados no estudo de caso.

O início da pesquisa exploratória se deu com a formulação do problema ou da pergunta de pesquisa. No contexto deste trabalho, a pergunta central versa sobre a identificação dos riscos ocupacionais dos trabalhadores da construção civil e utilização de sensores para identificar e monitorar riscos ambientais e sinais vitais nos canteiros de obras da construção civil.

Conforme Moresi (2003), a categorização da pesquisa exploratória origina-se de estudos teóricos, abrangendo a revisão bibliográfica e as observações de campo. Estas últimas se destacam pela análise direta das atividades nos canteiros de obra, visando identificar e avaliar os riscos ambientais e psicossociais relacionados às tarefas de trabalho em 02 obras da Construção Civil.

Gil (2002) delinea a consecução da excelência no desenvolvimento do programa experimental por meio de uma sequência de nove etapas para o planejamento de pesquisas, as quais compreendem:

- a) Formulação do problema;
- b) Construção das hipóteses;
- c) Operacionalização das variáveis;
- d) Definição do plano experimental;
- e) Determinação dos sujeitos;
- f) Determinação do ambiente;
- g) Coleta de dados;
- h) Análise e interpretação de dados;
- i) Apresentação das conclusões.

De acordo com Gil (2002), a abordagem metodológica de estudo de caso é caracterizada por um exame minucioso e abrangente de um ou poucos objetos, buscando proporcionar um entendimento amplo e detalhado. O objetivo principal desta fase do estudo consiste na descrição da situação no contexto em que a pesquisa está sendo conduzida, explorando situações da vida real cujos contornos não estão rigidamente delimitados.

A pesquisa envolveu uma coleta e análise de dados qualitativa e outra quantitativa. Na quantitativa, para avaliar as condições de riscos e analisar se em algum momento os trabalhadores estiveram expostos a riscos, propôs-se a condução de um estudo específico com levantamento de riscos, através da Análise Preliminar de Riscos (APR). Após, aplicou-se um questionário sociodemográfico e de saúde com os trabalhadores que participaram da pesquisa. Na sequência, fez-se o monitoramento dos dados ambientais e sinais vitais, durante a execução da atividade laboral. Já para avaliação do transtorno mental comum será aplicado o questionário *Self Report Questionnaire 20* (SRQ-20).

A coleta qualitativa objetivou entender e confirmar os resultados obtidos com a coleta quantitativa. Através de uma entrevista presencial, fez-se os cruzamentos dos resultados estatísticos com as falas dos participantes da pesquisa.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ESTUDO

O primeiro local de estudo (Obra 1) foi uma obra de Retrofit em um prédio residencial de 17 andares com duas torres localizado no município de Porto Alegre. A estrutura da edificação era em concreto armado e vedação em bloco cerâmico. As atividades executadas eram a remoção de pastilhas do revestimento externo do prédio para aplicação de ecogranito e pintura. O revestimento externo possuía 5700 m<sup>2</sup> e o tempo estimado de obra foi de 2 anos, iniciando em agosto de 2023.

O serviço estava sendo executado por uma empresa consolidada do ramo da construção civil, especializada em projetos de retrofit. A equipe de segurança e saúde ocupacional da construtora era composta por 01 Engenheiro de segurança do trabalho e 01 Técnico de Segurança do Trabalho.

O segundo local de estudo de caso (Obra 2), era uma obra de uma construtora reconhecida na região, com previsão de construção de uma edificação vertical residencial-comercial de 25 pavimentos. No momento da coleta de dados a obra

estava em andamento, no 20º Pavimento, com frentes de serviço que incluíam: concretagem e armação de ferragens. A equipe de segurança do trabalho era composta por 01 Técnico de Segurança do Trabalho corporativo.

A seleção das duas obras, uma de retrofit e uma construção convencional, foi estratégica para contemplar diferentes contextos e riscos característicos da construção civil. A obra de retrofit envolvia atividades realizadas em balancim, equipamento que representa risco acentuado de quedas em altura, considerado um dos acidentes mais graves e frequentes no setor. Já a obra convencional apresentou um conjunto distinto de riscos, mais próximos da rotina habitual dos canteiros de obra, relacionados a tarefas como concretagem e armação de ferragem. Dessa forma, a análise comparativa entre os dois cenários possibilitou abarcar uma diversidade de situações e exposições, oferecendo uma visão mais ampla e representativa dos desafios de saúde e segurança na construção civil.

### 3.2 COLETA DE DADOS

Para a primeira etapa da pesquisa, fez-se um reconhecimento dos processos produtivos em execução, que seriam utilizados para coleta de dados. A partir disto, elaborou-se uma análise de riscos qualitativo das tarefas em execução. Na sequência, a partir da seleção dos participantes, fez-se as coletas de dados de: um questionário sociodemográfico, questionário SQR20, monitoramento das variáveis ambientais (temperatura, umidade e intensidade do vento) no momento da execução da atividade laboral dos colaboradores e medições dos sinais vitais (batimento cardíaco, pressão arterial, oxigênio e temperatura interna do corpo). Para confirmação das respostas dos trabalhadores em relação aos questionários e, após a análise estatística e correlação de todas as variáveis coletadas por este trabalho, fez-se uma coleta de dados qualitativos com os participantes da pesquisa, através de um roteiro de perguntas.

Conforme anteriormente descrito, a coleta de dados envolveu 02 obras: 1) obra de retrofit 2) construção de uma edificação vertical residencial-comercial. A coleta da Obra 1, ocorreu no mês de abril de 2024. Foram 04 (quatro) dias, de segunda a quinta, com 02 participantes, no início da jornada de trabalho do colaborador. O monitoramento foi de 04 horas diárias.

Já na obra 2, a pesquisa abrangeu o mês de março de 2025, em 01 (um) dia de coleta de dados com 06 participantes, no início da jornada de trabalho. O

monitoramento foi de 04 horas. Toda coleta de dados foi acompanhada, na íntegra e presencialmente pelo pesquisador, observando e fotografando e/ou filmando as atividades. Nesta obra, também foi executada uma coleta de dados qualitativa (entrevista com os colaboradores), para confirmar os resultados quantitativos obtidos.

### **3.2.1 Identificação e Reconhecimento dos riscos**

Primeiramente cabe-se conceituar que,

A obra é entendida como um conjunto de atividades necessárias para a execução de uma construção de acordo com os projetos. Já os serviços, que estão contemplados no conjunto de atividades da obra, se somam agora aos materiais necessários para a execução da obra (Ambrozewicz, 2015, p. 47).

Assim, o levantamento de processos/tarefas/atividades em execução foi executado utilizando a técnica de observação. Também, no momento do acompanhamento, fez-se conversas de esclarecimentos e para entendimento das atividades, com a equipe de engenharia e trabalhadores que estavam executando as tarefas. Essa coleta foi acompanhada por registros fotográficos e/ou filmagens. Também se teve acesso a documentos da empresa, em que se buscou avaliar as rotinas e segurança na operação.

Na sequência, fez-se a identificação e análise dos riscos ocupacionais presentes nas etapas operacionais das obras. Para tal, optou-se pela técnica de APR desenvolvida pela Fepam (2016), sendo adaptada de forma apropriada para a identificação e avaliação dos riscos ocupacionais relacionados às obras objeto de estudo.

Na seleção desse método, foi levado em consideração a capacidade de antecipar diversos cenários potenciais de acidentes, identificar perigos em situações indesejáveis e, de maneira qualitativa, avaliar a frequência, a severidade e as consequências de cada cenário pré-determinado com base na classificação dos riscos. Dessa forma, o método adotado possibilitou após a análise qualitativa e a elaboração da Matriz de Risco, a categorização dos riscos em cinco classes (Desprezível, Menor, Moderado, Sério e Crítico). A partir dessa classificação, foi viável examinar as medidas propostas para evitá-los e/ou mitigá-los, visando aprimorar a segurança dos trabalhadores e reduzir sua exposição ao risco.



A modificação da APR desenvolvida pela autora teve como objetivo ajustar a metodologia de maneira mais apropriada ao estudo de caso: um ambiente de obra envolvendo trabalhos em altura. Nesse sentido, as descrições dos cenários, tanto em relação à frequência quanto à severidade, foram adaptadas para uma avaliação e classificação mais precisa dos riscos presentes.

A identificação dos riscos foi conduzida da seguinte maneira: inicialmente, contabilizaram-se os números de riscos em cada etapa (Nº); na categoria "Riscos", foram especificados os grupos aos quais cada risco pertence (físicos, químicos, biológicos, ergonômicos ou acidentes), seguidos pela descrição do próprio risco; na seção "Danos à saúde", foram elencados todos os danos que o risco poderia causar à saúde do trabalhador; por último, com base na frequência e na severidade de cada risco, utilizando a metodologia proposta pela Fepam (2016), determinou-se a "Classe" de cada risco (Figura 4).

Figura 4 - Proposta da APR

IDENTIFICAÇÃO			AVALIAÇÃO DE RISCOS E DANOS		
Nº	RISCOS	DANOS À SAÚDE	Frequência	Severidade	Classe
1					
2					
...					

Fonte: Elaborado pela autora.

Na fase inicial da avaliação de riscos, os incidentes potenciais precisam ser agrupados em diferentes categorias de frequência. Essas categorias qualitativamente indicam a probabilidade esperada de ocorrência de cada cenário, conforme detalhado na Tabela 7 (Fepam, 2016).

Tabela 7 - Categorias de frequência

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>A</b>	Muito improvável	Cenários que dependam de falhas múltiplas de sistemas de proteção ou ruptura por falha mecânica de vasos de pressão. Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação.
<b>B</b>	Improvável	Falhas múltiplas no sistema (humanas e/ou equipamentos) ou rupturas de equipamentos de

		grande porte. Não esperado de ocorrer durante a vida útil da instalação. Sem registro de ocorrência prévia na instalação
<b>C</b>	Ocasional	A ocorrência do cenário depende de uma única falha (humana ou equipamento).
<b>D</b>	Provável	Esperada uma ocorrência durante a vida útil do sistema.
<b>E</b>	Frequente	Pelo menos uma ocorrência do cenário já registrada no próprio sistema. Esperando ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação.

Fonte: Fepam (2016).

O Manual de Análise de Riscos Industriais também descreve o processo de classificação dos cenários de acidentes em diferentes categorias de severidade. A severidade oferece uma indicação qualitativa do nível de gravidade das consequências associadas a cada cenário (Fepam, 2016). As categorias de severidade estão detalhadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Categorias de severidade

<b>Categoria</b>	<b>Denominação</b>	<b>Descrição</b>
<b>IV</b>	Catastrófica	Com potencial para causar várias vítimas fatais. Danos irreparáveis ou impossíveis (custo/ tempo) às instalações
<b>III</b>	Crítica	Com potencial para causar uma ou algumas vítimas fatais ou grandes danos ao meio ambiente ou às instalações. Exige ações corretivas imediatas para evitar seu desdobramento em catástrofe.
<b>II</b>	Marginal	Com potencial para causar ferimentos ao pessoal, pequenos danos ao meio ambiente ou equipamentos/instrumentos. Redução significativa da produção. Impactos ambientais restritos ao local da instalação, controlável.
<b>I</b>	Desprezível	Incidentes operacionais que podem causar indisposição ou mal-estar ao pessoal e danos insignificantes ao meio ambiente e equipamentos (facilmente reparáveis e de baixo custo). Sem impactos ambientais.

Fonte: Fepam (2016).

Após a determinação das categorias de frequência e severidade, essas foram integradas para formar as categorias de risco. O Quadro 2 exibe a Matriz de Classificação de Riscos, conforme especificado pela Fepam (2016). A partir do Quadro 2, para a classificação dos riscos são consideradas as cinco classes, conforme apresentado no Quadro 3.

### 3.2.2 Coleta de dados junto aos trabalhadores

#### 3.2.2.1 Participantes

A definição dos participantes na pesquisa, levou em consideração os trabalhadores presentes no canteiro de obras no momento da coleta de dados, além da disponibilidade para participação, conforme definição dos gestores. Posterior, levou-se em consideração a vontade e ciência do trabalhador em contribuir com a pesquisa. Isto ainda foi avaliado com base em critérios de inclusão e exclusão a seguir relatados:

- Inclusão – vínculo empregatício, treinamento, NR 35, ASO trabalho em altura, adulto-jovem – dos 22 aos 40 anos.
- Exclusão – não pode ter doença crônica – diabetes, hipertensão, problemas cardíacos.

Por fim, cabe destacar que a alta rotatividade de mão de obra é uma característica comum na construção civil, o que impactou na etapa qualitativa da pesquisa. Três trabalhadores não participaram da devolutiva do SRQ-20, pois já haviam sido desligados da obra quando essa fase foi realizada.

#### 3.2.2.2 Questionário sociodemográfico e de saúde

Essa ferramenta de coleta de dados busca a coleta de dados de caracterização da amostra e avaliação de variáveis laborais e de saúde dos participantes. Cita-se, por exemplo: idade, escolaridade, sexo, tempo de trabalho, tempo na empresa, se possui vínculo empregatício, se possui capacitação na NR 18 e NR 35, se possui ASO específico para trabalho em altura, se tem problema de saúde, se toma alguma medicação etc.

Conforme evidenciado no Quadro 4 e Anexo A, a entrevista teve início com a caracterização do entrevistado. Nessa fase inicial o objetivo foi de obter um panorama abrangente do perfil do trabalhador.

Quadro 4 - Caracterização dos trabalhadores

Identificação do trabalhador:	
Data do levantamento:	Horário:
Função:	Construtora:

Sexo:	Idade:
Peso (kg):	Altura (m):
IMC (kg/m <sup>2</sup> ):	Tempo de profissão:
Escolaridade:	Tempo na empresa:
Possui ASO para trabalho em altura?	Possui capacitação NR-35?
Possui capacitação NR-18?	Possui problemas de saúde?
Toma alguma medicação?	Possui vínculo empregatício?

Fonte: Adaptado Merino (1996).

Em seguida, foram aplicados os questionamentos sobre as opiniões do trabalhador, a caracterização da atividade e os indicadores gerais de saúde. No que se refere à descrição da atividade, o objetivo era elucidar a percepção do trabalhador em relação ao trabalho em altura. Para isso, foram formuladas perguntas, abordando aspectos como a ocorrência de acidentes durante a jornada de trabalho, a percepção sobre a importância de treinamentos, entre outros.

Com o propósito de elaborar uma avaliação individual dos trabalhadores, os indicadores gerais de saúde foram estabelecidos por meio de perguntas diretas acerca do tabagismo, prática de atividade física, e níveis de cansaço físico e mental ao término da jornada de trabalho. Além disso, foram levados em consideração relatos sobre acidentes de trabalho e outras questões de saúde. As perguntas relativas a esta fase são detalhadas no Anexo B.

### 3.2.2.3 Investigação da sintomatologia de transtornos mentais comuns - TMC

Buscando uma ferramenta de avaliação que possa ser utilizada para intervenção de uma atividade ou tarefa laboral do trabalhador, optou-se pela aplicação do *Self-Reporting Questionnaire* (SRQ-20). Trata-se de um instrumento para rastreamento de Transtornos Mentais Comuns (TMC).

O SQR 20 possui 20 questões que abordam os seguintes grupos: humor depressivo-ansioso; pensamentos depressivos; sintomas somáticos e decréscimo de energia vital (Santos; Araújo; Oliveira, 2009). Conforme Mari e Williams (1986), através destas perguntas pode-se identificar sintomas não psicóticos, como, insônia, fadiga, irritabilidade, esquecimento, dificuldade de concentração e queixas somáticas. O instrumento SRQ-20, que consiste em 20 perguntas relacionadas ao estado de saúde mental nos últimos 30 dias. As respostas são binárias, sendo SIM ou NÃO, atribuindo um ponto a cada resposta afirmativa. O resultado pode variar de 0

(indicando nenhuma probabilidade para Transtorno Mental Comum) a 20 (indicando extrema probabilidade para Transtorno Mental Comum). No estudo, o ponto de corte adotado foi  $\geq$  sete (Lucchese, 2014).

O colaborador respondeu o questionário antes do início da jornada de trabalho. O resultado do questionário é complementar a análise de risco, monitoramento das condições ambientais e monitoramento dos sinais vitais, sendo decisivo utilizado para tomada de decisão da parada da atividade laboral, pela exposição ao risco da atividade do trabalhador, ou continuidade da tarefa. O SQR 20, encontra-se no Anexo C.

### 3.2.2.4 Avaliação dos Condições Ambientais e Sinais Vitais

A metodologia utilizada para avaliar as condições de trabalho foi segmentada em dois processos: monitoramento das condições ambientais e sinais vitais do trabalhador. O Quadro 5 é apresentado um resumo dos mecanismos de avaliação e estudo utilizados em cada uma das situações analisadas.

Quadro 5 - Resumo dos mecanismos de avaliação e estudos utilizados em cada uma das atividades laborais propostas

<b>Determinação das condições ambientais</b>	<b>Determinação das condições do trabalhador e sinais vitais</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Medição da intensidade do vento;</li> <li>▪ Medição da umidade ambiente;</li> <li>▪ Medição da temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicação de questionário;</li> <li>▪ Registro da pressão arterial;</li> <li>▪ Registro da frequência cardíaca;</li> <li>▪ Registro da temperatura interna do corpo;</li> <li>▪ Registro do oxigênio na corrente sanguínea.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora.

As condições ambientais foram determinadas através da medição da temperatura ambiente, umidade e intensidade do vento, utilizando um sensor existente no mercado através de aparelho para monitoramento desses parâmetros, conforme Figura 5. Os parâmetros foram monitorados de hora em hora durante 4 horas diárias (8h às 12h). As análises ambientais foram realizadas na cobertura do prédio nas duas obras, a fim de medir o pior cenário (maior risco) de intensidade do vento para o trabalhador.

Figura 5 - Instrumento de medições ambientais



Fonte: Fotografado pela autora.

O resultado das análises medidas pelo equipamento foi validado antes de iniciar os testes. Foi realizada uma comparação com o resultado medido pelo equipamento de campo com o resultado medido pelos equipamentos calibrados existentes no Laboratório de Saneamento Ambiental da Unisinos.

Com relação aos sinais vitais, as variações fisiológicas durante o trabalho foram analisadas por meio do registro de dados utilizando um relógio inteligente para monitorar frequência cardíaca, temperatura interna do corpo, pressão arterial e monitoramento de oxigênio no sangue, conforme Figura 6. Os parâmetros foram monitorados realizando medições de 10 em 10 minutos durante 4 horas de trabalho.

Figura 6 - Relógio inteligente para sinais vitais



Fonte: Fotografado pela autora.

O resultado das análises medidas pelo equipamento também foi validado antes de iniciar os testes. Foi realizada uma comparação com o resultado medido pelo equipamento com o resultado medido por um médico através de equipamentos certificados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Esse processo de calibração foi essencial para garantir que as medições de sinais vitais realizadas pelo relógio fossem confiáveis e próximas aos valores dos equipamentos de referência. A pressão sanguínea, a frequência cardíaca, a oxigenação e a temperatura interna foram verificadas, e os resultados mostraram uma boa concordância entre o relógio e o equipamento calibrado, validando a utilização do dispositivo para monitoramento (Quadro 6).

Quadro 6 - Dados de utilização do dispositivo

Sinais Vitais/Ambientais	Equipamento calibrado	Relógio/ equipamento
Pressão sanguínea	100/ 85	100/ 75
Frequência cardíaca	76	77
Oxigênio	98	98
Temperatura interna	36,4	36,4
Temperatura externa	25	25
Umidade	45%	45%

Fonte: Elaborado pela autora.

Após a validação dos dados, foi iniciado o monitoramento através dos sensores comerciais, conforme Figura 07 e Figura 08. O relógio foi colocado no trabalhador no início da jornada de trabalho e foi retirado no intervalo do almoço, conforme descrito na metodologia. Após, os dados coletados foram realizados testes estatísticos definidos no capítulo de metodologia.

Figura 7 - Trabalhador utilizando o relógio para monitoramento na obra 1



Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 8 - Trabalhador utilizando o relógio para monitoramento na obra 2



Fonte: Elaborado pela autora.

Foram realizadas visitas aos canteiros de obras para aplicação dos questionários e monitoramento dos parâmetros ambientais e fisiológicos. Essas visitas foram acompanhadas pela autora da pesquisa, pelo mestre de obras e pelo engenheiro civil responsável.

A aplicação de questionários semiestruturados, aliada à comunicação direta com os trabalhadores, foi adotada como estratégia metodológica para avaliar as condições de trabalho e as percepções individuais sobre as atividades desempenhadas. Embora ainda haja escassez de estudos que documentem a aplicação dessa abordagem no setor da construção civil, Guimarães (2000) destaca evidências de resultados positivos quando tais métodos são utilizados em canteiros de obras.

A coleta das percepções dos trabalhadores, assim como de seu histórico profissional e de saúde, foi realizada por meio de entrevistas, organizadas em três seções: (a) caracterização da população amostral; (b) descrição da atividade exercida e percepção do trabalhador sobre suas condições de trabalho; e (c) indicadores gerais de saúde e condição física.

As entrevistas foram conduzidas pela própria pesquisadora. Antes do início das aplicações, os trabalhadores das duas obras analisadas receberam explicações claras sobre o objetivo da pesquisa, a importância de sua participação, a duração média das

entrevistas (estimada em 15 minutos), a garantia de sigilo quanto à identidade do entrevistado e da empresa, bem como a informação de que os dados coletados seriam utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

Os questionários contaram com um total de 49 perguntas, detalhadas nos Anexos A, B e C. Os instrumentos contidos nos Anexos A e B foram extraídos e adaptados da dissertação de Merino (1996), conforme critérios de adequação ao contexto estudado.

Para definição da população amostral, foi realizado um levantamento prévio com o objetivo de identificar e contabilizar os profissionais que atuavam habitualmente em atividades de construção civil. A seleção dos participantes considerou os trabalhadores que estivessem executando tais tarefas no dia da coleta, garantindo o monitoramento fisiológico, a aplicação do questionário e a realização dos ensaios em tempo real.

A amostra foi composta de forma a representar a diversidade de profissionais presentes no canteiro, abrangendo diferentes faixas etárias e condições físicas. As abordagens foram realizadas de forma individual e presencial, com tempo médio de 15 minutos por trabalhador. Todos os participantes receberam previamente as orientações descritas no Apêndice A e formalizaram seu consentimento quanto à participação na pesquisa.

#### 3.2.2.5 Coleta de dados qualitativa junto aos trabalhadores

A coleta de dados qualitativa foi presencial e realizada em um único dia, 17 de julho de 2025, no turno da tarde, com os seis participantes respondentes da primeira coleta quantitativa, exceto um deles que havia se desligado da empresa. O instrumento utilizado foi um roteiro de perguntas abertas contendo 04 perguntas que foram elaboradas previamente a partir dos resultados da primeira fase quantitativa sobre o instrumento SRQ-20. Para a criação do roteiro, os resultados para Transtornos Mentais Comuns foram analisados em relação de associação com as atividades e a partir da soma de todo o grupo de trabalhadores da obra 2. O Quadro 7 apresenta o instrumento utilizado para esta coleta de dados.

### Quadro 7 - Roteiro de entrevista

<b>Roteiro de entrevista</b>	
Apresentação inicial e assinatura do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) Questões abertas, roteiro semiestruturado	
Introdução: Entre os resultados coletados, alguns aspectos do grupo chamaram a atenção quanto a saúde e gostaríamos de entender melhor. Podemos gravar?	
1.	Durante a semana de aplicação da coleta, o a falta de apetite foi destacada entre os participantes. Poderia nos detalhar como percebe isso? Por que acredita que sinta isso? Como a sua rotina de trabalho poderia ser para diminuir este sintoma?
2.	Durante a semana de aplicação da coleta, o nervosismo foi destacado entre os participantes. Poderia nos detalhar como percebe isso? Por que acredita que sinta isso? Como a sua rotina de trabalho poderia ser para diminuir este sintoma?
3.	Dificuldade na tomada de decisão. Como percebe isso, cite exemplos. Por que acredita que sinta isso?
4.	Ao final da jornada de trabalho há registros de cansaço mental e físico. Poderia nos detalhar como percebe isso? Por que acredita que esteja assim ao final da jornada? Como a sua rotina de trabalho poderia ser para diminuir este sintoma?

Fonte: Elaborado pela autora.

As entrevistas semiestruturadas individuais foram conduzidas por uma psicóloga treinada, em conjunto com a autora do trabalho. As perguntas foram realizadas em ordem, acrescidas ou suprimidas conforme respostas do entrevistado, com o intuito de alcançar o objetivo de aprofundar e esclarecer as informações fornecidas pelo grupo quanto aos TMC (Transtorno Mental Comum). Pode-se considerar que houve a saturação das respostas, visto que as respostas se repetiram entre os entrevistados. Antes de iniciar, todos os entrevistados assinaram o TCLE em duas vias, uma permanecendo com o participante e outra arquivada com a pesquisadora. Todos os entrevistados assentiram em gravar suas respostas com a utilização de um celular. As respostas gravadas foram transcritas e analisadas em conjunto com os resultados quantitativos quanto aos objetivos do estudo.

## 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

### 3.3.1 Análise quantitativa

A organização dos dados foi estruturada em tabelas classificatórias, com codificação numérica para facilitar a aplicação dos testes estatísticos. As variáveis foram agrupadas da seguinte forma:

Quadro 8 - Agrupamento das variáveis

<b>Categoria</b>	<b>Opções / Classificações</b>
Grau de Risco	1. Desprezível 2. Menor 3. Moderado 4. Sério 5. Crítico
Atividades	1. Remoção completa do revestimento cerâmico 2. Remoção do emboço entre vigas e alvenaria 3. Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço 4. Execução da pintura 5. Concretagem 6. Ferragem
Função	1. Pedreiro 2. Auxiliar 3. Ferreiro
Sexo	1. Masculino 2. Feminino
Peso (kg)	1. 50 a 70 2. 70 a 90 3. 90 a 110
Escolaridade	1. Ensino fundamental incompleto 2. Ensino fundamental completo 3. Ensino médio incompleto 4. Ensino médio completo 5. Curso técnico
IMC	1. Normal 2. Acima 3. Abaixo
Idade (anos)	1. 18 a 20 2. 21 a 25 3. 26 a 30 4. 31 a 35
Altura (m)	1. 1,50 a 1,70 2. 1,71 a 1,90 3. 1,91 a 2,10
Tempo de profissão	1. 0 a 2 anos 2. 2 a 4 anos 3. 5 a 7 anos
Vínculo empregatício	1. CLT 2. PJ
Tempo na empresa	1. 0 a 2 anos 2. 2 a 4 anos 3. 5 a 7 anos
Estado físico	1. Bem 2. Cansado
Tem TMC? (SRQ-20)	0. Não 1. Sim
Horário da atividade	1. Das 8h às 10h 2. Das 10h às 12h

Para atingir o objetivo de investigar as possíveis correlações entre as variáveis monitoradas será realizado uma análise estatística dos dados coletados. Primeiramente, foi proposta uma análise de variância ( $p < 0,05$ ) através de um teste de normalidade, visando identificar o teste estatístico mais apropriado, correlacionado os dados encontrados.

Com base na análise estatística realizada por meio dos testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, verifica-se que todas as variáveis analisadas apresentam valores de significância (Sig.) inferiores a 0,05, conforme demonstrado na Tabela 9. De acordo com os critérios estabelecidos por esses testes, tal resultado indica que os dados não seguem uma distribuição normal. Conforme Field (2009), valores de significância inferiores ao nível de corte sugerem a rejeição da hipótese nula de normalidade, evidenciando a necessidade de utilizar procedimentos estatísticos não paramétricos. Diante disso, optou-se pelo uso de testes mais robustos às violações da normalidade para a condução das análises subsequentes.

Tabela 9 - Testes de normalidade

	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>	<b>Shapiro-Wilk</b>
	<b>Sig.</b>	<b>Sig.</b>
Hora	0,000	0,000
Ativ	0,000	0,000
Trab	0,000	0,000
PressaoS	0,003	0,001
PressaoD	0,002	0,032
FreqCard	0,000	0,000
TempCorp	0,000	0,002
Oxig	0,000	0,000
TempExt	0,000	0,000
Umid	0,000	0,000
VeloVento	0,000	0,000
dorescab	0,000	0,000
faltapet	0,000	0,000
dormal	0,000	0,000
tremor	0,000	0,000
nervos	0,000	0,000
madigest	0,000	0,000
pensarcla	0,000	0,000
trist	0,000	0,000
choro	0,000	0,000
difativdia	0,000	0,000

	<b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b>	<b>Shapiro-Wilk</b>
	<b>Sig.</b>	<b>Sig.</b>
tomardec	0,000	0,000
deftrab	0,000	0,000
util	0,000	0,000
perdinter	0,000	0,000
cansado	0,000	0,000
estomag	0,000	0,000
cansa	0,000	0,000
TMC	0,000	0,000
Fuma	0,000	0,000
AtividFis	0,000	0,000
FreqAtivFisi	0,000	0,000
EstadFis	0,000	0,000
EstaMent	0,000	0,000
Acid	0,000	0,000
Peso	0,000	0,000
Escolard	0,000	0,000
Idade	0,000	0,000
Alt	0,000	0,000
TempProf	0,000	0,000
TempEmpr	0,000	0,000
Vincempreg	0,000	0,000
Riscdescar	0,000	0,000
RiscInced	0,000	0,000
Risclevpes	0,000	0,000
Riscruid	0,000	0,000
Riscsol	0,000	0,000
Riscpoei	0,000	0,000
Riscpost	0,000	0,000
Riscelhos	0,000	0,000
Riscqueda	0,000	0,000
Riscsfint	0,000	0,000
Somarisc	0,000	0,000

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, foi realizada uma análise de correlação estatística entre as variáveis coletadas, incluindo a avaliação de riscos, os dados do questionário sociodemográfico e de saúde, os escores do questionário SRQ-20 (relativo aos riscos psicossociais), bem como as informações provenientes do monitoramento ambiental e dos biomarcadores fisiológicos.

Considerando que os dados não apresentaram distribuição normal, conforme verificado nos testes de normalidade, optou-se pela aplicação de testes de correlação não paramétricos, tais como a correlação de Spearman ( $\rho$ ), o coeficiente de correlação tau\_b de Kendall. Segundo Field (2009), essas medidas são apropriadas quando se trabalha com dados ordinais ou quando a suposição de normalidade é violada, permitindo avaliar a força e a direção das associações entre variáveis de forma robusta.

Após a aplicação das análises de correlação, procedeu-se à realização de testes de hipótese não paramétricos (Kruskal-Wallis), uma vez que os dados não apresentavam distribuição normal, conforme recomendado por Field (2009). Esses testes são apropriados para situações em que os pressupostos dos testes paramétricos, como a normalidade e homogeneidade das variâncias, são violados. Em seguida, foi realizado o teste de comparações múltiplas de Dunn.

O teste de Dunn é um procedimento estatístico não paramétrico utilizado como análise pós-hoc quando o teste de Kruskal-Wallis indica diferenças significativas entre três ou mais grupos. Conforme discutido por Field (2009), esse tipo de teste é necessário porque o Kruskal-Wallis apenas aponta a existência de diferenças globais, mas não especifica quais grupos diferem entre si. O teste de Dunn resolve essa limitação ao realizar comparações múltiplas par-a-par, utilizando os postos (ranks) dos dados e permitindo identificar exatamente onde estão as discrepâncias. Para evitar o aumento do erro do Tipo I, o método pode ser combinado com correções como Bonferroni ou Holm-Bonferroni. Dessa forma, o teste de Dunn se apresenta como uma ferramenta robusta para análises em que os pressupostos paramétricos não são atendidos, oferecendo maior precisão na interpretação dos resultados em estudos aplicados.

Finalmente, realizou-se o modelo de regressão linear. Segundo Field (2009), a regressão linear é um método estatístico utilizado para descrever e prever a relação entre variáveis, ajustando uma linha reta que melhor represente o padrão observado nos dados. Esse ajuste é realizado por meio do método dos mínimos quadrados, que busca a linha capaz de minimizar as diferenças entre os valores observados e os valores estimados pelo modelo. Ao reduzir essas discrepâncias, a regressão fornece uma representação fiel do comportamento das variáveis, permitindo identificar a força e a direção das relações existentes. Além de descritiva, a técnica possui caráter

preditivo, possibilitando elaborar modelos capazes de antecipar tendências e apoiar a tomada de decisão em contextos empíricos

Para a análise estatística dos dados, as informações foram organizadas em planilhas e importadas para o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). As respostas foram segmentadas em grupos, conforme as variáveis de interesse da pesquisa, a fim de possibilitar análises comparativas entre as diferentes atividades laborais realizadas.

### **3.3.2 Análise qualitativa**

A análise destes resultados envolveu uma comparação entre os resultados quantitativos e qualitativos. Assim, após as transcrições das entrevistas com os trabalhadores, fez-se a análise das falas e uma correlação com os resultados obtidos pelas análises estatísticas.

## **3.4 PROCEDIMENTO ÉTICOS**

Esta dissertação é parte de um projeto maior intitulado “Sensoriamento vestível (*wearable*) para gestão prescritiva de riscos ocupacionais no setor da construção civil”, o qual foi submetido à apreciação do Comitê de Ética e Pesquisa da Unisinos (CEP). Foi emitido o Parecer consubstanciado do CEP número 7.011.487 (CAAE: 80888924.7.0000.5344), com a aprovação do projeto de pesquisa. O Anexo D apresenta os modelos “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)” e “Termo de Anuência do Responsável pelo Setor ou Instituição onde será realizada a pesquisa”.

Para participação na pesquisa, os participantes optaram por responder aos instrumentos de forma voluntária, tendo a liberdade de interromper sua participação a qualquer momento. Além disso, receberam orientações para entrar em contato com os pesquisadores em caso de dúvidas ou desconforto durante sua participação. Foi esclarecido que dados capazes de identificar os participantes seriam mantidos em sigilo, e que a disponibilização dos resultados ocorreria por meio de uma apresentação ao final da pesquisa, bem como pelo envio do *link* da publicação do artigo por e-mail, para aqueles que manifestassem interesse.



## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados e discutidos na sequência. Primeiramente detalha-se as atividades das obras analisadas por este trabalho e medidas de prevenção presentes nas obras analisadas. Na sequência faz-se a apresentação das análises de riscos para cada atividade laboral e obras estudo de caso. A próxima etapa refere-se à apresentação e discussão dos resultados obtidos sobre o perfil sociodemográfico dos indivíduos avaliados por esta pesquisa e os resultados da aplicação do questionário SQR20. A seguir, avalia-se os dados do monitoramento ambiental e sinais vitais dos trabalhadores e, por fim, apresenta-se um modelo de regressão linear para predição de riscos.

### 4.1 ANÁLISE DAS ATIVIDADES EXECUTADAS EM CADA OBRA

O Quadro 9 a seguir apresenta as atividades desenvolvidas em cada obra estudada por esta pesquisa.

Quadro 9 - Atividades desenvolvidas por obra

<b>Obra</b>	<b>Atividades</b>
1	Remoção completa do revestimento cerâmico Remoção do emboço entre vigas e alvenaria Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço Pintura da fachada
2	Concretagem de pilares Armação de ferragem

Fonte: Elaborado pela autora.

As Figuras 9 a 13 detalham as atividades analisadas por este trabalho e controles de proteção do trabalhador utilizado pela empresa.

Figura 9 - Atividade de Remoção completa do revestimento cerâmico (Obra 1)



- Trabalho em fachada;
- Trabalho em altura;
- Utilização de Balancim elétrico;
- Utilização de Marteleto 5 kg e ferramentas manuais como: marreta e talhadeira ponteira.
- EPCs: projeto de ancoragem do balancim, linha de vida com corda Plasmódia de 12mm com traçado triplo e alma central de poliamida, tela fachadeira de PEAD e bandeja de proteção.
- EPIs: Capacete CA 12354, Protetor Auricular tipo Plug CA 25633, Cinto de segurança tipo paraquedista CA 49372, Trava-quedas, Sapato de Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitato CA39176, Máscara PFF2 CA 44241

Fonte: Elaborado pela autora.

Em verificação visual da atividade em executada, é possível verificar que na Obra 01 os trabalhadores possuíam quadro de cansados após às 10 horas. Da mesma forma, o intervalo, nessa obra ocorria às 10 horas. Isso permitia com que os funcionários descessem do balancim para ir ao banheiro e se alimentar, durante proximamente 15 minutos. Após, retornavam as atividades.

Outro trabalho avaliado na fachada, sequência desse último relatado anteriormente, está relacionado a remoção do emboço entre vigas e alvenaria. A Figura 10 apresenta essa atividade.

Figura 10 - Atividade de Remoção do emboço entre vigas e alvenaria (Obra 1)



- Trabalho em fachada
- Trabalho em altura;
- Utilização de Balancim elétrico;
- Utilização de Marteleto 5 kg e ferramentas manuais como: marreta e talhadeira ponteira.
- EPCs: projeto de ancoragem do balancim, linha de vida com corda Plasmódia de 12mm com traçado triplo e alma central de poliamida, tela fachadeira de PEAD e bandeja de proteção.
- EPIs: Capacete CA 12354, Protetor Auricular tipo Plug CA 25633, Cinto de segurança tipo paraquedista CA 49372, Trava-quedas, Sapato de Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitalo CA39176, Máscara PFF2 CA 44241

Fonte: Elaborado pela autora.

A percepção dessa atividade é similar ao relatado anteriormente na Figura 11. Nesse caso, no entanto, é possível adicionar o produto químico argamassa.

Figura 11 - Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço (Obra 1)



- Trabalho em fachada
- Trabalho em altura;
- Utilização de Balancim elétrico;
- Utilização de ferramentas manuais como: desempenadeira metálica, colher de pedreiro e baldes com argamassa.
- EPCs: projeto de ancoragem do balancim, linha de vida com corda Plasmódia de 12mm com traçado triplo e alma central de poliamida, tela fachadeira de PEAD e bandeja de proteção.
- EPI's: Capacete CA 12354, Cinto de segurança tipo paraquedista CA 49372, Trava-quedas, Sapato de Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitato CA39176,

Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse caso, observa-se a presença do agente químico 'tintas', utilizado na execução da pintura da fachada.

Figura 12 - Pintura da fachada (Obra 1)



- Trabalho em fachada
- Trabalho em altura;
- Utilização de Balancim elétrico;
- Utilização de ferramentas manuais como: Rolo de pintura, bandeja de pintura, balde de tinta e trincha.
- EPCs: projeto de ancoragem do balancim, linha de vida com corda Plasmódia de 12mm com traçado triplo e alma central de poliamida, tela fachadeira de PEAD e bandeja de proteção.
- EPIs: Capacete CA 12354, Cinto de segurança tipo paraquedista CA 49372, Trava-quedas, Sapato de Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitato CA39176, Máscara para gases e vapores CA 4115

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Obra 02, também foram observados diversos controles de proteção adotados pela empresa, visando à segurança dos trabalhadores durante a execução das atividades.

Figura 13 - Concretagem de pilares (Obra 2)



- Concretagem dos pilares
- Trabalho em altura;
- Utilização de mangueira com bombeamento mecânico do concreto
- Utilização de ferramentas manuais como: Vibrador de concreto
- EPCs: Projeto e instalação de redes de polietileno com malha quadriculada, esticada entre os postes, formando uma barreira contínua, tampões plásticos para vergalhões expostos, projeto e execução de linha de vida utilizando postes metálicos fixados na laje e cabo de aço 12mm.
- EPIs: Capacete CA 12354, Cinto de segurança tipo paraquedista CA 49372, Talabarte Sapato de Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitato CA39176.

Fonte: Elaborado pela autora.

A percepção dessa atividade é diferente da relatada anteriormente na Figura 13, uma vez que envolve menor exposição a agentes químicos e menor tempo contínuo de esforço físico intenso.



Figura 14 - Armação de ferragem (Obra 2)



- Armação de ferragens;
- Trabalho em altura;
- Utilização de ferramentas manuais como: torques, alicate, fita métrica, martelo, gabarito de madeira.
- EPCs: Projeto e instalação guarda-corpo na periferia e bandeja de proteção;
- EPIs: Capacete CA 12354, Segurança com biqueira 17137, Óculos de Segurança CA 39173, Luva multitato CA39176.

Fonte: Elaborado pela autora.

A conscientização dos riscos existentes no canteiro de obras é essencial para a prevenção dos acidentes. A partir da identificação dos riscos é possível elaborar medidas preventivas e capacitações para que não ocorra nenhum tipo de acidente e que assim, possa ser evitado imprevistos que geram prejuízos a saúde dos funcionários e custos para os empregadores (Camargo *et al.*, 2018).

Concluindo esses resultados, é possível destacar que:

- Há diversos controles instalados nas atividades realizadas na Obra 1, especialmente nos trabalhos em fachada, com uso adequado de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) como *balancins* ancorados, linhas de vida e tela fachadeira. Em observação de campo também foi possível observar pausas regulares na metade do turno de trabalho, o que não ocorreu na obra 2.
- Na Obra 2, as atividades parecem ser menos extenuantes em comparação com os trabalhos em fachada da Obra 1. A armação, apesar de exigirem esforço físico, são executadas em ambientes cobertos e com apoio de bancadas, o que reduz a exposição a intempéries e melhora a ergonomia.
- De modo geral, as obras demonstram preocupação com a segurança dos trabalhadores, mantendo fornecimento adequado de EPIs, instalação de EPCs e organização do canteiro. Contudo, há oportunidades de melhoria,

especialmente na gestão dos intervalos de descanso e monitoramento do esforço físico em atividades em altura.

Assim, a partir dessa primeira etapa, fez-se para cada uma das atividades da obra analisada, uma matriz de análise de risco, seguindo o modelo e metodologia detalhado no Capítulo de Metodologia. A seguir os resultados do levantamento de riscos de cada atividade.

## 4.2 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS À SAÚDE DO TRABALHADOR

A seguir apresenta-se as matrizes de riscos desenvolvidas para cada atividade observada por esta pesquisa, totalizando 6 matrizes. A partir do cruzamento da frequência *versus* severidade definiu-se a Classe do Risco, a qual é usada nas correlações estatísticas com os outros grupos de coleta de dados, avaliados por esta pesquisa.

### 4.2.1 Levantamento de riscos: Atividade de remoção completa do revestimento cerâmico (Obra 1)

O Quadro 10 apresenta a Matriz de Riscos elaborada para a etapa de remoção completa do revestimento cerâmico, atividade executada na Obra 1.

Quadro 10 - Matriz de Risco – Atividade de Remoção completa do revestimento cerâmico

IDENTIFICAÇÃO		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas Atingindo o Andaime	Queimadura, Morte	A	II	1
2	Risco de Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	B	III	2
3	Risco Ergonômico - Levantamento de Pesos	Lombalgia	D	II	3
4	Risco Físico - Exposição a Ruído	Diminuição Gradual da Audição. Irritabilidade.	E	II	4
5	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	E	II	4

IDENTIFICAÇÃO		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
6	Risco Químico - Poeira	Doenças Pulmonares	E	II	4
7	Risco Ergonômico – Postura Incorreta	Fadiga, Lombalgia	E	II	4
8	Risco de Acidente - Projeção de Material nos Olhos	Lesões Oculares	E	II	4
9	Risco de Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	E	IV	5
10	Risco Ergonômico – Esforço Físico Intenso	Fadiga, Lombalgia	E	III	5

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de remoção completa de revestimento cerâmico, apresentou 10 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 70% são riscos considerado sério ou crítico, mostrando a gravidade da tarefa em execução.

Destaca-se o risco de queda de níveis diferentes (Item 9), classificado com severidade IV e classe 5, como o mais crítico. A literatura aponta que quedas de altura são uma das principais causas de mortalidade na construção civil (Souza; Melo, 2019), sendo imprescindível a adoção de medidas como o uso obrigatório de sistemas de proteção coletiva e equipamentos de proteção individual (EPIs), conforme disposto na NR-35 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e).

O risco de acidente por descarga atmosférica (Item 1), apesar de menos frequente (frequência A), apresenta severidade, evidenciando a necessidade de interrupção das atividades em condições climáticas adversas e a instalação de sistemas de proteção contra descargas elétricas, como para-raios e aterramentos (ABNT, 2015).

A presença de riscos ergonômicos, como levantamento de pesos (Item 3), postura inadequada (Item 7) e esforço físico intenso (Item 10), reflete a exigência física imposta pela atividade. Esses fatores contribuem para Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), principalmente lombalgias, que são amplamente documentadas como causas de afastamento laboral (Iida, 2005; Grandjean, 1998). A implantação de pausas regulares, treinamentos de ergonomia e rodízio de tarefas é recomendada.



Os riscos físicos, como a exposição a ruído excessivo (Item 4) e à radiação solar (Item 5), podem gerar efeitos cumulativos sobre a saúde dos trabalhadores. A exposição contínua a ruído pode provocar perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados enquanto a exposição prolongada ao sol pode acarretar desidratação, queimaduras e até câncer de pele (Camargo *et al.*, 2010). A utilização de protetores auriculares, chapéus com abas largas e hidratação constante são medidas essenciais.

A poeira gerada na atividade (Item 6), considerada um risco químico, pode desencadear doenças respiratórias, como silicose e asma ocupacional. Segundo Couto (2007), a exposição contínua a poeiras minerais requer sistemas de exaustão, umidificação do ambiente e uso de máscaras PFF2 para controle eficaz.

Ainda, o risco de projeção de partículas nos olhos (Item 8) reforça a importância da proteção ocular. Lesões oculares podem ser prevenidas com óculos de segurança, como definido pela NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

De maneira geral, embora a criticidade da tarefa executada por estes trabalhadores, com elevado potencial de acidentes graves, os controles atuais utilizados pela empresa e detalhados no item 4.1. desta dissertação de mestrado, parecem ser eficazes. Não há relatos de acidentes de trabalho relacionadas a essa atividade na empresa.

#### 4.2.2 Levantamento de riscos – Remoção do emboço entre vigas e alvenaria

Para a etapa "Remoção do emboço entre vigas e alvenaria", foi desenvolvida uma matriz de riscos, considerando os aspectos envolvidos na atividade. A matriz está estruturada do menor para o maior risco identificado.

Quadro 11 - Matriz de Risco - Remoção do emboço entre vigas e alvenaria

IDENTIFICAÇÃO Atividade: Remoção do emboço entre vigas e alvenaria		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas Atingindo o Andaime	Queimadura, Morte	A	II	1

<b>IDENTIFICAÇÃO</b> <b>Atividade: Remoção do emboço entre vigas e alvenaria</b>		<b>AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO</b>			
2	Risco De Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	B	III	2
3	Risco Ergonômico - Levantamento De Pesos	Lombalgia	D	II	3
4	Risco Físico - Exposição A Ruído	Diminuição Gradual Da Audição. Irritabilidade.	E	II	4
5	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	E	II	4
6	Risco Ergonômico - Postura Incorreta de Trabalho	Fadiga, Lombalgia	E	II	4
7	Risco Químico - Poeira	Doenças Pulmonares	E	II	4
8	Risco De Acidente - Projeção de Material nos Olhos	Lesões Oculares	E	II	4
9	Risco de Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	E	IV	5
10	Risco Ergonômico - Esforço Físico Intenso	Fadiga, Lombalgia	E	III	5

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de remoção do emboço entre vigas e alvenaria, apresentou 10 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 70% são riscos considerado sério ou crítico, mostrando a gravidade da tarefa em execução.

A atividade de remoção do emboço entre vigas e alvenaria apresenta uma série de riscos ocupacionais relevantes, classificados entre físicos, químicos, ergonômicos e de acidentes. Esses riscos exigem uma abordagem integrada de prevenção, considerando a natureza intensa e repetitiva do trabalho, geralmente realizado em andaimes ou estruturas elevadas.

O risco de queda de níveis diferentes (Item 9), classificado com severidade IV e classe 5, configura-se como o mais crítico da atividade. As quedas continuam sendo a principal causa de mortes na construção civil, conforme apontado por Souza e Melo (2019). A atuação preventiva exige o cumprimento rigoroso das exigências da NR-35 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e), com a utilização de linhas de vida, cintos de segurança tipo paraquedista e ancoragens seguras.

O risco de acidente por descarga atmosférica (Item 1), embora pouco frequente (classe A), apresenta elevada gravidade. Sua ocorrência durante tempestades pode ser fatal, sendo imprescindível suspender as atividades em áreas externas durante eventos climáticos adversos e adotar medidas como o uso de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, conforme previsto na ABNT (2015).

A exposição ao ruído (Item 4), presente com frequência e, representa risco físico que pode causar perda auditiva progressiva e aumento da irritabilidade dos trabalhadores (Ministério da Saúde, 2020). O uso de protetores auditivos e o monitoramento periódico dos níveis de pressão sonora são indispensáveis para preservar a saúde auditiva dos profissionais.

A radiação solar (Item 5), classificada como radiação não ionizante, causa fadiga, desidratação e, a longo prazo, pode contribuir para o surgimento de doenças de pele, como o câncer cutâneo (Camargo *et al.*, 2010). O fornecimento de água potável, pausas programadas e o uso de vestimentas apropriadas, como chapéus e camisas de manga longa, são medidas eficazes.

O risco químico relacionado à poeira (Item 7), gerada na demolição do emboço, pode provocar doenças respiratórias, especialmente em ambientes com pouca ventilação. De acordo com Couto (2007), a inalação constante de poeira de cimento e cal pode levar à silicose, tornando essencial o uso de máscaras PFF2 e, sempre que possível, a umidificação do local de trabalho.

Entre os riscos ergonômicos, destacam-se o esforço físico intenso (Item 10), a postura incorreta de trabalho (Item 6) e o levantamento de pesos (Item 3), que contribuem para o desenvolvimento de lombalgias e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). A literatura de ergonomia (Grandjean, 1998; Lida, 2005) recomenda a alternância de tarefas, pausas para recuperação e treinamentos sobre técnicas de movimentação e postura adequada.

O risco de projeção de partículas nos olhos (Item 8) também é preocupante nesta atividade, sendo responsável por possíveis lesões oculares. Segundo a NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b), o uso de óculos de proteção com vedação lateral é obrigatório sempre que houver risco de impacto de partículas volantes.

Assim, os dados revelam a necessidade de medidas preventivas integradas, aliando a aplicação de ferramentas como a Análise Preliminar de Risco (APR).

De modo geral, apesar da elevada criticidade da tarefa desempenhada por esses trabalhadores e do seu potencial significativo para a ocorrência de acidentes graves, os controles atualmente adotados pela empresa, conforme detalhado no item 4.1 desta dissertação de mestrado, demonstram ser eficazes. Ressalta-se que não há registros de acidentes de trabalho associados a essa atividade na empresa.

### 4.2.3 Levantamento de riscos – Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço

Para a etapa "Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço", foi elaborada uma matriz de riscos, considerando os aspectos relacionados à atividade. A matriz está organizada do menor para o maior risco identificado.

Quadro 12 - Matriz de Risco - Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço

IDENTIFICAÇÃO Atividade: Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas Atingindo o Andaime	Queimadura, Morte	A	II	1
2	Risco Físico - Exposição a Ruído	Diminuição Gradual da Audição. Irritabilidade.	B	II	1
3	Risco de Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	B	III	2
4	Risco Ergonômico - Levantamento de Pesos	Lombalgia	C	II	2
5	Risco Ergonômico - Esforço Físico	Fadiga, Lombalgia	C	2	2
6	Risco de Acidente – Projeção de Material Nos Olhos	Lesões Oculares	C	III	3
7	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	E	II	4
8	Risco Ergonômico - Postura Incorreta de Trabalho	Fadiga, Lombalgia	E	II	4
9	Risco Químico - Manuseio de Produtos Químicos: Argamassa	Doenças Dermatológicas	E	II	4
10	Risco De Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	E	IV	5

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço apresentou 10 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 40% são riscos considerado sério ou crítico, mostrando- se com menor gravidade em comparação com as duas primeiras atividades.

A atividade de tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço, comum em obras de recuperação e reforço estrutural, apresenta um conjunto expressivo de riscos ocupacionais distribuídos entre riscos de acidente, físicos, químicos e ergonômicos. A análise mostra a necessidade de ações preventivas específicas, considerando tanto a natureza do trabalho quanto os materiais empregados.

O risco de queda de níveis diferentes (Item 10) é o mais severo, com classificação de severidade IV e classe 5, evidenciando a vulnerabilidade dos trabalhadores que atuam em altura sem a devida proteção. Conforme Souza e Melo (2019), quedas de altura lideram os registros de acidentes fatais na construção civil, sendo imprescindível o cumprimento das diretrizes da NR-35 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e), incluindo o uso contínuo de linha de vida, cinturões com talabarte e inspeções periódicas dos sistemas de ancoragem.

O risco de descargas atmosféricas atingindo o andaime (Item 1) permanece com severidade relevante, ainda que de frequência baixa (A). A exposição a tempestades ou mudanças climáticas súbitas pode levar a acidentes fatais, tornando obrigatória a paralisação das atividades externas durante chuvas e a instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas conforme a ABNT (2015).

Entre os riscos físicos, destaca-se a exposição ao ruído (Item 2), com frequência B e severidade II, associada à utilização de ferramentas manuais ou máquinas vibratórias. O ruído contínuo pode levar à perda auditiva induzida, além de efeitos secundários como estresse e irritabilidade (Ministério da Saúde, 2020). Medidas como o fornecimento e uso obrigatório de protetores auditivos, bem como o monitoramento dos níveis de pressão sonora, são indispensáveis.

A atividade também apresenta risco químico relevante, relacionado ao manuseio de argamassa (Item 9), que pode causar dermatites e outras doenças de pele devido ao contato com cimento, cal e aditivos químicos. De acordo com Couto (2007), a utilização de luvas impermeáveis, vestimentas de manga longa e a higiene adequada das mãos ao final da jornada são medidas eficazes para o controle desses agravos.

No que se refere aos riscos ergonômicos, há destaque para o levantamento de pesos (Item 4), o esforço físico (Item 5) e a postura inadequada (Item 8), todos com impacto sobre a coluna vertebral e musculatura lombar. Atividades repetitivas e posturas forçadas, especialmente em locais de difícil acesso como encunhamentos,

são fatores de risco para lombalgias e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (Grandjean, 1998; Lida, 2005). O rodízio de tarefas, pausas regulares e treinamentos sobre ergonomia são medidas recomendadas.

Outro ponto crítico é o risco de projeção de partículas nos olhos (Item 6), com severidade III e classe 3, devido à manipulação de tela metálica e materiais particulados. A proteção ocular, com óculos específicos de ampla vedação, deve ser garantida em todas as etapas da atividade (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Por fim, o trabalho sob radiação solar (Item 7) contribui para quadros de fadiga e desidratação. A exposição prolongada ao calor pode acarretar sérios prejuízos à saúde do trabalhador, como já discutido por Camargo *et al.* (2010), sendo essencial o acesso à hidratação frequente, pausas em áreas sombreadas e vestuário apropriado.

Diante desses dados, conclui-se que a atividade em questão demanda um planejamento de segurança.

De forma geral, apesar do grau de risco envolvido na atividade realizada por esses trabalhadores, os controles atualmente implementados pela empresa, conforme descrito no item 4.1 desta dissertação de mestrado, mostram-se eficazes. Destaca-se que não foram registrados acidentes de trabalho relacionados a essa atividade na empresa.

#### 4.2.4 Levantamento de riscos – Execução da pintura

Para a etapa "Execução da pintura", foi desenvolvida uma matriz de riscos, levando em consideração os aspectos envolvidos na atividade. A matriz está organizada do menor para o maior risco identificado.

Quadro 13 - Matriz de Risco – Execução da pintura

IDENTIFICAÇÃO Atividade: Execução da pintura		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas Atingindo o Andaime	Queimadura, Morte	A	II	1
2	Risco Físico - Exposição a Ruído	Diminuição Gradual Da Audição. Irritabilidade.	B	II	1

IDENTIFICAÇÃO Atividade: Execução da pintura		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
3	Risco de Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	B	III	2
4	Risco Ergonômico - Levantamento de Pesos	Lombalgia	C	II	2
5	Risco Ergonômico - Esforço Físico Intenso	Fadiga, Lombalgia	C	II	2
6	Risco Ergonômico - Postura Incorreta de Trabalho	Fadiga, Lombalgia	D	II	3
7	Risco de Acidente - Projeção de Material nos Olhos	Lesões Oculares	D	II	3
8	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	E	II	4
9	Risco Químico - Exposição a Gases de Solventes e Tintas	Doenças Respiratórias	E	II	4
10	Risco de Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	E	IV	5

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço apresentou 10 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 30% são riscos considerado sério ou crítico, mostrando-se com menor gravidade em comparação com as três primeiras atividades.

A atividade de execução da pintura em obras civis envolve diversos riscos ocupacionais que exigem um planejamento rigoroso de prevenção. A partir da análise apresentada, observa-se a predominância de riscos de acidente, ergonômicos, físicos e químicos, os quais podem comprometer tanto a segurança imediata quanto a saúde a longo prazo dos trabalhadores.

O risco mais crítico identificado é o de queda de níveis diferentes (Item 10), com severidade IV e classe 5. Essa situação se agrava quando a atividade é realizada em fachadas, andaimes ou escadas, sem a devida conexão à linha de vida ou uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Conforme Souza e Melo (2019), as quedas de altura lideram os registros de mortalidade no setor da construção civil, sendo essencial o cumprimento rigoroso das disposições da NR-35 (Ministério

do Trabalho e Emprego, 2022e), com destaque para a capacitação dos trabalhadores, inspeção dos sistemas de ancoragem e uso de cintos de segurança tipo paraquedista.

O risco de descargas atmosféricas (Item 1) também representa um fator de alto impacto, especialmente em atividades externas em andaimes metálicos durante condições climáticas adversas. Mesmo com frequência baixa (A), a gravidade potencial do evento exige a suspensão imediata das atividades em dias com risco de tempestades, conforme a ABNT (2015), que trata da proteção contra descargas elétricas atmosféricas.

A exposição a ruído (Item 2), embora não seja o foco principal da atividade de pintura, pode ocorrer em função do uso de compressores ou ferramentas pneumáticas. A exposição prolongada a níveis elevados de ruído pode causar perda auditiva induzida e sintomas associados como irritabilidade e estresse (Ministério da Saúde, 2020). O uso de protetores auditivos e o controle da exposição por meio de rodízio e pausas são medidas necessárias.

Entre os riscos ergonômicos, a atividade apresenta três pontos críticos: levantamento de pesos (Item 4), esforço físico intenso (Item 5) e postura inadequada (Item 6). Essas condições são comuns no transporte de latas de tinta, preparação de superfícies e aplicação da pintura em locais altos ou de difícil acesso. A sobrecarga musculoesquelética pode gerar distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), conforme descrito por Grandjean (1998) e Iida (2005). A adoção de técnicas corretas de movimentação, pausas para descanso e orientação ergonômica são fundamentais para mitigar esses impactos.

O risco químico associado à inalação de solventes e vapores de tintas (Item 9) é especialmente relevante nesta atividade, com potencial para causar doenças respiratórias, intoxicações e reações dermatológicas. Segundo Couto (2007), a exposição contínua a esses compostos voláteis pode gerar efeitos agudos e crônicos, sendo necessária a ventilação adequada do ambiente, uso de máscaras com filtro químico (PFF2 ou com cartucho específico) e substituição de produtos por alternativas menos tóxicas sempre que possível.

O trabalho sob exposição solar intensa (Item 8) também se apresenta com frequência elevada e deve ser abordado com medidas de proteção como o uso de roupas adequadas, bonés ou chapéus com proteção UV, acesso a água potável e pausas em ambientes sombreados, conforme orientações de Camargo *et al.* (2010).



O risco de projeção de partículas ou respingos nos olhos (Item 7), decorrente da aplicação de tinta sob pressão ou do uso de espátulas, pode ser mitigado com o uso de óculos de segurança com proteção lateral, em conformidade com a NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Em suma, a execução da pintura, embora muitas vezes subestimada em relação a outras etapas da obra, exige uma gestão de riscos, especialmente quando realizada em altura e com produtos químicos.

De maneira geral, embora a atividade desempenhada por esses trabalhadores envolva riscos consideráveis, os controles adotados pela empresa, conforme apresentados no item 4.1 desta dissertação de mestrado, têm se mostrado eficazes. Cabe ressaltar que não há registros de acidentes de trabalho vinculados a essa atividade na organização.

#### 4.2.5 Levantamento de riscos – Concretagem

Para a etapa "Concretagem" foi desenvolvida uma matriz de riscos, levando em consideração os aspectos envolvidos na atividade. A matriz está organizada do menor para o maior risco identificado.

Quadro 14 - Matriz de Risco – Concretagem

IDENTIFICAÇÃO		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Atividade: Concretagem					
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas	Queimadura, Morte	B	III	2
2	Risco de Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	B	III	2
3	Risco Físico - Exposição a Ruído	Diminuição Gradual Da Audição. Irritabilidade.	C	III	3
4	Risco Ergonômico - Levantamento de Pesos	Lombalgia	C	III	3
5	Risco de Acidente - Projeção de Material nos Olhos	Lesões Oculares	D	II	3
6	Risco de Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	C	III	3
7	Risco Ergonômico - Esforço Físico Intenso	Fadiga, Lombalgia	D	III	4

IDENTIFICAÇÃO		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Atividade: Concretagem					
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
8	Risco Ergonômico - Postura Incorreta de Trabalho	Fadiga, Lombalgia	D	III	4
9	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	E	II	4

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de concretagem, apresentou 9 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 33% são riscos considerado sério ou crítico.

A atividade de concretagem, essencial em qualquer etapa estrutural da construção civil, envolve riscos significativos à segurança e saúde do trabalhador, tanto pela complexidade operacional quanto pelas condições ambientais em que é realizada. Os dados da análise de risco demonstram a presença de riscos físicos, ergonômicos e de acidentes, exigindo medidas integradas de prevenção e controle.

O risco de quedas de níveis diferentes (Item 6), com frequência C e severidade III, é uma preocupação central em atividades que envolvem escoramento, fôrmas e deslocamento sobre superfícies instáveis, muitas vezes molhadas com argamassa fresca. Conforme destacado por Souza e Melo (2019), esse tipo de acidente é uma das principais causas de óbito na construção civil. A NR-35 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e) estabelece requisitos obrigatórios para o trabalho em altura, incluindo o uso de linha de vida, cinturões tipo paraquedista e a delimitação de áreas de risco.

O risco de descargas atmosféricas (Item 1), embora de frequência moderada (B), apresenta severidade elevada, visto que a concretagem frequentemente ocorre ao ar livre e em estruturas elevadas, com andaimes ou formas metálicas. A paralisação imediata das atividades durante tempestades e a implantação de sistemas de proteção conforme a ABNT (2015) são medidas imprescindíveis.

O risco de incêndio em equipamentos elétricos (Item 2), como vibradores de imersão ou betoneiras, também é relevante. A utilização de ferramentas com isolamento danificado ou instalações elétricas improvisadas aumenta o risco de

choques e curtos-circuitos. Portanto, a manutenção preventiva dos equipamentos e a inspeção diária dos cabos e conexões são medidas básicas de segurança (Brasil, 2023).

A exposição ao ruído (Item 3), associada ao uso de vibradores mecânicos e betoneiras, apresenta risco físico com severidade III. A perda auditiva induzida por ruído é uma condição irreversível e evitável com o uso de protetores auditivos adequados e monitoramento dos níveis de pressão sonora no ambiente de trabalho (Ministério da Saúde, 2020).

Do ponto de vista ergonômico, a concretagem exige levantamento de pesos (Item 4), esforço físico intenso (Item 5) e frequentemente impõe posturas incorretas (Item 6), especialmente quando realizada em locais de difícil acesso ou com restrições de mobilidade. Essas condições favorecem o surgimento de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT), como lombalgias, hérnias de disco e lesões musculares (Grandjean, 1998; Lida, 2005). A organização do trabalho com pausas regulares, rodízio de tarefas e treinamento sobre técnicas de movimentação são estratégias eficazes de prevenção.

O trabalho sob exposição solar (Item 8) também é uma característica da atividade, especialmente quando realizada em lajes ou áreas externas. A exposição prolongada a radiações não ionizantes pode causar fadiga, desidratação e, em casos extremos, hipertermia (Camargo *et al.*, 2010). A oferta de água potável, áreas de sombra para descanso e o uso de vestuário apropriado são medidas recomendadas.

O risco de projeção de material nos olhos (Item 7), decorrente de respingos de concreto ou partículas de cimento durante o manuseio de vibradores, pode causar lesões oculares. A proteção ocular com óculos de segurança, com vedação lateral, é obrigatória conforme a NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Diante dos riscos identificados, fica clara a necessidade de um plano de ação abrangente que integre medidas de engenharia, administrativas e de proteção individual.

De modo geral, mesmo sendo uma atividade com risco elevado, os mecanismos de controle atualmente empregados pela empresa, conforme exposto no item 4.1 desta dissertação de mestrado, demonstram efetividade. Vale destacar que não há ocorrência registrada de acidentes de trabalho relacionados a essa função.

#### 4.2.6 Levantamento de riscos – Ferragem

Para a etapa "Ferragem" foi desenvolvida uma matriz de riscos, levando em consideração os aspectos envolvidos na atividade. A matriz está organizada do menor para o maior risco identificado.

Quadro 15 - Matriz de Risco – Ferragem

IDENTIFICAÇÃO		AVALIAÇÃO DE DANO E RISCO			
Atividade: Ferragem					
Nº	Risco	Danos à Saúde	Frequência	Severidade	Classe
1	Risco de Acidente - Descargas Atmosféricas	Queimadura, Morte	A	III	1
2	Risco de Acidente - Incêndio nos Equipamentos (Elétrico)	Queimadura, Morte	A	III	1
3	Risco Físico - Exposição a Ruído	Diminuição Gradual Da Audição. Irritabilidade.	B	III	2
4	Risco Ergonômico - Levantamento de Pesos	Lombalgia	B	III	2
5	Risco de Acidente - Queda de Níveis Diferentes	Lesões, Fraturas, Morte	B	III	2
6	Risco Físico - Trabalho no Sol (Radiações não Ionizantes)	Fadiga, Desidratação	B	III	2
7	Risco Ergonômico - Esforço Físico Intenso	Fadiga, Lombalgia	C	III	3
8	Risco Ergonômico - Postura Incorreta de Trabalho	Fadiga, Lombalgia	C	III	3
9	Risco de Acidente - Projeção de Material nos Olhos	Lesões Oculares	D	III	4

Legenda: A (Muito improvável), B (Improvável), C (Ocasional), D (Provável), E (Frequente), I (Desprezível), II (Marginal), III (Crítica), IV (Catastrófica), Amarelo (Risco desprezível), Verde (Risco Menor), Marrom (Risco Moderado), Lilás (Risco Sério) e Vermelho (Risco Crítico).

A atividade de ferragem, apresentou 9 potenciais riscos ocupacionais levantados. Desses, 11% são riscos considerado sério ou crítico, sendo a atividade com menor risco entre as atividades avaliadas.

Esta tarefa é essencial na execução de estruturas em concreto armado, envolve riscos ocupacionais elevados, em especial devido ao esforço físico intenso, manuseio de barras metálicas e execução em ambientes abertos e elevados.

Observa-se que há o risco de queda de níveis diferentes (Item 5), com frequência B e severidade III. Isso ocorre porque os armadores frequentemente

trabalham sobre fôrmas, escoramentos ou andaimes, muitas vezes sem proteção adequada. Conforme Souza e Melo (2019), a queda de altura é a principal causa de mortes na construção civil. Para mitigar esse risco, é fundamental a aplicação rigorosa da NR-35 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022e), com o uso obrigatório de linhas de vida, pontos de ancoragem, cinturões de segurança tipo paraquedista e fiscalização contínua.

Os riscos de descarga atmosférica (Item 1) e incêndio em equipamentos elétricos (Item 2), ambos com frequência A e severidade III, também são críticos, principalmente quando as atividades são realizadas ao ar livre ou com uso de esmerilhadeiras e serras elétricas. A instalação de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, conforme a ABNT (2015), e o uso de equipamentos com certificação de segurança e manutenção preventiva são indispensáveis para a redução desses riscos.

A exposição ao ruído (Item 3), decorrente do uso de ferramentas como esmerilhadeiras, apresenta severidade III. A exposição contínua a níveis elevados de ruído pode causar perda auditiva irreversível, além de efeitos secundários como irritabilidade, fadiga e dificuldade de concentração (Ministério da Saúde, 2020). O uso de protetores auriculares adequados, como abafadores tipo concha ou plugs moldáveis, é obrigatório, conforme a NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Entre os riscos ergonômicos, destaca-se o levantamento de pesos (Item 4), esforço físico intenso (Item 7) e posturas incorretas (Item 8), todos com severidade III, refletindo o alto nível de exigência física da função. A manipulação constante de vergalhões, armações pesadas e o trabalho prolongado em posturas forçadas são fatores que contribuem para distúrbios osteomusculares (DORT), como lombalgias, tendinites e hérnias. De acordo com Grandjean (1998) e Lida (2005), a prevenção passa por treinamentos ergonômicos, rodízio de funções e pausas regulares.

O trabalho sob radiação solar (Item 6) é outro fator crítico, com frequência B e severidade III. Os armadores geralmente atuam em áreas expostas ao sol, como lajes ou fundações externas, aumentando o risco de desidratação, exaustão térmica e doenças de pele. Conforme Camargo *et al.* (2010), a adoção de medidas como fornecimento de água potável, áreas sombreadas para descanso, uso de chapéus com abas largas e roupas leves de manga longa são essenciais para prevenir agravos à saúde.

O risco de projeção de material nos olhos (Item 9), geralmente causado por cortes, ajustes ou transporte de barras metálicas, também se apresenta com severidade III. Lesões oculares podem ser evitadas com o uso de óculos de segurança com proteção lateral, conforme a NR-6 (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).

Dessa forma, a atividade de ferragem requer uma abordagem preventiva robusta, contemplando desde o uso correto de EPIs até intervenções organizacionais e tecnológicas.

De maneira geral, apesar dos riscos significativos inerentes à atividade desempenhada por esses trabalhadores, os controles preventivos atualmente adotados pela empresa, conforme descrito no item 4.1 desta dissertação de mestrado, têm se mostrado eficientes. Importa salientar que não há registros de acidentes de trabalho associados a essa atividade na empresa.

#### **4.2.7 Análise das matrizes de risco**

A análise consolidada das matrizes de risco elaboradas para cada etapa das atividades das obras 1 e 2 permite observar padrões relevantes quanto à exposição ocupacional dos trabalhadores, bem como identificar as atividades de maior e menor criticidade no contexto analisado.

Ao todo, foram avaliadas seis atividades, sendo quatro pertencentes à Obra 1 (remoção do emboço entre vigas e alvenaria; tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço; execução da pintura) e duas à Obra 2 (concretagem e ferragem). Cada uma das atividades apresentou entre 9 e 10 riscos potenciais, com variações significativas na frequência e severidade, refletidas nas classificações das classes de risco.

A atividade com maior gravidade global foi a remoção do emboço entre vigas e alvenaria, na qual 70% dos riscos foram classificados como sério ou crítico, destacando-se os riscos de queda de altura, exposição à poeira e esforço físico intenso. Essa atividade é tipicamente realizada em altura, com grande exigência física e exposição a agentes químicos e físicos, justificando a elevada classificação de risco.

Por outro lado, a atividade com menor gravidade relativa foi a ferragem, com apenas 11% dos riscos classificados como sério ou crítico. Apesar disso, a ferragem ainda demanda atenção devido à presença de riscos físicos e ergonômicos significativos.

A seguir, apresenta-se uma comparação entre as obras:

- Obra 1 concentrou os maiores níveis de risco crítico, especialmente relacionados a queda de altura, esforço físico, radiação solar, projeção de partículas e exposição a poeiras e solventes. A natureza dessas atividades, frequentemente realizadas em andaimes e com o uso de produtos químicos, demanda uma abordagem preventiva mais rigorosa
- Obra 2, composta pelas etapas de concretagem e ferragem, apresentou menor proporção de riscos classificados como críticos, apesar da presença constante de fatores ergonômicos e de acidentes. Tais atividades tendem a ser mais padronizadas e realizadas em áreas com maior controle de acesso e organização, o que contribui para a redução da criticidade dos riscos.
- Em termos de frequência dos riscos identificados em todas as etapas, destacam-se os seguintes:
  - Risco de queda de níveis diferentes: presente em todas as atividades avaliadas, sendo classificado como crítico ou sério em quase todas, reforçando a necessidade de ações conforme a NR-35.
  - Riscos ergonômicos (levantamento de peso, esforço físico intenso, postura inadequada): apareceram de forma recorrente, com severidade relevante em todas as etapas, refletindo a alta exigência física das tarefas.
  - Exposição a ruído: também comum nas cinco atividades, sendo um risco físico persistente nas rotinas de obra.
  - Radiação solar (não ionizante): risco frequente nas atividades externas, contribuindo para quadros de fadiga, desidratação e doenças de pele, conforme já apontado por Camargo *et al.* (2010).
  - Projeção de partículas nos olhos: risco de acidente recorrente, destacando a importância do uso correto de EPIs como os óculos de segurança (Ministério do Trabalho e Emprego, 2022b).
  - Riscos químicos: identificados especialmente nas etapas de remoção do emboço e pintura, devido à presença de poeiras e solventes, com possibilidade de desenvolvimento de doenças respiratórias e dermatológicas.

Diante da análise comparativa, conclui-se que as atividades da Obra 1 apresentam maior concentração de riscos críticos e sério, exigindo ações preventivas

mais rigorosas e específicas. Já a Obra 2, embora apresente riscos significativos, demonstra menor gravidade geral, permitindo maior previsibilidade e controle nas medidas de segurança. Em ambos os casos, o planejamento das atividades deve incorporar ferramentas como a APR, treinamento periódico e uso efetivo de EPIs e EPCs, promovendo a proteção integral à saúde e segurança dos trabalhadores.

#### 4.3 QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E DE SAÚDE

Com base nos dados analisados dos questionários sociodemográfico e de saúde, foi possível traçar o perfil dos trabalhadores participantes da pesquisa. Foram 8 participantes selecionados com base nos critérios definidos pela metodologia, o trabalhador 3 não estava presente nas medições.

Daqueles que participaram da pesquisa, todos os colaboradores informaram possuir ASO (Atestado de Saúde Ocupacional) válido para trabalho em altura e capacitação conforme a NR-35 e NR-18, indicando conformidade com os requisitos legais de segurança para atividades críticas. Todos os trabalhadores declaram ser do sexo masculino, com idades variando principalmente entre 23 e 31 anos, apresentando índices de massa corporal (IMC) médios dentro da faixa considerada normal (18,5 e 24,9). O nível de escolaridade variou desde ensino fundamental incompleto até ensino médio completo.

Quanto aos hábitos de vida e saúde, 87% dos trabalhadores não fumam e cerca de 60% praticam algum tipo de atividade física, embora a frequência semanal varie, sendo mais comum a prática entre uma e duas vezes por semana. Após a jornada de trabalho, a maioria dos trabalhadores (75%) relatou estar cansada física e mentalmente. No que diz respeito à saúde ocupacional, nenhum trabalhador relatou possuir algum problema de saúde adicional. Apenas um trabalhador afirmou já ter sofrido acidente de trabalho, sendo esse registro referente a queda de tampa sobre o dedo, com fratura.

Os achados estão alinhados com outros estudos sobre o perfil de trabalhadores da construção civil e setores operacionais. A baixa prevalência de tabagismo entre os participantes (13%) corrobora os dados de Malta *et al.* (2017), que demonstraram redução nos índices de fumantes do sexo masculino em ambientes laborais, especialmente entre trabalhadores com escolaridade média. Ainda em relação aos hábitos de vida, a prática de atividade física por 60% dos trabalhadores – ainda que





<b>Atividade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>Frequência</b>
<b>Trabalhador</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	
Tem dificuldade de pensar com clareza?	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Tem se sentido triste ultimamente?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Tem chorado mais do que de costume?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Dificuldades para realizar atividades diárias?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Dificuldades para tomar decisões?	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6
Dificuldades no serviço?	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Incapaz de desempenhar papel útil?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Perdeu interesse pelas coisas?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Sente-se inútil, sem préstimo?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ideia de acabar com a vida?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sente-se cansado o tempo todo?	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	5
Sensações desagradáveis no estômago?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Cansa com facilidade?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Tem TMC?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2

Legenda: Resposta 1 (Sim) e 0 (Não). Atividades: 1 (Remoção completa do revestimento cerâmico), 2 (Remoção do emboço entre vigas e alvenaria), 3 (Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço), 4 (execução da pintura), 5 (Concretagem) e 6 (Ferragem).

Nas atividades 1 e 2, nenhum trabalhador atingiu o ponto de corte para possível TMC, com relatos isolados de nervosismo e cansaço. Nas atividades 3, 4 e 5, alguns trabalhadores relataram sintomas pontuais como falta de apetite, dificuldade para tomar decisões e sensação de cansaço, sem atingir o critério de sete ou mais respostas positivas. Na atividade 6, dois trabalhadores apresentaram número de sintomas compatível com possível TMC: um deles com 7 respostas afirmativas e outro com 14 respostas afirmativas, sendo esse o maior número identificado entre todos os participantes. Os sintomas mais frequentes entre os trabalhadores foram sensação de cansaço, nervosismo, falta de apetite e dificuldade de tomar decisões. Considerando todos os trabalhadores, a prevalência de TMC encontrada por esta pesquisa foi de 25%.

Para melhores conclusões, foram analisadas correlações estatísticas entre as variáveis do questionário *versus* o tipo de atividade/tarefa em execução na obra (Tabela 11). Como os dados não apresentaram distribuição normal, conforme verificado nos testes de normalidade apresentado no capítulo de Metodologia, optou-se pela aplicação de testes de correlação não paramétricos – Spearman ( $\rho$ ) e  $\tau_{b}$  de Kendall. Segundo Field (2018), valores de correlação superiores a 0,50 indicam uma associação forte entre as variáveis.

Tabela 11 - Correlações estatísticas de Tau\_b de Kendall e Spearman para comparar questões do SRQ20 e Atividade/Tarefa

Correlações Estatísticas	Atividade / Tarefa	
	Tau_b de Kendall	Rô de Spearman
Tem dores de cabeça frequentemente?	0,447**	0,480**
Tem falta de apetite?	0,264**	0,284**
Dorme mal?	0,510**	0,548**
Tem tremores na mão?	0,654**	0,702**
Sente-se nervoso, tenso ou preocupado?	0,203*	0,218*
Tem má digestão?	0,447**	0,480**
Tem dificuldade de pensar com clareza?	-0,152	-0,164
Tem se sentido triste ultimamente?	0,654**	0,702**
Tem chorado mais do que de costume?	0,447**	0,480**
Dificuldades para realizar atividades diárias?	0,447**	0,480**
Dificuldades para tomar decisões?	0,176	0,189
Dificuldades no serviço?	0,035	0,037
Incapaz de desempenhar papel útil?	0,447**	0,480**
Perdeu interesse pelas coisas?	0,447**	0,480**
Sente-se cansado o tempo todo?	-0,218*	-0,234*
Sensações desagradáveis no estômago?	0,654**	0,702**
Cansa com facilidade?	0,447**	0,480**
Tem TMC?	0,639**	0,686**

Legenda: \*A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades), \*\*A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades), Número em **vermelho**, significa forte correlação estatística.

Pelo coeficiente de Spearman, que mede relações monotônicas entre as variáveis, as correlações foram classificadas como fortes para as seguintes variáveis: dificuldade para dormir ( $\rho = 0,548$ ), tremores ( $\rho = 0,702$ ), tristeza ( $\rho = ,702$ ) dores no estômago ( $\rho = 0,702$ ) e TMC ( $\rho = 0,686$ ). Esse resultado mostra a tendência de associação entre a atividade desempenhada e os estes sintomas do questionário de transtornos metais comuns.

O coeficiente tau-b de Kendall, conhecido por sua robustez frente a distribuições assimétricas, confirmou as fortes correlações para: dificuldade para dormir ( $\tau = 0,510$ ), tremores nas mãos ( $\tau = 0,654$ ), tristeza ( $\tau = 0,654$ ), dores no estômago ( $\rho = 0,654$ ) e TMC ( $\tau = 0,639$ ).

Os testes de variância confirmaram as diferenças significativas entre as diferentes atividades realizadas e as variáveis: dificuldade para dormir, tremores, tristeza, dores no estômago e TMC (Tabela 12).

Tabela 12 – Teste das hipóteses

Hipótese nula	Teste	Significância	Decisão
A distribuição de dorme mal é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula

A distribuição de tremor é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de tristeza é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de dores no estômago é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de TMC é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise qualitativa mostrou que as diferenças estão relacionadas a atividade 6 (Ferragem) em relação a todas as outras 1 (Remoção completa do revestimento cerâmico), 2 (Remoção do emboço entre vigas e alvenaria), 3 (Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço), 4 (execução da pintura) e 5 (Concretagem), conforme Tabela 13 a seguir.

Tabela 13 – Análise qualitativa

<b>Atividade</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>Frequência</b>
<b>Trabalhador</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	
Dorme mal?	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3
Tem tremores na mão?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Tem se sentido triste ultimamente?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Sensações desagradáveis no estômago?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Tem TMC?	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2

Legenda: Resposta 1 (Sim) e 0 (Não).

Tem-se observado um crescente interesse nas questões relacionadas à interação entre trabalho e saúde/doença mental. Esse interesse é impulsionado pelo aumento significativo de transtornos mentais e comportamentais vinculados ao ambiente de trabalho, uma realidade evidenciada em estatísticas oficiais (Jacques, 2003), apesar das dificuldades em estabelecer uma relação direta entre trabalho, saúde e doença.

Os resultados encontrados por esta dissertação de mestrado corroboram com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente 30% dos trabalhadores empregados sofrem de transtornos mentais leves, enquanto cerca de 5 a 10% enfrentam transtornos mentais graves. No contexto brasileiro, dados do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) indicam que os transtornos mentais ocupam o terceiro lugar como causa mais comum de concessão de benefícios previdenciários para trabalhadores com registro formal. Esses benefícios incluem auxílio-doença devido à incapacidade para o trabalho por mais de 15 dias, assim como

aposentadoria por invalidez devido à incapacidade permanente para o trabalho (Ministério da Previdência Social, 2012).

Jacinto e Tolfo (2017), em revisão de estudos brasileiros, destacam que fatores como alta demanda no trabalho, baixo controle sobre as tarefas e falta de suporte social estão diretamente associados a sintomas de sofrimento mental, como aqueles mensurados pelo SRQ-20. Esses autores apontam ainda que a exposição prolongada a contextos de trabalho precários contribui significativamente para o adoecimento psíquico, o que é compatível com a expressiva concentração de sintomas identificada na atividade 6 da presente amostra.

Resultados similares foram identificados por Braga, Carvalho e Binder (2010), que investigaram trabalhadores da atenção básica em Botucatu-SP e encontraram elevada prevalência de TMC (42,6 %). O estudo associa esse quadro às condições de trabalho marcadas por exigência emocional elevada, tensões interpessoais e estrutura organizacional deficiente. Essas evidências reforçam que a atividade laboral pode ser um determinante crítico para a saúde mental, sobretudo quando há ausência de autonomia e de suporte institucional.

Estudos de Rugulies *et al.* (2023), reforçam que determinados contextos de trabalho têm papel causal no desenvolvimento de transtornos mentais, especialmente aqueles caracterizados por sobrecarga emocional, insegurança no emprego, assédio moral e desequilíbrio entre esforço e recompensa. O estudo ressalta que intervenções no ambiente de trabalho, com foco na melhoria das condições organizacionais, são fundamentais para a prevenção do adoecimento psíquico.

Em uma pesquisa, Chan *et al.* (2012) identificaram que o gerenciamento das dores físicas e a pressão para continuar trabalhando mesmo com sintomas geram forte impacto no bem-estar mental.

Como complemento à análise quantitativa com o SRQ-20, foram realizadas entrevistas individuais com os trabalhadores da Obra 2, com o objetivo de explorar percepções sobre os sintomas mais prevalentes apontados no questionário. A devolutiva visou compreender, de forma qualitativa, os fatores psicossociais que possivelmente influenciam o surgimento de sintomas relacionados ao Transtorno Mental Comum (TMC). Ressalta-se que o trabalhador 5, que apresentou o maior número de respostas afirmativas compatíveis com TMC, não se encontrava mais na obra no momento da entrevista. Ressalta-se também que no período de devolutiva do questionário a Obra 1 já havia sido finalizada, o que impossibilitou esta análise.

A falta de apetite, um dos sintomas mais citados no SRQ-20, foi associada por alguns trabalhadores a estados de estresse, pressão por prazos ou excesso de calor.

A fala do trabalhador 4, ilustra isto: “[...] calor ou o estresse né às vezes dá uma falta de apetite.” Da mesma forma, o Trabalhador 1 relata: “Eu creio que a maior parte é por causa do calor. Como é muito quente tu acabas tomando muita água, e por isso tu estufa, parece que não cabe mais nada. Tu não consegues se alimentar mais direito [...]”. Já o Trabalhador 2 menciona: “[...] a falta de apetite acontece comigo às vezes. Ainda mais que tem que pensar em toda a marcação e atividades daí é muita coisa pra cabeça [...]”. O Trabalhador 2 relata: “[...] acho que a falta de apetite é mais pelo estresse [...]” embora não seja possível afirmar uma relação causal direta, esses elementos coincidem com o que a literatura descreve como fatores de risco psicossociais no trabalho (Jacinto; Tolfo, 2017).

O nervosismo também apareceu de forma recorrente nas entrevistas, principalmente em situações de insegurança técnica, trabalho em altura, e rotinas com pouca previsibilidade. Os relatos sugerem que o início em uma nova função ou a ausência de apoio prático durante a execução de tarefas pode aumentar a tensão emocional. É o caso do Trabalhador 2 que cita: “[...] quando vai realizar alguma atividade que não tem certeza daí eu acredito que de nervosismo ou por conta da altura né a gente trabalha lá no alto. O pessoal mais novato também, porque não conhece bem a atividade [...]”. Também, do trabalhador 7 “[...] a gente fica nervoso porque pô será que eu vou conseguir querendo ou não a gente tem que terminar né [...]” e trabalhador 1 “[...] às vezes tu tá numa situação mais complicada ali pendurado no andaime que não foi tu que fez. Tu estás apreensivo com o que tu estás fazendo e de confiar num serviço que o outro fez antes também né.” Já o trabalhador 6 menciona que “[...] nervosismo assim tipo pressão de terminar pode ser o que eu mais sinto, porque a gente quer ajudar e entregar também.”

Outro ponto frequentemente mencionado foi a dificuldade na tomada de decisões. Os relatos sugerem que, em contextos de liderança ou orientação de equipe, a responsabilidade por erros pode gerar sobrecarga emocional, especialmente quando o trabalhador não se sente suficientemente preparado ou apoiado. O trabalhador 2 cita que

[...] Tudo tem que sair exato então por isso que a gente tem dificuldades de tomar uma decisão, pensa será que tá certo? E revisa e se não tiver tem que refazer pra não sair errado né porque é um prédio de 24 andares, então se

tiver uma coisa errada aqui embaixo conforme vai subindo depois lá em cima, tá um erro maior [...]

Já o Trabalhador 4 menciona: “[...] tem gente que já tem um pouquinho de medo né de tomar decisão e tomar uma decisão errada, pelo risco de tomar uma decisão errada.” O Trabalhador 7 cita: “se tiver alguém contribuindo mais no momento da tomada de decisão (chefia), no momento de pensar a tarefa, isso iria me aliviar”. Essa percepção reforça a correlação estatística identificada entre essa variável e as atividades exercidas, principalmente na ferragem.

O único trabalhador identificado com TMC ativo na obra (Indivíduo 7), relatou que, à época da aplicação do questionário, havia acabado de ser transferido para uma nova função (ferragem), a qual não dominava e tampouco gostava inicialmente. Ele relatou insegurança ao executar tarefas de alta precisão e sob pressão, especialmente por estar sozinho na função naquele momento. Esse cenário contribuiu para o surgimento de sintomas como nervosismo, cansaço, dificuldade para tomar decisões e perda de apetite. Ele relatou que “[...] quando aplicaram o questionário fazia pouco tempo que eu tava ali sozinho até tem vários que eu botei sim, eu falei que eu tô cansado porque era muito número e muito detalhe daí eu ia pra casa e querendo ou não descontava em pessoas que não tem nada a ver com meu serviço e ia dormir brabo e acordo bravo pensando pô eu não resolvi aquilo e eu tenho que ir lá de novo, então em março eu tava no começo da função. Entendi que isso talvez tenha influenciado né e agora já tá melhor pelo fator de ter dois colegas junto contigo e agora eu tenho mais experiência, bem mais tranquilo [...]” Atualmente, conforme relatado na entrevista, o trabalhador afirma que já se sente mais adaptado e confortável na função, inclusive demonstrando satisfação com o aprendizado e maior familiaridade com os projetos, o que sugere que a experiência e o suporte da equipe podem atuar como fatores protetores frente ao sofrimento psíquico no trabalho, conforme discutido por Dejours (2007).

O cansaço físico e mental ao fim da jornada também foi descrito por alguns participantes, especialmente em dias de calor intenso ou quando havia acúmulo de tarefas manuais pesadas. O trabalhador 2 cita que “[...] acho que cansaço mental é por conta de prazo que a gente tem, mas isso é normal. E físico por conta da carga mesmo né tipo do serviço manual”. O trabalhador 7 menciona que “[...] acho que cansaço mental é relacionado pelo fato de tu querer terminar, tu querer estar sempre com um passo na frente para conseguir executar aquela função. A gente tá fazendo

uma laje e já tá pensando na próxima Já o físico é do trabalho pesado e calor.” O trabalhador 8 menciona que “O cansaço a gente porque é um serviço pesado né [...]”.

Por fim, os trabalhadores sugeriram algumas melhorias organizacionais, como a inclusão de treinamentos práticos, maior divisão de tarefas e fortalecimento do apoio entre colegas. Tais medidas, segundo os próprios relatos, poderiam contribuir para a redução da tensão emocional e da sobrecarga, especialmente em tarefas críticas.

Essas observações qualitativas, embora não permitam generalizações, reforçam tendências já apontadas nos dados quantitativos.

Com base nas entrevistas realizadas com os trabalhadores da obra 2, foram identificados diversos fatores psicossociais de riscos associados ao surgimento de sintomas de Transtorno Mental Comum (TMC), tais como: sobrecarga de tarefas, insegurança técnica, pressão por prazos, medo de errar, falta de apoio prático, trabalho em altura e calor excessivo. Esses fatores coincidem com os elementos discutidos por Santini, Esteves e Dias (2019), que destacam que o sofrimento mental no trabalho decorre de um conjunto de exigências organizacionais, subjetivas e relacionais. A exposição prolongada a contextos laborais adversos pode desencadear adoecimento psíquico, especialmente em ambientes com desequilíbrio entre esforço e recompensa, baixa autonomia, suporte insuficiente, como observado nesta pesquisa.

Embora a devolutiva do SRQ-20 não tenha sido realizada na obra 1, é possível inferir os resultados a partir da obra 2, considerando que ambas apresentaram condições laborais semelhantes. Fatores como exposição ao calor intenso, execução de tarefas em altura e exigência física elevada foram observados nos dois contextos, o que permite assumir que os riscos psicossociais identificados na segunda obra também se fazem presentes na primeira.

#### 4.5 MONITORAMENTO AMBIENTAL E SINAIS VITAIS

Com o objetivo de identificar variações fisiológicas e ambientais relacionadas à atividade laboral, foi realizada uma análise descritiva das variáveis de pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca, temperatura externa e temperatura corporal, utilizando médias, desvios padrão e os valores mínimos e máximos observados. Essa abordagem permite verificar o grau de dispersão e homogeneidade



interna de cada grupo, como orienta Field (2018). A Tabela 14 a seguir apresenta os resultados.

Tabela 14 - Grau de dispersão e homogeneidade interna de cada grupo

Atividade		1	2	3	4	5	6
Pressão Sistólica (mmHg)	Mínimo-Máximo	99 - 110	103 - 127	101-103	99-105	97-116	108-127
	Média-Desvio Padrão	103,4 ± 4,39	113,2 ± 13,01	101,8 ± 1,10	100,8 ± 2,49	109,09 ± 6,81	117,76 ± 4,80
	Mínimo-Máximo	64-65	65-68	69-76	76-76	73-86	66-81
Pressão Diastólica (mmHg)	Média-Desvio Padrão	64,5 ± 0,58	66,4 ± 1,52	72,2 ± 3,49	76 ± 0	79,43 ± 2,84	72,76 ± 3,57
	Mínimo-Máximo	67-106	81-138	75-89	80-84	61-99	63-103
	Média-Desvio Padrão	79,2 ± 15,91	108 ± 26,84	83,4 ± 5,68	82 ± 1,58	79,26 ± 8,59	83,44 ± 9,05
Frequência Cardíaca (bpm)	Mínimo-Máximo	27-28	30-31	27-32	28-30	27-31	27-31
	Média-Desvio Padrão	27,4 ± 0,55	30,4 ± 0,55	29,0 ± 2,74	29,2 ± 1,10	29,69 ± 1,66	29,69 ° ± 1,66
	Mínimo-Máximo	36,4-36,9	36,4-36,9	36,1-36,9	36,5-36,8	36,1-37	36,0-36,9
Temperatura Externa (°C)	Média-Desvio Padrão	36,36 ± 0,29	36,76 ± 0,21	36,4 ± 0,35	36,58 ± 0,13	36,53 ± 0,24	36,38 ± 0,24
	Mínimo-Máximo						
	Média-Desvio Padrão						
Temperatura Corporal (°C)	Mínimo-Máximo						
	Média-Desvio Padrão						
	Mínimo-Máximo						

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses resultados mostram que Atividade 2 concentrou os maiores níveis e desvios padrões considerando as variáveis testadas nesta pesquisa. Destaque para a frequência cardíaca e pressão arterial, indicando alta demanda fisiológica. Em contraste, as atividades 3 e 4 apresentaram os dados mais uniformes, com baixas variações, sugerindo menor impacto fisiológico.

O estudo de Fiedler *et al.* (2012) relacionou os dados de frequência cardíaca de trabalho com a sua respectiva classificação, conforme apresentada na Tabela 15. De acordo com essa classificação, observa-se que a atividade 2 foi a única que indicou uma classificação de trabalho pesado durante o desenvolvimento da atividade. Já as atividades 1 e 6 indicaram trabalho medianamente pesado e as atividades 3, 4 e 5 indicaram trabalho leve.

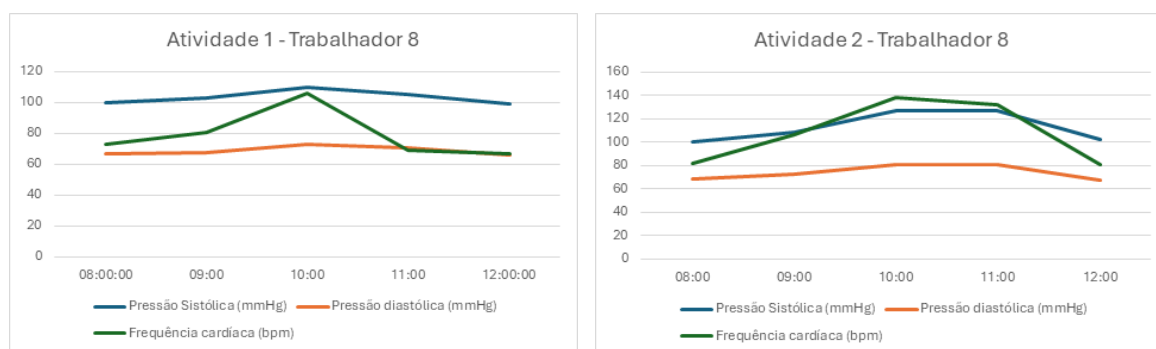
Tabela 15 - Classificação das atividades de trabalho com base na FCT

Frequência cardíaca de trabalho	Classificação do trabalho
Inferior a 75 bpm	Muito leve
Entre 75 e 99 bpm	Leve
Entre 100 e 124 bpm	Medianamente pesado
Entre 125 e 150 bpm	Pesado
Superior a 150 bpm	Extremamente pesado

Fonte: Adaptado de Fiedler *et al.* (2012).

Uma outra análise pode ser realizada comparando cada trabalhador e os horários da jornada de trabalho. A Figura 15 a seguir mostra a figura com o trabalhador 8 envolvido em duas diferentes atividades na Obra 1, sendo o eixo X as horas.

Figura 15 - Envolvimento do Trabalhador 8 em duas atividades diferentes

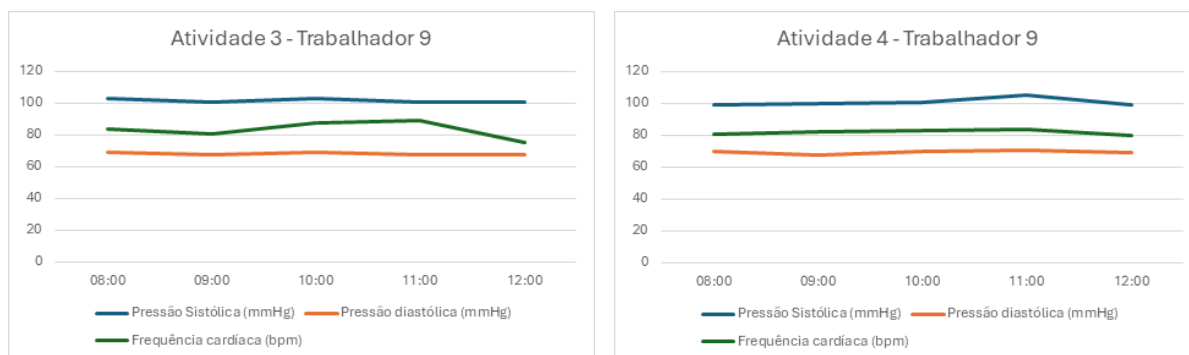


Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 15 fica mais evidente que a atividade pode influenciar no desempenho fisiológico do trabalhador. Para o mesmo trabalhador, a atividade laboral 2 (Remoção do emboço entre vigas e alvenaria) apresenta considerável elevação dos valores de pressão e frequência cardíaca. Observa-se também que até metade da manhã, os valores destas variáveis vão subindo quase que linearmente, até o momento da parada para o intervalo. Nesta obra, a rotina diária incluía um intervalo de 15 minutos por volta das 10h. Posterior a isto, há um decréscimo das variáveis, mostrando que a pausa é eficaz na recuperação fisiológica do trabalhador, promovendo a redução temporária da sobrecarga cardiovascular acumulada durante o esforço contínuo. Essa queda nas variáveis reforça a importância das pausas programadas como estratégia preventiva contra o desgaste físico excessivo.

Já na Figura 16 a seguir apresenta o desempenho do trabalhador 9 da Obra 1, exercendo duas atividades com esforço físico mais leve, sendo o eixo X as horas.

Figura 16 - Desempenho do trabalhador 9

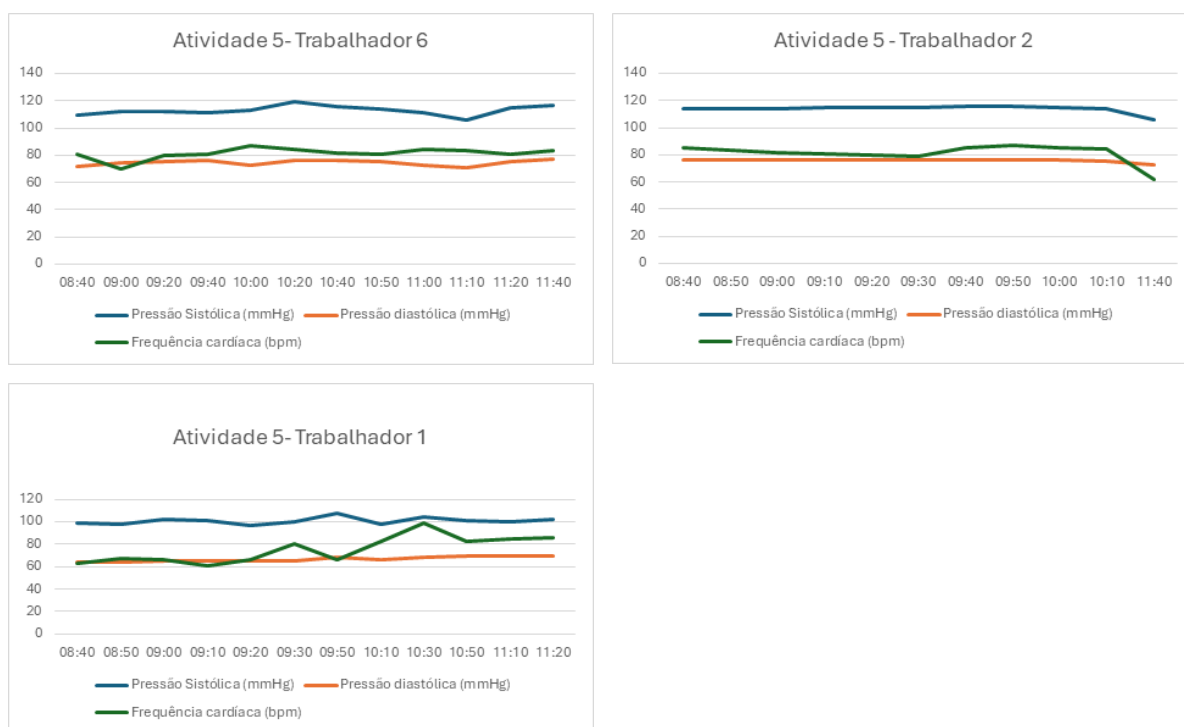


Fonte: Elaborado pela autora.

Neste caso, as variáveis são similares entre si e ao longo de toda a jornada de trabalho avaliada por esta pesquisa. A parada do intervalo parece não influenciar significativamente nas respostas fisiológicas do trabalhador, sugerindo que a atividade desempenhada possui baixa exigência física ou que o organismo já esteja adaptado ao esforço imposto por essa tarefa.

Para a Obra 2, trabalhadores diferentes para a mesma atividade com variações discretas entre eles. Nessa atividade não houve pausa na metade do turno de trabalho, sendo o eixo X as horas.

Figura 17 - Comparação dos trabalhadores

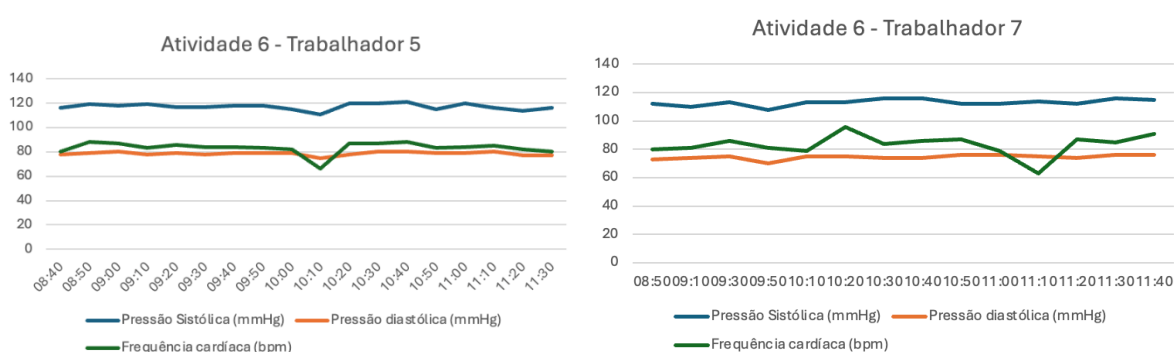


Fonte: Elaborado pela autora.

Esse resultado mostra que, apesar das diferenças individuais entre os trabalhadores, a atividade não impôs uma alta sobrecarga fisiológica, mantendo os parâmetros de pressão arterial e frequência cardíaca relativamente estáveis ao longo da jornada, mesmo na ausência de pausas programadas. Com exceção do Trabalhador 1, que apresentou elevação dos batimentos cardíacos ao final do turno de trabalho.

E, por fim, a Figura 18 apresenta dois trabalhadores diferentes executando a atividade de ferragem na Obra 2, sendo o eixo X as horas.

Figura 18 – Comparação dos trabalhadores na atividade ferragem



Fonte: Elaborado pela autora.

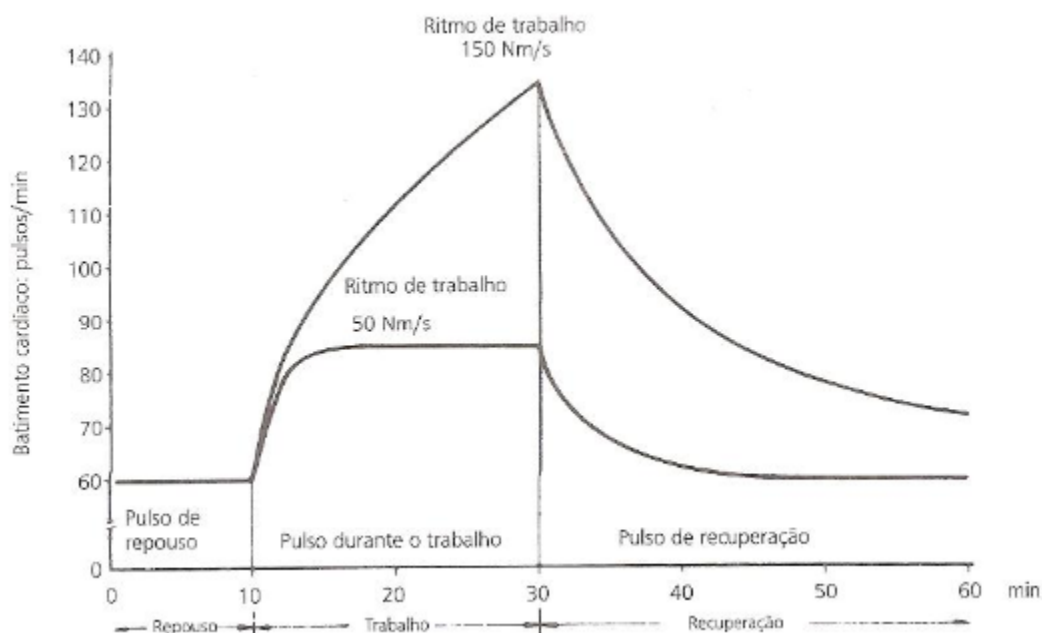
Os resultados indicam que ambos os trabalhadores apresentaram respostas fisiológicas semelhantes durante a execução da atividade, com variações sutis nos níveis de pressão arterial e frequência cardíaca ao longo da jornada, sugerindo uma boa adaptação à demanda física imposta pela tarefa de ferragem.

A análise dos gráficos apresentados nas Figuras 15 a 18, mostra que as pausas programadas pela obra 1 (atividades 1, 2) parecem influenciar nos parâmetros fisiológicos dos trabalhadores, em especial comparando com a obra 2 (atividades 5 e 6). Notou-se que, nas atividades 1 e 2 com pausa na metade da jornada de trabalho, os valores de pressão arterial e frequência cardíaca diminuíram no retorno às atividades (metade do turno) evidenciando os benefícios fisiológicos do descanso para recuperação cardiovascular em atividades mais intensas. Já nas atividades 5 e 6, que seguiram sem interrupção, os valores mantiveram-se mais elevados ou estáveis. A atividade 6, embora apresente pressão sistólica mais elevada, porém dentro da normalidade, demonstrou homogeneidade interna, o que pode refletir um padrão de trabalho mais controlado ou menos estressante.

Assim, pode-se inferir que como a diferença fica muito evidente para as atividades 1 e 2, a parada pode estar associada a tarefas laborais mais pesadas, como é o caso da Remoção completa do revestimento cerâmico (atividade 1) e Remoção do emboço entre vigas e alvenaria (atividade 2). Cabe, no entanto, mencionar que estes resultados estão limitados a número pequeno de amostra, necessitando mais estudos para confirmação.

De qualquer forma, Kroemer e Grandjean (2005) relatam que em situações de trabalho pesado, a frequência cardíaca aumenta progressivamente até que o trabalho seja interrompido. Na Figura 19 do trabalho dos autores, é possível observar, de forma esquemática, o padrão da frequência cardíaca durante o trabalho com diferentes cargas. Com uma carga elevada, a frequência cardíaca aumenta consideravelmente; em cargas menores, a frequência cardíaca permanece constante durante o curso estável da atividade.

Figura 19 - Frequência cardíaca durante etapas do trabalho com diferentes cargas



Fonte: Adaptado de Kroemer e Grandjean (2005).

As correlações estatísticas entre as variáveis do monitoramento ambiental e sinais vitais *versus* o tipo de atividade/tarefa em execução na obra estão apresentada na Tabela 16. Como os dados não apresentaram distribuição normal, conforme verificado nos testes de normalidade apresentado no capítulo de Metodologia, optou-

se pela aplicação de testes de correlação não paramétricos – Spearman ( $\rho$ ) e  $\tau_{b}$  de Kendall.

Tabela 16 - Correlações estatísticas

Correlações Estatísticas	Atividade / Tarefa	
	Tau_b de Kendall	Rô de Spearman
Pressão Sistólica (mmHg)	-0,200**	0,629**
Pressão diastólica (mmHg)	-0,207**	0,652**
Frequência cardíaca (bpm)	0,091	0,120
Temperatura corporal (°C)	-0,303**	0,327**
Oxigênio no sangue (%)	0,145	0,124
Temperatura externa (°C)	-0,271**	0,510**
Umidade (%)	0,616**	-0,727**

Legenda: \*A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades), \*\*A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades), Número em **vermelho**, significa forte correlação estatística.

Dentre os achados, destacam-se os resultados da correlação de Spearman, que apontaram fortes associações positivas entre a atividade e: pressão sistólica ( $\rho = 0,629$ ), pressão diastólica ( $\rho = 0,652$ ), temperatura externa ( $\rho = 0,510$ ). Além disso, foi identificada uma forte correlação negativa com a umidade relativa do ar ( $\rho = -0,727$ ).

Já a correlação de Kendall apresentou menor magnitude nos coeficientes, sendo o destaque a associação positiva entre a atividade e a umidade ( $\tau_b = 0,616$ ), embora o sinal seja inverso ao observado nos demais testes, o que sugere necessidade de cautela na interpretação deste resultado específico. Por isso, a umidade não foi considerada nesta análise.

Assim, esses achados indicam que a atividade laboral pode estar associada à variação da pressão arterial e das condições térmicas.

Os testes de variância confirmaram as diferenças significativas entre as diferentes atividades realizadas e as variáveis: Pressão Arterial, Temperatura Corporal, Temperatura Externa. A Frequência Cardíaca, embora esperado uma variação significativa, obteve um coeficiente de significância de 0,059, ou seja, valor limítrofe (Tabela 17).

Tabela 17 - Diferenças significativas entre as diferentes atividades realizadas e as variáveis

Hipótese nula	Teste	Significância	Decisão
A distribuição de Pressão S é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de Pressão D é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de Temp Corporal é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de Temp Externa é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,000	Rejeitar a hipótese nula
A distribuição de FreqCard é a mesma entre as atividades	Teste Kruskal-Wallis de amostras independentes	0,059	Reter a hipótese nula (Valor limítrofe)

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses achados confirmam que a distribuição dessas variáveis varia significativamente de acordo com a atividade desenvolvida, corroborando as fortes correlações obtidas anteriormente com o coeficiente de Spearman. Tais evidências fortalecem a tendência de que a carga de trabalho e os fatores ambientais estão associados às respostas fisiológicas dos trabalhadores.

Já para variáveis como oxigenação, os testes não rejeitaram a hipótese nula ( $p = 0,212$ ), indicando ausência de diferença significativa entre os grupos de atividade — o que está em conformidade com as correlações mais baixas encontradas para essa variável.

Após a identificação de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de atividade por meio do teste de Kruskal-Wallis, foi realizada uma análise para investigar entre quais pares de atividades essas diferenças ocorrem. Para isso, utilizou-se o teste de Dunn apropriado para comparar médias entre todos os pares possíveis de grupos (Tabela 18).

Tabela 18 – Teste de Dunn

Variável dependente	Atividade/Tarefa		Significância
Pressão arterial sistólica (Pressão S)	1	2	1,000
		3	1,000
		4	1,000
		5	1,000
		6	0,021
	2	3	0,879

Variável dependente	Atividade/Tarefa		Significância
Pressão arterial diastólica (Pressão D)	3	4	0,442
		5	1,000
		6	1,000
		4	1,000
		5	1,000
	4	6	0,001
		5	0,869
		6	0,000
	5	6	0,000
	1	2	1,000
		3	1,000
		4	1,000
		5	0,533
		6	0,000
	2	3	1,000
		4	0,094
		5	1,000
	3	6	0,000
		4	1,000
		5	1,000
frequência cardíaca (Freq Card)	4	6	0,041
		5	1,000
		6	0,000
		5	0,000
		6	0,000
	5	6	0,000
	1	2	0,950
		3	1,000
		4	1,000
		5	1,000
		6	1,000
	2	3	1,000
		4	1,000
		5	0,284
	3	6	1,000
		4	1,000
		5	1,000
	4	6	1,000
		5	1,000
		6	1,000
Temperatura interna (Temp Int)	5	6	0,441
	1	2	1,000
		3	1,000
		4	1,000
		5	1,000
		6	1,000
	2	3	0,679
		4	0,000
		5	1,000
	3	6	0,679
		4	1,000
		5	1,000
	4	6	1,000
		5	0,147
		6	0,153
	5	6	0,228



Variável dependente	Atividade/Tarefa		Significância
Temperatura externa (Temp Ext)	1	2	1,000
		3	0,970
		4	0,963
		5	0,750
		6	1,000
	2	3	1,000
		4	1,000
		5	1,000
		6	0,684
	3	4	1,000
		5	1,000
		6	1,000
	4	5	1,000
		6	1,000
	5	6	0,022

Legenda: **Em vermelho**, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Os resultados demonstram que as variáveis, especialmente relacionadas à pressão arterial e temperatura externa, apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre a atividade 6 e as demais, reforçando os padrões previamente identificados nas correlações.

Assim, inferindo algumas conclusões, é possível destacar que durante a execução de atividades físicas laborais, observou-se um aumento significativo dos parâmetros fisiológicos, especialmente da pressão arterial e da frequência cardíaca, nos momentos de maior esforço. Essa resposta está descrita na literatura como decorrente da ativação do sistema nervoso simpático e da liberação de catecolaminas (como adrenalina e noradrenalina), que promovem aumento do débito cardíaco e vasoconstrição periférica, resultando em elevações agudas da pressão arterial e da frequência cardíaca (Borresen; Lambert, 2016).

Kroemer e Grandjean (2005) propõem o batimento cardíaco como um método para medir a carga de trabalho. Essa medição pode ser realizada de maneira simples ao palpar o pulso ou por meio de instrumentos que medem a frequência cardíaca. É crucial destacar que métodos de medição que interrompem a atividade, ou seja, interferem no trabalho da pessoa, podem resultar em resultados falsos. O autor enfatiza o uso de instrumentos que realizam a medição simultaneamente à execução da tarefa.

De forma similar, estudos apontam que, durante exercícios físicos, há aumento imediato da pressão sistólica e da frequência cardíaca como mecanismo fisiológico natural de adaptação do sistema cardiovascular à demanda metabólica imposta pelo esforço (Nystoriak; Bhatnagar, 2018).

Nesse aspecto, Kroemer e Grandjean (2005) reforçam que durante o exercício laboral, o músculo intensifica sua demanda por energia, resultando na necessidade de aumento da irrigação sanguínea. Esse incremento leva ao aumento da pressão sanguínea, à dilatação dos vasos sanguíneos que se dirigem aos músculos e ao aumento do esforço de bombeamento do coração. Esses fatores podem desempenhar um papel crucial na eficiência da estrutura muscular e nos períodos de trabalho.

Nesse sentido, a introdução de pausas durante a jornada de trabalho revela-se fundamental para mitigar essa sobrecarga fisiológica, promovendo a recuperação cardiovascular e o reequilíbrio autonômico. Estudos mostram que pausas curtas, especialmente quando realizadas após picos de esforço, contribuem significativamente para a redução da pressão arterial e da frequência cardíaca, além de favorecerem a prevenção de distúrbios cardiovasculares relacionados ao trabalho (Vrijkotte *et al.*, 2000; Van Hooren, 2018).

Além disso, os estudos sobre ergonomia (Grandjean, 1998; Iida, 2005) recomendam a alternância de tarefas, pausas para recuperação e treinamentos sobre técnicas de movimentação e postura adequada.

No que se refere à temperatura externa, Camargo *et al.* (2010) destacam que a exposição a temperaturas elevadas pode provocar fadiga, redução do desempenho laboral, falhas de percepção e raciocínio, além do surgimento de distúrbios psicológicos relevantes em trabalhadores da construção civil. No presente estudo, todas as atividades foram realizadas em dias considerados quentes, com médias de temperatura externa superiores a 27 °C. Ainda segundo os autores, variações térmicas superiores a 4 °C representam uma ameaça ao desempenho físico, à concentração e à capacidade cognitiva, uma vez que o organismo humano não tolera tais oscilações sem apresentar prejuízos à performance física e mental, ou mesmo risco de lesões térmicas. Entre as atividades monitoradas nesta pesquisa, apenas a atividade 3 foi sujeita a uma variação térmica superior a 4 °C, porém não foram observadas alterações nos dados de sinais vitais.

Com relação à temperatura corporal interna, Kroemer e Grandjean (2005) explicam que fatores externos, como a temperatura ambiente, as condições de trabalho e o tipo de vestimenta utilizada, influenciam diretamente o equilíbrio térmico entre a produção e a dissipação de calor pelo organismo. Esse equilíbrio é regulado por centros termorreguladores que atuam para manter a temperatura corporal estável, em torno de 37 °C.

No presente estudo, observou-se que a temperatura corporal dos trabalhadores se manteve em níveis estáveis, com médias próximas a 36,5 °C em todas as atividades analisadas, indicando uma adequada regulação térmica.

Essa comparação qualitativa reforça os achados estatísticos prévios e sustenta a importância de considerar a dispersão dos dados como critério adicional de risco, como discutido por Field (2018), para além das médias numérica.

Como sugestão de aprimoramento, destaca-se que a aplicação de sensores vestíveis pode evoluir além da função de monitoramento, passando a incorporar mecanismos de alerta em tempo real. Essa funcionalidade permitiria notificar gestores e supervisores sempre que fossem detectadas condições de risco, como sobrecarga fisiológica ou ambientais adversas, possibilitando intervenções imediatas. A incorporação dessa capacidade de alerta ampliaria o impacto dos sensores, transformando-os em ferramentas estratégicas para a criação de ambientes laborais mais seguros e supervisionados.

#### 4.6 MODELO DE REGRESSÃO LINEAR PARA PREDIÇÃO DE GRAU DE RISCO

A partir das correlações estatísticas, fez-se a proposição de um modelo de regressão linear para predição do grau de risco à saúde e segurança do trabalho na execução das atividades laborais, aplicável a amostra analisada por esta pesquisa. A Tabela 19 a seguir apresenta os indicadores do modelo gerado.

Tabela 19 - Indicadores do modelo

<b>R</b>	<b>R quadrado</b>	<b>R quadrado ajustado</b>	<b>Erro padrão da estimativa</b>
0,874	0,765	0,752	2,50207

Fonte: Elaborado pela autora.

Ou seja, o modelo de regressão proposto explica 75% da variável grau de risco. O grau de risco, neste caso é o somatório de todos as classes de risco encontrados nas atividades. Sendo considerado faixas entre 1 – 5. Os coeficientes do modelo estão apresentados na Tabela 20 na sequência e na Equação 5.

Tabela 20 - Coeficientes do modelo

<b>Variáveis</b>	<b>Coeficientes</b>	<b>Significância</b>
(Constante)	41,951	0,000
Atividade	-2,096	0,000

<b>Variáveis</b>	<b>Coeficientes</b>	<b>Significância</b>
Pressão Sistólica (mmHg)	0,264	0,013
Pressão Diastólica (mmHg)	-0,448	0,014
Dorme mal? (SQR20)	2,786	0,014
Sensações desagradáveis no estômago? (SQR20)	-6,193	0,000

$$Risco = 41,951 - (2,096 \times A) + (0,264 \times PS) - (0,448 \times PD) + (2,768 \times DM) - (6,193 \times SE)$$

Equação 5

Onde:

A - Atividade: 1 (Remoção completa do revestimento cerâmico), 2 (Remoção do emboço entre vigas e alvenaria), 3 (Tratamento do encunhamento, reforço com tela e reconstituição do emboço), 4 (execução da pintura), 5 (Concretagem) e 6 (Ferragem);

PS - Pressão Sistólica medida com sensor, em mmHg;

PD - Pressão Diastólica medida com sensor, em mmHg;

DM - Dorme mal? Pergunta do questionário SQR20, resposta 1 (Sim) e 0 (Não).

SE - Sensações desagradáveis no estômago? Pergunta do questionário SQR20, resposta 1 (Sim) e 0 (Não).

OBS: Na atividade colocar o número correspondente

A Tabela 21 apresenta os resultados obtidos com a coleta de dados da Soma do nível de risco e os resultados do Modelo de Regressão. A última coluna do erro, apresenta a diferença entre os resultados real *versus* predição.

Tabela 21 - Resultados da coleta de dados e do Modelo de Regressão

<b>Atividade</b>	<b>Trabalhador</b>	<b>Soma do nível de risco</b>	<b>Modelo de Regressão</b>	<b>Erro</b>
5	1	31	31,721	-0,721
5	1	31	31,457	-0,457
5	1	31	32,065	-1,065
5	1	31	31,801	-0,801
5	1	31	30,745	0,255
5	1	31	31,537	-0,537
5	1	31	32,041	-1,041
5	1	31	30,561	0,439
5	1	31	31,249	-0,249
5	1	31	30,009	0,991
5	1	31	29,297	1,703
5	1	31	29,825	1,175
5	2	31	27,519	3,481
5	2	31	27,519	3,481
5	2	31	27,519	3,481
5	2	31	27,783	3,217
5	2	31	27,783	3,217
5	2	31	27,783	3,217
5	2	31	28,047	2,953

Atividade	Trabalhador	Soma do nível de risco	Modelo de Regressão	Erro
5	2	31	28,047	2,953
5	2	31	27,783	3,217
5	2	31	27,967	3,033
5	2	31	26,751	4,249
6	4	22	25,583	-3,583
6	4	22	25,663	-3,663
6	4	22	26,007	-4,007
6	4	22	23,847	-1,847
6	4	22	25,639	-3,639
6	4	22	25,191	-3,191
6	4	22	26,087	-4,087
6	4	22	25,271	-3,271
6	4	22	25,191	-3,191
6	4	22	26,007	-4,007
6	4	22	24,215	-2,215
6	4	22	24,927	-2,927
6	4	22	24,927	-2,927
6	5	22	21,648	0,352
6	5	22	21,992	0,008
6	5	22	21,28	0,72
6	5	22	22,44	-0,44
6	5	22	21,464	0,536
6	5	22	21,912	0,088
6	5	22	21,728	0,272
6	5	22	21,728	0,272
6	5	22	20,936	1,064
6	5	22	21,672	0,328
6	5	22	22,704	-0,704
6	5	22	21,808	0,192
6	5	22	22,072	-0,072
6	5	22	20,936	1,064
6	5	22	22,256	-0,256
6	5	22	20,752	1,248
6	5	22	21,568	0,432
6	5	22	22,096	-0,096
5	6	31	27,991	3,009
5	6	31	27,887	3,113
5	6	31	27,439	3,561
5	6	31	26,727	4,273
5	6	31	28,599	2,401
5	6	31	28,839	2,161
5	6	31	28,047	2,953
5	6	31	27,967	3,033
5	6	31	28,071	2,929
5	6	31	27,647	3,353
5	6	31	28,231	2,769
5	6	31	27,863	3,137
6	7	22	22,832	-0,832
6	7	22	21,856	0,144
6	7	22	22,2	-0,2
6	7	22	23,12	-1,12
6	7	22	22,2	-0,2
6	7	22	22,2	-0,2
6	7	22	23,44	-1,44

<b>Atividade</b>	<b>Trabalhador</b>	<b>Soma do nível de risco</b>	<b>Modelo de Regressão</b>	<b>Erro</b>
6	7	22	23,44	-1,44
6	7	22	21,488	0,512
6	7	22	21,488	0,512
6	7	22	22,464	-0,464
6	7	22	22,384	-0,384
6	7	22	22,544	-0,544
6	7	22	22,28	-0,28
1	8	36	36,239	-0,239
1	8	36	36,583	-0,583
1	8	36	36,191	-0,191
1	8	36	35,767	0,233
1	8	36	36,423	-0,423
2	8	36	33,247	2,753
2	8	36	33,831	2,169
2	8	36	34,999	1,001
2	8	36	34,999	1,001
2	8	36	34,487	1,513
3	9	27	31,943	-4,943
3	9	27	31,863	-4,863
3	9	27	31,943	-4,943
3	9	27	31,863	-4,863
3	9	27	31,863	-4,863
4	9	26	28,343	-2,343
4	9	26	29,503	-3,503
4	9	26	28,871	-2,871
4	9	26	29,479	-3,479
4	9	26	28,791	-2,791

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo geral propor um método de identificação e análise de riscos à saúde e segurança do trabalhador na construção civil, com base em tecnologias de sensoriamento vestível. Para isso, foram realizados dois estudos de caso em obras no estado do Rio Grande do Sul, uma de retrofit em Porto Alegre e outra de construção convencional no município de Portão, onde foram coletados e analisados dados quantitativos e qualitativos.

Em relação ao primeiro objetivo específico, foram identificados 58 riscos ocupacionais em seis diferentes atividades analisadas, sendo seis deles classificados como críticos, com destaque para tarefas como remoção de revestimentos cerâmicos e remoção do emboço entre vigas e alvenaria.

Quanto ao segundo objetivo, o perfil dos trabalhadores foi traçado a partir da coleta de dados sociodemográficos e de saúde: participaram oito trabalhadores, com idades entre 23 e 31 anos, todos do sexo masculino. A maioria possuía vínculo formal de trabalho (CLT) e atuava na função de pedreiro, auxiliar ou ferreiro. Observou-se predominância de escolaridade em nível fundamental e médio, com tempo médio de experiência na profissão entre dois e cinco anos.

Para o terceiro objetivo, a investigação dos Transtornos Mentais Comuns (TMC) foi realizada por meio da aplicação do instrumento SRQ-20. Os resultados revelaram que 25% dos trabalhadores apresentaram sintomas compatíveis com TMC, sendo os mais comuns: falta de apetite, nervosismo, sensação de cansaço físico e mental e dificuldade de tomar decisão. A análise qualitativa confirmou que fatores como calor, insegurança nas tarefas e pressão por produtividade e contribuem para o adoecimento mental. Esses elementos se enquadram nos riscos psicossociais descritos por Santini, Esteves e Dias (2019), os quais incluem a alta demanda de trabalho, baixa autonomia, ausência de suporte social e desequilíbrio entre esforço e recompensa como determinantes do adoecimento mental no ambiente laboral.

No que se refere ao quarto objetivo específico, foram monitoradas variáveis ambientais como temperatura (entre 24 °C e 32 °C), umidade relativa do ar (de 45% a 76%) e intensidade do vento (até 5,4 m/s) no momento da execução das atividades. Esses dados foram coletados simultaneamente à análise fisiológica dos trabalhadores, contribuindo para contextualizar os fatores externos que podem interferir no desempenho físico e psicológico dos operários.

Com relação ao quinto objetivo, o monitoramento dos sinais vitais dos trabalhadores demonstrou variações fisiológicas ao longo da jornada. A frequência cardíaca variou entre 61 e 138 bpm, a pressão arterial entre 97/64 mmHg e 127/71 mmHg, a temperatura corporal de 36,0 a 37,0 °C, e a oxigenação do sangue entre 94% e 99%. Esses parâmetros mostraram picos em momentos de maior exigência física, sendo influenciados também por fatores climáticos e pela carga de trabalho. Os resultados indicaram que algumas atividades demandam mais esforço físico que outras, frequentemente associado a condições ambientais adversas, como calor excessivo e exposição solar. A análise dos sinais vitais revelou elevações na frequência cardíaca e pressão arterial em determinados momentos da jornada, especialmente em tarefas mais exigentes, como remoção do revestimento e remoção do emboço. Tais esforços, quando acompanhados de pausas adequadas, promoveram a recuperação cardiovascular, corroborando a literatura que aponta a importância das pausas programadas como fator protetivo à saúde do trabalhador (Kroemer; Grandjean, 2005; Iida, 2005).

Por fim, quanto ao último objetivo, foi desenvolvido um modelo preditivo por regressão linear que se mostrou capaz de explicar 75% da variação no grau de risco com base nas variáveis fisiológicas e ambientais monitoradas, demonstrando que a utilização de sensores vestíveis pode contribuir para a antecipação de situações de risco à saúde e segurança. A alta correlação entre os dados sugere que é possível utilizar essas informações como ferramenta de apoio à tomada de decisão em tempo real no ambiente de obra.

De forma geral, os resultados obtidos indicam que o uso de tecnologias de sensoriamento vestível, associado à análise de indicadores de transtorno mental comum e ambientais, representa uma estratégia eficaz para aprimorar a gestão de saúde e segurança na construção civil. A integração entre dados objetivos e percepções subjetivas permite uma abordagem mais ampla e preventiva, capaz de reduzir a exposição a riscos críticos e contribuir para a promoção da saúde física e mental dos trabalhadores do setor.

Portanto, conclui-se que a adoção de tecnologias de sensoriamento, aliada à análise de transtorno mental comum e à escuta ativa dos trabalhadores, representa um avanço importante na gestão de saúde e segurança no trabalho em canteiros de obra. Recomenda-se que gestores da construção civil adotem práticas que considerem tanto os limites físicos quanto os emocionais dos trabalhadores,



instituindo pausas regulares, redistribuição de tarefas e ações de apoio psicossocial como parte integrante das estratégias de prevenção. Dessa forma, será possível promover um ambiente laboral mais seguro e saudável.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 5419: Proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro, 2015.

ABRAHÃO, Júlia *et al.* **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009. 240 p.

ABRANTES, Antônio Francisco. **Atualidades em Ergonomia**: Logística, Movimentação de Materiais, Engenharia Industrial, Escritórios. São Paulo: IMAM, 2004.

ADJISKI, V.; DESPODOV, Z.; MIRAKOVSKI, D.; SERAFIMOVSKI, D. System architecture to bring smart personal protective equipment wearables and sensors to transform safety at work in the underground mining industry. *Rudarsko Geolosko N. Zbornik*, v. 34, n. 1, p. 37-44, 2019.

ALAVI, A. H. *et al.* Internet of things-enabled smart cities: State-of-the-art and future trends. **Measurement**, v. 129, 2018.

ALONSO, M.O. **Uma Ferramenta para o Acompanhamento de uma Obra de Construção Civil**. Monografia. Engenharia de Produção. Universidade Estadual de Maringá. 76p., 2013.

AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. Construção de edifícios do início ao fim da obra. **São Paulo/SP: Editora PINI Ltda**, 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE MEDICINA DO TRABALHO. **Construção civil está entre os setores de maior risco de acidente do trabalho**. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/> Acesso em: 24 de set. 2023.

AWOLUSI, I.; MARKS, E.; HALLOWELL, M. Wearable technology for personalized construction safety monitoring and trending: review of applicable devices. **Automation in Construction**, v. 85, p. 96-106, jan. 2018.

BARROSO, W. S.; RODRIGUES, C. I. S.; BORTOLOTTO, L. A.; MOTA-GOMES, M. A.; BRANDÃO, A. A.; FEITOSA, A. D. M. *et al.* Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 116, n. 3, p. 516-658, 2020.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M. *Sympathoadrenal system response to exercise*. In: STATPEARLS. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482280/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

BOTTI, N. C. L.; CASTRO, C. G.; SILVA, A. K.; SILVA, M. F.; OLIVEIRA, L. C.; CASTRO ACHOA, A.; *et al.* Avaliação da ocorrência de transtornos mentais comuns entre a população de rua de Belo Horizonte. **Bar Baroi**, n. 33, p. 178-193, 2010.

BRAGA, L. C.; CARVALHO, L. R.; BINDER, M. C. P. Condições de trabalho e transtornos mentais comuns em trabalhadores da rede básica de saúde de Botucatu (SP). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, p. 1585-1596, jun. 2010.

BRASIL. Lei n. 8.213 de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 24 jul. 1991. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm)>. Acesso em: 25 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e do Emprego. **Portaria n.º 25, de 29 de dezembro de 1994**. Aprova a Norma Regulamentadora nº 9 - Riscos Ambientais, e dá outras providências. Norma Federal - Publicado no DOU em 30 dez 1994. Brasília, DF: Ministério do Trabalho e do Emprego, Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho, 1994.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Normas Regulamentadoras. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 24 set. 2023.

BRISSEON, C.; LAROCQUE, B.; MOISAN, J.; VÉZINA, M. Psychosocial factors at work, smoking, sedentary behavior, and body mass index. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, Philadelphia, v. 42, n. 1, p. 40–46, 2000.

BRUSIUS, C. K. A influência do turismo na expansão da construção civil no município de Garopaba. 2010. 71 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia para gestão de segurança nos canteiros de obra: orientação para prevenção dos acidentes e para o cumprimento das normas de SST**. Coord. Roberto Sérgio Oliveira Ferreira. Brasília, DF: CBIC, 2017. 264 p.; il.; color. ISBN 978-85-00000-00-0. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia\\_para\\_gestao\\_seguranca\\_nos\\_canteiros\\_de\\_obras\\_2017.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_para_gestao_seguranca_nos_canteiros_de_obras_2017.pdf). Acesso em: 10 dez. 2023.

CAMARGO, D. R. *et al.* **Impactos da exposição ao calor sobre trabalhadores da construção civil**. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 35, n. 121, p. 59-66, 2010.

CAMARGO, Rodrigo Domis; *et al.* Trabalho em altura X Acidentes de trabalho na Construção Civil. **Revista Teccen.**, v. 11, n. 2. 2018.

CARDELLA, Benedito. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes: uma abordagem holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CARRARA, D.; AVELAR, A.F.M; KUSAHARA, D.M; PEDREIRA, M.L.G. Oximetria de pulso arterial. Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo. Disponível em: <https://portal.corensp.gov.br/sites/default/files/oximetria%2022-12.pdf>. Acesso em: 12 de dez 2023.

CHAN, A. P. C. *et al.* *The impact of physical and psychosocial risks on construction workers' health and safety performance: A review.* Safety Science, v. 50, n. 5, p. 1019–1032, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.11.010>.

CHAVES, Thiago Jazbik. **O papel do engenheiro civil como gestor de obras: aspectos técnicos, humanos e conceituais.** 2017. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017.

CHENG, T; MIGLIACCIO, J; TEIZER, U.C. Gatti, Data fusion of real-time location sensing and physiological status monitoring for ergonomics analysis of construction workers, **J. Comput. Civ. Eng.**, v. 27, n. 3, p. 320–335, 2012.

CÔRTEZ, A. S.; SILVA, L. D. A importância da conscientização dos trabalhadores da construção civil. 2011. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares, 2011.

COUTO, H. A. **Ergonomia aplicada ao trabalho: uma abordagem prática.** 2. ed. Belo Horizonte: Ergo, 2007.

COUTO, Hudson de Araújo. **Como implantar ergonomia na empresa:** A prática dos comitês de ergonomia. Belo Horizonte: Casa da Imagem, 2002. 336 p.

DEJOURS, Christophe. *A banalização da injustiça social.* 5. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

FEPAM. **Manual de Análise de Riscos Industriais.** Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – RS, Departamento de Controle Ambiental / Divisão de Controle da Poluição Industrial, 2016. Disponível em: [http://www.fepam.rs.gov.br/central/formularios/arq/manual\\_risco.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/central/formularios/arq/manual_risco.pdf) Acesso em: 25 set. 2023.

FIEDLER, Nilton César *et al.* Análise da carga física de trabalho dos operadores em marcenarias no sul do Espírito Santo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p.413-419, jul. 2008. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/12407/8530>>. Acesso em: 18 dez 2023.

FIELD, A. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIELD, Andy. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics.** 5. ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.

FILGUEIRAS, V. A. *et al.* **Saúde e Segurança do Trabalho na Construção Civil Brasileira.** Aracaju: J. Andrade, 2015.

GAMBRELL, R. C. Doenças térmicas e exercício. In: LILLEGARD, W. A.; BUTCHER, J. D.; RUCKER, K. S. Manual de medicina desportiva: uma abordagem orientada aos sistemas. São Paulo: Manole, 2002. p. 457-464.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

GOLDBERG, D.; HUXLEY, P. Common mental disorders: a bio-social model. London: Tavistock/Routledge, 1992.

GONÇALVES, D. M.; STEIN, A. T.; KAPCZINSKI, F. Performance of the Self Reporting Questionnaire as a psychiatric screening questionnaire: a comparative study with Structured Clinical Interview for DSM-IV-TR. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 2, p. 380-390, 2008.

GONÇALVES, F. A. **Segurança do trabalho na construção civil: análise da segurança nos trabalhos em altura**. 2018. 56 f. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUIMARÃES, L. **Ergonomia de processo**. 3. ed. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS, 2000. v. 1.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E.. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed.. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.

HALLOWELL, M. R.; HINZE, J. W.; BAUD, K. C.; WEHLE, A. Proactive construction safety control: measuring, monitoring, and responding to safety leading indicators. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 1-8, 2013.

HARDING, T. W.; ARANGO, M. V.; BALTAZAR, J.; CLEMENT, C. E.; IBRAHIM, H. H. A.; IGNACIO, L. L.; MURTHY, R. S.; WIG, N. N. Mental disorders in primary health care: a study of their frequency and diagnosis in four developing countries. **Psychological Medicine**, v. 10, p. 231-241, 1980.

HOEPPNER, M. G. **Normas Regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho**. São Paulo: Icone, 2006.

ILDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JACINTO, Aline; TOLFO, Suzana Rosa. Fatores psicossociais de risco no trabalho e Transtorno Mental Comum: uma revisão sistemática de estudos que utilizaram os instrumentos JCQ, JSS e SRQ-20. **Revista de Psicologia da IMED**, v. 9, n. 2, p. 107-124, 2017.

JACQUES, M. G. C. Abordagens teórico-metodológicas em saúde/doença mental & trabalho. **Psicologia & Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 97-116, 2003.

KAIN, J.; JEX, S. Karasek's (1979) job demands-control model: A summary of current issues and recommendations for future research. In: PERREWÉ, P. L.; GANSTER, D. C. (ed.). New developments in theoretical and conceptual approaches to job stress. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 2010. p. 237-268.

KIPKEBUT, A.; BUSIENEI, J. Evaluation of Ubiquitous Mobile Computing and Quality of Life in Wearable Technology. **IJISSET - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, v. 1, n. 3, p. 68-79, May 2014. Disponível em: [https://www.ijiset.com/v1s3/IJISSET\\_V1\\_I3\\_12.pdf](https://www.ijiset.com/v1s3/IJISSET_V1_I3_12.pdf). Acesso em: 22 out. 2023.

KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia**: Adaptando o trabalho ao homem. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 327 p.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação gerencial: administrando a empresa digital**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LUCCHESI, Roselma *et al.* Prevalência de transtorno mental comum na atenção primária. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 27, p. 200-207, 2014.

LUIZ, O. C.; RABACOW, F. M.; MALIK, A. M.; MAIA, A. C. Lifestyle factors, direct and indirect costs for a Brazilian airline company. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 48, p. 1–9, 2014. DOI: 10.1590/S0034 8910.2014048004936.

MACHADO, Daniela Bastian; FAGANELLO, Adriana; CATAI, Rodrigo Eduardo; AMARILLA, Rosemara Santos Deniz. Segurança do trabalho na construção civil: um estudo de campo. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12., 2016, Florianópolis. **Anais eletrônicos**. Florianópolis: INOVARSE, 2016.

MAIA, L. C. C.; ESPINDOLA, D. M.; VEIGA, C. H. A. Práticas de saúde e segurança do trabalho (SST) na área de manufatura: um modelo teórico. **Organizações e Sustentabilidade**, Londrina, v.6, n.1, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/2318-9223.2018v6n2p89>. Acesso em: 22 out. 2023.

MALTA, D. C.; STOPA, S. R.; SANTOS, M. A. S.; ANDRADE, S. S. C. A.; OLIVEIRA, T. P.; CRUZ, D. K. A.; BERNAL, R. T. I.; SZWARCOWALD, C. L. Evolução dos indicadores de consumo de tabaco segundo inquéritos telefônicos, 2006-2014. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, e00134915, 2017.

MARDONOVA, M; CHOI, Y. Review of Wearable Device Technology and Its Applications to the Mining Industry. **Energies**, v. 11, n. 3, p. 547, 2018. DOI: 10.3390/en11030547. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/3/547>. Acesso em 22 out. 2023.

MARI, J. J.; WILLIAMS, P. A validity study of a psychiatric screening questionnaire (SRQ-20) in primary care in the city of São Paulo. **The British Journal of Psychiatry**, v. 148, p. 23-26, jan. 1986. DOI: <https://doi.org/10.1192/bjp.148.1.23>

MERINO, E. A. D. **Efeitos agudos e crônicos causados pelo manuseio e movimentação de cargas no trabalhador**, Santa Catarina. 1996. 128f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de pós-graduação em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/157987/103886.pdf?sequence=1> . Acesso em: 18 dez. 2023.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Base de dados históricos de acidentes do trabalho. Base de dados históricos de acidentes do trabalho**. 2021. Disponível em: < [https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias-e-conteudos/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20\(19.788\).>](https://www.gov.br/previdencia/pt-br/noticias-e-conteudos/2023/maio/acidentes-de-trabalho-caem-25-6-no-brasil-em-10-anos#:~:text=Foram%2062.852%20casos%2C%20que%20responderam,com%20mais%20acidentes%20(19.788).>) . Acesso em: 25 out. 2023.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Transtornos mentais: trabalho em escala, condições insalubres e recompensa insatisfatória podem ser causas.** Brasília, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Painel de Monitoramento das Doenças Relacionadas ao Trabalho. 2020. Disponível em: <http://paineldesaude.trabalho.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2025.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 01 – Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais.** Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-01-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 06 – Equipamento de proteção individual – EPI.** Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-06-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 07 – Programa de controle médico de saúde ocupacional – PCMSO.** Brasília, 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-07-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2023.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18 – Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção.** Brasília, 2022d. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/nr-18-atualizada-2020.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2022.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 35 – Trabalho em altura.** Brasília, 2022e. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-35.pdf>. Acesso em: 9 dez. 2019.

MONTENEGRO, Daiane Silva; SANTANA, Marcos Jorge Almeida. Resistência do Operário ao Uso do Equipamento de Proteção Individual. 2012.

MORESI, Eduardo (Org.). **Metodologia da pesquisa.** Brasília, DF: Universidade Católica de Brasília, mar. 2003. Disponível em: < <http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf> >. Acesso em: 18 dez. 2023.

MOTERLE, Neodimar. **A importância da segurança do trabalho na construção civil: um estudo de caso em um canteiro de obra na cidade de Pato Branco – PR.** 2014. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Engenharia de

Segurança do Trabalho) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

MUKHOPADHYAY, S. C. Wearable sensors for human activity monitoring: a review. **IEEE Sensors Journal**, v. 15, n. 3, p. 1321-1330, 2015.

NATH, N. D.; AKHAVIAN, R.; BEHZADAN, A. H. Ergonomic analysis of construction worker's body postures using wearable mobile sensors. **Appl. Ergon**, v. 62, p. 107–117, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.007>.

NETO, N. R. S.; RUSCHEL, R.C.; PICCHI, F.A. Avaliação de ferramentas de tecnologia da informação na construção com funcionalidades moveis compatíveis aos itens da NBR ISO 9001:2008. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. V., 6, n.1, 16-23, 2013.

NYSTORIAK, M. A.; BHATNAGAR, A. Cardiovascular effects and benefits of exercise. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, v. 5, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcvm.2018.00135>

OLIVEIRA, Rafael; CAETANO, Marcelo Oliveira; GOMES, Luciana Paulo. Análise das condições ergonômicas e de produtividade decorrentes da movimentação manual de sacos de cimento de 25 kg e 50 kg em canteiros de obras da construção civil. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 1, p. 7758-7776, 2024.

OSHA. Worker Safety Series: Construction, Occupational Safety and Health Administration of United States Department of Labor, 2017. Disponível em: <https://www.osha.gov/Publications/OSHA3252/3252.html>. Acesso em: 30 out. 2023.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do trabalho**. Santa Maria: Universidade Federal Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

PRINCE, M.; PATEL, V.; SAXENA, S.; MAJ, M.; MASELKO, J.; PHILLIPS, M. R.; *et al*. No health without mental health. **The Lancet**, v. 370, n. 9590, p. 859-877, 2007.

RAMMINGER, Tatiana. **A saúde mental do trabalhador em saúde mental: um estudo com trabalhadores de um hospital psiquiátrico**. Bol. Da Saúde, Rio Grande do Sul, v. 16, n. 1, p. 111-124, 2002.

REVISTA PROTEÇÃO. Rio Grande do Sul. A proteção, 01 set. 2022.

RHOADES, R. A.; TANNER, G. A.. **Fisiologia médica**. 2. ed.. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2005.

RODRIGUES, P.F.V. **Um estudo com trabalhadores acidentados da indústria da construção civil do município de Porto Alegre(RS)**. Dissertação(mestrado). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

ROHM, D. G.; LUCIANO, E. L.; ROSA, J. L.; TIRELLI, M. A.; OKANO, M. T. RIBEIRO, R. B. Gerenciamento de riscos ocupacionais: uma nova proposta de segurança do trabalho. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 17,



2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v6i17p156-174>. Acesso em: 25 out. 2023.

RUGULIES, R.; AUST, B.; GREINER, B. A.; ARENSMAN, E.; KAWAKAMI, N.; LAMONTAGNE, A. D.; MADSEN, I. E. H. Work-related causes of mental health conditions and interventions for their improvement in workplaces. **The Lancet**, v. 402, n. 10410, p. 1368-1381, 14 out. 2023.

SAMPAIO, A. T.; LAVEZO, A. E.; COUTINHO, G. D. Segurança do trabalho e medidas de proteção na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 9983- 9997, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/7324/6356>. Acesso em: 25 out. 2023.

SANTINI, Rodrigo; ESTEVES, Tatiana Giovanelli; DIAS, Reinaldo. *Fatores de risco, proteção psicossocial e trabalho*. Curitiba: Juruá Editora, 2019.

SANTOS, Kionna Oliveira Bernardes; ARAÚJO, Tânia Maria de; OLIVEIRA, Nelson Fernandes de. Estrutura fatorial e consistência interna do Self-Reporting Questionnaire (SRQ-20) em população urbana. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 214-222, jan. 2009.

SANTOS, Paulo Vinícius Silveira. **Aplicação de Normas Regulamentadoras de Segurança do Trabalho em Obras de Pequeno Porte**. 2018. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2018.

SCHALL, M. C. Jr.; SESEK, R. F.; CAVUOTO, L. A. Barriers to the adoption of wearable sensors in the workplace: a survey of occupational safety and health professionals. **Human Factors**, v. 60, n. 3, p. 351-362, 2018.

SELIGMANN-SILVA E. **Desgaste mental no trabalho dominado**. Rio de Janeiro: Cortez, 1994.

SCHWAB, K.; DAVIS, N. **Shaping the Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2018.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Cartilha de segurança no trabalho de andaimes**. Publicação Técnica n. 02. Porto Alegre: SENAI, 1998.

SIT. Painel de Informações e Estatísticas da Inspeção do Trabalho no Brasil, Brasília, 2021. Disponível em: <https://sit.trabalho.gov.br/radar/>. Acesso em: 24 set. 2023.

SKAPINAKIS, P.; BELLOS, S.; KOUPIDIS, S.; GRAMMATIKOPOULOS, L.; THEODORAKIS, P. N.; MAVREAS, V. Prevalence and sociodemographic associations of common mental disorders in a nationally representative sample of the general population of Greece. **BMC Psychiatry**, v. 13, p. 163, 2013.

SMARTLAB. **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho: Brasil**. 2021. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/>. Acesso em: 30 out. 2023.

SOARES, C. O.; PEREIRA, B. F.; PEREIRA GOMES, M. V.; MARCONDES, L. P.; GOMES, F. de C.; MELO-NETO, J. S. de. Preventive factors against work-related musculoskeletal disorders: narrative review. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 415-430, 15 abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z1679443520190360>

SOUZA, A. P.; MELO, R. R. **Análise dos acidentes fatais na construção civil brasileira**. *Revista Engenharia e Construção Civil*, v. 8, n. 1, p. 45-58, 2019.

SWAN, M. Sensor mania! The internet of things, wearable computing, objective metrics, and the quantified self 2.0. **Journal of Sensor and Actuator Networks**, v. 1, n. 3, p. 217-253, 2012.

VAN HOOREN, B. Do we need a cool-down after exercise? *Sports Medicine*, Auckland, v. 48, p. 1575–1595, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29705855/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

VERAS, Rafael Henrique. **A importância da construção civil na economia brasileira**. 2018.

VRIJKOTTE, T. G. M. *et al.* Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability. *Hypertension*, Dallas, v. 35, n. 4, p. 880–886, 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10775555/>. Acesso em: 18 jun. 2025.

WANASINGHE, T. R.; WROBLEWSKI, L.; PETERSEN, B. K.; et al. Digital Twin for the Oil and Gas Industry: Overview, Research Trends, Opportunities, and Challenges. **IEEE Access**, v. 8, p. 104175-104197, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998723>

WELTER, L. B. Segurança do trabalho na construção civil: análise da segurança nos trabalhos em altura. 2014. 63 f. Monografia (Curso de Especialização) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2014.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T.. **Fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais**. 9. ed.. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2006.

## **APÊNDICE A – ORIENTAÇÕES TRANSMITIDAS AOS TRABALHADORES ANTES DA REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES**

- 1) A participação nesta pesquisa é voluntária, e você tem total liberdade para decidir se deseja colaborar ou não.
- 2) Sua identidade e a da sua empresa serão mantidas em sigilo absoluto.
- 3) Os dados coletados neste estudo serão utilizados exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos.
- 4) Durante a atividade, serão aplicados dispositivos para medir sua pressão sanguínea, batimento cardíaco, temperatura interna corporal e oximetria, com o objetivo de analisar suas reações fisiológicas.
- 5) Também serão registrados dados ambientais, como temperatura, umidade e velocidade do vento.
- 6) A forma como você desenvolve suas atividades laborais é completamente livre. Sinta-se à vontade para realizar da maneira que considerar mais confortável e eficiente.
- 7) Realize a movimentação de forma natural. Não há um tempo máximo determinado para a tarefa; execute no ritmo que habitualmente desempenha.
- 8) Antes de iniciar o trabalho em altura, será solicitado que responda a um questionário sobre suas características profissionais, pessoais e condições psicossociais.
- 9) Ao finalizar o estudo, a autora apresentará aos participantes os resultados e conclusões da pesquisa.

Obrigada por sua colaboração!  
Mestranda: Nadine Schorr Travi  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Oliveira Caetano  
Universidade Vale do Rio dos Sinos

**ANEXO A – QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO E DE SAÚDE**

1) Identificação do trabalhador:
2) Data do questionário:
3) Função:
4) Sexo:
5) Peso (kg):
6) IMC (kg/m <sup>2</sup> ):
7) Escolaridade:
8) Possui ASO para trabalho em altura?
9) Possui capacitação NR-18?
10) Toma alguma medicação?
11) Construtora onde trabalha:
12) Idade:
13) Altura (m):
14) Tempo de profissão:
15) Tempo na empresa:
16) Possui capacitação NR-35?
17) Possui problemas de saúde?
18) Possui vínculo empregatício?

## ANEXO B - COLETA DE OPINIÃO DO TRABALHADOR E INDICADORES GERAIS DE SAÚDE


1) Alguma vez você já recebeu treinamento ou instruções de como realizar o trabalho em altura?	SIM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	NÃO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
2) Em uma escala de 0 a 10, a sua opinião qual a importância do treinamento para o trabalho em altura?				
3) Você fuma?	SIM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	NÃO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
4) Pratica algum tipo de atividade física?	SIM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	NÃO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
5) Quantas vezes por semana?				
6) No final de uma jornada de trabalho você se sente FISICAMENTE?	BEM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	POUCO CANSADO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
7) No final de uma jornada de trabalho você se sente MENTALMENTE?	BEM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	POUCO CANSADO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
8) Já sofreu algum acidente de trabalho?	SIM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	NÃO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
9) Descreva como ocorreu:				
10) Possui algum problema de saúde ainda não mencionado?	SIM	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>	NÃO	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="text"/>
11) Qual?				

**APENDICE B - VERSÃO BRASILEIRA DO SELF REPORTING QUESTIONNAIRE  
– 20 (SRQ – 20)**

Por favor, a responder as seguintes perguntas, tome como referência as quatro últimas semanas.

Perguntas	SIM	NÃO	Grupo
1 - Tem dores de cabeça frequentemente?			Sintomas Somáticos
2- Tem falta de apetite?			Sintomas Somáticos
3 - Dorme mal?			Sintomas Somáticos
4 - Assusta-se com facilidade?			Humor depressivo-ansioso
5 - Tem tremores na mão?			Sintomas Somáticos
6 - Sente-se nervoso, tenso ou preocupado?			Humor depressivo-ansioso
7 - Tem má digestão?			Sintomas Somáticos
8 - Tem dificuldade de pensar com clareza?			Decréscimo de energia vital
9 - Tem se sentido triste ultimamente?			Humor depressivo-ansioso
10 - Tem chorado mais do que de costume?			Humor depressivo-ansioso
11 - Encontra dificuldades para realizar com satisfação suas atividades diárias?			Decréscimo de energia vital
12 - Tem dificuldades para tomar decisões?			Decréscimo de energia vital
13 - Tem dificuldades no serviço (seu trabalho é penoso, lhe causa sofrimento)?			Decréscimo de energia vital
14 - É incapaz de desempenhar um papel útil em sua vida?			Pensamentos depressivos
15 - Tem perdido o interesse pelas coisas?			Pensamentos depressivos
16 - Você se sente uma pessoa inútil, sem préstimo?			Pensamentos depressivos
17 - Tem tido a ideia de acabar com a vida?			Pensamentos depressivos
18 - Sente-se cansado o tempo todo?			Decréscimo de energia vital
19 - Tem sensações desagradáveis no estômago?			Sintomas Somáticos
20 - Você se cansa com facilidade?			Decréscimo de energia vital

## APÊNDICE C – TERMOS DE AUTORIZAÇÃO DE CONDUÇÃO DA PESQUISA



**UNISINOS**

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

*O Comitê de Ética é responsável por assegurar os cuidados éticos da pesquisa com seres humanos.*

---

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE**

Eu me chamo Marcelo Oliveira Caetano, sou professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Estou realizando uma pesquisa intitulada: “Sistema informatizado para gestão de riscos ocupacionais no setor da construção civil”.

O presente estudo tem como finalidade propor um sistema informatizado para análise de riscos ocupacionais no segmento da construção civil. Este sistema compilará levantamento de riscos qualitativos, através das ferramentas tradicionais de APR (Análises Preliminar de Riscos), porém inclui coletas de riscos psicossociais e medições simultâneas com sensores para coleta de dados de saúde do trabalhador e do ambiente de trabalho. O sistema funcionará como apoio a tomada de decisão das equipes de trabalho para parada e/ou retomada da atividade laboral. O projeto contribuirá para a gestão de saúde e segurança dos trabalhadores, reduzindo situações de riscos e possibilidades de acidentes de trabalho.

Para participar desta pesquisa, você deverá responder um Questionário sociodemográfico e de saúde e um instrumento para rastreamento de transtornos mentais comuns (SQR-20). Adicionalmente, haverá um monitoramento de posição com sensores localizados nos EPI's e/ou EPC's e de bioindicadores que inclui: pressão arterial, frequência cardíaca, temperatura interna do corpo e oxigênio na corrente sanguínea.

Ressalto que sua participação é voluntária, portanto, caso queira desistir ou interromper a sua participação, você terá total liberdade, sem a necessidade de qualquer explicação ou prejuízo. Todas as informações coletadas serão confidenciais, utilizadas somente para fins de estudo e os relatos das entrevistas serão arquivados de forma anônima, não identificável, com senha de acesso, em um computador na sala do pesquisador, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Av. Unisinos, 950, pelo período de cinco anos.

Cabe ressaltar que a pesquisa não dará ao participante nenhum benefício financeiro, só a possibilidade de contribuir com o conhecimento científico.

É importante salientar que a participação na pesquisa apresenta um risco mínimo ao participante, mas se alguma questão reavivar qualquer sentimento o participante poderá entrar em contato com o pesquisador para tomada de ação. Da mesma forma, para casos de necessidade ou qualquer desconforto associado ao estudo, você poderá entrar em contato com a Psicóloga de referência deste estudo, Profª Drª Luciana Gisele Brun, pelo e-mail [lubrun@gmail.com](mailto:lubrun@gmail.com).

Para aqueles que tiverem interesse, será oportunizado uma apresentação presencial dos resultados da pesquisa ao final do trabalho e/ou o envio por e-mail do link da publicação, contendo os resultados deste. Caso você tenha dúvidas, queira maiores informações sobre este estudo e tenha interesse em receber uma devolução global dos resultados da pesquisa, poderá entrar em contato comigo, Prof. Dr. Marcelo Oliveira Caetano, pelo e-mail: [mocaetano@unisinos.br](mailto:mocaetano@unisinos.br) e/ou pelo telefone: (51) 3591 1122 - ramal: 5060.

Sua assinatura neste documento em duas vias confirma sua participação na pesquisa e registra sua ciência sobre os objetivos e demais garantia. Uma via ficará com você, e a outra ficará sob minha responsabilidade.

Agradeço sua participação e fico a disposição para quaisquer dúvidas.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2024.

Nome do participante

\_\_\_\_\_  
Marcelo Oliveira Caetano  
Pesquisador

Assinatura do participante

**CEP – UNISINOS**  
**VERSÃO APROVADA**  
**Em 16/08/2024**

Av. Unisinos, 950 Caixa Postal 275 CEP 93022-750 São Leopoldo Rio Grande do Sul Brasil  
E-mail: [cep@unisinos.br](mailto:cep@unisinos.br) Telefone: 3591 1122 ramal 3219