



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DO SERTÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Rômulo Silva Serafim

**AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS SINTOMAS OSTEOMUSCULARES
AUTORRELATADOS POR TRABALHADORES: ESTUDO MULTICASO**

Delmiro Gouveia – AL

Julho de 2023



Rômulo Silva Serafim

**AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS SINTOMAS OSTEOMUSCULARES
AUTORRELATADOS POR TRABALHADORES: ESTUDO MULTICASO**

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, sob orientação do Prof. Msc. Lucas Gomes Miranda Bispo.

Delmiro Gouveia – AL

Julho de 2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus Sertão
Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

S481a Serafim, Rômulo Silva

Avaliação dimensional dos sintomas osteomusculares autorrelatados por trabalhadores: estudo multicase / Rômulo Silva Serafim. - 2023.

47 f. : il.

Orientação: Lucas Gomes Miranda Bispo.

Monografia (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia de Produção. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho – DORT. 2. Saúde do trabalhador. 3. Teoria de Resposta ao Item – TRI. 3. Modelagem de Equações estruturais – MEE. 4. Análise fatorial. 5. Desconforto osteomuscular. I. Bispo, Lucas Gomes Miranda. II. Título.

CDU: 658.8:336.761.6

Folha de Aprovação

RÔMULO SILVA SERAFIM

AVALIAÇÃO DIMENSIONAL DOS SINTOMAS OSTEOMUSCULARES AUTORRELATADOS POR TRABALHADORES: ESTUDO MULTICASO

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Alagoas, Campus do Sertão, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção e aprovado em 21 de julho de 2023.

ORIENTAÇÃO

Documento assinado digitalmente
 LUCAS GOMES MIRANDA BISPO
Data: 25/07/2023 13:51:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Msc. Lucas Gomes Miranda Bispo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JONHATAN MAGNO NORTE DA SILVA
Data: 25/07/2023 20:09:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jonhatan Magno Norte da Silva, Universidade Federal de Alagoas

Documento assinado digitalmente
 ALLINE THAMYRES CLAUDINO DA SILVA
Data: 25/07/2023 14:18:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Msc. Alline Thamyres Claudino da Silva, Universidade Federal de Alagoas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelos de TRI uni e multidimensionais	27
Figura 2 – Cargas fatoriais do Modelo 1	34
Figura 3 – Cargas fatoriais do Modelo 2	34
Figura 4 – Cargas fatoriais do Modelo 3	35
Figura 5 – Cargas fatoriais do Modelo 4	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características individuais de n1 e n2	31
Tabela 2 – Síntese dos sintomas osteomusculares para n1 e n2	32
Tabela 3 – Parâmetros da TRI para n1	33
Tabela 4 - Parâmetros da TRI para n2	34
Tabela 5 – Valores de carga fatorial e comunalidade para n1 e n2	34
Tabela 6 – Parâmetros de ajuste e comparação dos modelos	38

Dedico este trabalho ao Group Of
Ergonomic and New Tools – GENT UFAL,
na pessoa do Prof. Dr. Jonhatan Magno,
responsáveis diretos pelo desenvolvimento
desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço à minha mãe, Lourdinha Serafim, a baixinha mais arretada de todo sertão alagoano! Com seu jeito brincalhão e, às vezes, explosivo, fez “das tripas coração” para que o caminho da educação fosse meu objetivo. Como educadora, fez questão de transformar sua ânsia por aprender e ensinar em sua maior herança: a busca pelo conhecimento. Sou grato por ser seu filho.

Ao meu pai, Dão Serafim, em memória.

Ao meu irmão Rodolfo, sua esposa Mirlla e a mais nova Serafim, Mirella, espero que eu possa passar a herança do conhecimento para que ela a perpetue.

Aos meus amigos de longa data, que me acompanharam nessa jornada desde antes mesmo de ser uma realidade: Júlia, João Paulo e Kleivinho. Obrigado pelo companheirismo de sempre, pelos conselhos, pela força em momentos difíceis e pelas risadas compartilhadas durante essa mais de década que estamos juntos, mesmo que às vezes sejamos expulsos de alguns prédios por felicidade demais.

À família Machado, minha segunda família do coração, que me adotou como parte dela: Vanúzia, Ingrid, Artur, Ian, Cleo, Ícaro, Yuri e, em especial, tia Dani, quem me ensinou tanto, que foi meu porto seguro, que me acolheu e acolhe tão bem. Obrigado por tudo!

Aos demais amigos de infância, Layla, Mayana, Cleyson e Marília, que apesar do tempo e da distância sempre estão de braços abertos esperando nosso reencontro. Por todos os momentos compartilhados juntos, obrigado!

Aos amigos que a UFAL me proporcionou: os parceiros nessa “vida cigana” desde os primórdios da nossa graduação: Ulisses e Karol; as pessoinhas que o movimento estudantil botou na minha vida: Sara e Mara, amigas que levarei comigo pra vida; às amigas que compartilharam morada e fizeram morada em mim, por todas as vivências e por serem responsáveis diretas pela construção da minha consciência: Fernanda, Camila e Jislaine; às amigas que encontramos ao longo das disciplinas e levamos pra todo o sempre: Ayla e Laura; aos companheiros de empresa júnior, vetorzinhos demais para citar todos aqui, mas em especial a Alexandre, Raissa, Deividson, Edson Victor, Claudemirson, Letícia Xavier e Jessyca Oliveira; a Larissa Hora, a pessoa mais inteligente e humilde que eu já conheci, com um gosto

musical impecável, meu maior exemplo de profissional, e que me aconselha e me guia na trajetória de aprendizado desde nosso primeiro encontro em um projeto de extensão lá em 2000 e antigamente; e, claro, à minha duplinha, minha confidente, minha companheira, minha alma gêmea, minha pessoa preferida no mundo: Raquel, obrigado por ser você e me permitir ser seu amigo.

Ao meu trio, meus parceiros, meus comparsas, as piores pessoas para assistir um filme: Ozeas e Paulo. Obrigado por compartilharem tantos momentos bons e outros não tão bons assim.

Um obrigado em especial aos amigos de não tão longa data, mas que ocuparam um espaço imenso no meu coração: Adonias, Débora, Tuane, Beatriz Tavares, Erika e, em especial, David e Lisane, que foram meu porto seguro em momentos difíceis e me mostraram que a vida pode ser leve, apesar de difícil. Meu amor por vocês é maior que a distância que nos separa do Brasil a Portugal.

Aos amigos dos Vampiros do Badminton e do Vôlei do Rei.

E, citando Paulo Freire, em sua frase já tão conhecida “educação não transforma o mundo, educação muda as pessoas, pessoas transformam o mundo”, agradeço aos professores que participaram da minha formação, em especial a Jonhatan Magno, Alline Thamyres e Manoel Torres. Ser aluno de você possibilita perceber um mundo além da teoria, um mundo de possibilidades e esperança num futuro bom através da educação. Vocês transformam pessoas e me transformaram em alguém melhor, alguém que vai perpetuar um ensinamento exigente, mas recheado de vivência humana, companheiro e construção conjunta. Obrigado por formarem mais que profissionais, por formarem pessoas.

Pra finalizar, agradeço, de todo coração, ao grande responsável pela finalização desse trabalho, ele que foi companheiro de graduação, um dos melhores alunos do curso de Engenharia de Produção do Campus do Sertão e o um orientador fantástico: Lucas Gomes. Obrigado por todo ensinamento, toda paciência e toda dedicação, sem você esse trabalho demoraria ainda mais do que já demorou (rs).

“Ai daqueles e daquelas, entre nós, que pararem com a sua capacidade de sonhar, de inventar a sua coragem de denunciar e de anunciar. Ai daqueles e daquelas que, em lugar de visitar de vez em quando o amanhã, o futuro, pelo profundo engajamento com o hoje, com o aqui e com o agora, ai daqueles que em lugar desta constante viagem ao amanhã, se atrelem a um passado de exploração e de rotina.”

Paulo Freire

RESUMO

Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são condições médicas que afetam músculos, tendões e nervos, entre outras partes do corpo humano, devido a diversos fatores de risco. Atualmente, são as principais causas de afastamento laboral no Brasil. Nos últimos anos uma ampla variedade de escalas visuais analógicas e diagramas do corpo humano vêm sendo utilizada na tentativa de identificar os sintomas. Esses diagramas também podem ser utilizados para gerar métricas de desconforto osteomuscular. Porém, não há um consenso sobre a quantidade de dimensões de desconforto que podem ter origem nos sintomas osteomusculares autorrelatados pelos indivíduos. Desse modo, este estudo teve como objetivo testar o ajuste de modelos de sintomas de DORT de trabalhadores de duas amostras de diferentes tamanhos por meio da TRI e MEE. Para tanto, amostras de trabalhadores (n_1 com 6.944 e n_2 com 420 indivíduos) tiveram seus sintomas identificados com auxílio de um diagrama do corpo humano. Foram realizadas as análises por meio dos métodos: Modelagem de Equações Estruturais (MEE) e Teoria de Resposta ao Item (TRI) unidimensional e multidimensional. Como resultados, o modelo unidimensional (desconforto osteomuscular geral), bidimensional (desconforto na parte superior e inferior do corpo) e tridimensional (desconforto nos membros superiores, inferiores e no tronco) apresentaram bons valores de carga fatorial e comunalidade, além de poder de discriminação satisfatório para os itens. Independentemente do tamanho das amostras, a estimação dos parâmetros da TRI e da MEE ocorreu sem problemas, apresentando bons parâmetros de ajuste. Conclui-se que múltiplos escores de desconforto confiáveis podem ser captados de um mesmo indivíduo, contribuindo para um melhor gerenciamento dos sintomas osteomusculares.

Palavras-chave: Distúrbios osteomusculares; Análise Fatorial; Teoria de Resposta ao Item; Dimensionalidade; Modelagem de Equações Estruturais.

ABSTRACT

Work-Related Musculoskeletal Disorders (WRMD) are medical conditions that affect muscles, tendons, nerves, and other parts of the human body due to various work-related risk factors. Currently, they are the leading causes of work absenteeism in Brazil. In recent years, a wide variety of visual analogue scales and human body diagrams have been used in an attempt to identify the symptoms. These diagrams can also be used to generate metrics of musculoskeletal discomfort. However, there is no consensus on the number of discomfort dimensions that can originate from self-reported musculoskeletal symptoms by individuals. Thus, this study aimed to test the fit of self-reported musculoskeletal symptoms by two samples of workers using models with different dimensionalities. For this purpose, samples of workers (n1 with 6,944 and n2 with 420 individuals) had their symptoms identified with the aid of a human body diagram. The analyses were performed using the methods of Structural Equation Modeling (SEM) and Unidimensional and Multidimensional Item Response Theory (IRT). As results, the unidimensional model (general musculoskeletal discomfort), the bidimensional model (discomfort in the upper and lower body), and the tridimensional model (discomfort in the upper limbs, lower limbs, and trunk) showed good factor loading and communality values, as well as satisfactory item discrimination power. Regardless of the sample sizes, the estimation of IRT and SEM parameters occurred without issues, presenting good fit parameters. It is concluded that multiple reliable discomfort scores can be captured from the same individual, contributing to a better management of musculoskeletal symptoms.

Keywords: Musculoskeletal disorders; Factor analysis; Item Response Theory; Dimensionality; Structural Equation Modeling.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	16
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.3	Objetivo da Pesquisa.....	18
1.3.1	Objetivo Geral	18
1.3.2	Objetivos Específicos.....	18
1.4	Estrutura do Trabalho	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Ergonomia	20
2.2	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho.....	21
2.3	Teoria de Resposta ao Item	22
2.4	Modelagem de Equações Estruturais	24
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
3.1	Caracterização do Estudo.....	26
3.2	Amostra.....	26
3.3	Instrumento de Pesquisa	27
3.4	Análise Estatística	27
4	RESULTADOS	29
4.1	Estatística descritivas dos dados	29
4.2	Avaliação da qualidade dos itens	32
4.3	Avaliação dimensional	35
4.4	DISCUSSÃO.....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
	APÊNDICE A – Diagrama de desconforto osteomuscular	46

1 INTRODUÇÃO

Os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são um problema de saúde pública multifatorial que acometem trabalhadores em todo o mundo (COSTA; VIEIRA, 2010), sendo a principal causa de pedidos de afastamento e incapacidade laboral no Brasil (BRASIL, 2019). Na tentativa de identificar os sintomas osteomusculares, a utilização de escalas visuais analógicas combinadas com diagramas do corpo humano tem crescido de forma significativa nos últimos anos (López-Aragón et al., 2017).

Alguns diagramas amplamente conhecidos para análise de DORT incluem o Diagrama de Corlett (CORLETT; BISHOP, 1976), o Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares (KUORINKA et al., 1987) e estudos adicionais de Corlett sobre tarefas de levantamento e carregamento (CORLETT, 1990). Por outro lado, a literatura apresenta variações destes diagramas com escalas de resposta contínuas (EKLUND; CORLETT, 1989) e graduais (YU; KEYSERLING, 1989); que avaliam de uma a três características dos DORT (CAMERON, 1996); que buscam sintomas em todo o corpo (VAN DER GRINTEN; SMITT, 1992) ou apenas em alguma região específica (KADEFORS et al., 1993); e que analisam sintomas na parte frontal e traseira (TARR et al. 2015) ou lateral do corpo (ULIN et al., 1993).

Além de indicar sintomas, esses diagramas podem também ser utilizados para gerar métricas de desconforto osteomuscular (SILVA et al., 2021). Para Sauter et al. (1991) e Chung e Choi (1997) os sintomas autorrelatados formam quatro dimensões (desconforto no membro superior esquerdo e direito, nas pernas e no tronco). Zakerian e Subramaniam (2011) e Silva et al. (2021) observaram que os sintomas osteomusculares geram uma única métrica de desconforto. Para Russell e Benedetto (2014) os sintomas formam cinco dimensões (uma dimensão com sintomas nas costas, e outras quatro envolvendo antebraços, ombros, mãos e cotovelos). Já Silva et al. (2020) não encontraram múltiplas dimensões de desconforto nos membros superiores.

Percebe-se então, que não há um consenso sobre a quantidade de dimensões de desconforto que podem ter origem nos sintomas autorrelatados pelos indivíduos. Do mesmo modo que não se sabe o quanto que tais sintomas osteomusculares podem se ajustar a modelos com diferentes dimensionalidades, gerando assim escores de desconforto válidos e confiáveis.

Por outro lado, na condição de itens, os sintomas de DORT possuem propriedades psicométricas satisfatórias para discriminar indivíduos com diferentes níveis de desconforto osteomuscular (SALTYCHEV et al., 2016; SILVA et al., 2020; SILVA et al., 2021), especialmente quando os métodos da Teoria de Resposta ao Item (TRI) são utilizados

(O'CONNOR, 2004). Para gerar o escore de desconforto osteomuscular de um indivíduo (traço latente), os métodos da TRI não fazem uso da soma simples ou ponderada das alternativas de resposta assinalada para cada região do corpo, mas sim de padrões de resposta para identificar diferentes níveis de desconforto osteomuscular (GORTET et al., 2015).

Ainda que estudos tenham apresentado benefícios da utilização da TRI em pesquisas em ergonomia (TIRLONI et al., 2016; MENEGON et al., 2017, 2019), há necessidade de grandes amostras para calibração dos parâmetros dos modelos, o que inibe o seu uso por parte dos pesquisadores (LIU; SALVENDY, 2009). Porém, não foram encontrados estudos em ergonomia que utilizaram duas amostras (uma maior e outra menor) para identificar possíveis dificuldades de calibração de parâmetros dos modelos da TRI. Para Embretson e Reise (2000), como a TRI depende da determinação de padrões de resposta, pelo menos na teoria, seria possível trabalhar com amostras menores, ainda que a presença de indivíduos com diferentes níveis de traço latente seja mais comum em amostras maiores.

Desse modo, a TRI busca trazer e garantir qualidade para a análise dos itens utilizados nos instrumentos de pesquisa. E a MEE é capaz de testar diferentes modelos, com múltiplas e complexas dimensões, validar suas relações e gerar parâmetros que permitam a comparação dos resultados (HAIR et al., 2009)

Diante do exposto, esse artigo teve como objetivo de testar o ajuste dos sintomas osteomusculares autorrelatados a modelos com diferentes dimensionalidades de duas amostras de trabalhadores com tamanhos diferentes através da TRI e da MEE.

1.1 JUSTIFICATIVA

A reestruturação produtiva, que transformou a forma de trabalho industrial, direcionando o foco para a maior produtividade do trabalhador e introduzindo novas formas de organização, como a terceirização, é apontada por Ghisleni, Roberto e Merlo (2005) como a origem da chamada epidemia de Lesões por Esforços Repetitivos (LER) e Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Essas enfermidades são caracterizadas principalmente pela presença de dores osteomusculares (BISPO et al., 2022; CHAVES, 2020), resultantes de uma combinação de fatores físicos, como exposição a movimentos repetitivos, posturas inadequadas e sobrecarga, além de fatores psicossociais (CHAVES, 2020; DAHLBERG et al., 2004).

No Brasil em 2018, verificou-se que as LER e DORT são as doenças que mais afetam os trabalhadores (MACIEL, 2019). De acordo com esse levantamento realizado pelo Ministério da Saúde, houve um aumento de 184% nos casos de LER e DORT no Brasil, representando um acréscimo de 5.910 casos em um período de 10 anos, de 2007 a 2016. Essas condições, segundo Dale e Dias (2018), causam um impacto significativo na vida dos trabalhadores afetados, acarretando limitações físicas, dores, restrição de movimento, necessidade de adaptação da rotina e dependência de medicamentos. Além disso, os DORT afetam também o bem-estar psicológico dos indivíduos, resultando em afastamento do trabalho, mudança de função, medo de demissão, sentimentos de inutilidade, incerteza e falta de perspectivas futuras, bem como preconceito e discriminação social e profissional (DALE; DIAS, 2018). Também geram prejuízos financeiros para as empresas e para os cofres públicos. De acordo com Almeida et al. (2021), no período entre 2014 e 2018, foram gastos mais de três milhões de reais no Brasil com afastamentos do trabalho, resultando em um total de 2.566.470 benefícios concedidos.

Por isso, é importante o uso de métodos que sejam capazes de compreender o desenvolvimento desses sintomas nos mais diversos profissionais. Esses métodos, como a TRI e MEE, podem auxiliar na investigação do perfil do adoecimento em relação aos sintomas de DORT e as relações complexas que envolvem sua progressão. As métricas geradas podem auxiliar no estudo do desconforto osteomuscular, levando subsídios relevantes para ajudar na formulação de estratégias para a saúde e segurança do trabalhador. Isso enfatiza a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento de soluções visando a ajudar na redução do impacto dos DORT.

Como o desconforto osteomuscular é algo subjetivo e influenciado por diversos fatores como a categoria profissional, não há um padrão do seu início e progressão no corpo humano (DA SILVA et al., 2022). Desta forma, se mostra relevante estudar as diferentes possibilidades da irradiação desses sintomas nos trabalhadores. Assim, este trabalho é relevante ao investigar o desconforto osteomuscular através dos métodos considerados robustos pela literatura: Teoria de Resposta ao Item (TRI) e Modelagem de Equações Estruturais (MEE). Embora esses métodos ainda sejam pouco explorados na literatura, eles têm o potencial de oferecer resultados mais precisos e confiáveis.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da problemática em volta dos impactos da DORT nos trabalhadores e a lacuna sobre a combinação dos métodos estatísticos mencionados, esse trabalho se baseia no seguinte questionamento: Quais modelos se ajustam aos sintomas de DORT autorrelatados por duas amostras de diferentes tamanhos de trabalhadores?

1.3 OBJETIVO DA PESQUISA

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo teve como objetivo geral testar o ajuste de modelos de sintomas de DORT de trabalhadores de duas amostras de diferentes tamanhos por meio da TRI e MEE.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever e analisar os sintomas de DORT autorrelatados pelos trabalhadores;
- Avaliar a qualidade dos itens do questionário (sintomas de dor) pelos parâmetros da TRI;
- Analisar os ajustes dos itens do questionário Análise Fatorial (AF);
- Gerar e testar a dimensionalidade dos modelos teóricos;
- Comparar os resultados dos modelos teóricos pela MEE.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 introduz o tema do trabalho e é composto pela introdução, justificativa, problema de pesquisa, objetivos (geral e específicos) e uma breve descrição dos capítulos subsequentes.

O Capítulo 2 fornece um embasamento teórico relacionado ao tema abordado, explorando conceitos e informações sobre os assuntos que compõem a pesquisa, como Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho, Ergonomia, Teoria de Resposta ao Item e Modelagem de Equações Estruturais.

O Capítulo 3 discute os procedimentos metodológicos adotados no desenvolvimento do trabalho, incluindo a caracterização do estudo, a amostra, os instrumentos de pesquisa e as análises estatísticas utilizadas.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos por meio dos procedimentos metodológicos empregados.

O capítulo 5 apresenta uma discussão sobre a combinação dos métodos TRI e MEE.

E, por fim, o capítulo 6 encerra o trabalho apresentando as conclusões derivadas das discussões realizadas com base nos resultados obtidos. Além disso, são destacadas as limitações do estudo e as sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo abordará toda a fundamentação teórica que possibilitou o trabalho, ou seja, todo o conteúdo que fora encontrado na literatura e que serviu de base para o estudo, estando organizado da seguinte forma: DORT, contextualizando o histórico e os malefícios desses distúrbios; Ergonomia, apresentando como essa ciência é fundamental para mitigar os problemas provocados pelos DORT; TRI, apresentado como a Teoria de Resposta ao Item consegue resultados confiáveis e precisos no entendimento do problema; MEE, discorrendo sobre como a Modelagem de Equações Estruturais pode ser usada para combinar as amostras diferentes.

2.1 ERGONOMIA

A ergonomia é uma disciplina científica que busca adaptar o trabalho às capacidades humanas, tendo sua origem nos séculos XIX e XX. Inicialmente, com a introdução do taylorismo, a racionalização do trabalho visava principalmente melhorar a produtividade, sem considerar a saúde e segurança dos trabalhadores (CONESA et al., 2002; LIMA, 1994). No entanto, os conceitos de Taylor sobre estudo dos movimentos, projeto de tarefas e controle de tempo se tornaram a base da análise ergonômica do trabalho, sendo suas maiores contribuições para a ergonomia (MEISTER, 1999).

Durante a I Guerra Mundial, profissionais como fisiologistas e psicólogos foram chamados para colaborar no aumento da produção de armamentos, resultando na criação da Comissão de Saúde dos Trabalhadores na Indústria de Munições na Inglaterra (OLIVEIRA, 2015). Após a guerra, essa comissão se transformou no Instituto de Pesquisa da Fadiga Industrial, ampliando o campo de atuação e abrangência das pesquisas em ergonomia (OLIVEIRA, 2015).

Durante a II Guerra Mundial, as aplicações práticas da ergonomia surgiram da necessidade de adequar os equipamentos bélicos às capacidades e limitações dos operadores (OLIVEIRA, 2015). O uso da ergonomia se expandiu para além do aspecto físico da relação humano-máquina, abrangendo áreas como a ergonomia cognitiva, que estuda os processos mentais relacionados ao trabalho, e a ergonomia organizacional, que busca otimizar os sistemas sociotécnicos (IIDA, 2005).

A ergonomia desempenha um papel fundamental na prevenção e tratamento dos DORT, que incluem dores e lesões causadas por fatores como movimentos repetitivos, posturas inadequadas e sobrecarga física (DUL, 2012). Através da análise ergonômica do trabalho, é possível identificar e eliminar ou reduzir os fatores de risco, como movimentos repetitivos, esforço físico excessivo e posturas inadequadas (IIDA, 2005). Além disso, a ergonomia também pode auxiliar no desenvolvimento de medidas preventivas, como pausas ativas, treinamento adequado e implementação de dispositivos ergonômicos (SUSIHONO; ADIATMIKA, 2021).

A aplicação de princípios ergonômicos no ambiente de trabalho é fundamental para reduzir os riscos de lesões e melhorar as condições de trabalho, garantindo um ambiente saudável e eficiente para os trabalhadores (NR-17, 2021). A ergonomia contribui para a saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores, além de promover a produtividade e a qualidade de vida no trabalho (FERREIRA, 2015).

Além das ferramentas convencionais utilizadas nas análises ergonômicas, métodos estatísticos robustos têm sido aplicados no campo da ergonomia (Saltychev et al., 2016; Silva et al., 2020; Silva et al., 2021; SILVA et al., 2023). Os métodos podem auxiliar no tratamento de dados, trazendo resultados mais assertivos e confiáveis. Uma das principais aplicações está relacionada aos estudos de sintomas de dor osteomuscular, como a TRI e MEE.

2.2 DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO

Os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) são um conjunto de condições de saúde que afetam os trabalhadores em diferentes setores e atividades profissionais (BISPO et al., 2022). Esses distúrbios estão associados a diversos fatores presentes no ambiente de trabalho e nas tarefas desempenhadas que afetam a saúde dos trabalhadores em várias partes do corpo, resultando em problemas físicos e impactos psicossociais (ROQUELAUERE et al., 2002; SIEGEL, 2007).

O termo DORT surgiu como uma ampliação do conceito de Lesões por Esforço Repetitivo (LER) e remonta à década de 1980, quando os trabalhadores começaram a reivindicar o reconhecimento de doenças relacionadas ao trabalho, incluindo distúrbios psíquicos. Na busca por melhores condições de trabalho e compensação por danos sofridos, surgiu a necessidade de ampliar o conceito de LER, a fim de abranger uma variedade de doenças que não apresentam lesões evidentes (RIO, 1998).

Desse modo, esses distúrbios podem ser causados tanto por esforços repetitivos quanto por outros tipos de esforços no ambiente de trabalho. Essas perturbações podem acometer

articulações, músculos, tendões, ligamentos, ossos e nervos, resultando em lesões únicas ou acumulativas e danos permanentes à saúde geral dos trabalhadores. Além das dores físicas, os trabalhadores afetados podem enfrentar problemas de sono, irritabilidade, ansiedade e depressão, levando a períodos de afastamento mais prolongados em comparação a outras doenças e acidentes (SOLIDAKI et al., 2010).

No Brasil, os DORT representam um grande desafio para a saúde pública, e afetam significativamente os aspectos sociais e econômicos dos trabalhadores. De acordo com dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e do Ministério Público do Trabalho (MPT), entre os anos de 2012 a 2021, mais de 20 mil trabalhadores sofreram incidentes fatais em seus locais de trabalho, com uma taxa de mortalidade de 6 para cada 100 mil vínculos empregatícios formais só no Brasil. Globalmente, mais de 300 milhões de acidentes não letais ocorrem anualmente durante a jornada de trabalho, resultando em mais de 2 milhões de óbitos (OIT, 2022; BRASIL 2019).

Além disso, essas condições não afetam apenas os trabalhadores, chegando também a provocar impacto nas esferas social, familiar e pessoal. Essas doenças podem levar a complicações de longo prazo, o que aumenta o afastamento de milhares de trabalhadores, provocando altos custos sociais e econômicos, com afastamentos prolongados do trabalho, perda de produtividade e impactos na qualidade de vida dos trabalhadores afetados (ARSALANI *et al.*, 2014; LEITE *et al.*, 2019).

Dessa forma, é essencial adotar ferramentas de avaliação de riscos e intervenções para prevenir e lidar com essa problemática, já que esses distúrbios acarretam em consequências negativas significativas para os trabalhadores (SILVA, 2020; MORAES et al., 2019). Em resumo, os DORT representam um desafio significativo para a saúde dos trabalhadores no Brasil. Compreender suas causas e implementar medidas de prevenção e intervenção adequadas é fundamental para garantir a segurança e o bem-estar dos trabalhadores, bem como evitar os impactos negativos dessas doenças na sociedade como um todo.

2.3 TEORIA DE RESPOSTA AO ITEM

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) é uma abordagem estatística avançada amplamente utilizada na construção e avaliação de escalas que medem traços latentes, como o desconforto percebido relacionado à dor. Essa abordagem considera a não linearidade das pontuações geradas pelo método, as quais mudam de forma característica à medida que a intensidade da

dor varia (O'CONNOR, 2004). Essa curva característica permite uma compreensão refinada das respostas dos indivíduos e contribui para uma mensuração precisa do fenômeno em questão.

A TRI tem uma história de desenvolvimento e aplicação em diferentes áreas de estudo. Ela foi influenciada por teorias psicométricas, como a Teoria Clássica dos Testes, e se destaca por levar em consideração as características individuais e específicas dos itens, além de fornecer uma abordagem flexível para a construção de escalas de medição (SILVA et al., 2020).

No contexto dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT), a aplicação da TRI tem se mostrado relevante e benéfica para entender sua origem, progressão e impacto é fundamental para a prevenção e identificação eficazes. A TRI oferece uma abordagem poderosa para prevenir e identificar os DORT, permitindo uma análise detalhada das respostas dos indivíduos a itens específicos relacionados aos sintomas e impactos das doenças (SILVA et al., 2020; SALTICHEV et al., 2016).

A consideração da dimensionalidade na Teoria de Resposta ao Item (TRI) desempenha um papel crucial na análise de conjuntos de dados complexos. Hartig e Hohler (2009) destacam que modelos com multidimensionalidade entre os itens são indicados quando se deseja medir habilidades que são complexas e não podem ser explicadas por uma única dimensão. No entanto, Tezza et al. (2016) ressaltam que o modelo de multidimensionalidade entre os itens apresenta vantagens sobre o modelo de multidimensionalidade entre cada item, pois é menos complexo e permite uma interpretação mais fácil das variáveis latentes. Por outro lado, Reise, Morizot e Hays (2007) afirmam que, em muitos casos, a multidimensionalidade de uma ferramenta de medição surge devido à heterogeneidade do conteúdo abordado nos itens, sendo insuficiente uma única dimensão para agrupar as habilidades em um único traço latente. Portanto, é fundamental verificar a dimensionalidade dos dados e, em caso de multidimensionalidade, determinar a estrutura mais adequada para analisar o conjunto de dados (TEZZA et al., 2016).

A avaliação da dimensionalidade em um estudo de TRI segue uma lógica específica. A suposição de independência local é avaliada por meio de uma hipótese unidimensional ou multidimensional, e medidas são extraídas para avaliar a quantidade de dependência entre os itens. Se a dependência entre os itens for mais forte do que o esperado, questiona-se a suposição de independência local (TEZZA, 2012). Para esse fim, podem ser utilizadas técnicas, como o cálculo de covariâncias condicionais por meio de matrizes policóricas, especialmente quando o instrumento utiliza categorias de resposta ordinal. Além disso, a análise paralela e a análise fatorial de informação plena são etapas que auxiliam na determinação da dimensionalidade do

instrumento estudado (TEZZA et al., 2016). Para testar diferentes modelos, alternativas como o critério de informação de Akaike (AIC) e o critério de informação bayesiano (BIC) podem ser aplicadas (TEZZA et al., 2016).

2.4 MODELAGEM DE EQUAÇÕES ESTRUTURAIS

A modelagem de equações estruturais (MEE) é uma abordagem estatística avançada amplamente utilizada na análise de dados para compreender as complexas relações entre variáveis (MORRISSON, M.; MCCUTCHEON, 2017). Ao contrário de abordagens exploratórias, a MEE é um método de pesquisa confirmatório, em que hipóteses predefinidas são testadas. As interrelações entre as variáveis são estabelecidas com base em teorias existentes, e modelos teóricos são construídos para representar essas relações. Posteriormente, o ajuste desses modelos aos dados coletados é avaliado, permitindo uma análise mais precisa e fundamentada (BYRNE, 2010; MORRISON, T.; MORRISSON, M.; MCCUTCHEON, 2017).

Um dos principais aspectos da MEE é a capacidade de lidar com variáveis latentes, que são construtos teóricos que não podem ser diretamente medidas, mas são inferidos a partir de suas manifestações observáveis. As variáveis latentes estão intrinsecamente ligadas às variáveis observadas, permitindo sua mensuração e fornecendo uma compreensão mais abrangente dos fenômenos em estudo (BYRNE, 2010). Essa capacidade de analisar relações multivariadas entre variáveis observadas e latentes torna a MEE uma ferramenta poderosa em diversas áreas de pesquisa.

Um exemplo em que a MEE tem sido amplamente utilizada é no estudo dos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT). Essas patologias são uma preocupação significativa, e compreender os fatores e caminhos associados a elas é crucial para a prevenção e intervenção eficazes. Nesse contexto, a MEE permite a análise simultânea de múltiplas variáveis dependentes e independentes, auxiliando na identificação dos principais determinantes dos DORTs e na compreensão de suas interações (DONG et al., 2021).

A realização da MEE é facilitada pelo uso de software estatístico especializado, como o R (versão 4.1.2). No R, o pacote "lavaan" (ROSSEEL, 2012) é amplamente utilizado para a análise de equações estruturais. Esse pacote fornece recursos estatísticos necessários para a construção e estimativa dos parâmetros do modelo. A estrutura de código adequada, guiando-se pela adaptada de Bollen (1989) por Rosseel (2012), permite a especificação do modelo estrutural e a realização da análise dos dados. Com o uso do R e do pacote "lavaan", os

pesquisadores podem obter resultados significativos e avançar na compreensão das relações complexas entre as variáveis em estudo.

Assim, a modelagem de equações estruturais é uma metodologia estatística poderosa que permite a análise de relações entre variáveis, sejam elas observadas ou latentes. Essa abordagem confirmatória tem sido amplamente utilizada em diversos campos de pesquisa, incluindo os estudos sobre DORT. Com o uso de software estatístico adequado, como o e o pacote "lavaan", os pesquisadores podem explorar e desvendar as complexas redes de interações entre as variáveis, obtendo insights valiosos para avançar no conhecimento científico e promover intervenções mais efetivas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente capítulo aborda os procedimentos metodológicos adotados para atingir o objetivo deste trabalho. A princípio retrata-se a caracterização do estudo, incluindo a descrição do local de coleta de dados e da amostra selecionada. Em seguida, são abordados os instrumentos de pesquisa e a análise estatística dos dados. O tratamento dos dados envolveu análises que trouxeram resultados relevantes. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (número CAAE 31022420.3.0000.5013). Assim, todos os procedimentos metodológicos seguiram as diretrizes das resoluções compostas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa descritiva. Nesse tipo de abordagem, busca-se descrever e analisar as particularidades de uma determinada população ou fenômeno, estabelecendo relações entre as variáveis relevantes (LIMA FILHO, 2009).

Para a coleta de dados, foi adotado o procedimento de levantamento ou *survey*. Esse método envolve a obtenção direta de informações por meio de questionários aplicados a uma amostra selecionada de indivíduos pertencentes ao universo da pesquisa (FREITAS et al., 2000). Os dados coletados são posteriormente submetidos a análises quantitativas, a fim de obter informações e conclusões relevantes (GIL, 2002). A utilização de técnicas quantitativas, aliada à definição cuidadosa dos elementos metodológicos, permite obter informações confiáveis e válidas, contribuindo para a qualidade e a credibilidade deste trabalho.

3.2 AMOSTRA

Este estudo multicaso utilizou duas amostras distintas de trabalhadores para análise. A primeira amostra, denominada n_1 , é composta por 6.944 trabalhadores provenientes de seis fábricas de calçados localizadas no Nordeste brasileiro. A segunda amostra, denominada n_2 , é composta por 420 trabalhadores da região do Sertão Alagoano/Baiano, que engloba as cidades de Delmiro Gouveia - AL e Paulo Afonso - BA. A segunda amostra contou com trabalhadores empregados em hospitais (167), escolas (159), lojas de serviço no comércio (35) e fábrica de cerâmicas (59).

Para garantir a elegibilidade dos participantes, foram estabelecidos critérios específicos, incluindo apenas trabalhadores efetivos com idade igual ou superior a 18 anos, enquanto

aqueles com problemas de saúde, gestantes, hipertensos ou que tenham sido dispensados devido a complicações relacionadas a distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) ou acidentes foram excluídos.

3.3 INSTRUMENTO DE PESQUISA

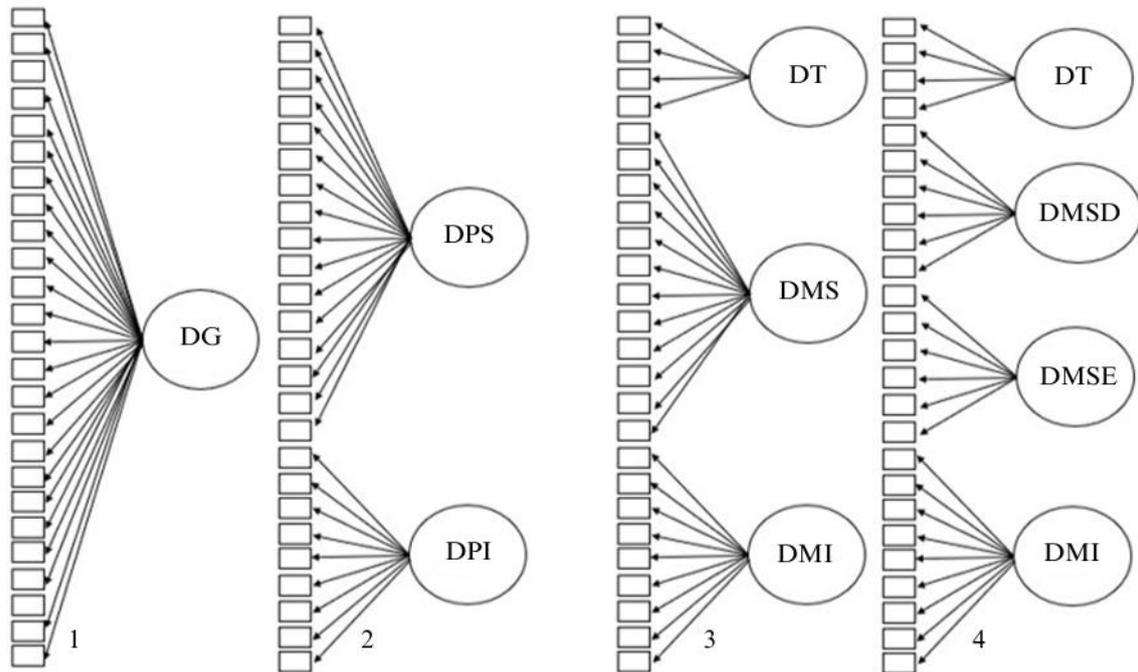
O instrumento é composto por duas partes. A primeira analisa características individuais dos trabalhadores: sexo, idade, altura, peso e tempo de empresa. O índice de massa corpórea (IMC) foi calculado em função do peso e altura dos trabalhadores. A segunda parte do instrumento apresenta um diagrama do corpo humana, desenvolvido por Corlett et al. (1990) (Apêndice A), composto por uma escala de resposta de 4 níveis (1 – nenhuma dor; 2 – dor leve; 3 – dor moderada; e 4 – dor forte) para extração dos dados. Foram considerados os membros esquerdo e direito dos ombros, braços, cotovelos, antebraços, mãos, dedos, coxas, joelhos, pernas e pés, além de sintomas na região cervical, trapezoidal, dos quadris, costas superior e lombar.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, realizou-se a estatística descritiva das características individuais e dos sintomas de dor. O teste de qui-quadrado e o teste t foram utilizados para comparar a homogeneidade da amostra e a média das variáveis, respectivamente. A consistência interna e confiabilidade dos sintomas foi analisada através do alfa de Cronbach (α) e do ômega de McDonald (ω). Os testes de esfericidade de Bartlett e de Kaiser-Meyer-Olkin test (KMO) foram utilizados para verificar a adequabilidade dos dados ao método de análise fatorial de informação plena (AF) com rotação oblimin. Foram extraídos o valor das cargas fatoriais (F) e das comunalidade (h_2) dos modelos.

Os modelos foram divididos em diferentes dimensionalidades para investigar e medir o desconforto osteomuscular. O modelo unidimensional é denominado modelo 1, sendo composto pelo desconforto geral auto relatado em que considera todas as partes de corpo. Os modelos multidimensionais são o modelo 2 (bidimensional) que compõe pelos membros inferior e superior do corpo; modelo 3 (tridimensional) com membros inferiores, membros superiores e tronco; e modelo 4 (tetradimensional) com membros inferiores, membros superiores direito, membros superiores esquerdo e tronco (Figura 1).

Figura 1 – Modelos de TRI uni e multidimensionais



Legenda: DG: desconforto geral; DPS: desconforto na parte superior do corpo; DPI: desconforto na parte inferior do corpo; DT: desconforto no tronco; DMS: desconforto nos membros superiores; DMI: desconforto nos membros inferiores; DT: desconforto no tronco; DMSD: desconforto nos membros superiores do lado direito; DMSE: desconforto nos membros superiores do lado esquerdo. 1: modelo unidimensional; 2: modelo bidimensional; 3: modelo tridimensional; 4: modelo multidimensional. Fonte: autoria própria.

A TRI foi utilizada para estimar o parâmetro de discriminação (a_i) dos itens e categorias de dificuldade (b_{ik}) de resposta. Para o Modelo 1 foi analisado o poder do a_i de cada item i (região do corpo) e a b_{ik} associados a cada categoria de resposta k . Devido ao ganho de velocidade de processamento computacional, nos modelos multidimensionais (modelos 2, 3 e 4), além do valor de a_i , determinou-se o valor do parâmetro de dificuldade d_{ik} (que é o produto entre $-a_i$ e b_{ik}). Os valores dos parâmetros a_i e b_{ik} ou d_{ik} foram calculado com auxílio do pacote *mirt* (Chalmers, 2012) do *software* R (R Core Team, 2020).

Para validar os modelos foi utilizada a modelagem de equações estruturais (MEE). Os modelos MEE foram considerados bem ajustados quando apresentaram *Comparative Fit Index* (CIF) e *Tucker Lewis Index* (TLI) maiores ou iguais a 0,900 (Brown, 2015) e *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) menor ou igual que 0,08 (Browne; Cudeck, 1992). Para comparar os modelos com proposito de verificar qual o melhor modelo ajustado, utilizou-se os parâmetros de *Akaike Information Criterion* (AIC) e *Bayesian Information Criterion* (BIC) em que os menores valores indicaram o melhor modelo (Bortolotti et al., 2013).

4 RESULTADOS

A presente seção demonstrará os resultados obtidos a partir da aplicação do procedimento metodológico, apresentando na seguinte sequência: Estatística Descritiva dos Dados, Avaliação da Qualidade dos Itens e Avaliação Dimensional.

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVAS DOS DADOS

As amostras n_1 e n_2 apresentam características individuais distintas, conforme resumido na Tabela 1. Ao analisar os dados, observamos diferenças significativas entre os dois grupos em relação a vários fatores. No que diz respeito ao sexo, a maioria dos trabalhadores em n_1 é do sexo masculino (89,0%), enquanto em n_2 predomina o sexo feminino (72,4%). Em termos de idade, n_1 tem uma distribuição mais jovem, com maior proporção de trabalhadores entre 18 e 25 anos (42,8%), enquanto em n_2 a faixa etária é mais ampla, com maior presença de trabalhadores entre 36 e 45 anos (33,1%).

Outras diferenças também são observadas nas características antropométricas. A amostra n_1 possui uma média de altura de 1,71 metros, em comparação com 1,64 metros em n_2 . No que se refere ao peso, a média é de 73 kg em n_1 e 70 kg em n_2 . Além disso, o Índice de Massa Corporal (IMC) apresenta uma tendência semelhante em ambos os grupos, com a maioria dos trabalhadores classificados como peso normal em ambas as amostras. No aspecto do tempo de empresa, as amostras também se diferenciam. Em n_1 , a distribuição é mais equilibrada, com maior presença de trabalhadores com 6 a 10 anos de experiência (40,5%). Em contraste, em n_2 , a distribuição é mais dispersa, com uma proporção significativa de trabalhadores com mais de 10 anos de experiência (33,8%).

Tabela 1 – Características individuais de n₁ e n₂

Fatores individuais	n ₁ = 6944		n ₂ = 420		p-value
	n (%)	\bar{x} (s)	n (%)	\bar{x} (s)	
Sexo					
Masculino	6190 (89.0)		116 (27.6)		0.000
Feminino	764 (11.0)		304 (72.4)		
Idade (anos)		29 (8)		38 (10)	0.000
Entre 18 e 25	2971 (42.8)		67 (16.0)		0.000
Entre 26 e 35	2635 (37.9)		111 (26.4)		
Entre 36 e 45	995 (14.3)		139 (33.1)		
Mais de 45	343 (4.9)		103 (24.5)		
Altura (m)		1.71 (0.10)		1.64 (0.10)	0.000
Peso (Kg)		73 (13)		70 (37)	0.000
IMC (Kg/m ²)		25 (4)		25 (5)	0.080
Abaixo do peso	163 (2.3)		10 (2.4)		0.021
Peso normal	3753 (54.0)		216 (51.4)		
Sobrepeso	2374 (34.2)		135 (32.1)		
Obeso	654 (9.4)		59 (14.0)		
Tempo de empresa (anos)		7 (6)		10 (9)	0.000
Até 1	853 (12.3)		48 (11.4)		0.000
Entre 2 e 5	1868 (29.6)		125 (29.8)		
Entre 6 e 10	2809 (40.5)		105 (25.0)		
Mais de 10	1414 (20.4)		142 (33.8)		

Fonte: Autoria própria

A Tabela 2 apresenta a distribuição das respostas quanto aos sintomas de DORT. Observou-se diferenças significativas na distribuição das respostas relacionadas aos sintomas de DORT entre as amostras n₁ e n₂. Em n₂, observa-se um maior número de trabalhadores relatando dor leve e dor moderada em todas as regiões do corpo, em comparação com n₁. Essas diferenças nas características individuais e nos sintomas de dor entre as amostras n₁ e n₂ destacam a heterogeneidade entre os grupos de trabalhadores.

Tabela 2 – Síntese dos sintomas osteomusculares para n₁ e n₂

Região do corpo	n ₁ = 6944				n ₂ = 420				p-value
	Sem dor	Dor leve	Dor moderada	Dor forte	Sem dor	Dor leve	Dor moderada	Dor forte	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Cervical	5957 (85.8)	416 (6.0)	204 (2.9)	367 (5.3)	162 (38.6)	133 (31.7)	77 (18.3)	48 (11.4)	0,000
Trapézio	6287 (90.5)	276 (4.0)	152 (2.2)	229 (3.3)	176 (41.9)	109 (26.0)	66 (15.7)	69 (16.4)	0,000
Ombro Esquerdo	5029 (72.4)	655 (9.4)	481 (6.9)	779 (11.2)	238 (56.7)	84 (20.0)	51 (12.1)	47 (11.2)	0,000
Ombro Direito	4930 (71.0)	680 (9.8)	510 (7.3)	824 (11.9)	222 (52.9)	91 (21.7)	51 (12.1)	56 (13.3)	0,000
Costas	6518 (93.9)	181 (2.6)	114 (1.6)	131 (1.9)	187 (44.5)	100 (23.8)	67 (16.0)	66 (15.7)	0,000
Braço Esquerdo	6535 (94.1)	171 (2.5)	85 (1.2)	153 (2.2)	281 (66.9)	53 (12.6)	32 (7.6)	54 (12.9)	0,000
Braço Direito	6508 (93.7)	168 (2.4)	106 (1.5)	162 (2.3)	274 (65.2)	61 (14.5)	34 (8.1)	51 (12.1)	0,000
Cotovelo Esquerdo	6623 (95.4)	121 (1.7)	76 (1.1)	124 (1.8)	332 (79.0)	27 (6.4)	34 (8.1)	27 (6.4)	0,000
Cotovelo Direito	6614 (95.2)	119 (1.7)	88 (1.3)	123 (1.8)	320 (79.2)	31 (7.4)	37 (8.8)	32 (7.6)	0,000
Lombar	5352 (77.1)	545 (7.8)	407 (5.9)	640 (9.2)	176 (41.9)	108 (25.7)	60 (14.9)	76 (18.1)	0,000
Antebraço Esquerdo	6584 (94.8)	160 (2.3)	94 (1.4)	106 (1.5)	320 (76.2)	37 (8.8)	27 (6.4)	36 (8.6)	0,000
Antebraço Direito	6562 (94.5)	170 (2.4)	102 (1.5)	110 (1.6)	311 (74.0)	51 (12.1)	18 (4.3)	40 (9.5)	0,000
Mão Esquerda	5846 (84.2)	437 (6.3)	242 (3.5)	419 (6.0)	290 (69.0)	56 (13.3)	37 (8.8)	37 (8.8)	0,000
Mão Direita	5757 (82.9)	434 (6.3)	287 (4.1)	466 (6.7)	266 (63.3)	55 (13.1)	58 (13.8)	41 (9.8)	0,000
Dedo da Mão Esquerda	6478 (93.3)	194 (2.8)	103 (1.5)	169 (2.4)	321 (76.4)	42 (10.0)	25 (6.0)	32 (7.6)	0,000
Dedo da Mão Direita	6454 (92.9)	200 (2.9)	103 (1.5)	187 (2.7)	326 (77.6)	32 (7.6)	24 (5.7)	38 (9.0)	0,000
Coxa Esquerda	6685 (96.3)	118 (1.7)	60 (0.9)	81 (1.2)	297 (70.7)	41 (9.8)	42 (10.0)	40 (9.5)	0,000
Coxa Direita	6671 (96.1)	125 (1.8)	55 (0.8)	93 (1.3)	309 (73.6)	50 (11.9)	29 (6.9)	32 (7.6)	0,000
Joelho Esquerdo	6133 (88.3)	295 (4.2)	192 (2.8)	324 (4.7)	250 (59.5)	79 (18.8)	40 (9.5)	51 (12.1)	0,000
Joelho Direito	6121 (88.1)	293 (4.2)	203 (2.9)	327 (4.7)	246 (58.6)	81 (19.3)	46 (11.0)	47 (11.2)	0,000
Perna Esquerda	6507 (93.7)	176 (2.5)	101 (1.5)	160 (2.3)	251 (59.8)	71 (16.9)	43 (10.2)	55 (13.1)	0,000
Perna Direita	6502 (93.6)	177 (2.5)	102 (1.5)	163 (2.3)	243 (57.9)	76 (18.1)	51 (12.1)	50 (11.9)	0,000
Quadril	6325 (91.1)	255 (3.7)	135 (1.9)	229 (3.3)	256 (61.0)	64 (15.2)	41 (9.8)	59 (9.8)	0,000
Pé Esquerdo	5886 (84.8)	337 (4.9)	199 (2.9)	522 (7.5)	277 (66.0)	57 (13.6)	43 (10.2)	43 (10.2)	0,000
Pé Direito	5838 (84.1)	339 (4.9)	227 (3.3)	540 (7.8)	267 (63.6)	61 (14.5)	47 (11.2)	45 (10.7)	0,000

Fonte: Autoria própria

Os dados apresentaram α igual a 0,91 e 0,94 e ω igual a 0,93 e 0,95 para os sintomas de n_1 e n_2 , respectivamente, representando boa consistência interna e confiabilidade (ZINBARG *et al.*, 2005). Os valores de χ^2 da esfericidade de Bartlett e do teste de KMO foram iguais a 32,039 (p-value = 1×10^{-16}) e 0.82 para n_1 ; e 92,274 (p-value = 6.04×10^{-10}) e 0.89 para n_2 , indicando bom ajuste ao método de AF, dado que $KMO > 0.70$ e o p-value da esfericidade de Bartlett < 0.05 (HAIR *et al.*, 2009).

4.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ITENS

Neste estudo, foram analisados os parâmetros de dificuldade (ai) e discriminação (b_{ik} ou d_{ik}), obtidos a partir dos modelos da TRI para as duas amostras, n_1 (Tabela 3) e n_2 (Tabela 4). Os resultados destacaram a capacidade dos itens em discriminar efetivamente indivíduos com diferentes níveis de desconforto, evidenciados por valores de ai acima de 0,700 (Tezza *et al.*, 2011) em todos os itens. Esses resultados reforçam a qualidade dos itens, fornecendo evidências sólidas das suas propriedades psicométricas favoráveis.

Tabela 3 – Parâmetros da TRI para n₁

Item	Modelo 1				Modelo 2					Modelo 3					Modelo 4							
	a	b1	b2	b3	a1	a2	d1	d2	d3	a1	a2	a3	d1	d2	d3	a1	a2	a3	a4	d1	d2	d3
Cervical	1.7	1.5	2.0	2.3	1.7		-2.6	-3.4	-3.9	1.8			-3.1	-4.0	-4.7	1.6				-3.0	-3.9	-4.6
Trapézio	2.2	1.7	2.0	2.3	2.1		-3.6	-4.4	-5.1	2.3			-4.4	-5.3	-6.2	2.1				-4.3	-5.3	-6.1
Ombro Esquerdo	2.1	0.8	1.2	1.6	2.4		-1.9	-2.8	-3.6		2.4		-1.8	-2.8	-3.7		2.0			-1.7	-2.6	-3.5
Ombro Direito	2.1	0.7	1.1	1.5	2.4		-1.7	-2.6	-3.5		2.4		-1.7	-2.6	-3.5			2.3		-1.5	-2.4	-3.3
Costas	1.8	2.1	2.5	2.9	1.8		-3.9	-4.5	-5.3	1.6			-4.2	-4.9	-5.7	1.5				-4.2	-4.9	-5.7
Braço Esquerdo	3.4	1.7	2.0	2.2	3.6		-6.2	-7.2	-7.9		3.5		-6.1	-7.1	-7.8		2.8			-5.7	-6.6	-7.3
Braço Direito	3.2	1.7	2.0	2.2	3.4		-5.8	-6.6	-7.4		3.2		-5.6	-6.5	-7.3			3.0		-5.2	-6.0	-6.8
Cotovelo Esquerdo	2.8	2.0	2.2	2.4	2.9		-5.7	-6.4	-7.1		2.8		-5.6	-6.3	-7.0		2.3			-5.4	-6.1	-6.7
Cotovelo Direito	2.6	2.0	2.2	2.5	2.7		-5.4	-6.0	-6.8		2.6		-5.3	-6.0	-6.7			2.5		-5.1	-5.7	-6.4
Lombar	1.6	1.1	1.5	2.0	1.5		-1.7	-2.4	-3.1	1.5			-1.9	-2.6	-3.4	1.4				-1.8	-2.6	-3.3
Antebraço Esquerdo	3.2	1.8	2.1	2.4	3.4		-6.1	-7.1	-8.1		3.3		-6.1	-7.0	-8.0		2.6			-5.7	-6.6	-7.6
Antebraço Direito	3.2	1.8	2.1	2.4	3.3		-5.9	-6.9	-7.9		3.2		-5.9	-6.8	-7.8			3.0		-5.5	-6.4	-7.3
Mão Esquerda	2.4	1.3	1.6	1.9	2.7		-3.3	-4.2	-4.9		2.7		-3.3	-4.3	-5.0		2.1			-3.0	-3.9	-4.7
Mão Direita	2.4	1.2	1.5	1.9	2.6		-3.1	-3.9	-4.7		2.6		-3.1	-4.0	-4.8			2.5		-2.8	-3.7	-4.5
Dedo da Mão Esquerda	3.0	1.7	2.0	2.2	3.1		-5.4	-6.3	-7.0		3.0		-5.3	-6.2	-6.9		2.3			-4.8	-5.7	-6.3
Dedo da Mão Direita	3.0	1.7	2.0	2.2	3.1		-5.2	-6.1	-6.8		3.0		-5.1	-6.0	-6.7			2.9		-4.8	-5.7	-6.3
Coxa Esquerda	2.9	2.0	2.3	2.6		3.2	-6.4	-7.3	-8.1			2.8	-5.0	-5.8	-6.5			3.1		-4.9	-5.7	-6.4
Coxa Direita	2.9	2.0	2.3	2.5		3.2	-6.3	-7.2	-7.9			2.8	-5.0	-5.7	-6.3			3.1		-4.8	-5.6	-6.2
Joelho Esquerdo	2.4	1.5	1.8	2.1		2.4	-3.6	-4.3	-4.9			2.5	-3.1	-3.8	-4.4			2.8		-3.1	-3.7	-4.4
Joelho Direito	2.5	1.5	1.8	2.0		2.5	-3.6	-4.3	-5.0			2.5	-3.2	-3.8	-4.5			2.9		-3.1	-3.8	-4.4
Perna Esquerda	2.6	1.8	2.1	2.4		3.6	-6.1	-7.0	-7.8			3.2	-4.7	-5.5	-6.2			3.7		-4.6	-5.4	-6.1
Perna Direita	2.5	1.8	2.1	2.4		3.6	-6.0	-6.9	-7.7			3.3	-4.7	-5.5	-6.2			3.7		-4.6	-5.4	-6.1
Quadril	1.9	1.8	2.2	2.5		1.7	-3.3	-4.0	-4.6			1.9	-3.1	-3.7	-4.3			2.1		-3.0	-3.7	-4.2
Pé Esquerdo	2.4	1.3	1.6	1.8		4.4	-5.1	-6.1	-6.8			4.2	-3.6	-4.3	-4.8			4.4		-3.3	-3.8	-4.2
Pé Direito	2.4	1.3	1.5	1.8		4.4	-4.9	-5.9	-6.7			4.2	-3.5	-4.2	-4.7			4.2		-3.1	-3.4	-4.0

Fonte: Autoria própria

Tabela 4 - Parâmetros da TRI para n₂

Item	Model 1				Model 2					Model 3					Model 4							
	a	b1	b2	b3	a1	a2	d1	d2	d3	a1	a2	a3	d1	d2	d3	a1	a2	a3	a4	d1	d2	d3
Cervical	1.3	-0.5	0.9	2.0	1.5		0.6	-1.2	-2.7	2.0			0.8	-1.4	-3.3	1.6				0.8	-1.4	-3.3
Trapézio	1.2	-0.4	0.8	1.6	1.3		0.4	-1.0	-2.1	2.2			0.7	-1.2	-2.7	1.7				0.6	-1.2	-2.8
Ombro Esquerdo	1.6	0.2	1.1	1.8	1.8		-0.4	-1.8	-3.0		1.5		-0.4	-1.7	-2.9		1.4			-0.4	-1.8	-3.0
Ombro Direito	1.5	0.1	1.0	1.7	1.8		-0.2	-1.6	-2.7		1.5		-0.1	-1.5	-2.7			1.6		-0.1	-1.5	-2.6
Costas	1.0	-0.3	0.9	1.9	1.1		0.3	-0.9	-2.0	1.8			0.4	-1.2	-2.5	1.5				0.4	-1.2	-2.6
Braço Esquerdo	2.5	0.5	1.0	1.4	2.7		-1.4	-2.6	-3.6		2.2		-1.3	-2.5	-3.5		2.0			-1.3	-2.5	-3.4
Braço Direito	2.7	0.5	1.0	1.4	3.2		-1.5	-3.1	-4.2		2.5		-1.3	-2.8	-3.9			2.8		-1.3	-2.8	-4.0
Cotovelo Esquerdo	2.8	1.0	1.3	1.8	3.1		-3.0	-3.8	-5.2		2.5		-2.8	-3.7	-5.1		2.7			-3.2	-4.1	-5.7
Cotovelo Direito	2.7	0.9	1.2	1.7	3.0		-2.6	-3.5	-5.0		2.6		-2.5	-3.5	-5.0			3.0		-2.6	-3.6	-5.2
Lombar	1.0	-0.4	0.9	1.8	1.0		0.4	-0.9	-1.8	1.5			0.5	-1.0	-2.1	1.2				0.5	-1.0	-2.1
Antebraço Esquerdo	2.6	0.9	1.3	1.6	2.9		-2.5	-3.5	-4.6		2.4		-2.3	-3.4	-4.4		2.5			-2.6	-3.8	-4.9
Antebraço Direito	3.2	0.8	1.3	1.5	3.7		-2.8	-4.5	-5.2		2.7		-2.4	-4.0	-4.7			3.6		-2.8	-4.6	-5.4
Mão Esquerda	2.3	0.7	1.2	1.7	2.5		-1.6	-2.8	-4.0		2.0		-1.5	-2.7	-3.9		1.9			-1.5	-2.8	-4.0
Mão Direita	2.3	0.4	0.9	1.6	2.5		-1.1	-2.2	-3.9		2.0		-1.0	-2.1	-3.7			2.2		-1.0	-2.1	-3.8
Dedo da Mão Esquerda	2.3	0.9	1.4	1.8	2.4		-2.1	-3.2	-4.2		2.0		-2.1	-3.2	-4.2		1.8			-2.1	-3.2	-4.1
Dedo da Mão Direita	2.5	0.9	1.3	1.6	2.5		-2.3	-3.2	-4.0		2.1		-2.3	-3.1	-3.9			2.4		-2.3	-3.2	-4.1
Coxa Esquerda	1.9	0.7	1.2	1.7		2.4	-1.6	-2.6	-3.8			2.4	-1.5	-2.5	-3.8			3.5		-1.6	-2.5	-3.8
Coxa Direita	1.9	0.9	1.4	1.9		2.6	-2.1	-3.3	-4.4			2.7	-2.0	-3.3	-4.4			3.9		-2.1	-3.4	-4.4
Joelho Esquerdo	1.5	0.3	1.2	1.8		1.8	-0.6	-1.9	-2.9			1.6	-0.5	-1.7	-2.6			2.7		-0.6	-1.9	-2.9
Joelho Direito	1.6	0.3	1.1	1.8		2.0	-0.6	-2.0	-3.2			1.9	-0.5	-1.9	-3.0			3.0		-0.6	-2.1	-3.2
Perna Esquerda	1.6	0.4	1.0	1.6		2.3	-0.7	-2.1	-3.2			2.2	-0.6	-1.9	-3.1			3.5		-0.7	-2.1	-3.2
Perna Direita	1.8	0.3	1.0	1.6		2.6	-0.7	-2.3	-3.6			2.4	-0.5	-2.1	-3.4			3.9		-0.7	-2.3	-3.7
Quadril	1.6	0.4	1.0	1.6		1.4	-0.6	-1.6	-2.4			1.3	-0.5	-1.5	-2.3			2.0		-0.6	-1.5	-2.4
Pé Esquerdo	1.5	0.6	1.2	1.9		2.0	-1.1	-2.2	-3.3			1.9	-1.0	-2.0	-3.2			3.1		-1.1	-2.2	-3.4
Pé Direito	1.7	0.5	1.1	1.8		2.2	-1.0	-2.1	-3.4			2.2	-0.9	-2.0	-3.3			3.3		-1.0	-2.2	-3.4

Fonte: Autoria própria

4.3 AVALIAÇÃO DIMENSIONAL

Quanto ao resultado da AF (Tabela 5), todos os modelos apresentaram F e h2 maiores que 0.30 e 0.20, respectivamente, indicando bom ajuste dos itens aos modelos propostos (Hair et al. 2009). Atendidos esse pressuposto, testou-se o modelo MEE para os modelos teóricos apresentados na Figura 1.

Tabela 5 – Valores de carga fatorial e comunalidade para n1 e n2

Item	n1		n2	
	f	h2	f	h2
Cervical	0,71	0,57	0,61	0,51
Trapézio	0,79	0,69	0,59	0,51
Ombro esquerdo	0,78	0,81	0,67	0,57
Ombro direito	0,78	0,81	0,66	0,56
Costa superior	0,73	0,60	0,51	0,48
Braço esquerdo	0,89	0,79	0,82	0,76
Braço direito	0,89	0,79	0,85	0,79
Cotovelo esquerdo	0,86	0,50	0,86	0,79
Cotovelo direito	0,84	0,79	0,85	0,79
Costa inferior	0,68	0,60	0,68	0,35
Antebraço esquerdo	0,89	0,79	0,51	0,78
Antebraço direito	0,88	0,69	0,84	0,83
Mão esquerda	0,82	0,69	0,88	0,75
Mão direita	0,81	0,78	0,80	0,74
Tornozelo esquerdo	0,87	0,80	0,80	0,57
Tornozelo direito	0,87	0,66	0,81	0,54
Coxa esquerda	0,86	0,78	0,83	0,54
Coxa direita	0,86	0,78	0,75	0,54
Joelho esquerdo	0,81	0,78	0,75	0,43
Joelho direito	0,82	0,72	0,66	0,46
Perna esquerda	0,84	0,72	0,69	0,39
Perna direita	0,83	0,80	0,69	0,45
Bacia	0,75	0,71	0,72	0,61
Pé esquerdo	0,81	0,72	0,67	0,37
Pé direito	0,81	0,72	0,70	0,37

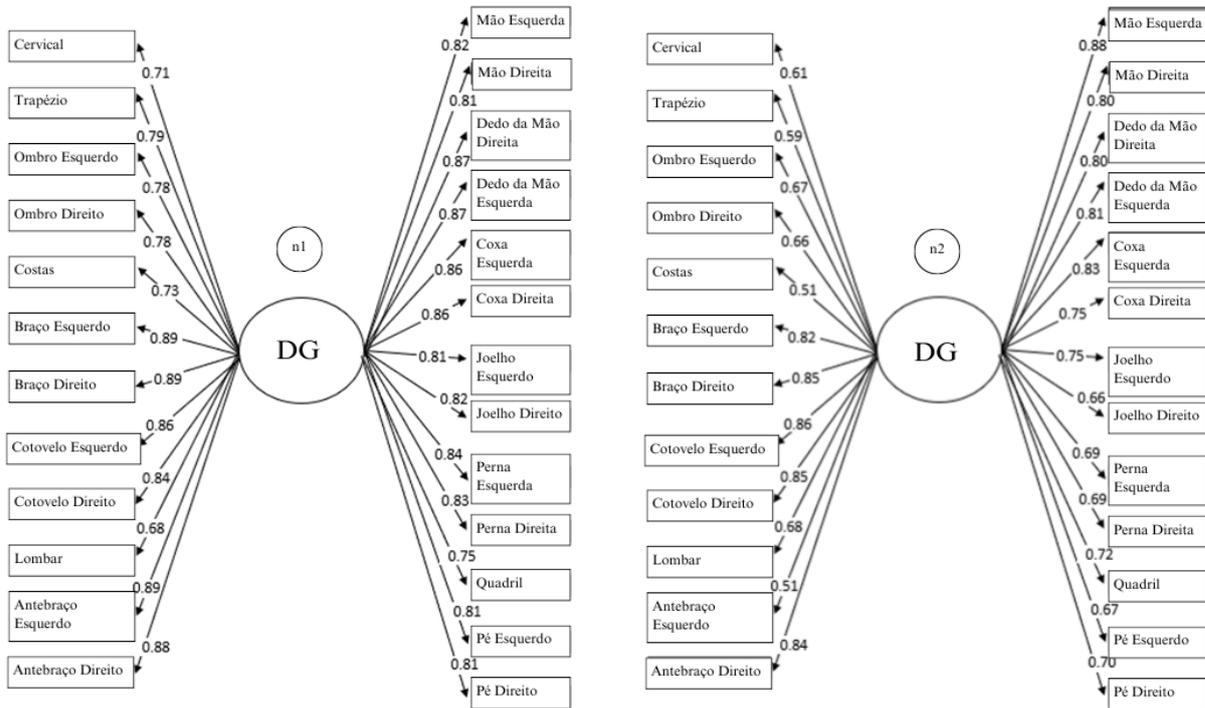
Fonte: Autoria própria

O Modelo 1 se mostrou apropriado levando em consideração que todos os sintomas estão formando o desconforto geral experimentado pelos trabalhadores de n1 e n2 (Figura 2). Na Figura 3 é possível observar o Modelo 2, que apresentou parâmetros satisfatórios. Este levou em consideração que alguns sintomas formam o desconforto na parte superior do corpo, e outros sintomas formaram o desconforto na parte inferior do corpo para ambas as amostras.

O modelo 3 (Figura 4) considerou que sintomas no tronco e nos membros superiores não fazem parte de uma mesma dimensão. Esse modelo também apresentou bons parâmetros

de ajuste, com valores elevados nos coeficientes dos caminhos para ambas as amostras de trabalhadores. Por fim, o modelo 4 (Figura 5) considerou que sintomas nos membros superiores como sendo parte de duas dimensões. A primeira considera os sintomas no dimídio direito dos trabalhadores. A segunda leva em consideração apenas os sintomas no dimídio esquerdo dos membros superiores dos trabalhadores de ambas as amostras.

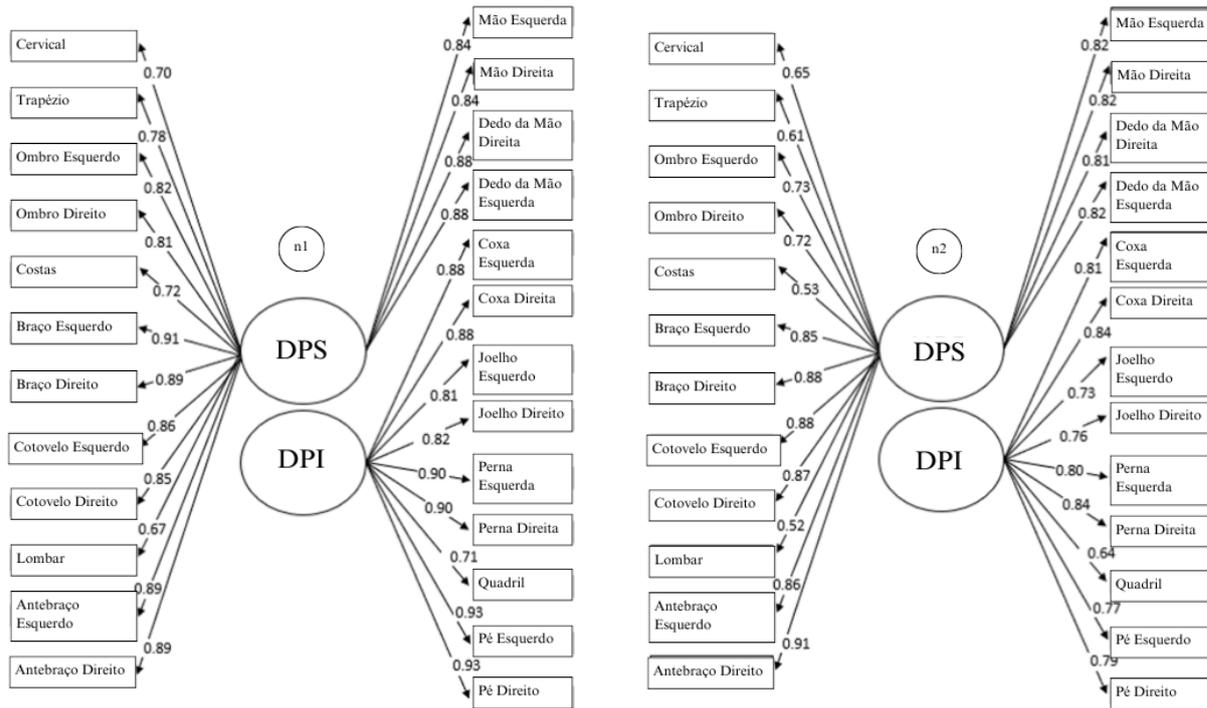
Figura 2 – Cargas fatoriais do Modelo 1



Legenda: DG: desconforto geral. Modelo unidimensional com os valores de F.

Fonte: Autoria própria.

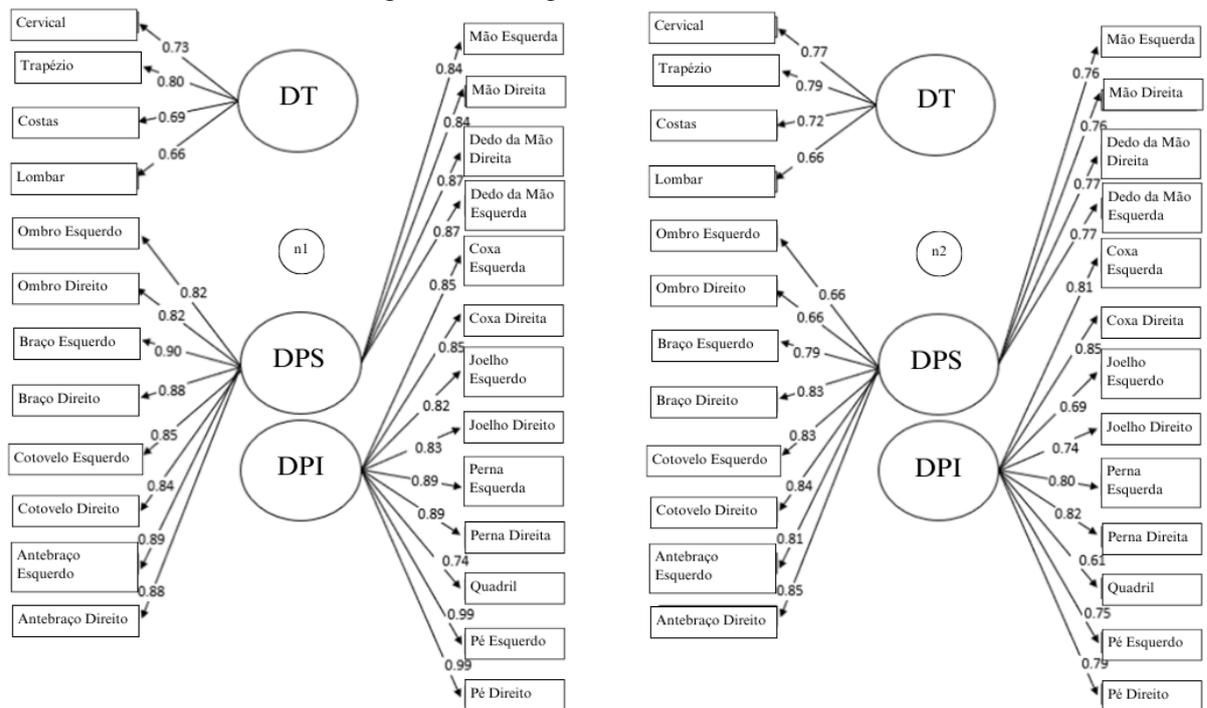
Figura 3 – Cargas fatoriais do Modelo 2



Legenda: DPS: desconforto na parte superior do corpo; DPI: desconforto na parte inferior do corpo. Modelo bidimensional com os valores de F.

Fonte: Autora própria.

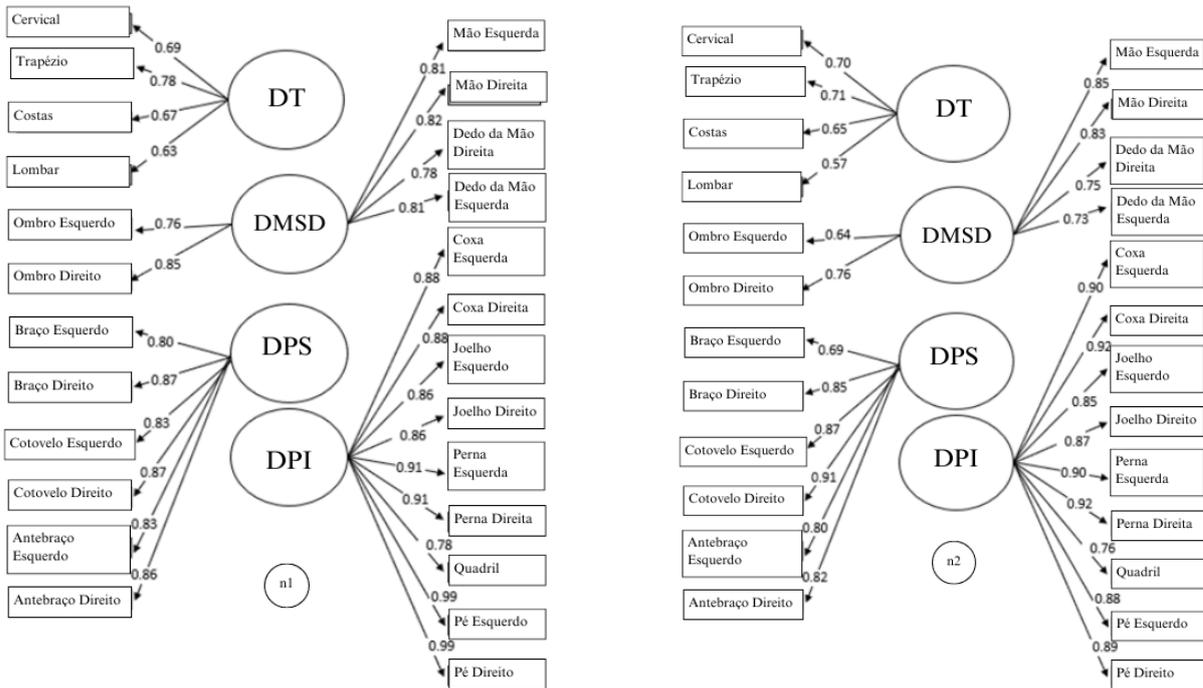
Figura 4 – Cargas fatoriais do Modelo 3



Legenda: DT: desconforto no tronco; DPS: desconforto na parte superior do corpo; DPI: desconforto na parte inferior do corpo. Modelo tridimensional com os valores de F.

Fonte: Autoria própria.

Figura 5 – Cargas fatoriais do Modelo 4



Legenda: DT: desconforto no tronco; DMSD: desconforto nos membros superiores do lado direito; DMSE: desconforto nos membros superiores do lado esquerdo; DPI: desconforto nos membros inferiores. Modelo tetradimensional com os valores de F.

Fonte: autoria própria.

Os Modelos 1, 2 e 3 de ambas as amostras se ajustaram bem, e apenas o Modelo 4 apresentou baixo valor de CFI e TLI, além de elevado valor de RMSEA para n₁ (Tabela 6). O menor valor de AIC e BIC foi encontrado no Modelo 3, sendo o melhor modelo entre os testados.

Tabela 6 – Parâmetros de ajuste e comparação dos modelos

Modelo	n ₁ = 6944					n ₂ = 420				
	CFI	TLI	RMSEA	AIC	BIC	CFI	TLI	RMSEA	AIC	BIC
Modelo 1	0.93	0.92	0.079	18161.01	18565.04	0.94	0.93	0.079	131426.4	132282.1
Modelo 2	0.95	0.94	0.077	17896.95	18305.02	0.97	0.96	0.057	129458.0	130320.6
Modelo 3	0.95	0.94	0.077	17785.75	18201.90	0.96	0.96	0.061	129370.4	130246.6
Modelo 4	0.88	0.86	0.118	17962.33	18390.59	0.93	0.92	0.084	132474.6	133371.3

Fonte: Autoria própria

4.4 DISCUSSÃO

Os objetivos pretendidos deste trabalho foram alcançados ao testar o ajuste dos sintomas autorrelatados por trabalhadores, utilizando-se de duas amostras de tamanhos distintos, a diferentes modelos teóricos (de acordo com a dimensionalidade). A combinação dos métodos robustos TRI e MEE foi capaz de analisar o ajuste e indicar qual melhor modelo. Por meio de dois testes (α e ω) pôde-se verificar a confiabilidade e consistência interna dos dados coletados.

Nenhuma das regiões do corpo apresentou baixa capacidade de gerar informação (Figuras de 2 a 5) ou baixo poder de discriminação de indivíduos em diferentes condições de desconforto (Tabela 3 e 4).

Ficou evidenciado que a utilização da TRI gerou parâmetros apropriados até mesmo para uma amostra menor de trabalhadores. Isso ocorreu porque n_2 (amostra menor) apresentou uma quantidade relativamente elevada de indivíduos respondendo diferentes alternativas de resposta. Para Embretson e Reise (2000) esse fenômeno contribui para a calibração dos parâmetros dos modelos. Logo, esse trabalho aconselha que futuros estudos em ergonomia não decidam sobre o uso da TRI apenas com base no tamanho da amostra, mas sim na distribuição das respostas entre as alternativas apresentadas pelos itens.

Com base na MEE, verificou-se que os Modelos 1, 2 e 3 podem ser utilizados para gerar escores de desconforto. Estudos de Sauter *et al.* (1991) e Chung e Choi (1997) fizeram uso do Modelo 4 e, como nesse trabalho, encontrou bons valores de F e h_2 . Contudo, tal modelo apresentou baixo valor de CFI e TLI para n_1 e elevado valor de RMSEA para n_1 e n_2 . Desse modo, não se recomenda a utilização desse modelo para determinação dos escores de desconforto osteomuscular.

Os itens se ajustaram bem ao modelo unidimensional (Modelo 1). Tais achados estão alinhados aos estudos de Zakerian e Subramaniam (2011) e Silva *et al.* (2021). Por sua vez, o Modelo 2 também apresentou bom ajuste, sendo útil para se gerar dois escores de desconforto (região superior e inferior do corpo). Achados de Silva *et al.* (2020) haviam indicado que os sintomas da parte superior do corpo poderiam gerar um escore válido; e Sauter *et al.* (1991) e Chung e Choi (1997) já tinham observado a presença de uma dimensão para sintomas nos membros inferiores.

Pelo critério do AIC e BIC o Modelo 3 mostrou ser o melhor (Tabela 6) para n_1 e n_2 . Portanto, a partir dos sintomas, é possível gerar também escores de desconforto para três regiões do corpo (membros superiores, inferiores e tronco). Tal propriedade contribui de forma teórica em que o modelo tridimensional pode ser utilizado para estudos sobre a progressão de desconforto osteomuscular tanto em grandes amostras quanto em menores. Como contribuição prática, os setores da área de saúde e segurança ocupacional podem se utilizar desses resultados para utilizar em estratégias de gerenciamento de sintomas de DORT.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do estudo, tem-se que o objetivo do trabalho foi alcançado, o que possibilitou a verificação da combinação dos métodos robustos TRI e MEE para teste de modelos que melhor se ajustem. Enquanto a TRI confirma a qualidade dos itens, junto aos valores da AF, conforme os parâmetros de discriminação e dificuldade, validando as propriedades psicométricas. A MEE testa as relações complexas, utilizando de índices (CFI, TLI e RMSEA) que calculam os ajustes do modelo, permitindo compará-los.

Os sintomas autorrelatados pelos trabalhadores de duas amostras se ajustaram bem a três modelos de dimensionalidade diferentes: (1) Modelo Unidimensional com um único escore de desconforto osteomuscular geral; (2) Modelo Bidimensional, com escores de desconforto para a região superior e inferior do corpo; e (3) Modelo Tridimensional, com escores de desconforto para os membros superiores, membros inferiores e tronco. Ficou evidenciado que os três modelos são válidos e confiáveis com bons parâmetros fatoriais, dimensionais, de qualidade e de ajuste. Esses achados são valiosos para futuros trabalhos que pretendam investigar o adoecimento por DORT nos trabalhadores, e também podem contribuir para as empresas e profissionais da área de segurança na formulação de estratégias para mitigar as dores osteomusculares conforme local de sintomas percebidos.

Como limitações, os sintomas de dores osteomusculares foram auto relatados pelos trabalhadores com base em sua percepção pessoal, ou seja, com avaliação subjetiva. O trabalho também não analisou a influência de fatores sociodemográficos. Os métodos utilizados embora sejam robustos, os achados do trabalho não podem ser generalizados.

Ainda que as duas amostras utilizadas sejam heterogêneas, estudos futuros ainda são necessários para poder generalizar os achados desse trabalho. Do mesmo modo que a avaliação da presença de funcionamento diferencial dos itens (DIF) é uma lacuna deixada. Estudos futuros podem também considerar a influência de outros fatores.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. C. B. et al. AFASTAMENTOS POR LER/DORT NO BRASIL: NECESSIDADE DE ATENÇÃO INTEGRAL PARA A SAÚDE DO TRABALHADOR. Em: Ciências da saúde: aprendizados, ensino e pesquisa no cenário contemporâneo. Campina Grande - PB: Editora Amplla, 2021. v. IIp. 461–470.

Arsalani, N., Fallahi-Khoshknab, M., Josephson, M., & Lagerström, M. Musculoskeletal disorders and working conditions among Iranian nursing personnel. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 20(4), 671-680, 2014.

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, p. 105804, 1 set. 2022.

Bortolotti, SLV; Tezza, R; Andrade, DF; Bornia, AC.; Sousa Júnior, AF. Relevance and advantages of using the item response theory. *Quality & Quantity*. 2013,47(4):2341-2360. DOI:10.1007/s11135-012-9684-5

Brasil. Ministério da Saúde. LER e DORT são as doenças que mais acometem os trabalhadores, aponta estudo. 2019. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45404-ler-e-dort-sao-as-doencas-que-mais-acometem-os-trabalhadores-aponta-estudo>.

Brown, TA. 2015. *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. The Guilford Press, New York.

Browne, MW; Cudeck, R. Alternative Ways of Assessing Model Fit. *Sociological Methods & Research*.1992,21(2):230-258. DOI:10.1177/0049124192021002005

Cameron, JA. Assessing work-related body-part discomfort: Current strategies and a behaviorally oriented assessment tool. *International Journal of Industrial Ergonomics*.1996,18(5-6):389-398. DOI:10.1016/0169-8141(95)00101-8

Chalmers, RP. mirt: A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment. *Journal of Statistical Software*.2012,48(6):1-26. DOI:10.18637/jss.v048.i06

CHAVES, R. PASSOS GERAIS PARA ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROGRAMAS DE PREVENÇÃO PARA LESÕES POR ESFORÇO REPETITIVO E DISTÚRBIOS OSTEOMUSCULARES RELACIONADOS AO TRABALHO. *LOCUS - Revista Interdisciplinar*, v. 1, n. 1, 28 dez. 2020.

Chung, MK; Choi, K. Ergonomic analysis of musculoskeletal discomforts among conversational VDT operators. *Computers & Industrial Engineering*.1997,33(3–4),521–524. DOI:10.1016/S0360-8352(97)00183-6.

Corlett, EN; Bishop, RP. A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics*.1976,19(2):175-182. DOI:10.1080/00140137608931530

Corlett, EN; Manenica, I. The effects and measurement of working postures. *Applied Ergonomics*.1980,11(1):7-16. DOI:10.1016/0003-6870(80)90115-5

Corlett, EN; Wilson, JR. (Org.). Evaluation of Human Work: A Practical Ergonomics Methodology, Taylor and Francis, London, p.542-570, 1990.

Costa, BR; Vieira, ER. Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review of Recent Longitudinal Studies. American Journal of Industrial Medicine. 2010, 53:285-323. DOI: 10.1002/ajim.20750.

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. Construction of a Musculoskeletal Discomfort Scale for the Lower Limbs of Workers Using Multigroup Item Response Theory. Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 123. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010123>.

DAHLBERG, R. et al. Do work technique and musculoskeletal symptoms differ between men and women performing the same type of work tasks? Applied Ergonomics, v. 35, n. 6, p. 521–529, 1 nov. 2004.

DALE, A. P.; DIAS, M. D. DO A. A ‘EXTRAVAGÂNCIA’ DE TRABALHAR DOENTE: O CORPO NO TRABALHO EM INDIVÍDUOS COM DIAGNÓSTICO DE LER/DORT. Trabalho, Educação e Saúde, v. 16, n. 1, p. 263–282, abr. 2018.

Eklund, JAE; Corlett, EN. Evaluation of spinal loads and chair design in seated work tasks. Clinical Biomechanics.1989,2(1):27-33. DOI:10.1016/0268-0033(87)90045-3

Embretson S, Reise SP. 2000. Item response theory for psychologists. Inc Publishers.

FREITAS, H. et al. O método de pesquisa survey. Em: Revista de Administração. São Paulo: [s.n.]. v. 35p. 105–112.

GHISLENI, A. P.; ROBERTO, Á.; MERLO, C. Trabalhador Contemporâneo e Patologias por Hipersolicitação. Psicologia: Reflexão e Crítica, v. 18, n. 2, p. 171–176, 2005.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Gorter R, Fox J-P, Twisk JWR. Why item response theory should be used for longitudinal questionnaire data analysis in medical research. BMC medical research methodology.2015;15(55):55.

Hair, JF; Black, WC; Babin, BJ; Anderson, RE; Tatham, RL. Análise multivariada de dados [Multivariate Data Analysis]. Bookman, Porto Alegre.

Kadefors, R; Areskoug, A; Dahlman, S; Kilbom, A; Sperling, L; Wikström, L; Oster, J. An approach to ergonomics evaluation of hand tools. Applied Ergonomics.1993,24(3):203-211. DOI:10.1016/0003-6870(93)90008-w

Kuorinka, L; Jonson, B; Kilbom, A; Viterberg, H; Bierningsorensen, F; Andersson, G; Jorgense, K. Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. Applied Ergonomics.1987,18(3):233-237. DOI:10.1016/0003-6870(87)90010-x

Leite, W. K. S., Araújo, A. J. S., Silva, J. M. N., Gontijo, L. A., Vieira, E. M. A., Souza, E. L., Colaço, G. A., & Silva, L. B. (2019). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders among workers in the footwear industry: a cross-sectional study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 27(2), 393-409. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1579966>.

LIMA FILHO, G. P. Metodologia de Pesquisa. Manaus: Universidade Federal do Amazonas/CETAM, 2009.

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*.2009;52(5):499-511. DOI: 10.1080/00140130802392999

López-Aragón, L; López-Liria, R; Callejón-Ferre, Á-J; Gómezgalán, M. Applications of the Standardized Nordic Questionnaire: A Review. *Sustainability*.2017,9(9):1514. DOI:10.3390/su9091514

MACIEL, V. LER e DORT são as doenças que mais acometem os trabalhadores, aponta estudo. 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>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

Melzack, R. The McGill pain questionnaire: from description to measurement. *Anesthesiology*.2005;103(1),199–202. DOI:10.1097/00000542-200507000-00028.

Menegon LDS, Vincenzi SL, Andrade DF, Barbetta PA, Merino EAD, Vink P. Design and validation of an aircraft seat comfort scale using item response theory. *Applied Ergonomics*.2017;62:216-226. DOI:10.1016/j.apergo.2017.03.005

Menegon LS, Vincenzi SL, Andrade DF, Barbetta PA, Merino EAD, Vink P. Design and validation of an aircraft seat comfort scale using item response theory. *Applied Ergonomics*.2019;77:1-8. DOI:10.1016/j.apergo.2017.03.005

O'Connor, DP. Comparison of two psychometric scaling methods for ratings of acute musculoskeletal pain. *Pain*.2004,110(1–2):488–494. DOI:10.1016/j.pain.2004.04.038.

OIT, Organização Internacional do Trabalho. Série SmartLab de Trabalho Decente 2022: acidentes de trabalho e mortes acidentárias voltam a crescer em 2021. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/pt/noticias/WCMS_842760/lang--pt/index.htm.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, 2021.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências Sociais. Em: BEUREN, I. M. (Ed.). Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade. São Paulo: Atlas, 2006. v. 3rd ed.p. 76–97.

Russell, JA, Benedetto, RL. Perceived musculoskeletal discomfort among elementary, middle, and high school string players. *Journal of Research in Music Education*.2014,62(3),259–276. DOI:10.1177/0022429414543307.

Saltychev, M., Vastamaki, H., Mattie, R., McCormick, Z., Vastamaki, M., Laimi, K. Psychometric properties of the pain numeric rating scale when applied to multiple body regions among professional musicians. *PLoS One*.2016,11(9). DOI:10.1371/journal.pone.0161874.

Sauter, SL; Schliefer, LM; Knutson, SJ. Work posture, workstation design, and musculoskeletal discomfort in a VDT data entry task. *Human Factors*.1991,33(2):151-167. DOI:10.1177/001872089103300203

Silva, JMN; Gontijo, LA; Bornia, AC; Silva, LB; Leite, WKS; Vieira, EMA. Evaluation of musculoskeletal discomfort using item response theory: creation of a scale based on the self-reported pain symptoms, *Ergonomics*.2021,64(2):241-252. DOI:10.1080/00140139.2020.1825823

Silva, JMN; Gontijo, LA; Bornia, AC; Silva, LB; Leite, WKS; Vieira, EMA.; Torres, MGL. Construction of an osteomuscular discomfort scale for the upper region of the body of footwear industry workers. *International Journal of Industrial Ergonomics*.2020,80:103048. DOI:10.1016/j.ergon.2020.103048

Tarr, ME; Brancato, SJ; Cunkelman, JA; Polcari, A; Nutter, B; Kenton, K. Comparison of Postural Ergonomics Between Laparoscopic and Robotic Sacrocolpopexy: A Pilot Study. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*.2015,22(2):234-238. DOI:10.1016/j.jmig.2014.10.004

Tezza, R; Bornia, AC; Andrade, DF. Measurement web usability using item response theory: principles, features and opportunities. *Interacting with Computers*.2011, 23(2):167–175. DOI:10.1016/j.intcom.2011.02.004.

Tirloni AS, Reis DC, Bornia AC, Andrade DF, Borgatto AF, Moro ARP. Development and validation of instrument for ergonomic evaluation of tablet arm chairs. *Excli Journal*.2016;15:671-686. DOI: 10.17179/excli2016-568

Ulin, SS; Armstrong, TJ; Snook, SH; Keyserling, WM. Perceived exertion and discomfort associated with driving screws at various work locations and at different work frequencies. *Ergonomics*.1993,36(7):833-846. DOI:10.1080/00140139308967946

Van der Grinten, MP; Smitt, P. Development of a practical method for measuring body part discomfort. Kufar, S. (Org.), *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI*. Taylor and Francis, London, p. 360-43, 1992.

Yu, C-Y.; Keyserling, WM. Evaluation of a new work seat for industrial sewing operations: Results of three field studies. *Applied Ergonomics*.1989, 20(1):17-25. DOI:10.1016/0003-6870(89)90004-5

Zakerian, AS; Subramaniam, ID. Examining the relationship between psychosocial work factors and musculoskeletal discomfort among computer users in Malaysia. *Iran Journal of Public Health*.2011,40(1):72–79. PMID:PMC3481727

Zinbarg, RE; Revelle, W; Yovel, I; Li, W. Cronbach's α , Revelle's β , and McDonald's ω^2 : their relations with each other and two alternative conceptualizations of reliability. *Psychometrika*.2005,70(1):123–133. DOI:10.1007/s11336-003-0974-7.

APÊNDICE A – DIAGRAMA DE DESCONFORTO OSTEOMUSCULAR

Diagrama	Parte do corpo		Nível de desconforto				
			1	2	3	4	5
	0	Pescoço	1	2	3	4	5
	1	Região cervical	1	2	3	4	5
	2	Costa-superior	1	2	3	4	5
	3	Costa-média	1	2	3	4	5
	4	Costa-inferior	1	2	3	4	5
	5	Bacia	1	2	3	4	5
	6	Ombro-esquerdo	1	2	3	4	5
	7	Ombro-direito	1	2	3	4	5
	8	Braço esquerdo	1	2	3	4	5
	9	Braço direito	1	2	3	4	5
	10	Cotovelo esquerdo	1	2	3	4	5
	11	Cotovelo direito	1	2	3	4	5
	12	Antebraço esquerdo	1	2	3	4	5
	13	Antebraço direito	1	2	3	4	5
	14	Punho esquerdo	1	2	3	4	5
	15	Punho direito	1	2	3	4	5
	16	Mão esquerda	1	2	3	4	5
	17	Mão direita	1	2	3	4	5
	18	Coxa esquerda	1	2	3	4	5
	19	Coxa direita	1	2	3	4	5
	20	Joelho esquerdo	1	2	3	4	5
	21	Joelho direito	1	2	3	4	5
	22	Perna esquerda	1	2	3	4	5
	23	Perna direita	1	2	3	4	5
	24	Tornozelo esquerdo	1	2	3	4	5
	25	Tornozelo direito	1	2	3	4	5
	26	Pé esquerdo	1	2	3	4	5
27	Pé direito	1	2	3	4	5	
	1	Dedos	1	2	3	4	5
	2	Polegar	1	2	3	4	5

	3	Interfalange	1	2	3	4	5	
	4	Palma da mão	1	2	3	4	5	
	5	Punho	1	2	3	4	5	
	6	Radial distal	1	2	3	4	5	
	7	Ulnar distal	1	2	3	4	5	
	8	Radial proximal	1	2	3	4	5	
	9	Ulnar proximal	1	2	3	4	5	
		1	Dedos	1	2	3	4	5
		2	Polegar	1	2	3	4	5
3		Interfalange	1	2	3	4	5	
4		Palma da mão	1	2	3	4	5	
5		Punho	1	2	3	4	5	
6		Radial distal	1	2	3	4	5	
7		Ulnar distal	1	2	3	4	5	
8		Radial proximal	1	2	3	4	5	
9		Ulnar proximal	1	2	3	4	5	