



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL  
CAMPUS DO SERTÃO  
ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

JOEL GOMES DA SILVA

**CONSTRUÇÃO DE UMA ESCALA DE DESCONFORTO  
MUSCULOESQUELÉTICO PARA MEMBROS INFERIORES DE  
TRABALHADORES: UMA ANÁLISE UTILIZANDO A TEORIA DE RESPOSTA AO  
ITEM MULTIGRUPO**

Delmiro Gouveia/AL  
2024



JOEL GOMES DA SILVA

**CONSTRUÇÃO DE UMA ESCALA DE DESCONFORTO  
MUSCULOESQUELÉTICO PARA MEMBROS INFERIORES DE  
TRABALHADORES: UMA ANÁLISE UTILIZANDO A TEORIA DE RESPOSTA AO  
ITEM MULTIGRUPO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Alagoas – Campus do  
Sertão para obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Jonhatan Magno Norte da  
Silva.

Delmiro Gouveia/AL  
2024

## Folha de aprovação

JOEL GOMES DA SILVA

### CONSTRUÇÃO DE UMA ESCALA DE DESCONFORTO MUSCULOESQUELÉTICO PARA MEMBROS INFERIORES DE TRABALHADORES: UMA ANÁLISE USANDO A TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM MULTIGRUPO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão e aprovado em 25 de novembro de 2024.

---

Prof. Dr. Jonhatan Magno Norte da Silva, UFAL – Campus do Sertão  
(Orientador)

#### Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 JONHATAN MAGNO NORTE DA SILVA  
Data: 03/12/2024 22:40:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Jonhatan Magno Norte da Silva, UFAL – Campus do Sertão  
(Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 MANOEL GERONIMO LINO TORRES  
Data: 04/12/2024 15:20:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. MSc. Manoel Gerônimo Lino Torres, UFAL – Campus dos Sertão  
(Avaliador)

Documento assinado digitalmente  
 DEVIDSON SA FERNANDES DE SOUZA  
Data: 04/12/2024 04:56:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. MSc. Deividson Sá Fernandes de Souza, UFAL – CTEC  
(Avaliador externo)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, dedico minha mais sincera gratidão pelo dom da vida e pela força que me sustentou ao longo desta jornada. Sua presença foi uma luz constante, especialmente nos momentos mais desafiadores, renovando minha fé e guiando-me rumo a sonhos tão elevados.

Aos meus pais, Marinete e Benedito, e as minhas irmãs Joelma, Silvana e Aldileide, expresso meu profundo reconhecimento pelo amor incondicional e pelo apoio constante durante estes seis anos de graduação. Vocês foram o alicerce sobre o qual me apoiei em cada dificuldade, oferecendo encorajamento e segurança. Esta conquista não é apenas minha, mas nossa, fruto de tudo o que construímos juntos.

À minha namorada, Maria Thais, dedico minha eterna gratidão por sua presença em cada etapa desta caminhada. Seu apoio, motivação e acolhimento foram fundamentais para que eu enfrentasse os desafios com coragem e determinação. Obrigado por toda cumplicidade e por acreditar em mim mesmo nos momentos em que eu hesitava.

À Vetor Jr., meu reconhecimento pela transformação que proporcionou em minha trajetória. Participar do Movimento Empresa Júnior (MEJ) foi um verdadeiro divisor de águas, abrindo-me as portas para o universo do empreendedorismo e da gestão empresarial, áreas que até hoje ocupam um lugar especial em minha vida. Ao Centro Acadêmico de Engenharia de Produção (CAEP), que tive a honra de presidir, manifesto minha imensa gratidão pela oportunidade de representar o nosso curso. Foram nesses ambientes que cultivei amizades e conexões que transcenderam o profissional, laços que levarei comigo para sempre.

Ao *Group of Ergonomics and New Tools* (GENT), registro minha mais profunda gratidão. Ao professor Jonhatan Magno, que me orientou em diversos trabalhos ao longo da graduação, incluindo este, registro meu mais sincero agradecimento. Sua orientação, sempre fundamentada em um conhecimento técnico avançado e uma didática excepcional, foi essencial para minha formação acadêmica e profissional, deixando um impacto significativo em minha trajetória.

Aos meus amigos e colegas, deixo um agradecimento especial. Cada conversa, troca de ideias e momento compartilhado contribuiu para tornar essa caminhada mais

leve, enriquecedora e significativa. Sem vocês, esta jornada não teria sido tão marcante e especial.

Por fim, a todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho, deixo minha eterna gratidão. Este trabalho reflete a soma de cada gesto de apoio, incentivo e parceria que recebi ao longo desta jornada.

## RESUMO

Os sintomas músculo-esqueléticos são um dos principais problemas de saúde ocupacional dos trabalhadores, podendo afetar todas as ocupações profissionais. Estudos anteriores propuseram métricas capazes de avaliar o desconforto musculoesquelético experimentado pelos trabalhadores. No entanto, nenhum estudo desenvolveu uma métrica que considere grupos profissionais. Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver uma escala de desconforto musculoesquelético nos membros inferiores para comparar sintomas auto-relatados entre profissionais da educação, saúde e indústria. A amostra incluiu 159 professores, 167 profissionais de saúde e 401 operadores industriais que relataram os seus sintomas através de um diagrama dos quadris, coxas, joelhos, pernas e pés. Foram utilizadas análises fatoriais e de teoria de resposta a itens multigrupo para construir uma escala de desconforto musculoesquelético composta por sete níveis e para avaliar e comparar os sintomas identificados. Os resultados mostraram que a evolução progressiva do desconforto foi diferente para cada profissão, demonstrando que cada contexto e ambiente de trabalho afeta os trabalhadores de forma diferente, o que pode explicar os diferentes padrões de respostas dos sintomas entre os grupos profissionais.

Palavras-chave: sintomas de dor; métrica de desconforto; múltiplas profissões; membro inferior

## **ABSTRACT**

Musculoskeletal symptoms are a major occupational health problem in workers, and these can affect all professional occupations. Previous studies have proposed metrics capable of evaluating the musculoskeletal discomfort experienced by workers. However, no study has developed a metric that considers professional groups. Thus, this study aimed to develop a scale for musculoskeletal discomfort in the lower limbs to compare self-reported symptoms among education, health, and industry professionals. The sample included 159 teachers, 167 health professionals, and 401 industrial operators who relayed their symptoms using a diagram of the hips, thighs, knees, lower legs, and feet. Factor and multigroup item response theory analyses were used to construct a musculoskeletal discomfort scale consisting of seven levels and to assess and compare the identified symptoms. The results showed that the progressive evolution of discomfort differed for each profession, demonstrating that each context and work environment affects workers differently, which may explain the different patterns of symptom responses among professional groups.

Keywords: pain symptoms; discomfort metric; multiple professions; lower limb

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de análise paralela para os três grupos.....	8
Figura 2 - Gráficos do instrumento e da curva de informação.....	8
Figura 3 - Evolução do desconforto musculoesquelético dos membros inferiores para os três grupos em cada nível da escala.....	10

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da amostra .....	5
Tabela 2 – Sintomas de DME.....	6
Tabela 3 - Análise fatorial e estimativas dos parâmetros da TRI. . . . .	7
Tabela 4 - Escala de desconforto musculoesquelético para os membros inferiores...	9

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Análise Fatorial
BST	Teste de Esfericidade de Bartlett
CAAE	Comitê de Ética em Pesquisa do Brasil
CAEP	Centro Acadêmico de Engenharia de Produção
DME	Distúrbios Musculoesqueléticos
DORT	Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho
G1	Grupo 1 (Saúde)
G2	Grupo 2 (Educação)
G3	Grupo 3 (Indústria)
GENT	<i>Group of Ergonomics and New Tools</i>
IJERPH	<i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
KMO	Teste de Kaiser-Meyer-Olkin
MDPI	<i>Multidisciplinary Digital Publishing Institute</i>
MEJ	Movimento empresa júnior
PIBIC	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
TCT	Teorema clássico dos testes
TRI	Teoria de Resposta ao Item
UFAL	Universidade Federal de Alagoas

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	12
1.1. OBJETIVOS DA PESQUISA .....	13
1.1.1. Objetivo Geral .....	13
1.1.2. Objetivos Específicos .....	13
2. CARTA DE ORIGINALIDADE .....	14
3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO NA INTEGRA .....	16
4. CONCLUSÃO .....	40
REFERÊNCIAS.....	41

## 1. INTRODUÇÃO

Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) referem-se a lesões que comprometem os músculos, tendões, ligamentos, articulações e outras estruturas de suporte (YENG, 2001). Jaffar *et al.* (2011) destaca que esses distúrbios podem ocorrer em qualquer ambiente de trabalho que envolva tarefas que exijam esforço repetitivo e atividade física constante. Entre os fatores de risco organizacionais associados ao desenvolvimento de DORTs, incluem-se também as posturas inadequadas, trabalho em turnos noturnos, realização de horas extras e ausência de pausas regulares. (SILVA, *et al.*, 2013).

Para Costa e Vieira (2010), os distúrbios musculoesqueléticos constituem um problema de saúde ocupacional de natureza multifatorial, caracterizado por uma elevada prevalência e frequentemente relacionados com o aumento das taxas de afastamento laboral. Essas condições podem prejudicar significativamente a qualidade de vida dos trabalhadores, acarretando impactos negativos tanto para os indivíduos, quanto para as organizações (Punnett *et al.*, 2005) e (DAVIS *et al.*, 2014).

No Brasil, o impacto dos DORTs é alarmante. De acordo com o Ministério da saúde (2019), as notificações de DORT aumentaram consideravelmente entre 2007 e 2016, com um crescimento de 184%, passando de 3.212 para 9.122 casos. Esse aumento reflete a crescente exposição dos trabalhadores a condições laborais desfavoráveis, como jornadas de trabalho prolongadas e a falta de adequação ergonômica nos ambientes de trabalho (Vargas *et al.*, 2017).

Estudos, como o de Bispo (2022), indicam que atividades laborais nas quais os membros inferiores são mantidos em posições desconfortáveis constituem fatores de risco significativos para o desenvolvimento de doenças relacionadas ao trabalho. Diante desse cenário, e considerando a escassez de estudos dedicados a essa temática específica, surge a premissa fundamental deste trabalho: a construção de uma escala voltada para a avaliação do desconforto musculoesquelético nos membros inferiores de trabalhadores de diferentes grupos.

Este estudo é fruto de um projeto de iniciação científica realizado entre os anos de 2021 e 2022, que serviu como base para o desenvolvimento do artigo. Essa etapa inicial proporcionou o aprofundamento teórico e metodológico necessário para

consolidar as ideias que sustentam a pesquisa. Todo o processo que embasa este trabalho, incluindo os procedimentos metodológicos e as etapas subsequentes, será detalhado nos capítulos seguintes.

## 1.1. OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma escala desconforto osteomuscular para os membros inferiores de três grupos ocupacionais (Saúde, educação e indústria).

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Comparar e avaliar a evolução progressiva de DORT em três diferentes grupos de profissionais;
- Relacionar as características dos grupos ocupacionais com a evolução progressiva dos sintomas de dor.

## 2. CARTA DE ORIGINALIDADE

Figura 1 – Artigo disponível na plataforma da revista

The screenshot displays the MDPI website interface. At the top, there is a navigation menu with links for Journals, Topics, Information, Editing Services, Initiatives, and About. A search bar is located on the right, with 'Sign In / Sign Up' and 'Submit' buttons. Below the navigation, there is a search section for articles with input fields for 'Title / Keyword', 'Author / Affiliation / Email', 'International Journal ...', and 'All Article Types', along with a 'Search' button and an 'Advanced' link. The main content area shows the article details for 'Construction of a Musculoskeletal Discomfort Scale for the Lower Limbs of Workers: An Analysis Using the Multigroup Item Response Theory'. The article is by Joel Gomes da Silva, Jonhatan Magno Norte da Silva, Lucas Gomes Miranda Bispo, Deividson Sá Fernandes de Souza, Rômulo Silva Serafim, Manoel Gerônimo Lino Torres, Wilza Karla dos Santos Leite, and Elamara Marama de Araujo Vieira. It is an Open Access article. The article is published in the International Journal of Environmental Research and Public Health (IJERPH), Volume 20, Issue 7, 2023. The DOI is https://doi.org/10.3390/ijerph20075307. The article is available for reprinting.

O artigo intitulado "*Construction of a Musculoskeletal Discomfort Scale for the Lower Limbs of Workers: An Analysis Using the Multigroup Item Response Theory*" foi publicado na revista *International Journal of Environmental Research and Public Health* - *IJERPH* em 29 de março de 2023, com o DOI: (<https://doi.org/10.3390/ijerph20075307>), e originou-se de estudos iniciados no âmbito de um projeto de iniciação científica. A pesquisa aborda a construção de uma escala para mensurar o desconforto musculoesquelético nos membros inferiores de trabalhadores de diversos setores, empregando a Teoria da Resposta ao Item Multigrupo, com uma análise aprofundada de sua aplicação.

Com fator de impacto de 4.614, o *IJERPH* publica artigos originais que contribuem significativamente para o avanço do entendimento sobre saúde pública, focando nos fatores de risco associados às condições de trabalho. O periódico engloba pesquisas interdisciplinares nas áreas de ergonomia, saúde ocupacional, análise de riscos e técnicas estatísticas avançadas, com destaque para intervenções

e estratégias que visam melhorar o bem-estar e a segurança dos trabalhadores em diferentes contextos industriais e profissionais.

O artigo pode ser acessado integralmente na plataforma MDPI, por meio do endereço (<https://www.mdpi.com/journal/ijerph>), disponível gratuitamente devido à licença de acesso aberto, conforme a Creative Commons. Adicionalmente, o artigo também pode ser consultado e baixado nos perfis de ResearchGate dos coautores, incluindo o do professor Jonhatan Silva, disponível no endereço (<https://www.researchgate.net/profile/Jonhatan-Silva>), facilitando o acesso ao material para fins acadêmicos e científicos.

Por se tratar de uma publicação internacional e em língua estrangeira, os direitos autorais do artigo foram licenciados à MDPI. Tal licença confere ao IJERPH o direito exclusivo de reproduzir, publicar e distribuir o conteúdo do artigo em nível nacional e global.

### 3. APRESENTAÇÃO DO ARTIGO NA INTEGRA



Revista Internacional de  
Investigação Ambiental e  
Saúde Pública



Artigo

## Construção de uma escala de desconforto musculoesquelético para os membros inferiores de trabalhadores: uma análise utilizando a teoria de resposta ao item multigrupo

Joel Gomes da Silva <sup>1</sup>, Jonhatan Magno Norte da Silva <sup>1\*</sup>, Lucas Gomes Miranda Bispo <sup>2</sup>, Deividson Sá Fernandes de Souza <sup>3</sup>, Rômulo Silva Serafim <sup>1</sup>, Manoel Gerônimo Lino Torres <sup>1</sup>, Wilza Karla dos Santos Leite <sup>4</sup> e Elamara Marama de Araujo Vieira <sup>5</sup>



Citação: da Silva, J.G.; da Silva, J.M.N.; Bispo, L.G.M.; de Souza, D.S.F.;

Serafim, R.S.; Torres, M.G.L.;

Leite, W.K.d.S.; Vieira, E.M.d.A. Construção de uma Escala de Desconforto Musculoesquelético para os Membros Inferiores de Trabalhadores: Uma Análise Utilizando a Teoria de Resposta ao Item Multigrupo. *Int. J. Environ. Res. Saúde Pública* 2023, 20, 5307.

<https://doi.org/10.3390/ijerph20075307>

Editor Acadêmico: Paul B. Tchounwou

Recebido: 13 de janeiro de 2023

Revisão: 4 de março de 2023

Aceite: 14 de março de 2023

Publicado em: 29 de março de 2023



**Direitos de autor:** © 2023 pelos autores. Licenciado MDPI, Basileia, Suíça. Este artigo é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos e condições da licença Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

<sup>1</sup> Curso de Engenharia de Produção, Campus Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia 57480-000, AL, Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 90010-190, RS, Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru 55040-900, PE, Brasil

<sup>4</sup> Curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Amapá, Macapá 68903-419, AP, Brasil

<sup>5</sup> Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa 58051-900, PB, Brasil

\*Correspondência: [jonhatansilva@delmiro.ufal.br](mailto:jonhatansilva@delmiro.ufal.br); Telefone: +55-83-92001-5477

**Resumo:** Os sintomas musculoesqueléticos são um dos principais problemas de saúde ocupacional dos trabalhadores, podendo afetar todas as ocupações profissionais. Estudos anteriores propuseram métricas capazes de avaliar o desconforto musculoesquelético experimentado pelos trabalhadores. No entanto, nenhum estudo desenvolveu uma métrica que considere grupos profissionais. Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver uma escala de desconforto musculoesquelético nos membros inferiores para comparar sintomas autorrelatados entre profissionais da educação, saúde e indústria. A amostra incluiu 159 professores, 167 profissionais de saúde e 401 operadores industriais que relataram os seus sintomas através de um diagrama dos quadris, coxas, joelhos, pernas e pés. Foram utilizadas análises fatoriais e de teoria de resposta a itens multigrupo para construir uma escala de desconforto musculoesquelético composta por sete níveis e para avaliar e comparar os sintomas identificados. Os resultados mostraram que a evolução progressiva do desconforto foi diferente para cada profissão, demonstrando que cada contexto e ambiente de trabalho afeta os trabalhadores de forma diferente, o que pode explicar os diferentes padrões de respostas dos sintomas entre os grupos profissionais.

**Palavras-chave:** sintomas de dor; métrica de desconforto; múltiplas profissões; membro inferior

#### 1. Introdução

Os distúrbios musculoesqueléticos (DME) são lesões profissionais causadas ou agravadas pelas condições de trabalho, que afetam as articulações, cartilagens, músculos, nervos e tendões, entre outros órgãos [1,2]. Os DMEs são considerados um dos principais problemas de saúde ocupacional nos países em desenvolvimento [3], pois afetam todos os tipos de ocupações profissionais, incluindo as profissões industriais [4], de saúde [5] e de educação [6]. Os estudos sobre os DMEs têm indicado que os membros superiores e a região lombar são as regiões mais frequentemente afetadas. No entanto, estudos recentes referem a prevalência nos membros inferiores [2,4,7-9], quadris, coxas, pernas e pés. Independentemente da região do corpo, o desconforto é um dos principais sintomas iniciais de qualquer DME [1]

O desconforto é um fenômeno subjetivo com aspectos físicos e mentais [10]. Por isso, é considerado um construto difícil de avaliar [11]. Alguns instrumentos, tais como questionários e diagramas, são utilizados para avaliar indiretamente os sintomas de desconforto [12]. Além disso, métricas são utilizadas para verificar o nível de desconforto em diferentes contextos, como assentos de aeronaves [10], carteiras escolares [13] e desconforto musculoesquelético [14].

Em relação ao desconforto musculoesquelético, estudos anteriores utilizaram como base para o cálculo dos escores de desconforto a Teoria Clássica dos Testes (TCT), na qual os escores são gerados através da soma das respostas dadas ao conjunto de itens ou regiões do corpo [15]. No entanto, esse método sugere que os sintomas de dor podem ser adicionados a outros sintomas, levando a um grande enviesamento. Os modelos da Teoria da Resposta ao Item (TRI) estão entre os métodos mais precisos e robustos para mitigar este problema.

De acordo com Silva et al. [12], o modelo TRI é ideal para avaliar e construir escalas capazes de medir traços latentes (desconforto percebido) relacionados com a dor. Isso porque o método gera escores que variam de forma não-linear quando a dor aumenta ou diminui [15]. Os escores são calculados a partir dos padrões de resposta dos indivíduos [16], gerando escalas contínuas [15]. Utilizando métodos de TRI cumulativa, é possível estimar como ocorre a evolução progressiva dos sintomas em cada região do corpo [12]. A maioria dos estudos anteriores utilizou o modelo TRI para a construção de escalas de DME, uma vez que todos os trabalhadores faziam parte do mesmo grupo [12,14,17]. Até onde sabemos, nenhum estudo utilizou uma abordagem TRI multigrupo com profissionais de diferentes profissões. As demandas e o contexto de trabalho tendem a variar entre as diversas profissões. Assim, provavelmente é inadequado considerar essa amostra homogênea em relação aos sintomas musculoesqueléticos. Neste sentido, a abordagem da TRI multigrupo pode ser aplicada, permitindo que métricas de diferentes grupos sejam consideradas na mesma escala através de um processo de equalização comparável [18].

A premissa deste estudo foi a de que os sintomas autorrelatados diferem entre grupos de profissionais. Conseqüentemente, os padrões de resposta (conjunto de sintomas autorrelatados) nos níveis de DME também tendem a ser diferentes. Não foi encontrada na literatura uma métrica capaz de medir o desconforto em diferentes profissionais para comparar de forma confiável seus padrões de resposta em diferentes níveis de DME. Portanto, este estudo teve como objetivo desenvolver uma escala de DME para os membros inferiores capaz de comparar e avaliar a evolução progressiva de três diferentes grupos de profissionais (profissionais da educação, da saúde e da indústria). Para o efeito, foi utilizado um modelo de TRI multigrupo.

Existem semelhanças e diferenças entre o trabalho dos três grupos profissionais aqui considerados. Por exemplo, os profissionais de saúde passam quase todo o seu dia de trabalho em pé, cuidando de pacientes ou caminhando entre os ambientes das unidades de saúde. Nesse ambiente, os pacientes são transportados em macas e cadeiras de rodas. No entanto, não há meios auxiliares disponíveis para ajudar a levantar os pacientes ou movê-los das macas para as camas, exigindo grandes esforços musculares e, provavelmente, más posturas. Além disso, os profissionais de saúde não estão qualificados ou formados para saber como utilizar métodos ergonômicos durante o trabalho. O calçado utilizado é adquirido pelos próprios trabalhadores, e os pisos das unidades de saúde são construídos tendo em consideração aspectos arquitetônicos (incluindo materiais), resultando muitas vezes em pisos escorregadios e duros. Assim, os estabelecimentos de saúde não são idealizados considerando a antropometria dos profissionais de saúde. Além disso, muitas vezes não é considerada a exposição dos profissionais de saúde a fatores de estresse psicossocial.

Assim como os profissionais de saúde, os profissionais da educação também realizam suas atividades em pé durante as aulas, levando a más posturas na hora de escrever devido à posição dos quadros e à necessidade de flexionar o abdômen para responder às perguntas dos alunos que permanecem sentados durante a aula. A jornada de trabalho desses profissionais é extensa e, muitas vezes, eles trabalham em mais de uma instituição de ensino. Além disso, esses profissionais também passam tempo sentados corrigindo trabalhos escolares, lendo materiais didáticos e utilizando computadores. No entanto, é pouco provável que o mobiliário, o ambiente e os instrumentos de trabalho utilizados por estes profissionais em casa sejam planejados de acordo

com princípios ergonômicos. Além disso, muitas vezes não se considera a exposição destes profissionais de saúde a fatores de estresse psicossocial.

À semelhança dos profissionais acima referidos, os trabalhadores da indústria do calçado também realizam as suas atividades laborais em pé e permanecem nos seus postos de trabalho. Nesta função, existe uma enorme pressão para a produção, o que exige que o trabalho manual ou com máquinas seja realizado de forma rápida e repetitiva. Assim, não há possibilidade de alternância postural. Além disso, o trabalho é monofuncional e idealizado de forma taylorista. Nesta indústria, os trabalhadores usam botas de segurança e equipamento de proteção individual, o que pode ser desconfortável. Além disso, os pisos dos postos de trabalho são emborrachados e, embora os móveis e máquinas tenham regulagem de altura, os trabalhadores não são treinados ou capacitados para utilizá-los.

## 2. Métodos

O questionário utilizado neste estudo foi aplicado em três setores: educação, indústria e saúde. O estudo envolveu três fases: (I) a seleção do local de estudo e da amostra, (II) a administração do instrumento de investigação para a recolha de dados, e (III) análise estatística dos dados recolhidos. Todos os procedimentos utilizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Brasil (CAAE 35014720.6.0000.5013).

### 2.1. Seleção do local e da amostra

A seleção do local de estudo foi baseada nos setores estudados. Os setores de educação e saúde selecionados estavam localizados no interior do Nordeste do Brasil. As instituições de ensino incluíram escolas municipais ( $n = 9$ ), escolas estaduais ( $n = 3$ ) e universidades federais ( $n = 1$ ). O setor de saúde incluía hospitais públicos ( $n = 3$ ) e centros de saúde municipais ( $n = 3$ ). O setor industrial foi constituído por um polo fabril de calçados localizado no nordeste do Brasil, no qual os setores de embalagem, montagem e preparação de componentes foram selecionados como locais de estudo.

Para serem incluídos na amostra do estudo, os trabalhadores deveriam ter (1) idade mínima de 18 anos e (2) condições físicas e psicológicas adequadas para o desempenho de suas atividades laborais. Os critérios de exclusão foram (3) emprego temporário, (4) histórico de acidentes de trabalho, sintomas de DME ou qualquer problema de saúde nos últimos 30 dias, (5) hipertensão ou diabetes e (6) gravidez. A população da amostra foi constituída por professores do ensino público ( $n = 159$ ), trabalhadores da indústria do calçado ( $n = 401$ ) e profissionais de saúde ( $n = 167$ ) que exercem funções de enfermeiros e técnicos de enfermagem.

### 2.2. Administração do Instrumento de Pesquisa

Os dados foram recolhidos através de um questionário composto pelos seguintes itens sociodemográficos: sexo (masculino ou feminino), idade (em anos), tempo de serviço (em meses), peso e altura. O índice de massa corporal (IMC) foi determinado e expresso em  $\text{kg}/\text{m}^2$ . Foi utilizada uma versão adaptada do instrumento de Corlett e Bishop [19] para recolher respostas associadas à região dos membros inferiores (quadril, coxa, joelhos, pernas e pés). Quatro categorias de resposta captaram a frequência da dor relatada pelos trabalhadores nas respectivas regiões do corpo nos 7 dias anteriores (1 = nunca; 2 = raramente; 3 = frequentemente; 4 = diariamente). O instrumento de investigação completo é apresentado no Apêndice A.

### 2.3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada separando os dados em três grupos profissionais: saúde (G1), educação (G2) e indústria (G3). Os fatores sociodemográficos e os sintomas foram avaliados através de estatísticas descritivas. A consistência interna e a confiabilidade dos dados foram testadas usando o alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) e o ômega de McDonald ( $\omega$ ). Os valores de  $\omega > \alpha > 0,70$  indicam uma boa confiabilidade e consistência interna dos dados [20].

O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett (BST) foram utilizados para adequar os dados ao método de análise fatorial (AF). Os valores do teste KMO  $> 0,70$  e um valor  $p$  do BST  $< 0,05$

indicaram uma boa adequação dos dados à AF [21]. A dimensionalidade dos itens (partes do corpo) que englobam os membros inferiores do diagrama de Corlett e Bishop foi verificada através da análise fatorial exploratória e da análise paralela. Os itens com carga fatorial ( $F$ ) < 0,3 e comunalidade ( $h^2$ ) < 0,2 foram removidos do modelo [21].

O modelo de resposta graduada [22] da TRI foi utilizado para estimar o parâmetro de discriminação ( $a_i$ ) dos itens e as categorias de dificuldade de resposta ( $b_{ik}$ ). Os traços latentes utilizados foram os DMEs de membros inferiores em trabalhadores ( $\theta_j$ ). A equação (1) representa o modelo:

$$P_{ik}(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{ik})}} - \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_{i(k+1)})}}$$

Onde  $P_{ik}(\theta_j)$  é a probabilidade de o trabalhador  $j$  escolher a categoria de resposta  $k$  para o item  $i$ , considerando  $b_{i2} < b_{i3} < b_{i4}$ .

Os parâmetros foram estimados com uma média de 0,00 e um desvio padrão de 1,00. O método de equalização de parâmetros via grupos múltiplos [23] foi utilizado para que os parâmetros da TRI fossem colocados na mesma métrica. Os parâmetros da TRI foram transformados linearmente da escala (0 1) para a escala (50 10), conforme descrito por Menegon et al. [10].

A curva de informação do instrumento indica a região da escala com maior precisão, ou seja, a região da escala que constitui a maior quantidade de informação e o menor erro de medida, o que é um importante indicador de validação do instrumento de coleta de dados [24]. A equação (2) apresenta o cálculo da informação para cada item [25]:

$$I_i(\theta) = \sum_{k=1}^{k_i} \frac{P_{ik}(\theta)^2}{P_{ik}(\theta)}$$

Em que  $P_{ik}(\theta)$  é a primeira derivada da curva de resposta da categoria avaliada a um dado nível do traço latente; assim, uma maior discriminação do item  $i$  implica que mais informação é fornecida ao instrumento de medida [12].

As escalas foram construídas através de um processo de ancoragem. Assim, os níveis de ancoragem Z foram definidos na mesma unidade do traço latente (DME dos membros inferiores dos trabalhadores,  $\theta_j$ ). Os níveis foram espaçados em 10 unidades de  $\theta_j$ , gerando os níveis em que se procurou gerar os padrões de resposta da escala. Os valores dos níveis de ancoragem Z, bem como os parâmetros de discriminação ( $a_i$ ) e dificuldade ( $b_{ik}$ ) de cada item  $i$ , foram substituídos na equação para calcular as probabilidades condicionais e cumulativas da TRI. Foi então calculado um valor de probabilidade condicional para cada nível de ancoragem Z em função de  $a_i$  e de cada  $b_{ik}$  relativo às  $k - 1$  alternativas de resposta.

A alternativa de resposta  $k$  para o item  $i$  foi ancorada no primeiro nível Z com uma probabilidade condicional acumulada >50%. Em suma, a escala foi gerada a partir dos níveis de ancoragem Z que apresentavam algumas das  $k$  categorias de resposta ancoradas entre os diferentes itens  $i$  do instrumento de investigação. Assim, o conjunto de  $k$  alternativas de resposta ancoradas para todos os  $i$  itens gerou os padrões de resposta para cada nível de ancoragem Z da escala construída de desconforto nos membros inferiores. Para cada nível de ancoragem Z, juntamente com as  $k$  alternativas de resposta ancoradas, foi atribuído um significado qualitativo à função das alternativas de resposta ancoradas. A escala foi construída com significados e padrões de resposta associados a cada nível. Os padrões de resposta dos três grupos profissionais foram comparados (de acordo com o sexo, idade, tempo de serviço e IMC) em todos os níveis da escala de desconforto, utilizando o teste de Kruskal-Wallis. Todos os procedimentos estatísticos foram efetuados com recurso ao software R versão 4.1.2 [26].

### 3. Resultados

Os dados coletados apresentaram valores de  $\alpha$  e  $\omega$  superiores a 88% e 92%, respectivamente, para os três grupos. Esses resultados indicaram confiabilidade satisfatória dos dados ( $\omega > \alpha > 0,70$ ). Além disso, o KMO > 0,70 e o BST  $p < 0,05$  indicaram um ajuste satisfatório à AF.

### 3.1. Dados e análise estatística

A Tabela 1 resume as características dos trabalhadores dos setores de saúde (G1), educação (G2) e indústria (G3). Os trabalhadores dos três grupos tinham entre 6 e 10 anos de experiência nas respectivas empresas. A maioria da população do G1 e do G2 era constituída por mulheres com idades compreendidas entre os 41 e os 50 anos. No G3, a maioria dos participantes eram homens com idades compreendidas entre os 21 e os 30 anos. Relativamente ao IMC, o G2 e o G3 tinham pesos normais, enquanto o G1 tinha excesso de peso.

**Tabela 1** - Características da amostra.

	G1 (N = 167)	G2 (N = 159)	G3 (N = 401)
	n (%)	n (%)	n (%)
<b>Sexo</b>			
Homens	33 (19,76)	37 (23,27)	350 (87,28)
Mulheres	134 (80,24)	122 (76,73)	51 (12,72)
<b>Idade</b>			
18-20	2 (2,98)	5 (3,14)	28 (6,98)
21-30	41 (22,79)	41 (25,78)	223 (55,61)
31-40	51 (30,53)	40 (25,15)	98 (24,44)
41-50	54 (32,33)	54 (33,96)	33 (8,23)
>50	19 (11,37)	19 (11,97)	19 (4,74)
<b>IMC</b>			
Baixo peso	4 (2,39)	6 (3,77)	16 (3,99)
Peso normal	63 (37,72)	98 (61,63)	192 (47,88)
Excesso de peso	65 (38,92)	40 (25,15)	148 (36,91)
Obesidade de grau I	24 (14,37)	14 (8,80)	33 (8,23)
Obesidade de grau II	7 (4,21)	1 (0,65)	10 (2,49)
Obesidade de grau III	4 (2,39)	0 (0,00)	2 (0,50)
<b>Anos na empresa</b>			
1-5	70 (41,92)	54 (33,96)	203 (50,62)
6-10	52 (31,14)	13 (8,17)	103 (25,69)
11-15	12 (7,18)	28 (17,62)	59 (14,71)
16-20	12 (7,18)	29 (18,24)	23 (5,74)
>20	21 (12,58)	35 (22,01)	13 (3,24)

A Tabela 2 mostra os sintomas de DME autorrelatados pelos trabalhadores dos três grupos. Os dados mostram que, dentro de cada grupo, houve profissionais que relataram sintomas de dor pouco frequentes, frequentes e diários em todos os grupos corporais avaliados. No entanto, a maior prevalência de dor foi diferente em cada grupo: no G1, a dor nos joelhos e pernas foi predominante em aproximadamente 35%; no G2, foi de 51% nos quadris. No G3, a dor foi predominante nas coxas, com uma média de 74%. Além disso, os profissionais da indústria apresentaram maior prevalência de sintomas do que os profissionais da educação e da saúde na maioria das regiões estudadas.

A tabela acima mostra que no G1, as principais regiões associadas à dor diária foram o quadril e o joelho esquerdo (aproximadamente 13%). Em relação à dor frequente e diária, aproximadamente 20% dos sintomas foram prevalentes na parte inferior das pernas e pés. No G2, a prevalência de sintomas diários foi >18% na parte inferior das pernas e quadril, e a prevalência de sintomas percebidos como frequentes e diários foi maior que 21% na maioria das regiões, exceto na coxa direita. Os profissionais do G3 relataram dor diária maior que 11% nos membros inferiores, exceto nas pernas. Nas regiões da coxa, joelho e pé, houve maior prevalência de dor frequente e diária nos profissionais do G3 do que nos profissionais do G1 e G2.

Tabela 2 - Sintomas de DME

	G1 (N = 167)	G2 (N = 159)	G3 (N = 401)
	n (%)	n (%)	n (%)
<b>Coxa esquerda</b>			
Nunca	130 (77.84)	110 (69.18)	91 (22.69)
Raramente	14 (8.38)	14 (8.81)	168 (41.90)
Frequentemente	11 (6.59)	13 (8.18)	83 (20.70)
Diário	12 (7.19)	22 (13.84)	59 (14.71)
<b>Coxa direita</b>			
Nunca	136 (81.44)	111 (69.81)	115 (28.68)
Raramente	9 (5.39)	21 (13.21)	161 (40.15)
Frequentemente	12 (7.19)	9 (5.66)	77 (19.20)
Diário	10 (5.99)	18 (11.32)	48 (11.97)
<b>Joelho esquerdo</b>			
Nunca	107 (64.07)	85 (53.46)	183 (45.64)
Raramente	26 (15.57)	34 (21.38)	94 (23.44)
Frequentemente	12 (7.19)	17 (10.69)	61 (15.21)
Diário	22 (13.17)	23 (14.47)	63 (15.71)
<b>Joelho direito</b>			
Nunca	109 (65.27)	84 (52.83)	181 (45.14)
Raramente	27 (16.17)	33 (20.75)	94 (23.44)
Frequentemente	15 (8.98)	20 (12.58)	64 (15.96)
Diário	16 (9.58)	22 (13.84)	62 (15.46)
<b>Perna esquerda</b>			
Nunca	108 (64.67)	89 (55.97)	222 (55.36)
Raramente	25 (14.97)	24 (15.09)	81 (20.20)
Frequentemente	14 (8.38)	13 (8.18)	59 (14.71)
Diário	20 (11.98)	33 (20.75)	39 (9.73)
<b>Perna direita</b>			
Nunca	106 (63.47)	85 (53.46)	225 (56.11)
Raramente	24 (14.37)	30 (18.87)	76 (18.95)
Frequentemente	19 (11.38)	15 (9.43)	62 (15.46)
Diário	18 (10.78)	29 (18.24)	38 (9.48)
<b>Ancas</b>			
Nunca	112 (67.07)	78 (49.06)	227 (56.61)
Raramente	22 (13.17)	26 (16.35)	72 (17.96)
Frequentemente	10 (5.99)	24 (15.09)	48 (11.97)
Diário	23 (13.77)	31 (19.50)	54 (13.47)
<b>Pé esquerdo</b>			
Nunca	117 (70.06)	103 (64.78)	164 (40.90)
Raramente	14 (8.38)	22 (13.84)	97 (24.19)
Frequentemente	17 (10.18)	12 (7.55)	63 (15.71)
Diário	19 (11.38)	22 (13.84)	77 (19.20)
<b>Pé direito</b>			
Nunca	113 (67.66)	101 (63.52)	155 (38.65)
Raramente	16 (9.58)	20 (12.58)	101 (25.19)
Frequentemente	21 (12.57)	12 (7.55)	71 (17.71)
Diário	17 (10.18)	26 (16.35)	74 (18.45)

### 3.2 Dimensionalidade e Estimativa dos Parâmetros dos Itens

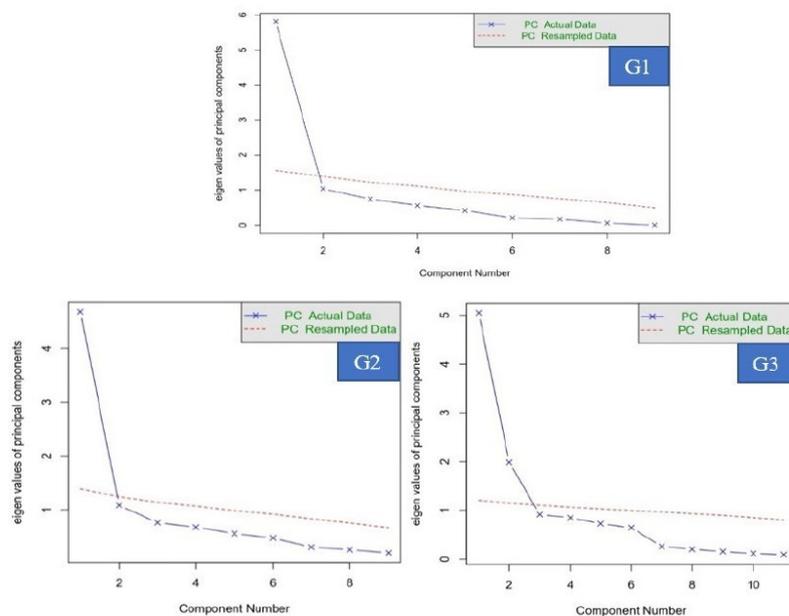
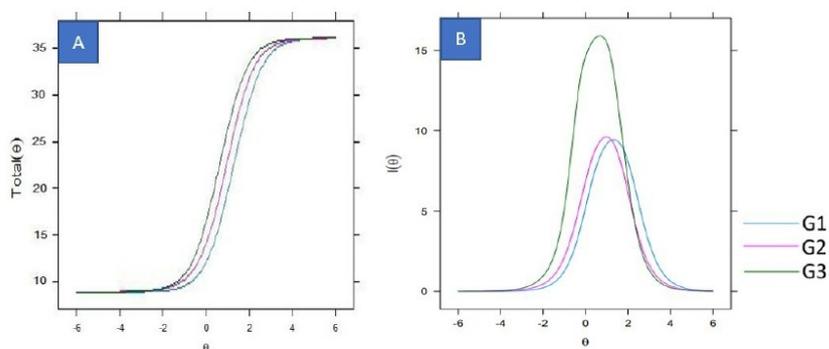
A Tabela 3 apresenta as estimativas da AF e da TRI para G1, G2 e G3. A análise desses parâmetros verificou a qualidade de todos os itens ao expressar valores de F e  $h^2 > 0,400$  e  $0,200$ , respetivamente, em uma única dimensão [21]. A proporção de variação ligada a esse fator foi  $>30\%$  para todos os grupos, indicando que uma única dimensão explica o traço latente de desconforto nos membros inferiores [12,14]. Os parâmetros de discriminação e dificuldade da TRI ( $a_i > 0,70$  e  $b_i \in [-3, 3]$ ) são satisfatórios e não requerem a exclusão de nenhuma região do corpo [27,28].

A Figura 1 apresenta os gráficos da análise paralela para cada grupo. A AF foi verificada, sendo que uma dimensão explicou o traço latente devido à presença de um autovalor significativamente maior que as demais. Isso indica que os itens do instrumento são adequados, confirmando que o traço latente é unidimensional.

Tabela 3 - Análise fatorial e estimativas dos parâmetros da TRI.

Região do corpo	Parâmetros					
	F	h2	a	b1	b2	b3
<b>Grupo 1</b>						
Coxa esquerda	0.683	0.467	1.593	1.169	1.696	2.311
Coxa direita	0.773	0.597	2.072	1.245	1.565	2.176
Joelho esquerdo	0.741	0.548	1.875	0.511	1.177	1.593
Joelho direito	0.741	0.548	1.875	0.539	1.265	1.886
Perna esquerda	0.751	0.563	1.932	0.527	1.170	1.675
Perna direita	0.791	0.625	2.197	0.473	1.056	1.679
Quadris	0.649	0.422	1.453	0.690	1.379	1.792
Pé esquerdo	0.737	0.544	1.858	0.741	1.121	1.750
Pé direito	0.708	0.501	1.706	0.674	1.104	1.908
<b>Grupo 2</b>						
Coxa esquerda	0.770	0.593	2.055	0.711	1.096	1.527
Coxa direita	0.765	0.586	2.023	0.749	1.340	1.678
Joelho esquerdo	0.668	0.446	1.527	0.093	0.994	1.625
Joelho direito	0.726	0.527	1.798	0.123	0.950	1.592
Perna esquerda	0.764	0.584	2.014	0.200	0.792	1.172
Perna direita	0.778	0.605	2.108	0.119	0.842	1.261
Quadris	0.538	0.289	1.086	0.049	0.741	1.625
Pé esquerdo	0.730	0.533	1.817	0.549	1.148	1.581
Pé direito	0.776	0.602	2.091	0.491	0.995	1.363
<b>Grupo 3</b>						
Coxa esquerda	0.680	0.462	1.577	1.038	0.627	1.599
Coxa direita	0.730	0.534	1.820	-0.727	0.731	1.678
Joelho esquerdo	0.857	0.735	2.835	-0.112	0.568	1.202
Joelho direito	0.845	0.714	2.691	-0.129	0.575	1.245
Perna esquerda	0.819	0.671	2.433	0.161	0.850	1.660
Perna direita	0.822	0.675	2.453	0.190	0.831	1.668
Quadris	0.636	0.404	1.402	0.263	1.036	1.768
Pé esquerdo	0.880	0.775	3.161	-0.250	0.438	1.003
Pé direito	0.862	0.743	2.896	-0.323	0.408	1.065

**Nota:** F, h2, a, b1, b2 e b3 representam os valores de carga fatorial, comunalidade e discriminação do item, a dificuldade da alternativa de resposta 2, a dificuldade da alternativa de resposta 3 e a dificuldade da alternativa de resposta 4, respetivamente.

**Figura 1.** Gráfico de análise do instrumento paralelo para os três grupos.**Figura 2.** Gráficos do instrumento (A) e da curva de informação (B).

### 3.3. Testes de Instrumento e Informação

As curvas do instrumento e da informação são apresentadas para os trabalhadores da saúde (G1), da educação (G2) e da indústria (G3) (Figura 2). As curvas do instrumento foram semelhantes para os três grupos, indicando que o conjunto de itens tinha uma capacidade semelhante para discriminar trabalhadores com diferentes níveis de desconforto do G1, G2 e G3.

Ao analisar as curvas de informação, observou-se maior similaridade para os trabalhadores da indústria (G3), com mais informações captadas em torno de  $\theta = 0,5$ , com valores variando entre  $[-1,0, 2,5]$ . Em contrapartida, G1 e G2 concentraram mais informações em  $\theta = 1,0$  e  $\theta = 1,5$ , com valores variando entre  $[0,0, 3,0]$  e  $[-0,5, 2,5]$ , respectivamente. Na análise da curva de informação G3, os itens do instrumento geram melhor informação para os trabalhadores da indústria, alcançando um valor mais próximo do nível médio de

desconforto. Entretanto, ainda captou uma quantidade adequada de informações para indivíduos com nível de desconforto um pouco abaixo da média (aproximadamente 1 desvio-padrão) e para aqueles com níveis de desconforto bem acima da média (aproximadamente 2,5 desvios-padrão). Em relação aos trabalhadores do G1 e G2, os itens do instrumento foram adequados para medir o desconforto nos membros inferiores dos profissionais de saúde e educação, revelando um nível de desconforto um pouco acima da média (1-1,5 desvios-padrão acima de um valor médio de desconforto). É de salientar que esta é a região com maior quantidade de informação para estes grupos de amostra. Da mesma forma, os itens não mediram adequadamente o nível de desconforto nos membros inferiores dos profissionais de educação e saúde com níveis de desconforto muito abaixo da média ( $\theta < 0,5$ ); no entanto, forneceram medidas precisas para os profissionais com um alto nível de desconforto ( $\theta > 2,5$ ).

### 3.4. Escala de Desconforto nos Membros Inferiores

A Tabela 4 apresenta as alternativas de resposta para a escala desenvolvida para medir o desconforto nos membros inferiores. Para gerar a escala, os itens foram ancorados em sete níveis diferentes, que indicaram os padrões de resposta dos trabalhadores em função do respectivo desconforto corporal. Os níveis 45, 50, 55, 60, 65, 70 e 75 foram associados a desconforto mínimo (nível 1), desconforto leve (nível 2), desconforto baixo (nível 3), desconforto moderado (nível 4), desconforto alto (nível 5), desconforto severo (nível 6) e desconforto máximo (nível 7), respectivamente. Na escala, as pontuações dos indivíduos (alternativas de resposta) foram interpretadas em cada nível: A1 significa que nunca sentiram dor (valor de referência), A2 significa que raramente sentiram dor, A3 significa que sentiram dor frequentemente e A4 significa que sentiram dor diariamente.

**Tabela 4** - Escala de desconforto nos membros inferiores.

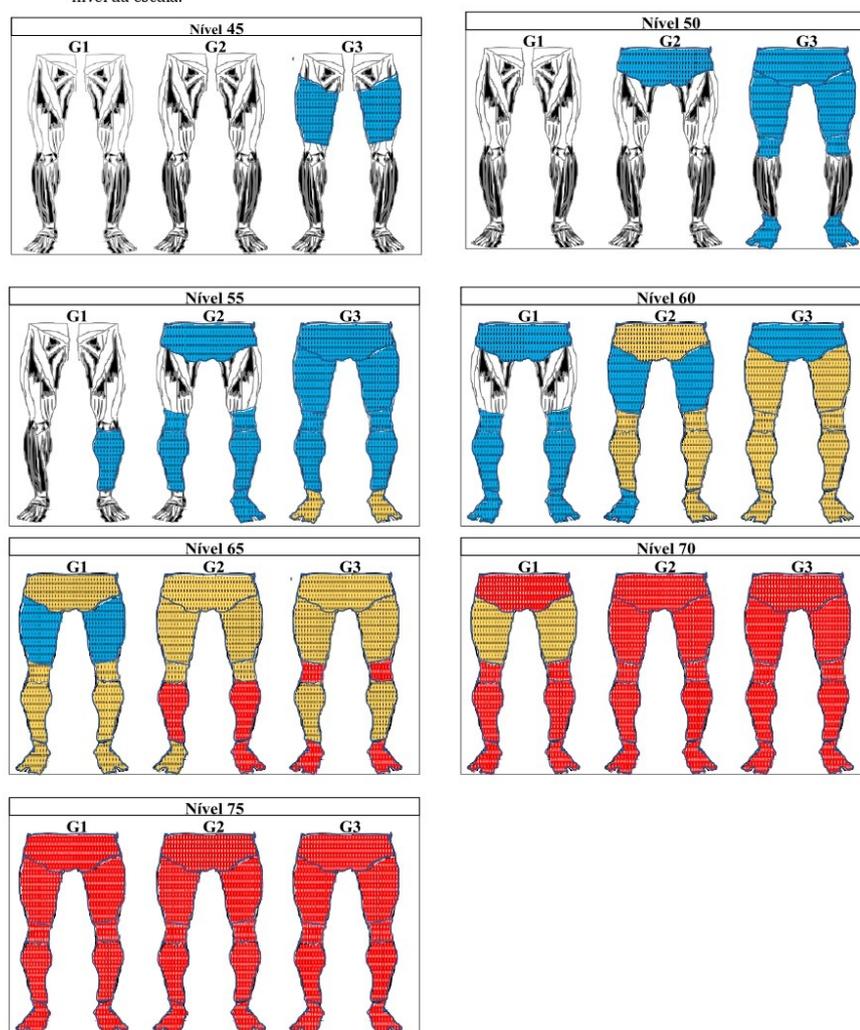
Regiões do corpo	Mínimo 45	Suave 50	Baixa 55	Moderado 60	Elevado 65	Grave 70	Máximo 75
<b>Grupo 1</b>							
Coxa esquerda					A2	A3	A4
Coxa direita					A2	A3	A4
Joelho esquerdo				A2	A3	A4	
Joelho direito				A2	A3	A4	
Perna esquerda				A2	A3	A4	
Perna direita			A2		A3	A4	
Quadris				A2	A3	A4	
Pé esquerdo				A2	A3	A4	
Pé direito				A2	A3	A4	
<b>Grupo 2</b>							
Coxa esquerda				A2	A3	A4	
Coxa direita				A2	A3	A4	
Joelho esquerdo			A2	A3		A4	
Joelho direito			A2	A3		A4	
Perna esquerda			A2	A3	A4		
Perna direita			A2	A3	A4		
Quadris		A2		A3		A4	
Pé esquerdo				A2	A3	A4	
Pé direito			A2	A3	A4		
<b>Grupo 3</b>							
Coxa esquerda	A2			A3			A4
Coxa direita	A2			A3			A4
Joelho esquerdo		A2		A3	A4		
Joelho direito		A2		A3	A4		
Perna esquerda			A2	A3			A4
Perna direita			A2	A3			A4
Quadris		A2			A3		A4
Pé esquerdo		A2	A3		A4		
Pé direito		A2	A3		A4		

Nota: A2 corresponde a uma resposta ao item que indica que a região "raramente sente dor", A3 indica que "Frequentemente sente dor" e A4 indica que "Sente dor diariamente".

De acordo com a escala apresentada acima e suas métricas, os trabalhadores dos setores de saúde (G1), educação (G2) e indústria (G3) apresentaram padrões de respostas diferentes (Figura 3). Assim, mesmo apresentando o mesmo nível de desconforto em uma região do corpo, suas respostas aos itens do questionário

tenderam a ser diferentes. As alternativas de resposta dos trabalhadores do G3 começaram a ser ancoradas no nível 1, enquanto para o G2 foi no nível 3 e a partir do nível 4 para o G1. Como a escala foi desenvolvida a partir de um modelo cumulativo (modelo de resposta graduada), é esperado que um trabalhador da indústria, por exemplo, com desconforto mínimo (nível 45) comece com sintomas (dor raramente ou A2) nas coxas esquerda e direita, que foram os itens ancorados neste nível da escala. À medida que o nível de desconforto aumenta, estes trabalhadores começarão a sentir dores frequentes ou diárias. Finalmente, nos três grupos, o último nível de desconforto representa situações em que o trabalhador sente sintomas em todas as regiões dos membros inferiores do corpo.

**Figura 3** - Evolução do desconforto musculoesquelético dos membros inferiores para os três grupos em cada nível da escala.



O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os padrões de resposta dos três grupos profissionais em função do sexo, idade, tempo de serviço e IMC em cada nível da escala de desconforto nos membros

inferiores (Anexo B). Em relação ao sexo, no nível 45 da escala, alguns padrões de resposta foram significativamente diferentes: homens do sector da saúde e homens (p-valor = 0,0452) e mulheres (p-valor = 0,030) da indústria do calçado apresentaram padrões de resposta diferentes. No entanto, valores próximos da significância estatística foram observados entre mulheres do sector da saúde e da indústria do calçado (p-value= 0,0531), homens do sector da educação e mulheres da indústria do calçado (p-value= 0,0823), e mulheres do sector da educação e da indústria do calçado (p-value= 0,0929). Nos níveis 55 e 60, também se observaram diferenças nos padrões de resposta dos homens do sector da saúde e das mulheres da indústria do calçado, com valores de p iguais a 0,0041 e 0,054, respetivamente. Por outro lado, ao nível 75, foram encontradas diferenças entre as mulheres do sector da saúde e os homens (p-value= 0,0322) e as mulheres da indústria do calçado (p-value= 0,0030). No mesmo nível, foram observados valores próximos da significância estatística entre as mulheres do sector da saúde e as mulheres do sector da educação (p-value= 0,0894).

Relativamente à idade, no nível 45 da escala, verificou-se uma diferença significativa nos padrões de resposta entre os profissionais de saúde com idade inferior a 30 anos e os trabalhadores da indústria do calçado com idade até 49 anos (p-value = 0,0376) e superior a 50 anos (p-value = 0,0056). Para além disso, foram observadas diferenças nos padrões de resposta entre os profissionais de saúde com idade até 49 anos e os trabalhadores da indústria do calçado com idade inferior a 30 anos (p-value= 0,0452) e até 49 anos (p-value= 0,0089). Esta mesma diferença foi observada no nível 55 da escala para o mesmo grupo de trabalhadores (p-valores de 0,0240 e 0,0030, respetivamente). Para além disso, valores próximos da significância estatística foram observados entre os trabalhadores da saúde com mais de 50 anos e os trabalhadores da indústria do calçado com idades até 49 anos (p-value = 0,0982) e com mais de 50 anos (p-value = 0,0676). Adicionalmente, este facto foi observado nos trabalhadores da educação até os 49 anos e nos trabalhadores da indústria do calçado até aos 49 anos (p-value= 0,0746). No nível 60 da escala, observou-se uma diferença entre os trabalhadores da saúde com menos de 30 anos e os trabalhadores da indústria do calçado com idade até 49 anos (p-value= 0,0298). Para os profissionais de saúde com idade até 49 anos, essa diferença continua a existir em relação aos trabalhadores da indústria do calçado (p-value= 0,0011). No nível 75, foram observadas diferenças entre os trabalhadores da saúde com menos de 30 anos e os trabalhadores da indústria do calçado com menos de 30 anos (p-value= 0,04977) e até 49 anos (p-value= 0,0305).

O tempo de serviço dos trabalhadores também conduziu a diferenças nos padrões de resposta. Por exemplo, no nível 45 da escala, observou-se uma diferença no padrão de resposta entre os profissionais da educação com menos de 10 meses de serviço e os trabalhadores da indústria do calçado com até 20 meses de serviço (p-value= 0,0025). Essa mesma diferença foi observada nos níveis 55 e 60 da escala. No nível 75 da escala, verificou-se uma diferença no padrão de resposta entre os profissionais de saúde com menos de 10 meses de serviço e os trabalhadores da indústria do calçado com menos de 10 meses de serviço (p-value= 0,0248).

Por último, o IMC também conduziu a diferentes padrões de resposta entre os grupos profissionais. Por exemplo, os profissionais de saúde com excesso de peso e os trabalhadores da indústria do calçado com peso normal ou baixo peso apresentaram padrões de resposta diferentes nos níveis 45, 55, 60 e 75. Além disso, no nível 45 da escala, os profissionais da educação com peso normal ou baixo peso apresentaram um padrão de resposta diferente dos trabalhadores da indústria do calçado com peso normal ou baixo peso (p-value= 0,0344). Por outro lado, no nível 75 da escala, os profissionais de saúde com excesso de peso apresentaram um padrão de resposta semelhante ao dos trabalhadores da indústria do calçado com qualquer classificação de IMC. Assim, reforçou-se a existência de diferentes padrões de resposta nos níveis da escala entre os profissionais da saúde, educação e indústria calçadista, e aspectos como sexo, idade, tempo de serviço, IMC e exigências do trabalho podem explicar os diferentes grupos de sintomas relatados pelos trabalhadores.

#### 4. Discussão

A mensuração indireta de determinadas variáveis, como a percepção de DME, é um desafio, uma vez que os sintomas musculoesqueléticos nem sempre podem ser avaliados de forma confiável por meio de equipamentos eletrónicos [29]. Em ergonomia, a utilização da TCT, ou seja, a soma das respostas dos

instrumentos de pesquisa para gerar pontuações, é o método mais comum; no entanto, os erros de medição da TCT são mais elevados do que os da TRI [30]. Em termos de sintomas de dor, há um erro e um viés maiores associados à soma simples ou ponderada dos sintomas de dor, sendo os padrões de resposta gerados a partir dos parâmetros da TRI a medida mais adequada e precisa para determinar as pontuações dos indivíduos [15]. Isto deve-se ao fato de os sintomas de dor isolados serem muito menos comuns do que os sintomas múltiplos [31]. Portanto, o conjunto de sintomas presentes pode ser captado em cada nível de DME [14]. Ao analisar cada nível da escala gerada pela TRI e os respectivos sintomas de dor (que formam os padrões de resposta), os sintomas podem ser acompanhados à medida que se agravam [12].

Pesquisadores como Hamberg-van Reenen et al. [32] já teorizaram que modelos cumulativos, como o modelo da TRI utilizado neste artigo, podem ajudar a prever sintomas futuros. Os resultados gerados pela abordagem TRI superam algumas das limitações dos métodos CTT. No entanto, a sua utilização em ergonomia continua a ser limitada [30]. No caso de uma abordagem IRT multigrupo, a literatura sobre sintomas músculo-esqueléticos é escassa [18]. Assim, este estudo é o primeiro a propor uma escala baseada em sintomas relatados por trabalhadores de diferentes profissões. De notar que a maioria dos estudos anteriores que utilizaram modelos da TRI não teve em conta as características que poderiam interferir com a estimativa dos parâmetros. Além disso, eles não verificaram se essas diferenças estavam ausentes nas amostras avaliadas [33]. Por conseguinte, os estudos sobre ergonomia têm ignorado as diferenças [10,12,13,14,34].

Ao utilizar modelos de TRI multigrupo, trabalhadores de diferentes profissões são colocados na mesma métrica, permitindo comparações entre seus níveis de desconforto. Isto porque a TRI permite um processo de equalização em que os parâmetros dos itens e os traços latentes dos inquiridos de diferentes grupos podem ser analisados, compreendidos, equiparados e analisados comparativamente, uma vez que se encontram na mesma métrica ou escala comum [35]. Os parâmetros dos itens nos diferentes grupos estão na mesma métrica. No entanto, tendem a assumir valores diferentes, permitindo que o resultado do processo de ancoragem gere padrões de resposta diferentes para cada grupo [18]. Assim, neste estudo, foi possível analisar os diferentes padrões de resposta de amostras de grupos ocupacionais dos sectores da saúde, educação e indústria. Como o ambiente de trabalho de cada profissão exige demandas específicas de atividades laborais, era esperado um processo de adoecimento diferente e progressivo entre os grupos. No entanto, a causa do agravamento dos sintomas nos membros inferiores permanece desconhecida.

Com base na análise dos padrões de resposta, os sintomas nos membros inferiores relatados pelos profissionais começaram a aparecer em momentos diferentes de acordo com o grupo ocupacional. Os trabalhadores da indústria, por exemplo, começam a sentir sintomas (dores pouco frequentes) nas coxas no nível mais baixo de desconforto da escala. Em contrapartida, os outros grupos profissionais não apresentaram qualquer sintoma a esse nível. Além disso, apenas os trabalhadores do sector da indústria apresentaram uma progressão dos sintomas simultaneamente nos membros esquerdo e direito.

#### 4.1. Trabalhadores do sector da saúde

Estudos recentes têm mostrado taxas elevadas de DME em profissionais de saúde [5], embora sejam limitados os estudos de qualidade centrados em intervenções que possam prevenir lesões músculo-esqueléticas entre esses trabalhadores [36]. Como resultado, estes profissionais procuram frequentemente medicação para aliviar os sintomas [37], têm problemas de insónia [9] e consideram mudar de profissão [38]. Os sintomas de DME nos profissionais de saúde reduzem o desempenho profissional dos trabalhadores e contribuem para uma maior sobrecarga da equipe [39], o que afeta a segurança do paciente.

Na escala de desconforto nos membros inferiores, os sintomas foram ancorados em quatro níveis que variam entre o desconforto mínimo ( $60 > \theta_j \geq 55$ ) e o desconforto máximo ( $\theta_j \geq 75$ ). Assim, em situações de desconforto mínimo e leve, os profissionais de saúde tenderam a não relatar nenhum sintoma musculoesquelético nos membros inferiores. A razão pela qual nenhuma das alternativas de resposta está ancorada nos dois primeiros níveis da escala permanece desconhecida. No entanto, regiões do corpo em que os profissionais de saúde frequentemente referem sintomas, como as costas [40] e a região lombar [41], não

foram consideradas nesta escala, o que pode ter resultado na ausência de um padrão de resposta nesses níveis. Neste estudo, optou-se por focar os membros inferiores devido ao baixo número de estudos que avaliaram sintomas nestas regiões específicas do corpo em profissionais de saúde [5].

No nível de desconforto baixo ( $60 > \theta_j \geq 55$ ), a presença de sintomas pouco frequentes tendeu a iniciar-se na perna direita. É de salientar que, nos profissionais de saúde, os sintomas estão habitualmente muito mais concentrados na parte inferior do corpo e no lado direito [9]. Isso ocorre porque esses profissionais passam uma parte significativa de seus dias de trabalho em pé, o que contribui diretamente para os sintomas nas pernas [41]. Corroborando com isso, Ribeiro et al. [42] destacaram que mais da metade dos profissionais de saúde relataram sintomas na parte inferior das pernas.

No nível de desconforto moderado ( $65 > \theta_j \geq 60$ ), os sintomas pouco frequentes iniciaram-se na perna esquerda, quadril, joelhos e pés. Portanto, neste nível, o quantitativo de regiões com sintomas de dor aumentou. Em relação aos profissionais de saúde, os esforços relacionados com o transporte de doentes e a necessidade de adotar posturas inadequadas agravam estes sintomas [42]. Tais esforços biomecânicos exigem a aplicação de forças não só pelos membros superiores, mas também por vários outros segmentos do corpo. Por exemplo, nos estudos de Engholm e Holmström [43] e Andersen et al. [44], os esforços relacionados com levantar com as mãos e empurrar resultaram num aumento do risco de sintomas no joelho. Além disso, a necessidade de atividade braçal também foi observada como um fator de risco para sintomas nos pés dos trabalhadores [2]. Além disso, o uso de calçado inadequado ou mal ajustado também está associado a dores nos pés [45]. Assim, tal como referido num estudo de Chiwaridzo et al. [37], os tempos de exposição prolongados podem explicar o maior número de sintomas entre os profissionais de saúde mais experientes.

A partir do nível de DME elevado ( $70 > \theta_j \geq 65$ ), os sintomas existentes agravam-se e tornam-se cada vez mais frequentes, e começam a surgir sintomas em regiões anteriormente sem sintomas, como as coxas (esquerda e direita). Alguns estudos apontam para o fato de que os sintomas nas coxas dos profissionais de saúde podem ser mais frequentes do que nas costas e nos membros superiores [46,47]. No entanto, na nossa amostra, estes sintomas só foram relatados na presença de sintomas mais graves em outras regiões dos membros inferiores. Este conjunto de sintomas que atingem todas as regiões dos membros inferiores também pode ser explicado pelo fato de que estes profissionais são obrigados a caminhar e realizar trabalhos por longos períodos em pisos duros e escorregadios [5,47]. Essas situações levam a uma sobrecarga que afeta cumulativamente todas as regiões dos membros inferiores.

Nos níveis de desconforto severo ( $75 > \theta_j \geq 70$ ), os sintomas ocorreram diariamente nos joelhos, pernas, pés e quadril e frequentemente nas coxas. Portanto, observa-se o agravamento dos sintomas, sendo a dor cada vez mais presente no cotidiano dos profissionais. Bispo et al. [2] constataram que no interior dos estados de Alagoas e Bahia, o desenho dos postos de trabalho não era adequado. Isso aumentou a probabilidade de sintomas nos membros inferiores, devido à necessidade de manter os membros inferiores em posturas inadequadas e à alta carga biomecânica decorrente do deslocamento dos pacientes. No entanto, Alhazim et al. [48] salientaram que a reformulação dos postos de trabalho não é suficiente para prevenir as DME, devendo os esforços incidir também nas práticas laborais, especialmente as relacionadas com a ergonomia. Assim, postos de trabalho inadequados e ausência de práticas ergonômicas são condições ideais para o agravamento dos sintomas nos membros inferiores. Entretanto, poucos estudos investigaram os DME mais graves em profissionais de saúde [5], o que dificulta a compreensão dos fatores que agravam os sintomas dos DME. No entanto, alguns dados indicam que o apoio social pode reduzir os danos das elevadas exigências físicas na gravidade dos DME entre os profissionais de saúde [49].

Por fim, no nível máximo de desconforto ( $\theta_j \geq 75$ ), os profissionais de saúde relataram sintomas diários em todas as regiões dos membros inferiores, com destaque para as coxas, que muitas vezes são as últimas a desenvolver sintomas diários. Os achados de Bispo et al. [2] indicam que, embora a manutenção dos membros inferiores em posição desconfortável seja um fator que aumenta a chance de sintomas nas coxas, os estressores psicossociais (como baixa motivação, baixo apoio dos colegas de trabalho, excesso de comprometimento e baixo controle do trabalho) influenciam muito os sintomas nessa região do corpo. Além disso, existem indícios de que os fatores de estresse psicossocial têm um efeito indireto sobre os DMEs [50,51], resultando em

aumento da tensão muscular e da percepção da carga de trabalho [52,53]. Os sintomas de dor são também fontes de stress, contribuindo para sintomas mais graves [54]. Assim, a escala aqui desenvolvida pode ajudar a identificar o desconforto dos profissionais de saúde, uma vez que estes estão expostos a numerosos riscos físicos profissionais [7], incluindo puxar, empurrar, levantar instrumentos e equipamento e deslocar doentes [55], mas também a elevadas exigências psicológicas e psicossociais [49].

#### 4.2. Trabalhadores do Setor da Educação

Os trabalhadores do setor da educação apresentam taxas elevadas de DME [6]. No entanto, é escassa a investigação sobre os padrões e os factores de risco de DME entre os professores de instituições de ensino [56,57,58]. Estudos como o realizado por Erick e Smith [59] mostram que os DME nos membros inferiores, incluindo quadril, pernas, joelhos, tornozelos e/ou pés, foram relatados por 41,1% e 33% dos professores em escolas brasileiras e pré-escolas americanas, respetivamente. Além disso, a prevalência de DME entre professores é alta, variando entre 40% e 95% [60,61].

Os profissionais da educação estão expostos a factores de alto risco, incluindo posturas incorretas ao escrever no quadro, posturas de cabeça baixa durante a leitura e outras posturas inadequadas, como ao se curvar durante o ensino e o auxílio a alunos com dificuldades de aprendizagem. Estes profissionais estão também expostos a longas horas de trabalho de pé durante o ensino, a movimentos repetitivos, incluindo a utilização de escadas, a atividades de educação física e a posições sedentárias prolongadas quando planeiam aulas e registam os resultados dos alunos [62]. Assim, podem ser um grupo de alto risco para dor nos membros inferiores relacionada com o trabalho [63].

A escala MSD para os membros inferiores ancorou os sintomas em sete níveis, variando de leve ( $55 > \theta_j \geq 50$ ) a desconforto máximo ( $\theta_j \geq 75$ ). Nesse grupo, não foi observado nenhum padrão de resposta no nível de desconforto mínimo, indicando que os professores não costumam relatar sintomas de dor quando seu nível de desconforto é muito baixo.

No nível de desconforto leve ( $55 > \theta_j \geq 50$ ), foram relatados sintomas pouco frequentes na região do quadril. Souza et al. [51] observaram que os professores do interior de Alagoas e da Bahia frequentemente tinham dois contratos de trabalho, o que levava a longas jornadas semanais. Erick e Smith [59] e Cardoso et al. [60] relataram que, para os profissionais no Brasil, trabalhar >40 h por semana e ter >30 alunos em sala de aula estavam associados ao aparecimento de dor na região do quadril. No entanto, a presença de >30 alunos é frequente em profissionais de pequenas cidades do interior. De acordo com Acaröz Candan et al. [64], trabalhar até 4,5 horas numa posição estática com inclinação posterior excessiva da região pélvica contribui para os sintomas de dor nesta região. No entanto, o tempo passado numa posição sentada também tem amplas implicações para a saúde dos profissionais. Vários estudos sugeriram também que as atividades repetidas realizadas pelos professores numa postura sentada prolongada, como ler, corrigir trabalhos ou utilizar o computador, são as causas das DME [56,59,63,65].

No nível de desconforto baixo ( $60 > \theta_j \geq 55$ ), foram relatados sintomas pouco frequentes para além da região do quadril, como os que afetam o pé direito, os joelhos e a parte inferior das pernas. Os resultados de Vega-Fernández et al. [6] e Lizana et al. [66] indicam que a dor no joelho pode estar associada à alta prevalência de obesidade relatada. Além disso, os professores que não praticam atividade física têm taxas de obesidade mais significativas do que aqueles que o fazem [58,67,68]. Num estudo anterior, Anderson et al. [45] descobriram que os períodos prolongados de pé e a manutenção de uma postura reta estavam associados a um risco aumentado de MSDs na parte inferior das pernas e no pé direito. Além disso, de acordo com Alias et al. [58], estar de pé até 4 horas e a má escolha de calçado durante o horário escolar contribuem para sintomas nas regiões dos pés e da perna. Além disso, Lima da Silva et al. [69] constataram que os empregos no interior do Nordeste do Brasil são precários e com baixos salários. Assim, muitas vezes esses profissionais não têm condições de adquirir calçados confortáveis, tendo acesso apenas a itens de primeira necessidade.

No nível de desconforto moderado ( $65 > \theta_j \geq 60$ ), os sintomas geralmente já estavam presentes em todas as regiões dos membros inferiores. Além disso, sintomas pouco frequentes foram relatados no pé esquerdo e nas coxas. Além disso, sintomas comuns foram relatados no pé direito, joelhos e pernas inferiores. De acordo

com os estudos de Alias et al. [58] e Smith [70], a dor nos joelhos e coxas ocorre entre os professores durante o horário de trabalho, devido à permanência prolongada nas escolas por várias horas e ao subir frequente de escadas para chegar aos andares superiores. De acordo com Leme e Maia [71], o grau de desconforto nos pés pode ser devido à forma como os funcionários se posicionam para ensinar, com o peso do corpo mantido em posturas de pé por longos períodos de tempo. Vários estudos salientam que os postos de trabalhos forçados, as longas horas de pé, as posturas estáticas prolongadas, os movimentos repetitivos, as más posturas, as predisposições genéticas, o estresse, as más condições físicas, a idade e a obesidade são fatores de risco para as disfunções da região do quadril e da perna [59,64,72,73]. Notavelmente, muitos destes fatores de risco ocupacionais foram identificados na região analisada. De fato, os profissionais da educação estão sujeitos a essas condições de trabalho devido ao baixo número de vagas e à intensa concorrência nas cidades do interior do Brasil [2].

Em níveis elevados de desconforto ( $70 > \theta_j \geq 65$ ), os sintomas tornaram-se frequentes no pé esquerdo e nas coxas e diários na parte inferior das pernas e no pé direito. De acordo com Alias et al. [58], o ensino durante 1-4 h, para além da participação em atividades esportivas durante o horário escolar, está fortemente correlacionado com a ocorrência de distúrbios nas coxas e nos pés. Além disso, a limitação da dor nessas regiões é maior para os professores rurais do que para os professores que trabalham em regiões urbanas [57]. Isto deve-se ao fato de os professores das zonas rurais estarem em maior risco de desenvolver DME e enfrentarem maiores desafios, como o isolamento social e geográfico e piores condições de trabalho, do que os das zonas urbanas. Ao mesmo nível, para além de sentirem elevados níveis de desconforto, os profissionais de educação referiram sintomas iniciais de dor diária na parte inferior das pernas e no pé direito. De acordo com Alias et al. [58] e Vaghela e Parekh [61], a exposição a horas de pé está significativamente relacionada com DME nas regiões da perna e do pé, aumentando a probabilidade de dor entre os profissionais de educação em 1,75 e 1,02 vezes, respetivamente. Este facto é explicado pelas atividades diárias de ensino, como escrever no quadro e estar de pé durante longos períodos. O baixo investimento nas condições de trabalho [51] aliado ao deslocamento necessário entre as localidades rurais e as grandes áreas urbanas [2] agravam os sintomas nos membros inferiores desses profissionais.

No nível de desconforto severo ( $75 > \theta_j \geq 70$ ), foram relatados sintomas diários em todas as partes do corpo estudadas, com destaque para as coxas, joelhos, quadril e pé esquerdo. Os sintomas de dor diária nessas regiões aparecem devido à alta exposição às cargas de trabalho. Além disso, se a jornada de trabalho fosse reduzida, o tempo de recuperação dos tecidos musculoesqueléticos e articulares seria mais adequado. Assim, os efeitos de cargas de trabalho excessivas podem acumular-se no sistema musculoesquelético e acelerar o desenvolvimento de doenças nos membros inferiores [57,58,59,72,74]. Além disso, demandas físicas impostas, permanência prolongada na escola por várias horas, posições desconfortáveis, longas horas em pé durante as aulas, condições físicas, idade, obesidade, longos períodos sentados e subir escadas com frequência são associados à dor nessas regiões pelos profissionais da educação. Assim, a solução para o desenvolvimento de DORT nos membros inferiores dos profissionais da educação passa por uma abordagem ampla que considere todos estes aspectos.

#### 4.3. Trabalhadores da Indústria

A indústria calçadista brasileira é caracterizada por muitas atividades manuais e repetitivas [75], o que justifica o baixo número de estudos voltados para a análise dos sintomas nos membros inferiores dos trabalhadores. No entanto, os sintomas em membros inferiores são prevalentes na indústria calçadista, uma vez que esta atividade industrial possui um elevado número de fatores de risco de diferentes naturezas [76,77]. Assim, a DME tem contribuído consideravelmente para que os trabalhadores tenham de recorrer ao uso de relaxantes musculares, anti-inflamatórios e analgésicos para continuar a trabalhar [78].

Em relação à escala de desconforto nos membros inferiores, os sintomas foram ancorados em sete níveis, variando de níveis de desconforto mínimo ( $50 > \theta_j \geq 45$ ) a desconforto severo ( $75 > \theta_j \geq 70$ ). Assim, o maior número de sintomas ancorados em diferentes níveis de desconforto indica fortemente que os sintomas

musculoesqueléticos nos membros inferiores afetam mais os trabalhadores da indústria calçadista em relação aos profissionais da saúde e da educação.

No nível mínimo da escala de desconforto ( $50 > \theta_j \geq 45$ ), os trabalhadores passaram a relatar sintomas pouco frequentes em ambas as coxas. Silva et al. [14] verificaram que os sintomas nas coxas dos trabalhadores da indústria calçadista estão relacionados às más posturas adotadas pelos trabalhadores para aliviar os sintomas em regiões do corpo que já apresentam sintomas, como os ombros e punhos. Miranda Bispo et al. [79] observaram que um aumento da frequência semanal de pausas ativas durante o dia de trabalho para a realização de exercícios no local de trabalho poderia reduzir os sintomas de DME autorrelatados. Esta interrupção pode reduzir a tensão em vários músculos, incluindo as coxas, tendo em conta que o dia de trabalho envolve posições de pé prolongadas [80].

No nível de desconforto leve ( $55 > \theta_j \geq 50$ ), também foram relatados sintomas pouco frequentes nos joelhos, pés e quadris. Segundo Leite et al. [77], o tempo de serviço do trabalhador é um fator de risco para dor nos membros inferiores, com aumento do risco de sintomas nos joelhos, quadril e pés. Portanto, a redução das alterações posturais pode levar a sintomas em outras regiões dos membros inferiores. Além disso, os trabalhos que exigem atividades de corte e preparação podem demonstrar taxas de prevalência de sintomas nos membros inferiores semelhantes às das costas [81]. A organização do trabalho na indústria do calçado ainda segue os dogmas fordistas e tayloristas, o que ajuda a explicar a alta incidência de DME nesses trabalhadores [78].

A partir de um nível baixo de desconforto ( $60 > \theta_j \geq 55$ ), os trabalhadores passaram a relatar sintomas frequentes nos pés e infrequentes dores nas demais regiões dos membros inferiores. Dentre os três grupos ocupacionais, apenas os trabalhadores da indústria apresentaram sintomas em todas as regiões dos membros inferiores nesse nível. Assim, os trabalhadores da saúde e da educação tiveram o mesmo nível de desconforto, mas relataram menos sintomas do que os trabalhadores da indústria. De acordo com Leite et al. [77], as más posturas na indústria do calçado aumentam o risco de sintomas no joelho em mais de duas vezes. No entanto, o estresse psicossocial também está associado a sintomas no joelho [76]. De acordo com Govindu e Babski-Reeves [82], os fatores de estresse psicossocial não podem ser negligenciados, uma vez que podem afetar as posturas, os movimentos e a aplicação de esforço, que podem afetar os sintomas de DME.

No nível de desconforto moderado ( $65 > \theta_j \geq 60$ ), os sintomas frequentes ocorreram em todas as regiões, exceto no quadril. Nesse nível, os sintomas frequentes tornaram-se um entrave mais intenso, pois esses trabalhadores utilizam excessivamente o corpo durante o trabalho. Kanniappan e Palani [83] destacaram que sintomas em regiões como os joelhos podem impossibilitar atividades cotidianas. Além disso, os achados de Silva et al. [18] mostram que, independentemente do sexo, os quadris dos trabalhadores tendem a desenvolver sintomas mais graves quando os sintomas em outras regiões dos membros inferiores já são prevalentes. Estes dados são consistentes com os resultados da nossa investigação. Vieira et al. [84] salientaram que a redução do estresse e o aumento da atividade física poderiam reduzir os sintomas de DME em trabalhadores da indústria de calçados.

Em níveis de desconforto elevados ( $70 > \theta_j \geq 65$ ), foram relatados sintomas frequentes no quadril, e sintomas diários foram relatados nas coxas e nos pés. Silva et al. [14] verificaram que os sintomas diários nos pés de trabalhadores da indústria de calçados tendem a ocorrer mais precocemente do que em regiões como os joelhos. Segundo Guimarães et al. [85], a indústria calçadista brasileira não oferece tempo de recuperação adequado às exigências do trabalho, o que contribui para os sintomas nas regiões dos pés e tornozelos. Outro fator grave que afeta a dor nessas regiões é o baixo investimento tecnológico dos empregadores em automação [77], tornando os sintomas de DME na indústria calçadista um problema crônico.

No nível de desconforto severo ( $75 > \theta_j \geq 70$ ), todas as regiões dos membros inferiores passaram a apresentar sintomas diários, com destaque para as coxas, pernas e quadril. Nesse cenário, os trabalhadores não conseguem desempenhar suas funções com eficiência e tomam medicamentos para reduzir a dor, o que resulta em presenteísmo em várias fábricas de calçados brasileiras [78]. É comum, na indústria calçadista, o trabalhador permanecer em pé durante toda a jornada de trabalho. Esta situação é ainda agravada pela necessidade de usar botas de segurança, que não são consideradas confortáveis. Anderson et al. [45]

relacionaram o uso de calçados desconfortáveis com a ocorrência de sintomas nos pés e quadril, e Leite et al. [77] verificaram que a idade, o baixo apoio social dos supervisores, ambientes de trabalho hostis e baixas recompensas aumentam a chance de sintomas no quadril. Além disso, ambientes com assédio moral aumentam as chances de sintomas no quadril [76]. Além disso, as origens e interações entre esses fatores são complexas.

## 5. Conclusões

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma escala de DME de membros inferiores. Um modelo de TRI cumulativo permitiu-nos verificar que uma escala de sete níveis pode medir a progressão dos sintomas de DME em trabalhadores de múltiplos grupos profissionais. Além disso, utilizando o modelo multigrupo da TRI, verificamos que os sintomas progrediram e se acumularam de forma específica em profissionais da saúde, educação e indústria. Assim, os perfis de adoecimento dos profissionais apresentaram padrões de respostas diferentes nas diversas regiões do corpo, mesmo que apresentassem os mesmos valores de desconforto percebido no nível da escala. Estes resultados sugerem que as doenças musculoesqueléticas ocorrem de formas diferentes e são influenciadas pelas características distintas das profissões de cada setor. Estes resultados podem ajudar os gestores e profissionais de ergonomia e segurança a compreender melhor as LME e como estas afetam os membros inferiores de educadores, profissionais de saúde e operadores industriais.

Este estudo apresenta algumas limitações. Os profissionais deste estudo autorrelataram os seus sintomas com base na sua percepção pessoal. Como a dor é uma avaliação subjetiva, outros testes comuns para distúrbios musculoesqueléticos, como testes musculares em áreas de dor localizada através de exames neurológicos, devem ser explorados em estudos futuros para aumentar a confiabilidade dos nossos resultados. Os métodos utilizados neste estudo são robustos e reprodutíveis. No entanto, os resultados da investigação não são generalizáveis a outros profissionais.

**Contribuições dos autores:** Conceptualização, J.M.N.d.S., W.K.d.S.L. e E.M.d.A.V.; Metodologia, D.S.F.d.S., R.S.S. e M.G.L.T.; Software, L.G.M.B., M.G.L.T. e E.M.d.A.V.; Validação, J.M.N.d.S.; Análise formal, J.G.d.S., L.G.M.B. e D.S.F.d.S.; Investigação, J.G.d.S. e D.S.F.d.S.; Curadoria de dados, L.G.M.B., R.S.S., M.G.L.T. e W.K.d.S.L.; Redação - rascunho original, J.G.d.S., J.M.N.d.S., L.G.M.B., D.S.F.d.S. e R.S.S.; Supervisão, J.M.N.d.S., W.K.d.S.L. e E.M.d.A.V.; Administração do projeto, E.M.d.A.V. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

**Financiamento:** Esta investigação não recebeu qualquer financiamento externo.

**Declaração do Comitê de Ética em Pesquisa:** O estudo foi conduzido de acordo com a Declaração de Helsinque e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Brasil (CAAE 35014720.6.0000.5013).

**Declaração de consentimento informado:** Foi obtido o consentimento informado de todos os sujeitos envolvidos no estudo.

**Declaração de disponibilidade de dados:** Não aplicável.

**Conflitos de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Apêndice A. Instrumento de recolha de dados

- 1- Qual é o seu sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino  
 2- Que idade tens? \_\_\_\_\_ anos.  
 3- Qual é o teu peso? \_\_\_\_\_ Kg.  
 4- Qual é a tua altura? \_\_\_\_\_ centímetros.  
 5- Há quanto tempo exerce esta profissão? \_\_\_\_\_ meses  
 6- Qual é o seu grupo profissional?  
 ( ) Trabalhadores do sector da saúde  
 ( ) Trabalhadores da educação  
 ( ) Trabalhadores da indústria do calçado  
 7- Indique a frequência com que sente dores músculo-esqueléticas nas seguintes regiões dos membros inferiores:

Diagrama	Regiões	Frequência dos sintomas de dor			
		Nunca	Raramente	Frequentemente	Diariamente
	1-As ancas	A	B	C	D
	2-Coxa esquerda	A	B	C	D
	3-Coxa direita	A	B	C	D
	4-Joelho esquerdo	A	B	C	D
	5-Joelho direito	A	B	C	D
	6-Pernas esquerdas	A	B	C	D
	7-Perna direita	A	B	C	D
	8-Pé esquerdo	A	B	C	D
	9-Pé direito	A	B	C	D

**Apêndice B. Comparação dos padrões de resposta em diferentes níveis da escala de desconforto dos membros inferiores**

	Nível 45	Nível 50	Nível 55	Nível 60	Nível 65	Nível 70	Nível 75
	X2	X2	X2	X2	X2	X2	X2
	(p-valor)	(p-valor)	(p-valor)	(p-valor)	(p-valor)	(p-valor)	(p-valor)
<b>Sexo</b>							
<b>Categoria 1 x</b>							
Categoria 2	55.69 (0.7008)	3.93 (1.0000)	5.03 (1.0000)	3.51 (1.0000)	5.04 (0.9999)	0.07 (0.9644)	5.25 (0.5125)
Categoria 3	69.75 (0.9241)	10.31 (1.0000)	14.71 (0.9999)	31.34 (0.7692)	13.74 (0.9995)	2.97 (0.9360)	2.71 (0.6082)
Categoria 4	65.00 (0.5464)	4.09 (1.0000)	6.92 (0.9999)	10.69 (0.9861)	4.90 (0.9990)	1.50 (0.8262)	4.71 (0.4521)
Categoria 5	<b>78.57 (0.0452)</b>	24.48 (0.5487)	35.06 (0.3247)	27.11 (0.5124)	16.11 (0.8106)	3.88 (0.6923)	6.67 (0.3523)
Categoria 6	<b>214.73 (0.0030)</b>	71.97 (0.8772)	<b>138.97 (0.0041)</b>	<b>90.36 (0.0054)</b>	41.47 (0.5807)	7.49 (0.8749)	17.03 (0.2545)
<b>Categoria 2 x</b>							
Categoria 3	36.13 (0.9141)	7.66 (1.0000)	7.07 (0.9826)	11.43 (0.9538)	6.23 (1.0000)	0.57 (0.9893)	0.22 (0.6384)
Categoria 4	29.03 (0.4109)	2.62 (0.9948)	2.06 (0.9565)	3.80 (0.7040)	1.96 (0.9822)	0.03 (0.8667)	4.83 (0.0894)
Categoria 5	26.86 (0.1393)	16.74 (0.3344)	11.67 (0.6331)	9.01 (0.6206)	8.64 (0.7331)	0.38 (0.9440)	<b>8.79 (0.0322)</b>
Categoria 6	148.26 (0.0531 *)	49.25 (0.9926)	64.14 (0.9022)	37.70 (0.6599)	23.44 (0.9132)	2.73 (0.9870)	<b>28.21 (0.0030)</b>
<b>Categoria 3 x</b>							
Categoria 4	40.70 (0.9094)	4.00 (1.0000)	5.80 (0.9984)	8.25 (0.9988)	4.28 (1.0000)	0.61 (0.9989)	-
Categoria 5	43.11 (0.5939)	14.70 (0.9913)	17.14 (0.9049)	8.85 (0.9999)	7.01 (0.9999)	1.23 (0.9987)	-
Categoria 6	172.42 (0.0823 *)	53.48 (0.9994)	83.94 (0.7133)	29.94 (0.996)	18.72 (1.0000)	3.57 (0.9995)	8.09 (0.5250)
<b>Categoria 4 x</b>							
Categoria 5	26.63 (0.3747)	6.57 (0.8328)	10.96 (0.8119)	4.48 (0.9918)	3.57 (0.9372)	0.46 (0.9936)	-
Categoria 6	148.54 (0.0929 *)	31.54 (1.0000)	65.27 (0.9122)	28.29 (0.9757)	14.11 (0.9960)	2.74 (0.9971)	9.09 (0.5233)
<b>Categoria 5 x</b>							
Categoria 6	129.76 (0.2356)	24.49 (1.0000)	40.06 (1.0000)	25.94 (0.9981)	13.15 (0.9997)	3.16 (0.9987)	10.10 (0.5219)
<b>Idade</b>							
<b>Categoria 1 x</b>							
Categoria 2	47.59 (0.6841)	3.29 (1.0000)	4.39 (0.9999)	3.57 (0.9999)	3.48 (0.9990)	0.01 (0.9620)	1.89 (0.7550)
Categoria 3	21.00 (0.4589)	1.21 (0.9966)	1.24 (0.9900)	0.58 (0.9891)	1.80 (0.9375)	0.02 (0.8786)	4.67 (0.3224)
Categoria 4	23.45 (0.7101)	0.93 (0.9996)	5.57 (0.9603)	10.34 (0.2420)	4.89 (0.1799)	1.14 (0.5645)	0.89 (0.6386)
Categoria 5	41.21 (0.4616)	4.32 (1.0000)	2.66 (0.9989)	10.89 (0.9275)	3.41 (0.9991)	0.91 (0.8239)	4.50 (0.2124)
Categoria 6	18.36 (0.6846)	1.44 (0.9841)	3.23 (0.7793)	4.37 (0.7368)	2.21 (0.8185)	1.08 (0.7827)	0.90 (0.6386)
Categoria 7	84.92 (0.1415)	29.73 (0.9979)	49.15 (0.9147)	28.90 (0.5226)	15.03 (0.7748)	4.59 (0.9171)	<b>14.08 (0.04977)</b>
Categoria 8	<b>86.67 (0.0376)</b>	21.06 (0.8570)	35.44 (0.3540)	<b>36.08 (0.0298)</b>	14.59 (0.2645)	1.97 (0.5792)	<b>16.963 (0.0305)</b>
Categoria 9	<b>38.21 (0.0056)</b>	2.70 (0.9517)	1.18 (0.9469)	11.39 (0.1806)	3.71 (0.4461)	1.17 (0.5575)	4.50 (0.2124)
<b>Categoria 2 x</b>							
Categoria 3	42.67 (0.7263)	3.30 (1.0000)	4.40 (0.9995)	2.49 (1.0000)	4.59 (0.9999)	0.08 (0.7692)	3.51 (0.3192)
Categoria 4	45.06 (0.8522)	3.62 (1.0000)	10.14 (0.9939)	15.70 (0.6769)	7.14 (0.9816)	1.56 (0.4585)	0.56 (0.4542)
Categoria 5	62.68 (0.6910)	10.50 (1.0000)	5.89 (0.9999)	23.91 (0.7761)	7.55 (1.0000)	1.28 (0.7330)	2.33 (0.3116)
Categoria 6	39.96 (0.8443)	4.55 (0.9997)	7.72 (0.9723)	8.69 (0.9666)	5.29 (0.9991)	1.84 (0.6054)	0.56 (0.4542)
Categoria 7	<b>125.14 (0.0452)</b>	66.91 (0.4802)	<b>101.24 (0.0240)</b>	54.34 (0.079) *	28.04 (0.7541)	6.08 (0.8087)	7.07 (0.3146)
Categoria 8	<b>128.34 (0.0089)</b>	48.55 (0.1950)	<b>74.10 (0.0030)</b>	<b>63.54 (0.0011)</b>	20.16 (0.7837)	2.99 (0.3929)	8.59 (0.2836)
Categoria 9	50.76 (0.3278)	7.642 (0.9940)	4.65 (0.9972)	17.15 (0.5798)	7.37 (0.9866)	2.02 (0.3649)	2.33 (0.3116)
<b>Categoria 3 x</b>							
Categoria 4	18.50 (0.7782)	1.32 (0.9703)	4.62 (0.9482)	4.38 (0.6261)	6.01 (0.6463)	0.63 (0.7302)	3.40 (0.0652) *
Categoria 5	34.73 (0.5760)	4.68 (1.0000)	2.25 (0.9974)	7.56 (0.9750)	5.74 (0.9992)	0.41 (0.9370)	<b>6.50 (0.0388)</b>
Categoria 6	13.40 (0.7676)	1.79 (0.7741)	3.85 (0.4270)	4.51 (0.4784)	4.00 (0.9471)	0.42 (0.9367)	3.40 (0.0652) *
Categoria 7	74.39 (0.2780)	24.38 (0.9996)	44.78 (0.9513)	17.37 (0.9409)	22.94 (0.5813)	3.14 (0.9778)	<b>13.833 (0.0316)</b>
Categoria 8	75.65 (0.0982) *	17.18 (0.9033)	30.47 (0.4929)	14.96 (0.7788)	19.00 (0.3283)	0.89 (0.8270)	<b>16.36 (0.0221)</b>
Categoria 9	23.852 (0.0676) *	3.03 (0.6952)	1.551 (0.6706)	5.93 (0.4305)	6.11 (0.7285)	0.31 (0.8566)	<b>6.50 (0.0388)</b>
<b>Categoria 4 x</b>							
Categoria 5	35.76 (0.8071)	3.25 (1.0000)	3.58 (0.9998)	5.64 (0.9993)	3.78 (0.9996)	0.45 (0.9783)	-
Categoria 6	15.68 (0.9241)	1.05 (0.9586)	3.28 (0.9738)	4.14 (0.8439)	2.39 (0.9352)	0.54 (0.9697)	-
Categoria 7	78.26 (0.3757)	23.71 (0.9998)	51.67 (0.9296)	15.82 (0.9891)	10.38 (0.9825)	3.28 (0.9863)	4.00 (0.4060)
Categoria 8	79.91 (0.1530)	16.29 (0.9472)	33.12 (0.6517)	14.24 (0.9197)	9.44 (0.8018)	0.96 (0.9160)	5.00 (0.4159)
Categoria 9	21.65 (0.4807)	1.60 (0.9526)	1.85 (0.9937)	5.21 (0.8156)	2.20 (0.9007)	0.41 (0.9387)	-
<b>Categoria 5 x</b>							
Categoria 6	30.237 (0.8110)	3.52 (1.0000)	3.72 (0.9592)	6.77 (0.9953)	2.31 (1.0000)	0.16 (0.9995)	-
Categoria 7	97.849 (0.2218)	42.31 (0.9964)	61.55 (0.6963)	15.52 (0.9999)	13.26 (0.9995)	3.04 (0.9953)	5.00 (0.4159)
Categoria 8	100.01 (0.0746) *	29.38 (0.9556)	41.78 (0.2709)	13.14 (0.9995)	9.40 (0.9988)	0.75 (0.9799)	6.00 (0.4232)
Categoria 9	37.19 (0.3683)	3.98 (1.0000)	1.59 (0.9964)	6.90 (0.9970)	2.82 (1.0000)	0.25 (0.9927)	-

Factores	Nível 45	Nível 50	Nível 55	Nível 60	Nível 65	Nível 70	Nível 75
	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)
<b>Categoria 6 x</b>							
Categoria 7	68.32 (0.5005)	18.46 (1.0000)	28.06 (0.9999)	14.965 (0.9899)	8.48 (0.9985)	2.15 (0.9981)	4.00 (0.4060)
Categoria 8	69.42 (0.2417)	12.22 (0.9847)	13.95 (0.9945)	11.99 (0.9576)	6.54 (0.9811)	0.41 (0.9951)	5.00 (0.4159)
Categoria 9	15.53 (0.4859)	1.32 (0.8571)	0.49 (0.7843)	5.57 (0.6953)	1.13 (0.9973)	0.07 (0.9994)	-
<b>Categoria 7 x</b>							
Categoria 8	116.82 (0.3587)	24.78 (1.0000)	40.16 (1.0000)	24.16 (0.9953)	13.47 (0.9974)	3.08 (0.9950)	9.09 (0.5233)
Categoria 9	70.66 (0.3248)	14.92 (1.0000)	26.48 (0.9999)	15.08 (0.9927)	6.83 (0.9996)	2.71 (0.9940)	5.00 (0.4159)
<b>Categoria 8 x</b>							
Categoria 9	71.66 (0.1248)	9.42 (0.9988)	12.39 (0.9970)	10.67 (0.9863)	5.88 (0.9816)	0.48 (0.9750)	6.00 (0.4232)
<b>Tempo de serviço</b>							
<b>Categoria 1 x</b>							
Categoria 2	50.68 (0.7096)	3.27 (1.0000)	4.30 (0.9998)	3.54 (0.9989)	3.80 (0.9998)	0.07 (0.9644)	0.93 (0.9198)
Categoria 3	39.49 (0.6652)	3.66 (1.0000)	4.72 (0.9999)	2.92 (0.9999)	4.45 (0.9995)	0.07 (0.9644)	5.41 (0.3682)
Categoria 4	54.10 (0.8306)	6.00 (1.0000)	10.62 (0.9980)	21.68 (0.4789)	9.16 (0.9954)	1.89 (0.8636)	4.67 (0.3224)
Categoria 5	51.51 (0.5710)	7.57 (1.0000)	5.46 (0.9997)	16.95 (0.7662)	7.85 (0.9996)	1.91 (0.8618)	-
Categoria 6	42.04 (0.8604)	8.05 (0.9997)	8.54 (0.9973)	8.72 (0.9485)	4.11 (0.9999)	1.73 (0.7849)	0.93 (0.8177)
Categoria 7	<b>144.93 (0.0467)</b>	70.61 (0.7644)	105.50 (0.1263)	<b>64.13 (0.0489)</b>	33.42 (0.7217)	8.12 (0.8360)	<b>23.36 (0.0248)</b>
Categoria 8	<b>115.27 (0.0025)</b>	36.91 (0.1798)	<b>57.53 (0.0071)</b>	<b>50.54 (0.0008)</b>	15.91 (0.8913)	2.84 (0.8280)	11.41 (0.0764) *
Categoria 9	47.96 (0.2786)	14.52 (0.8463)	3.96 (0.9995)	15.15 (0.5846)	8.22 (0.9751)	0.07 (0.9644)	0.93 (0.8177)
<b>Categoria 2 x</b>							
Categoria 3	21.10 (0.5144)	0.84 (0.9970)	0.75 (0.9798)	0.66 (0.9986)	1.66 (0.8940)	-	2.33 (0.3116)
Categoria 4	35.72 (0.7766)	1.47 (0.9997)	3.63 (0.9796)	10.61 (0.5623)	4.42 (0.9266)	0.35 (0.8389)	2.12 (0.1449)
Categoria 5	31.95 (0.4691)	1.78 (1.0000)	1.29 (0.9359)	8.39 (0.7536)	3.61 (0.9895)	0.04 (0.9800)	-
Categoria 6	23.66 (0.8241)	2.27 (0.9973)	4.06 (0.7733)	4.55 (0.7142)	1.15 (0.9920)	0.03 (0.8663)	-
Categoria 7	109.28 (16.73)	28.57 (1.0000)	47.64 (0.9926)	31.39 (0.7290)	20.02 (0.7905)	0.02 (0.8663)	11.61 (0.2359)
Categoria 8	<b>80.93 (0.0103)</b>	12.73 (0.6234)	22.57 (0.2076)	<b>24.67 (0.0256)</b>	9.49 (0.5766)	2.88 (0.9841)	6.18 (0.1033)
Categoria 9	29.45 (0.1037)	4.92 (0.5535)	0.22 (0.6384)	7.29 (0.3991)	5.56 (0.3515)	0.04 (0.9979)	-
<b>Categoria 3 x</b>							
Categoria 4	24.53 (0.7475)	2.77 (0.9935)	4.91 (0.9769)	11.47 (0.6490)	6.05 (0.8104)	-	2.00 (0.3679)
Categoria 5	19.10 (0.4502)	3.32 (0.9983)	1.72 (0.9735)	10.11 (0.7534)	5.51 (0.9389)	0.35 (0.8389)	1.00 (0.3173)
Categoria 6	12.44 (0.8236)	3.80 (0.9753)	4.99 (0.8344)	5.46 (0.7928)	2.08 (0.9553)	0.04 (0.9800)	1.00 (0.3173)
Categoria 7	86.66 (0.3701)	32.10 (0.9998)	59.03 (0.9249)	34.46 (0.6769)	22.61 (0.6520)	0.03 (0.8663)	8.17 (0.6126)
Categoria 8	<b>58.14 (0.0400)</b>	15.73 (0.4000)	<b>31.96 (0.0437)</b>	<b>26.04 (0.0376)</b>	11.68 (0.3883)	2.88 (0.9841)	4.00 (0.4060)
Categoria 9	<b>16.20 (0.0396)</b>	7.22 (0.3009)	0.52 (0.9146)	8.19 (0.5154)	6.08 (0.2985)	0.04 (0.9979)	1.00 (0.3173)
<b>Categoria 4 x</b>							
Categoria 5	33.84 (0.7430)	2.43 (1.0000)	3.14 (0.9974)	6.14 (0.9976)	3.89 (0.9996)	-	-
Categoria 6	26.98 (0.9272)	2.68 (0.9998)	4.28 (0.9967)	5.46 (0.9784)	2.52 (0.9981)	0.50 (0.9920)	-
Categoria 7	115.03 (0.2162)	31.91 (1.0000)	58.61 (0.9763)	21.86 (0.9979)	13.03 (0.9981)	0.53 (0.9701)	8.09 (0.5250)
Categoria 8	<b>85.18 (0.0271)</b>	14.50 (0.7538)	25.98 (0.4644)	13.39 (0.8602)	4.76 (0.9968)	4.05 (0.9906)	-
Categoria 9	28.72 (0.4797)	5.24 (0.8747)	1.77 (0.9946)	4.81 (0.9883)	2.31 (0.9933)	0.67 (0.9950)	-
<b>Categoria 5 x</b>							
Categoria 6	19.96 (0.8659)	2.81 (1.0000)	3.84 (0.9213)	4.86 (0.9876)	1.97 (0.9999)	0.35 (0.8289)	-
Categoria 7	94.69 (0.4317)	36.44 (0.9998)	53.18 (0.9784)	19.13 (0.9996)	16.55 (0.9924)	0.08 (0.9993)	7.09 (0.5271)
Categoria 8	65.36 (0.0851) *	16.82 (0.7732)	26.25 (0.1576)	9.73 (0.9728)	6.59 (0.9932)	2.85 (0.9984)	-
Categoria 9	19.10 (0.3856)	5.81 (0.9527)	0.66 (0.8819)	4.17 (0.9943)	3.36 (0.9925)	0.11 (1.0000)	-
<b>Categoria 6 x</b>							
Categoria 7	91.06 (0.5080)	30.17 (1.0000)	48.04 (0.9970)	19.55 (0.9961)	12.47 (0.9950)	0.04 (0.9800)	7.09 (0.5271)
Categoria 8	61.30 (0.1313)	13.27 (0.8243)	19.64 (0.6052)	10.25 (0.8038)	3.84 (0.9927)	2.85 (0.9965)	-
Categoria 9	13.84 (0.6783)	4.76 (0.9066)	2.38 (0.7943)	3.66 (0.9223)	1.49 (0.9826)	0.07 (0.9999)	-
<b>Categoria 7 x</b>							
Categoria 8	123.24 (0.2828)	24.40 (1.0000)	40.06 (1.0000)	26.28 (0.9884)	13.26 (0.9986)	0.03 (0.8663)	10.09 (0.5219)
Categoria 9	82.62 (0.4600)	19.46 (1.0000)	32.72 (1.0000)	17.52 (0.9988)	10.50 (0.9969)	3.16 (0.9987)	7.09 (0.5271)
<b>Categoria 8 x</b>							
Categoria 9	53.80 (0.0712) *	5.43 (0.9788)	6.06 (0.9874)	7.81 (0.9310)	2.58 (0.9952)	2.88 (0.9841)	-
<b>IMC</b>							
<b>Categoria 1 x</b>							
Categoria 2	45.59 (0.6878)	3.64 (1.0000)	4.12 (0.9997)	2.23 (0.9975)	4.00 (0.9998)	0.01 (0.9620)	0.90 (0.8256)
Categoria 3	34.21 (0.5541)	2.16 (0.9996)	1.68 (0.9982)	1.81 (1.0000)	3.34 (0.9992)	0.07 (0.9644)	3.49 (0.6254)
Categoria 4	47.84 (0.7728)	6.72 (0.9999)	7.81 (0.9885)	16.29 (0.7532)	11.04 (0.9999)	2.41 (0.6611)	2.39 (0.4961)
Categoria 5	39.06 (0.6008)	3.97 (0.9916)	3.55 (0.9814)	9.24 (0.6819)	2.43 (0.9993)	1.39 (0.8461)	0.11 (0.9481)
Categoria 6	28.38 (0.6503)	4.86 (0.9932)	0.83 (0.9749)	1.73 (0.9734)	2.43 (0.9984)	1.88 (0.5985)	0.11 (0.9481)

Factores	Nível 45	Nível 50	Nível 55	Nível 60	Nível 65	Nível 70	Nível 75
	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)	X2 (p-valor)
Categoria 7	<b>106.92 (0.0074)</b>	40.38 (0.4981)	43.51 (0.1820)	30.75 (0.0779) *	14.48 (0.9124)	3.06 (0.5485)	6.67 (0.3523)
Categoria 8	98.42 (0.1188)	35.47 (0.9516)	43.83 (0.9299)	37.02 (0.2888)	31.99 (0.4669)	6.66 (0.7575)	8.60 (0.2823)
Categoria 9	<b>70.75 (0.0010)</b>	12.27 (0.4245)	16.92 (0.0762) *	13.55 (0.3305)	7.57 (0.9749)	3.55 (0.4696)	6.65 (0.2483)
<b>Categoria 2 x</b>							
Categoria 3	31.47 (0.6837)	2.04 (1.0000)	3.79 (0.9996)	2.87 (0.9993)	2.69 (0.9520)	-	5.62 (0.1315)
Categoria 4	45.06 (0.8522)	6.65 (1.0000)	10.18 (0.9977)	17.49 (0.6812)	10.04 (0.9988)	0.11 (0.9471)	4.86 (0.027)
Categoria 5	34.85 (0.7749)	3.66 (0.9994)	4.77 (0.9992)	10.26 (0.5933)	1.71 (0.9439)	0.16 (0.9231)	-
Categoria 6	25.61 (0.7807)	4.68 (0.9993)	2.85 (0.9965)	3.04 (0.8813)	1.59 (0.9025)	0.03 (0.8663)	-
Categoria 7	<b>100.32 (0.0226)</b>	46.51 (0.3694)	<b>66.38 (0.0126)</b>	<b>33.41 (0.0418)</b>	13.06 (0.6686)	0.91 (0.6333)	<b>12.60 (0.0133)</b>
Categoria 8	92.66 (0.2196)	40.66 (0.9103)	71.95 (0.2876)	40.42 (0.1754)	28.43 (0.2886)	1.46 (0.9933)	<b>16.07 (0.0067)</b>
Categoria 9	<b>57.69 (0.0212)</b>	12.84 (0.6149)	24.45 (0.1077)	15.92 (0.1948)	7.65 (0.6628)	0.44 (0.8030)	<b>13.12 (0.0043)</b>
<b>Categoria 3 x</b>							
Categoria 4	33.72 (0.7831)	3.82 (1.0000)	9.21 (0.9547)	19.37 (0.7320)	5.94 (0.9999)	0.70 (0.8737)	6.20 (0.1024)
Categoria 5	22.84 (0.6934)	1.80 (0.9701)	3.43 (0.9694)	11.38 (0.7253)	0.46 (0.9281)	0.34 (0.9524)	3.58 (0.1667)
Categoria 6	14.27 (0.6482)	2.58 (0.9787)	0.43 (0.9795)	2.66 (0.9883)	0.54 (0.7619)	0.35 (0.8417)	3.58 (0.1667)
Categoria 7	<b>78.18 (0.0480)</b>	23.86 (0.9228)	<b>54.96 (0.0171)</b>	35.87 (0.0565) *	6.20 (0.9388)	1.05 (0.7884)	10.55 (0.1033)
Categoria 8	70.90 (0.3811)	22.47 (0.9980)	52.99 (0.6614)	45.34 (0.1368)	15.69 (0.8307)	2.11 (0.9895)	12.79 (0.0774) *
Categoria 9	<b>45.44 (0.0035)</b>	7.86 (0.2489)	<b>23.70 (0.0048)</b>	15.75 (0.3986)	3.52 (0.8332)	0.89 (0.8270)	<b>11.30 (0.0457)</b>
<b>Categoria 4 x</b>							
Categoria 5	36.61 (0.8627)	2.80 (1.0000)	5.79 (0.9984)	7.17 (0.9988)	4.28 (1.0000)	0.50 (0.9920)	-
Categoria 6	27.82 (0.8625)	3.48 (1.0000)	4.05 (0.9907)	7.30 (0.9794)	4.16 (1.0000)	0.13 (0.9979)	-
Categoria 7	<b>103.36 (0.0344)</b>	34.08 (0.9354)	46.92 (0.3536)	16.46 (0.9848)	7.81 (1.0000)	0.99 (0.8629)	4.00 (0.4060)
Categoria 8	96.03 (0.2618)	29.52 (0.9993)	49.41 (0.9472)	17.98 (0.9997)	18.30 (0.9992)	1.53 (0.9996)	5.00 (0.4159)
Categoria 9	56.49 (0.0814) *	8.10 (0.9856)	16.56 (0.5534)	8.92 (0.9937)	5.42 (1.0000)	0.50 (0.9922)	-
<b>Categoria 5 x</b>							
Categoria 6	15.36 (0.8814)	1.73 (0.9950)	1.04 (0.9595)	1.81 (0.9864)	-	0.40 (0.9826)	-
Categoria 7	73.27 (0.2254)	17.43 (0.9943)	43.95 (0.1702)	10.61 (0.9798)	2.74 (0.9938)	1.21 (0.9439)	3.00 (0.3916)
Categoria 8	67.00 (0.7052)	17.40 (0.9999)	41.75 (0.9567)	11.18 (0.9999)	8.56 (0.9875)	2.61 (0.9939)	4.00 (0.4060)
Categoria 9	33.95 (0.2410)	4.92 (0.5539)	17.11 (0.0719) *	3.48 (0.9956)	1.31 (0.9341)	1.07 (0.9564)	-
<b>Categoria 6 x</b>							
Categoria 7	64.98 (0.1680)	21.13 (0.9831)	20.29 (0.9087)	13.42 (0.7074)	2.32 (0.9933)	0.96 (0.9160)	3.00 (0.3916)
Categoria 8	58.51 (0.6702)	20.15 (0.9998)	16.40 (1.0000)	13.74 (0.9926)	7.72 (0.9893)	1.45 (0.9991)	4.00 (0.4060)
Categoria 9	29.50 (0.0585) *	6.15 (0.6300)	3.91 (0.4182)	4.14 (0.8447)	1.03 (0.9055)	0.43 (0.9801)	-
<b>Categoria 7 x</b>							
Categoria 8	106.52 (0.4676)	22.80 (1.0000)	35.86 (1.0000)	22.09 (0.9966)	11.65 (0.9989)	2.71 (0.9940)	7.08 (0.5271)
Categoria 9	<b>80.38 (0.0489)</b>	11.35 (0.9999)	24.40 (0.9103)	14.57 (0.8799)	3.11 (0.9995)	1.47 (0.9159)	6.00 (0.4232)
<b>Categoria 8 x</b>							
Categoria 9	72.99 (0.3800)	13.74 (1.0000)	20.57 (1.0000)	14.37 (0.9987)	9.94 (0.9948)	1.94 (0.9987)	7.00 (0.4289)

Observação 1: Para o fator sexo, Categoria 1 (profissional de saúde do sexo masculino), Categoria 2 (profissional de saúde do sexo feminino), Categoria 3 (profissional de saúde do sexo masculino), Categoria 4 (profissional de saúde do sexo feminino), Categoria 5 (profissional do sexo masculino da indústria de calçados) e Categoria 6 (profissional do sexo feminino da indústria de calçados). Observação 2: Para o fator idade, Categoria 1 (profissional da saúde <30 anos), Categoria 2 (profissional da saúde com idade entre 30 e 49 anos), Categoria 3 (profissional da saúde >50 anos), Categoria 4 (profissional da educação <30 anos), Categoria 5 (profissional da educação com idade entre 30 e 49 anos), Categoria 6 (profissional da educação >50 anos), Categoria 7 (profissional da indústria de calçados <30 anos), Categoria 8 (profissional da indústria de calçados com idade entre 30 e 49 anos) e Categoria 9 (profissional da indústria de calçados >50 anos). Observação 3: Para o fator tempo de serviço, Categoria 1 (profissional da saúde com <10 meses de tempo de serviço), Categoria 2 (profissional da saúde com tempo de serviço entre 10 e 20 meses), Categoria 3 (profissional da saúde com >20 meses de tempo de serviço), Categoria 4 (profissional da educação com <10 meses de serviço), Categoria 5 (profissional da educação com tempo de serviço entre 10 e 20 meses), Categoria 6 (profissional da educação com >20 meses de tempo de serviço), Categoria 7 (profissional do setor de calçados com <10 meses de tempo de serviço), Categoria 8 (profissional do setor de calçados com tempo de serviço entre 10 e 20 meses) e Categoria 9 (profissional do setor de calçados com >20 meses de tempo de serviço). Observação 4: Para o fator IMC, Categoria 1 (profissional de saúde abaixo do peso ou com peso normal), Categoria 2 (profissional de saúde com sobrepeso), Categoria 3 (profissional de saúde obeso), Categoria 4 (profissional de educação abaixo do peso ou com peso normal), Categoria 5 (profissional de educação com sobrepeso), Categoria 6 (profissional de educação obeso), Categoria 7 (profissional do setor de calçados abaixo do peso ou com peso normal), Categoria 8 (profissional de calçados com sobrepeso) e Categoria 9 (profissional do setor de calçados obeso). Observação 5: Os valores com valor  $p < 0,05$  estão em negrito; os valores com \* estão próximos da significância estatística. O caractere - indica a ausência de indivíduos na amostra com uma determinada característica em um determinado nível de risco na escala.

## Referências

- GÓMEZ, M. M. Prediction of work-related musculoskeletal discomfort in the meat processing industry using statistical models. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 75, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102876>.
- BISPO, L. G. M. et al. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A study in the inner regions of Alagoas and Bahia. **Safety Science**, v. 153, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105804>.
- RATHORE, B.; PUNDIR, A. K.; IQBAL, R. Ergonomic risk factors in glass artware industries and prevalence of musculoskeletal disorder. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 80, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103043>.
- VEISI, H.; CHOUBINEH, A.; GHAEEM, H. Musculoskeletal Problems in Iranian Hand-woven Shoe-Sole Making Operation and Developing Guidelines for Workstation Design. **International Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 7, p. 87–97, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6816514/>.
- DAVIS, K. G.; KOTOWSKI, S. E. Prevalence of Musculoskeletal Disorders for Nurses in Hospitals, Long-Term Care Facilities, and Home Health Care: A Comprehensive Review. **Human Factors**, v. 57, p. 754–792, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0018720815581933>.
- VEGA-FERNÁNDEZ, G. et al. Musculoskeletal Disorders Associated with Quality of Life and Body Composition in Urban and Rural Public School Teachers. **Frontiers in Public Health**, v. 9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.607318>.
- ASGHARI, E. et al. Musculoskeletal pain in operating room nurses: Associations with quality of work life, working posture, socio-demographic and job characteristics. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 72, p. 330–337, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.06.009>.
- COLEDAM, D. H. C. et al. Factors associated with musculoskeletal disorders and disability in elementary teachers: A cross-sectional study. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 23, p. 658–665, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.05.009>.
- CICI, R.; YILMAZEL, G. Musculoskeletal disorders increases the insomnia severity in nurses. **Sleep Science**, v. 15, p. 1–6, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20200115>.
- MENEGON, L. D. S. et al. An aircraft seat discomfort scale using item response theory. **Applied Ergonomics**, v. 77, p. 1–8, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.12.015>.
- ANATCHKOVA, M. D. et al. Development and Preliminary Testing of a Computerized Adaptive Assessment of Chronic Pain. **Journal of Pain**, v. 10, p. 932–943, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2009.03.007>.
- DA SILVA, J. M. N. et al. Construction of an osteomuscular discomfort scale for the upper region of the body of footwear industry workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 80, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103048>.
- TIRLONI, A. S. et al. Development and validation of instrument for ergonomic evaluation of tablet arm chairs. **EXCLI Journal**, v. 15, p. 671–686, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17179/excli2016-568>.
- DA SILVA, J. M. N. et al. Evaluation of musculoskeletal discomfort using item response theory: Creation of a scale based on the self-reported pain symptoms. **Ergonomics**, v. 64, p. 241–252, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140139.2020.1825823>.
- O'CONNOR, D. P. Comparison of two psychometric scaling methods for ratings of acute musculoskeletal pain. **Pain**, v. 110, p. 488–494, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.04.038>.
- GORTER, R.; FOX, J.-P.; TWISK, J. W. R. Why item response theory should be used for longitudinal questionnaire data analysis in medical research data analysis, statistics and modelling. **BMC Medical Research Methodology**, v. 15, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12874-015-0050-x>.
- SALTYCHEV, M. et al. Psychometric Properties of the Pain Numeric Rating Scale When Applied to Multiple Body Regions among Professional Musicians. **PLoS ONE**, v. 11, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161874>.
- DA SILVA, O. F. et al. Do men and women have different musculoskeletal symptoms at the same musculoskeletal discomfort level?. **Ergonomics**, v. 65, p. 1486–1508, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140139.2022.2088854>.
- CORLETT, E. N.; BISHOP, R. P. A Technique for Assessing Postural Discomfort. **Ergonomics**, v. 19, p. 175–182, 1976. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140137608931530>.
- ZINBARG, R. E. et al. Cronbach's  $\alpha$ , Revelle's  $\beta$ , and McDonald's  $\omega$ H: Their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. **Psychometrika**, v. 70, p. 123–133, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11336-003-0974-7>.
- HAIR, J. F., Jr. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 6. ed. Bala Cynwyd, PA: Bookman Editora, 2009.
- SAMEJIMA, F. Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. **Psychometrika**, v. 34, p. 1–97, 1969. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF03372160>.
- BOCK, R. D.; ZIMOWSKI, M. F. Multiple Group IRT. In: Handbook of Modern Item Response Theory. New York, NY: Springer, 1997. p. 433–448. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-2691-6\\_25](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-2691-6_25).
- BARBOSA, A. d. S. et al. Item response theory-based validation of an integrated management system measurement instrument. **Journal of Cleaner Production**, v. 328, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129546>.
- VINCENZI, S. L. et al. Assessment of environmental sustainability perception through item response theory: A case study in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 170, p. 1369–1386, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.217>.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2022.
- TEZZA, R.; BORNIA, A. C.; DE ANDRADE, D. F. Measuring web usability using item response theory: Principles, features and opportunities. **Interacting with Computers**, v. 23, p. 167–175, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.02.004>.
- CHERNYSHENKO, O. S. et al. Fitting Item Response Theory Models to Two Personality Inventories: Issues and Insights. **Multivariate Behavioral Research**, v. 36, p. 523–562, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3604\\_03](https://doi.org/10.1207/S15327906MBR3604_03).
- MELZACK, R.; RAJA, S. N. The McGill Pain Questionnaire. **Anesthesiology**, v. 103, p. 199–202, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/0000542-200507000-00028>.
- LIU, Y.; SALVENDY, G. Effects of measurement errors on psychometric measurements in ergonomics studies: Implications for correlations, ANOVA, linear regression, factor analysis, and linear discriminant analysis. **Ergonomics**, v. 52, p. 499–511, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140130802392999>.
- CROFT, P.; DUNN, K. M.; VON KORFF, M. Chronic pain syndromes: You can't have one without another. **Pain**, v. 131, p. 237–238, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.07.013>.

32. VAN REENEN, H. H. H. et al. Does musculoskeletal discomfort at work predict future musculoskeletal pain?. *Ergonomics*, v. 51, p. 637–648, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00140130701743433>.
33. ZHENG, X.; YANG, J. S. Multiple Group Item Response Theory Applications Using Stata irt Package. *Measurement*, v. 19, p. 190–198, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15366367.2021.1911507>.
34. MENEGON, L. D. S. et al. Design and validation of an aircraft seat comfort scale using item response theory. *Applied Ergonomics*, v. 62, p. 216–226, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.03.005>.
35. DE ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; DA CUNHA VALLE, R. *Teoria de Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações*. São Paulo: ABE, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.03.005>.
36. RICHARDSON, A. et al. Interventions to prevent and reduce the impact of musculoskeletal injuries among nurses: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, v. 82, p. 58–67, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.03.018>.
37. CHIWARIDZO, M. et al. Work-related musculoskeletal disorders among registered general nurses: A case of a large central hospital in Harare, Zimbabwe. *BMC Research Notes*, v. 11, p. 315, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3412-8>.
38. TRINKOFF, A. M. et al. Perceived physical demands and reported musculoskeletal problems in registered nurses. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 24, p. 270–275, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0749-3797\(02\)00639-6](https://doi.org/10.1016/S0749-3797(02)00639-6).
39. DA SILVA, E. M. A. et al. Team Workload and Performance of Healthcare Workers with Musculoskeletal Symptoms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20010742>.
40. TRINKOFF, A. M. et al. Musculoskeletal problems of the neck, shoulder, and back and functional consequences in nurses. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 41, p. 170–178, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ajim.10048>.
41. ATTAR, S. M. Frequency and risk factors of musculoskeletal pain in nurses at a tertiary centre in Jeddah, Saudi Arabia: A cross-sectional study. *BMC Research Notes*, v. 7, p. 61, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1756-0500-7-61>.
42. RIBEIRO, N. F. et al. Prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em profissionais de enfermagem. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 15, p. 429–438, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2012000200020>.
43. ENGHOLM, G.; HOLMSTRÖM, E. Dose-Response Associations between Musculoskeletal Disorders and Physical and Psychosocial Factors among Construction Workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, v. 31, p. 57–67, 2005. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40967465>.
44. ANDERSEN, J. H.; HAAHR, J. P.; FROST, P. Risk factors for more severe regional musculoskeletal symptoms: A two-year prospective study of a general working population. *Arthritis & Rheumatism*, v. 56, p. 1355–1364, 2007. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40967465>.
45. ANDERSON, J.; WILLIAMS, A. E.; NESTER, C. Musculoskeletal disorders, foot health, and footwear choice in occupations involving prolonged standing. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 81, p. 103079, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103079>.
46. SMITH, D. R. et al. Musculoskeletal disorders among female nurses in a rural Japanese hospital. *Nursing & Health Sciences*, v. 5, p. 185–188, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1442-2018.2003.00154.x>.
47. JACQUIER-BRET, J.; GORCE, P. Prevalence of Body Area Work-Related Musculoskeletal Disorders among Healthcare Professionals: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 20, p. 841, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph20010841>.
48. ALHAZIM, S. S. et al. Knowledge, Attitudes, and Practices Regarding Ergonomic Hazards Among Healthcare Workers in a Saudi Government Hospital. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, v. 15, p. 1771–1778, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/JMDH.S371361>.
49. MAI, H. B.; KIM, J. The Role of Job Resources in the Relationship between Job Demands and Work-Related Musculoskeletal Disorders among Hospital Nurses in Thua Thien Hue Province, Vietnam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 19, p. 4774, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph19084774>.
50. BODIN, J. et al. Shoulder pain among male industrial workers: Validation of a conceptual model in two independent French working populations. *Applied Ergonomics*, v. 85, p. 103075, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2020.103075>.
51. DE SOUZA, D. S. F. et al. Influence of risk factors associated with musculoskeletal disorders on an inner population of northeastern Brazil. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 86, p. 103198, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103198>.
52. LUNDBERG, U. et al. Psychological and physiological stress responses during repetitive work at an assembly line. *Work & Stress*, v. 3, p. 143–153, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02678378908256940>.
53. BATHMAN, L. M. et al. Effort-reward imbalance at work and pre-clinical biological indices of ill-health: The case for salivary immunoglobulin A. *Brain, Behavior, and Immunity*, v. 33, p. 74–79, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2013.05.010>.
54. DA SILVA, J. M. N. et al. Analysis of the Impact of Stress Caused by Musculoskeletal Pain in the Development of New Work-Related Musculoskeletal Disorders (WRMDs). *Revista Espacio*, v. 38, p. 9, 2017. Disponível em: <https://revistaespacios.com/a17v38n18/a17v38n18p09.pdf>.
55. TAVAKKOL, R. et al. A Multidisciplinary Focus Review of Musculoskeletal Disorders Among Operating Room Personnel. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, v. 13, p. 735–741, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/JMDH.S259245>.
56. MOHAN, V. et al. Preliminary study of the patterns and physical risk factors of work-related musculoskeletal disorders among academicians in a higher learning institute. *Journal of Orthopaedic Science*, v. 20, p. 410–417, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00776-014-0682-4>.
57. SOLIS-SOTO, M. T. et al. Prevalence of musculoskeletal disorders among school teachers from urban and rural areas in Chuquisaca, Bolivia: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 18, p. 12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1785-9>.
58. ALIAS, A. N. et al. Prevalence of musculoskeletal disorders (MSDs) among primary school female teachers in Terengganu, Malaysia. *International Journal of Industrial Ergonomics*, v. 77, p. 102957, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102957>.
59. ERICK, P. N.; SMITH, D. R. A systematic review of musculoskeletal disorders among school teachers. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 12, p. 260, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-260>.
60. CARDOSO, J. P. et al. Prevalência de dor musculoesquelética em professores. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 12, p. 604–614, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2009000400010>.
61. VAGHELA, N.; PAREKH, S. Prevalence of the musculoskeletal disorder among school teachers. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, v. 8, p. 197–201, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.0830218082017>.

62. AMIT, L. M.; MALABARBAS, G. T. Prevalence and Risk-Factors of Musculoskeletal Disorders Among Provincial High School Teachers in the Philippines. **Journal of UOEH**, v. 42, p. 151–160, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.7888/juoe.42.151>.
63. CHIU, T. T. W.; LAM, P. K. W. The Prevalence of and Risk Factors for Neck Pain and Upper Limb Pain among Secondary School Teachers in Hong Kong. **Journal of Occupational Rehabilitation**, v. 17, p. 19–32, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10926-006-9046-z>.
64. CANDAN, S. A.; SAHIN, U. K.; AKOGLU, S. The investigation of work-related musculoskeletal disorders among female workers in a hazelnut factory: Prevalence, working posture, work-related and psychosocial factors. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 74, p. 102838, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2019.102838>.
65. SZCZYGIEL, E. et al. Musculo-skeletal and pulmonary effects of sitting position—A systematic review. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 24, p. 8–12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5604/12321966.1227647>.
66. LIZANA, P. A. et al. Low interest in physical activity and higher rates of obesity among rural teachers. **Work**, v. 67, p. 1015–1022, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/WOR-203351>.
67. SHIRI, R. et al. The Association Between Obesity and Low Back Pain: A Meta-Analysis. **American Journal of Epidemiology**, v. 171, p. 135–154, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aje/kwp356>.
68. COLIM, A. et al. Kinematics differences between obese and non-obese workers during vertical handling tasks. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 77, p. 102955, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.102955>.
69. DA SILVA, I. L. et al. Effects of multiple risk factors on upper limb musculoskeletal disorders among workers in inner Brazil. **Work**, v. 72, p. 885–900, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3233/WOR-210752>.
70. SMITH, D. R. The Prevalence and Risk Factors for Musculoskeletal Disorders among School Teachers in Botswana. **Occupational Medicine & Health Affairs**, v. 2, p. 29, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4172/2329-6879.1000178>.
71. LEME, A.; MAIA, I. Evaluation of Fatigue at Work in Teachers using Modern Resources in the Classroom. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 4852–4859, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.601>.
72. ELSHERBENY, E. et al. Prevalence and Associated Factors of Musculoskeletal Complaints among Nurses of Mansoura University Children Hospital. **Egyptian Journal of Occupational Medicine**, v. 42, p. 151–166, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21608/ejom.2018.6800>.
73. ROJA, Z. et al. Measuring Muscle Fatigue in Relation to the Workload of Health Care Workers. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 4189–4196, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.394>.
74. ONO, Y. et al. Associations of Length of Employment and Working Conditions with Neck, Shoulder and Arm Pain among Nursery School Teachers. **Industrial Health**, v. 40, p. 149–158, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.2486/indhealth.40.149>.
75. FILHO, J. C.; NUNHES, T. V.; OLIVEIRA, O. J. Guidelines for cleaner production implementation and management in the plastic footwear industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 822–838, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.343>.
76. DA SILVA, J. M. N.; DA SILVA, L. B.; GONTIJO, L. A. Relationship between psychosocial factors and musculoskeletal disorders in footwear industry workers. **Production**, v. 27, p. 1–13, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.231516>.
77. LEITE, W. K. D. S. et al. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders among workers in the footwear industry: A cross-sectional study. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 27, p. 393–409, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1579966>.
78. DOS SANTOS LEITE, W. K. et al. Presenteeism in the Footwear Industry: An Analysis of the Workloads. **Revista Psicologia: Organizações e Trabalho**, v. 22, p. 1804–1814, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/rpot/2022.1.22829>.
79. BISPO, L. G. M. et al. Effects of a worksite physical activities program among men and women: An interventional study in a footwear industry. **Applied Ergonomics**, v. 84, p. 103005, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.103005>.
80. CORREIA, L. M. A. D. M. et al. A multicriteria decision model to rank workstations in a footwear industry based on a FITradeoff-ranking method for ergonomics interventions. **Operational Research**, v. 22, p. 3335–3371, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.103005>.
81. LOURINHO, M. G. et al. Riscos de lesão musculoesquelética em diferentes setores de uma empresa calçadista. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, p. 252–257, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1809-29502011000300009>.
82. GOVINDU, N. K.; BABSKI-REEVES, K. Effects of personal, psychosocial and occupational factors on low back pain severity in workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 44, p. 335–341, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.11.007>.
83. KANNIAPPAN, V.; PALANI, V. Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Sewing Machine Workers in a Leather Industry. **Journal of Lifestyle Medicine**, v. 10, p. 121–125, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15280/jlm.2020.10.2.121>.
84. Vieira, E.R. et al. Symptoms and risks for musculoskeletal disorders among male and female footwear industry workers. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 2015, 48, 110–116. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.05.001>.
85. Guimarães, L.M. et al. Cost–benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company. **Applied Ergonomics**, 2012, 43, 948–957. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.01.003>.

**Isenção de responsabilidade/Nota do editor:** As declarações, opiniões e dados contidos em todas as publicações são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es) e colaborador(es) individual(is) e não da MDPI e/ou do(s) editor(es). A MDPI e/ou o(s) editor(es) se isentam de responsabilidade por quaisquer danos a pessoas ou propriedades resultantes de quaisquer ideias, métodos, instruções ou produtos mencionados no conteúdo

## 4. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu o desenvolvimento e validação de uma escala para mensurar o desconforto musculoesquelético nos membros inferiores de trabalhadores de diferentes setores ocupacionais, utilizando a Teoria de Resposta ao Item Multigrupo (TRI). A pesquisa possibilitou compreender a evolução progressiva e a acumulação dos sintomas musculoesqueléticos entre profissionais das áreas de saúde, educação e indústria, destacando diferenças significativas relacionadas às demandas específicas e condições de trabalho de cada setor.

Entre os profissionais de saúde, os sintomas foram associados à execução de tarefas em posturas inadequadas, esforços físicos intensos durante o transporte de pacientes, pisos escorregadios e ausência de práticas ergonômicas. No caso dos profissionais da educação, o desconforto foi atribuído a longas jornadas de trabalho, ergonomia inadequada de móveis e equipamentos, além da alternância insuficiente entre posições de pé e sentado. Já entre os trabalhadores da indústria, os sintomas foram reportados em níveis iniciais de desconforto, atribuídos à repetitividade das atividades, permanência prolongada em posturas estáticas e utilização de equipamentos de proteção desconfortáveis.

O uso da TRI revelou-se uma metodologia robusta, permitindo a ancoragem de padrões de resposta em diferentes níveis de desconforto e a criação de uma escala que facilita a identificação precoce e o monitoramento da progressão dos sintomas musculoesqueléticos. Esses achados reforçam a necessidade de adaptações específicas nas políticas de saúde ocupacional e intervenções ergonômicas, considerando as particularidades de cada setor, para reduzir os riscos associados aos distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORTs) e promover melhorias na qualidade de vida dos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

BISPO, L. G *et al.* Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A study in the inner regions of Alagoas and Bahia. **Safety Science**, v. 153, p. 105804, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105804>.

COSTA, B. R.; VIEIRA, E. R. Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review of Recent Longitudinal Studies. **American Journal of Industrial Medicine**. 2010, 53:285-323. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ajim.20750>.

DAVIS, K. *et al.* Cost and disability trends of work-related musculoskeletal disorders in Ohio. **Occupational Medicine**, v. 64, n. 8, p. 608–615, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu126>

JAFFAR, N. *et al.* A Literature Review of Ergonomics Risk Factors in Construction Industry. **Procedia Engineering**, v. 20, p. 89–97, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.142>

**LER e DORT são as doenças que mais acometem os trabalhadores, aponta estudo.** Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2019/abril/ler-e-dort-sao-as-doencas-que-mais-acometem-os-trabalhadores-aponta-estudo>.

PUNNETT, L.; WEGMAN, D. H. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 14, n. 1, p. 13–23, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>

SILVA, E. P.; MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; MARCIO ALVES MARÇAL; PETEAN, L. Fatores organizacionais e psicossociais associados ao risco de LER/DORT em operadores de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 889–895, 1 out. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500011>.

VARGAS, Leandro; ISABELE CAMPOS COSTA-AMARAL; RITA; et al. Exposição ocupacional a substâncias químicas, fatores socioeconômicos e Saúde do Trabalhador: uma visão integrada. **Saúde em Debate**, v. 41, n. spe2, p. 313–326, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042017S226>.

YENG, Lin Tchia et al. Distúrbios ósteo-musculares relacionados ao trabalho. **Revista de Medicina**, v. 80, p. 422-442, 2001. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/view/70004>.