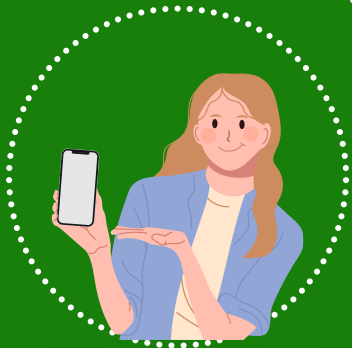




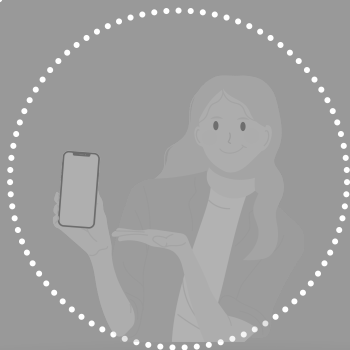
MANUAL DE MODELOS TECNOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA EM POSTOS DE TRABALHO PARA FISIOTERAPEUTAS



Departamento de
FISIOTERAPIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ



MANUAL DE MODELOS TECNOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO ERGONÔMICA EM POSTOS DE TRABALHO PARA FISIOTERAPEUTAS



Departamento de
FISIOTERAPIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

ORGANIZAÇÃO

Patrícia Moreira Costa Collares Fisioterapeuta. Mestre e Doutora em Saúde Coletiva. Docente do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC) e do Programa de Pós-Graduação Profissional em Saúde da Família/RENASF. Coordenadora do projeto de extensão PROERGON/UFC. E-mail: patricia.collares@ufc.br

Rodrigo Fragoso de Andrade Fisioterapeuta. Mestre e Doutor em Neurociências pelo programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento (UFPE). Docente do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Vice-coordenador do projeto de extensão PROERGON/UFC. E-mail: rodfragosoufc@gmail.com

AUTORES

Milena Azevedo do Vale Santiago¹; Clarissa Bezerra Silva Matos²; Priscila Kaly Andrade Ramalho²; Ana Beatriz da Silveira Cardoso¹; Gabrielle Prudente e Silva¹; Laryssa de Oliveira Carlos¹; Samara Kelly Viana Rodrigues¹; Rodrigo Fragoso de Andrade³; Patrícia Moreira Costa Collares³

¹Discente do curso de Fisioterapia na UFC.

²Preceptora do PROERGON-UFC.

³Docente da UFC.



APRESENTAÇÃO DO MANUAL

O presente material é proposto como uma tecnologia educacional útil no auxílio na tomada de decisão dos fisioterapeutas no momento em que precisarem realizar avaliações ergonômicas.

A tecnologia educacional está estruturada em 6 capítulos, os quais abordarão desde avaliação ergonômica preliminar (AEP), análise ergonômica do trabalho (AET) e as tecnologias mais utilizadas, até as oportunidades de melhorias nas práticas ergonômicas. Cada seção foi cuidadosamente elaborada para garantir uma compreensão abrangente do tema.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências da Saúde

Elaborada pela bibliotecária Josilene de Araujo Ribeiro - CRB3/931

S226m Santiago, Milena Azevedo do.
Manual de modelos tecnológicos de avaliação ergonômica em postos de trabalho para fisioterapeutas [recurso eletrônico] / autoria de: Milena Azevedo do Vale Santiago *et al.* - Fortaleza: PROERGON/ Departamento de Fisioterapia/ UFC, 2026.
1 Ebook. 71p. : il. color
ISBN: 978-65-02-17697-9

1. Tecnologia educacional. 2. Ergonomia. 3. Avaliação Ergonômica. 4. Análise ergonômica. 5. Farmacêutico. I. Santiago, Milena Azevedo do Vale. II. Matos, Clarissa Bezerra Silva. III. Ramalho, Priscila Kaly Andrade. IV. Cardoso, Ana Beatriz da Silveira. V. Silva, Gabrielle Prudente e. VI. Carlos, Laryssa de Oliveira. VII. Rodrigues, Samara Kelly Viana. VIII. Andrade, Rodrigo Fragoso de. IX. Collares, Patrícia Moreira Costa. X. Título.

CDD 615.8



Esse material é disponibilizado nos termos da Licença Creative Commons - Atribuição - Não comercial - Sem derivações pela mesma licença 4.0 internacional. É permitido o download e seu compartilhamento desde que citada a fonte, mas sem possibilidade de edição ou utilização para fins comerciais.

Lista de abreviaturas e siglas

AEP Avaliação Ergonômica Preliminar

AET Análise Ergonômica do Trabalho

BAT Bournout Assessment Tool

CESQT Cuestionario para la Evaluación del Síndrome de Quemarse por el Trabajo

COFFITO Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional

EVA Escala Visual Analógica

EMG Eletroneuromiografia

IA Inteligência Artificial

ISO International Organization for Standardization

NDI Neck Disability Index

NIOSH Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional

NR 17 Norma Regulamentadora 17

OCRA Occupational Repetitive Actions

OWAS Ovako Working Posture Analysis System

QEC Quick Exposure Check

QNSM Questionário Nórdico de Sintomas Musculoesqueléticos

QWLQ Quality of Working Life

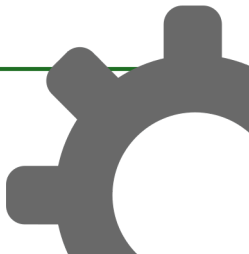
REBA Rapid Entire Body Assessment

ROSA Rapid Office Strain Assessment

RULA Rapid Upper Limb Assessment



SUMÁRIO

-
- 01** INTRODUÇÃO
-
- 02** AVALIAÇÃO ERGONÔMICA PRELIMINAR
VS. ANÁLISE ERGONÔMICA DO
TRABALHO
-
- 03** TECNOLOGIAS MAIS UTILIZADAS NAS
AVALIAÇÕES ERGONÔMICAS
PRELIMINARES
-
- 04** TECNOLOGIAS MAIS UTILIZADAS
NAS ANÁLISES ERGONÔMICAS DO
TRABALHO
-
- 05** TECNOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE
SOBRECARGA MUSCULAR
-
- 06** OPORTUNIDADES DE
APERFEIÇOAMENTO DAS
TECNOLOGIAS EM ERGONOMIA
-
- 07** REFERÊNCIAS
-
-
-
-
- 

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO





Você sabe o que é Ergonomia?



Fonte: Canva.

Uma ciência jovem que estuda a relação do homem com os **métodos, meios e ambiente de trabalho, avaliando as condições laborais no geral**, como por exemplo o ambiente de trabalho, seu modo de organização, a execução das atividades desempenhadas, bem como as capacidades e limitações dos indivíduos, a fim de compreender o que pode ser alterado na circunstância em que o trabalhador se encontra, proporcionando **melhorias para o conforto, para a segurança e para a qualidade de vida tanto para o funcionário como para a empresa** (SOARES; SHIMANO; MARCACINE; FERNANDES; CASTRO; WALSH, 2023; SILVA, 2008).

A Fisioterapia na Saúde do Trabalhador



Fonte: Canva.

O Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) reconhece a Fisioterapia do Trabalho como especialidade própria do profissional fisioterapeuta por meio da Resolução nº 351/2008, baseada na Resolução nº 259/2003, a qual dispõe sobre a Fisioterapia do Trabalho e discorre sobre várias atribuições do profissional, tendo como exemplo a análise e a qualificação das necessidades observadas por meio de estudos ergonômicos e a elaboração de relatório de análise ergonômica, sendo ambas fundamentadas na biomecânica, fisiologia e cinesiologia funcional.



Fonte: Canva.

Os fisioterapeutas devem realizar a AEP e a AET conforme a demanda, podendo ser complementadas com ferramentas ergonômicas. Para a coleta dos dados ergonômicos, não há um modelo exclusivo, mas o profissional deve levar em consideração o que consta na NR 17 atualizada (STORCH, J. A; 2022). Diante disso, pode-se inferir que diversas informações sobre as tecnologias que podem auxiliar os fisioterapeutas estão presentes em livros, artigos, sites, aplicativos, dentre outros (SILVA; CALEGARI; MERINO; MERINO, 2024).

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO ERGONÔMICA PRELIMINAR VS. ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO



Neste capítulo, discutiremos semelhanças e diferenças da AEP e da AET e como elas se relacionam com a prevenção de doenças osteomusculares.

Na NR-17, a AEP e a AET são etapas distintas, porém interligadas, no processo de identificação e controle dos riscos ergonômicos. (BRASIL, 2022)

A AEP representa uma avaliação inicial, de aplicação mais ampla e simplificada, sendo exigida para todas as organizações. Seu objetivo é **identificar e mapear os principais perigos** relacionados à ergonomia no ambiente de trabalho.



A AET é um procedimento mais detalhado e aprofundado, que pode ser acionado perante demanda com base nos achados da AEP. Ela permite uma análise minuciosa da atividade real **para a avaliação dos riscos identificados** e subsidia intervenções técnicas mais precisas.

Avaliação Ergonômica Preliminar

A Avaliação Ergonômica Preliminar foi incorporada na atualização da NR 17 (STORCH, 2022) e investiga a natureza e a execução das atividades exercidas pelo trabalhador, a fim de implementar medidas de prevenção e adaptação



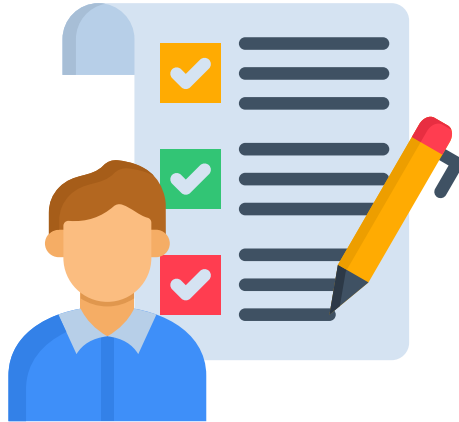
Para a coleta dos dados ergonômicos, **não há um modelo exclusivo**, mas o profissional deve levar em consideração o que consta na NR 17 atualizada

Na AEP, o profissional responsável deve considerar de forma integrada as condições gerais de trabalho e identificar os perigos ergonômicos associados às atividades realizadas, com o objetivo de orientar a adoção de medidas preventivas e as adaptações requeridas pela Norma Regulamentadora 17 (FUNDACENTRO, 2022; BRASIL, 2022).

A AEP exige, obrigatoriamente, que sejam avaliados os cinco aspectos descritos nos itens da NR-17:

- ➡ 17.4: Organização do trabalho;
 - ➡ 17.5: Levantamento, transporte e descarga individual de cargas;
 - ➡ 17.6: Mobiliário dos postos de trabalho;
 - ➡ 17.7: Trabalho com máquinas, equipamentos e ferramentas manuais;
 - ➡ 17.8: Condições de conforto no ambiente de trabalho.
-

As recomendações oriundas da AEP devem, preferencialmente, ser de natureza **mais imediata e simplificada**, funcionando como diretrizes iniciais para **prevenção de riscos ergonômicos**.



Análise Ergonômica do Trabalho

A AET deve ser realizada quando é percebida uma demanda para uma avaliação mais profunda do contexto laboral em sua integridade.



Ela é uma metodologia que visa compreender e melhorar as interações entre os trabalhadores e seus ambientes de trabalho. E considera diversos fatores que podem impactar a saúde e o desempenho do trabalhador, incluindo as características físicas do trabalho, as condições ambientais e os aspectos organizacionais (MACEDO, 2024).



Ferramentas que podem ser utilizadas simultaneamente na AEP e AET

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Entrevistas estruturadas	Obtenção de percepções dos trabalhadores sobre suas tarefas e dores	Entrevista	Qualitativo	Coleta de percepções de dor, desconforto, organização do trabalho	Couto, 2007
Escala de Borg	Avalia percepção de esforço	Entrevista, observação;	Quantitativo	Qualquer segmento corporal.	Borg, 1998
EVA	Avalia dor, fadiga	Autoavaliação	Quantitativo	Qualquer segmento corporal.	HELLER, Gillian Z.; MANUGUERRA, A, Maurício; CHOW, Roberta
Questionário Nórdico	Avalia queixas musculoesqueléticas	Triagem e tabela de instrumentos e ferramentas de Ergonomia - AET;	Quantitativo	Pescoço; Ombros; Dorsal (torácica); Cotovelos; Região Lombar; Punhos/mãos; Quadril/coxa; Joelhos; Tornozelos/pés	PINHEIRO; TRÓCCOLI; CARVALHO, 2002
ROSA	Análise de postos informatizados	Escritório;	Quantitativo	Pescoço; Ombros; Membros superiores; Coluna	SONNE; VILLALTA; ANDREWS, 2012

Fonte: Elaborado pelos autores em agosto de 2025



Aplicativo para facilitar a realização da AEP e/ou a AET

APLICATIVO	DISPONIBILIDADE	IDIOMA(S)	DESCRIÇÃO
 Método Rosa	ANDROID e IOS	Espanhol	Aplicativo gratuito. Proporciona a utilização do instrumento ROSA, fornecendo o cálculo e a análise do instrumento. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em PDF. Oferecido por: INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo)

Fonte: Elaborado pelos autores em agosto de 2025



Aplicativos que podem facilitar o acesso prático às normas regulamentadoras e/ou ensino em Segurança do Trabalho

APLICATIVO	DISPONIBILIDADE	IDIOMA(S)	DESCRIÇÃO
 NR - Normas Regulamentadoras	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. Disponibiliza o texto das normas regulamentadoras. Oferecido por: Thyago Neves
 Normas Regulamentadoras - NR's	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. Disponibiliza o texto das normas regulamentadoras. Oferecido por: Abante Informática ME
 Segurança do Trabalho	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. Consta com os recursos: Normas Regulamentadoras, Consultas, Cálculos e dimensionamento, dentre outros recursos para os profissionais da área de Segurança do Trabalho. Oferecido por: Ergodroid

APLICATIVO	DISPONIBILIDADE	IDIOMA(S)	DESCRIÇÃO
 Segurança do Trabalho	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. Consta com os recursos: Normas Regulamentadoras, CLT, DDS e outros que fazem parte do dia-a-dia dos profissionais da área de Segurança do Trabalho. Oferecido por: Alberto Bezerra
 Segurança do Trabalho Sempre	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. Consta com os recursos: Normas Regulamentadoras, Cálculo de multas, Consulta e Dimensionamentos, Vagas de emprego, dentre outros recursos para os profissionais da área de Segurança do Trabalho. Oferecido por: Ana Paula Borges Araújo
 SST Fácil	ANDROID e IOS	Português	Aplicativo gratuito. Aborda conteúdos da área de Segurança e Saúde no Trabalho por meio de perguntas e respostas. Oferecido por: Serviços e Informações do Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores em agosto de 2025



Resumo das principais diferenças entre AEP e AET na prática profissional

Na AEP, o ergonomista **deve** abordar todas as condições de trabalho e **identificar** seus fatores de riscos. Segundo o Manual de Aplicação da NR 17, na AET o ergonomista avalia somente os aspectos e tarefas com riscos identificados previamente, que geram uma demanda real de avaliação mais profunda.

Na AEP, obrigatoriamente, avaliam-se os 5 aspectos em todas as atividades de trabalho do cargo ou posto de trabalho. No caso da AET, esses aspectos podem ou não estar presentes..

Os relatórios da AEP e da AET podem ser diferentes, pois devem ser **identificados** os perigos na AEP e a **avaliação** dos riscos na AET. Porém pode ser feita a avaliação dos riscos na AEP.

A NR 17 diz que se **DEVE** realizar a AEP, ou seja, toda empresa ou órgão público deve realizar a AEP, contudo não afirma que a empresa deve realizar a AET.

Enquanto a AEP deve ser realizada sempre que houver “situações que demandem adaptação dos trabalhadores, sejam elas mentais, cognitivas ou físicas”, a AET:

- PODE ser feita em qualquer situação (tecnicamente falando);
- DEVE ser feita quando ocorrerem os 4 gatilhos citados no item 17.3.2 da NR 17.

CAPÍTULO 3

TECNOLOGIAS MAIS UTILIZADAS NAS AVALIAÇÕES ERGONÔMICAS PRELIMINARES



No contexto brasileiro, diversas tecnologias e ferramentas têm sido empregadas para realizar avaliações preliminares eficazes. Este capítulo apresenta as principais tecnologias utilizadas, suas aplicações e fundamentos teóricos.

Tecnologias mais utilizadas em AEPs

A Avaliação Ergonômica Preliminar é uma etapa fundamental no processo de identificação e mitigação de riscos ergonômicos nos ambientes laborais. Conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora nº 17 (NR-17) do Ministério do Trabalho e Emprego, a AEP visa por meio da avaliação adaptar as condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, proporcionando conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 2021).

➔ Observação direta e entrevistas



Fonte: Canva.

A observação direta do trabalhador em seu ambiente de trabalho, aliada a entrevistas estruturadas, é uma abordagem qualitativa essencial na AEP. Essa metodologia permite compreender as demandas físicas e cognitivas das tarefas, bem como as percepções dos trabalhadores sobre suas atividades.

A observação direta é considerada uma técnica qualitativa robusta, conforme Dul & Weerdmeester (2012), sendo frequentemente combinada com entrevistas semi-estruturadas para compreender a percepção dos trabalhadores sobre suas tarefas e condições de trabalho.

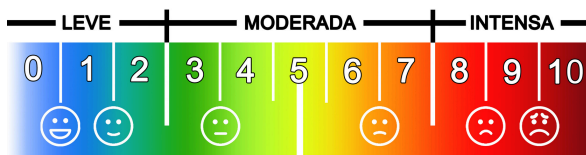
Escalas



A Escala Visual Analógica (EVA)

É amplamente empregada para mensurar percepções subjetivas, como dor, fadiga e esforço físico, demonstrando alta confiabilidade em suas aplicações (HELLER; MANUGUERRA; CHOW, 2016).

ESCALA VISUAL ANALÓGICA - EVA



Fonte: Google Imagens



Escala de Borg Modificada (CR10)

É uma ferramenta subjetiva desenvolvida para quantificar a intensidade do esforço percebido durante atividades físicas (BORG, 1998)

ESCALA DE BORG ADAPTADA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO		
0	REPOUSO	
1	DEMASIADO LEVE	
2	MUITO LEVE	
3	MUITO LEVE-LEVE	
4	LEVE	
5	LEVE-MODERADO	
6	MODERADO	
7	MODERADO-INTENSO	
8	INTENSO	
9	MUITO INTENSO	
10	EXAUSTIVO	

Fonte: Google Imagens

Criada pelo fisiologista sueco Gunnar Borg, essa escala varia de 0 a 10, onde 0 representa "nenhum esforço" e 10 indica "esforço máximo". Cada ponto na escala é associado a uma descrição qualitativa do esforço, permitindo que os indivíduos relatem sua percepção de maneira padronizada.

Os checklists são instrumentos estruturados que auxiliam na identificação de fatores de risco ergonômico. Eles permitem uma avaliação sistemática de aspectos como posturas adotadas, movimentos repetitivos, esforços físicos e condições ambientais.



Check-list NR-17

De forma prática, o checklist NR-17 aborda fatores como postura durante a atividade, exigências cognitivas, mobiliário, condições ambientais, organização do trabalho e uso de equipamentos. Essa ferramenta é recomendada para diagnósticos iniciais, para detectar possíveis inadequações e definir prioridades de intervenção.

A utilização de listas de verificação baseadas na NR-17 é uma prática consolidada para identificação de riscos ergonômicos nas fases preliminares de avaliação, oferecendo subsídios para ações corretivas imediatas (BRASIL, 2021).



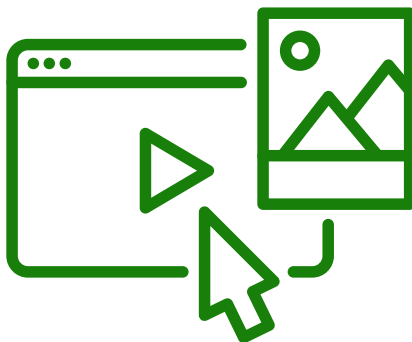
Check-list Couto

É uma ferramenta semiquantitativa que permite avaliar a conformidade ergonômica dos postos de trabalho com base em critérios estruturados. Ela considera aspectos biomecânicos, fisiológicos, ambientais e organizacionais, oferecendo pontuação para cada item avaliado, facilitando a priorização de riscos. Diferente do checklist legal (como o da NR-17), o modelo de Couto inclui um enfoque técnico mais detalhado, possibilitando uma triagem eficiente dos fatores que impactam diretamente na saúde do trabalhador e nos indicadores de produtividade e absenteísmo.

O checklist proposto por Couto oferece uma abordagem estruturada e prática para a identificação de problemas ergonômicos, sendo especialmente útil em fases iniciais de avaliação ou quando não há tempo hábil para uma análise aprofundada (COUTO, 2007).

➔ Análise de vídeo e de fotografia

O uso de recursos audiovisuais, como gravações de vídeo e fotografias, tem se mostrado eficaz na documentação e análise de posturas e movimentos durante a execução de tarefas. Essa abordagem permite uma análise detalhada e posterior discussão em equipe sobre os riscos identificados.



Fonte: Canva

Segundo Mauad et al. (2021), a análise de vídeo auxilia na identificação de posturas inadequadas e movimentos repetitivos, contribuindo para a elaboração de estratégias de intervenção mais precisas.

➔ Questionários validados



Questionário Nórdico

É aplicado em populações expostas a riscos ergonômicos e permite mapear a presença, localização e frequência de dor ou desconforto musculoesquelético nos últimos 7 dias ou nos últimos 12 meses, com foco em todos os segmentos como pescoço, ombros, costas, punhos, joelhos, entre outros.

Sua aplicação é simples, não requer equipamentos e serve como triagem inicial em Avaliações Ergonômicas Preliminares e em estudos epidemiológicos.

O questionário Nórdico é uma ferramenta amplamente reconhecida e confiável para identificar a prevalência de queixas osteomusculares, sendo útil tanto para estudos clínicos quanto para ações preventivas em ambientes ocupacionais (PINHEIRO; TRÓCCOLI; CARVALHO, 2002).



Start Back

Pensando nas duas últimas semanas, assinale sua resposta para as seguintes perguntas:

	Discordo (0)	Concordo (1)
1. A minha dor nas costas se espalhou pelas pernas nas duas últimas semanas	()	()
2. Eu tive dor no ombro e/ou na nuca pelo menos uma vez nas últimas duas semanas	()	()
3. Eu evito andar longas distâncias por causa da minha dor nas costas	()	()
4. Nas duas últimas semanas, tenho me vestido mais devagar por causa da minha dor nas costas	()	()
5. A atividade física não é realmente segura para uma pessoa com um problema como o meu	()	()
6. Tenho ficado preocupado por muito tempo por causa da minha dor nas costas	()	()
7. Eu sinto que minha dor nas costas é terrível e que nunca vai melhorar	()	()
8. Em geral, eu não tenho gostado de todas as coisas como eu costumava gostar	()	()
9. Em geral, quanto a sua dor nas costas te incomodou nas duas últimas semanas	() Nada () Pouco () Moderado () Muito () Extremamente	

Pontuação total (9 itens): _____ Subescala psicossocial (5-9 itens): _____

Fonte: PELAIIO, 2014.

O Start Back Screening Tool é um questionário desenvolvido para triagem de pacientes com dor lombar, com o objetivo de prever o risco de cronicidade e orientar intervenções baseadas na estratificação do risco. Ele avalia tanto aspectos físicos quanto psicossociais, como medo do movimento, catastrofização e humor deprimido, fundamentais no modelo biopsicossocial da dor.

Composto por 9 itens, é amplamente utilizado em contextos clínicos e ocupacionais para nortear condutas preventivas e terapêuticas. Sua versão brasileira validada demonstrou boa confiabilidade e aplicabilidade no Sistema Único de Saúde (SUS) e em serviços de Fisioterapia do Trabalho.

➡ Softwares de Avaliação Ergonômica

Segundo Reis et al. (2020), o uso de imagens e vídeos permite maior precisão na análise postural, especialmente quando associado a softwares de análise biomecânica como o Kinovea. A gravação em diferentes turnos e ângulos auxilia na observação de riscos invisíveis ao olhar pontual do avaliador.



Ergolandia, Ergosoft, e Ergometrix são exemplos de softwares que são utilizadas para realizar análises ergonômicas, tanto em AEP quanto AET



Ergolândia

É um software que utiliza diferentes ferramentas de análise ergonômica, como o RULA, o REBA, o OCS e o Método Ergo, para avaliar postos de trabalho. Permite a coleta de dados, a identificação de riscos ergonômicos e a geração de relatórios para auxiliar na tomada de decisões. Disponível em: **<https://www.fbfsistemas.com>**



ErgoSoft

É um software que oferece funcionalidades para avaliar diversos fatores ergonômicos, como biomecânicos, organizacionais, ambientais, cognitivos e psicossociais. Permite a análise de tarefas, a identificação de riscos e a geração de relatórios. Disponível em: **<https://ergosoft.com.br/>**



Ergometrix

É um software que oferece ferramentas para a análise ergonômica abrangendo todos os setores e funções da empresa. Permite o acesso simultâneo dos dados em vários computadores na mesma rede. Disponível

em:

<https://www.ctsinformatica.com.br/fisioterapiaergonomia>



Ferramentas que podem ser utilizadas na AEP

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Burnout Assessment Tool (BAT)	Mede percepção do trabalhador acerca do Burnout	Questionário com escala de Likert	Quantitativo	Fatores Psicossociais gerais	Schaufeli, W.B., De Witte, H. & Desart, S. (2019).
Checklist de Couto	Avalia cargas físicas, cognitivas, organizacionais e ambientais	Triagem preliminar de riscos.	Qualitativa	Postos de trabalho administrativo	Couto, H. A. Ergonomia aplicada ao trabalho. Belo Horizonte, 2007
Checklist NR-17	Lista de verificação baseada nos itens da norma NR-17, permite identificar inconformidades ergonômicas.	Inspeção de postos, avaliação preliminar.	Qualitativa	Postos de Trabalho administrativo	BRASIL. NR-17 (2022)
D. Job Stress Scale	Mede percepção de estresse ocupacional	Avalia fatores psicossociais.	Qualitativa	Fatores psicossociais organizacionais	ALVES; CHOR; FAERSTEIN; LOPES; WERNECK, 2004
Entrevistas Estruturadas	Obtenção de percepções dos trabalhadores sobre suas tarefas e dores.	Entrevistas	Qualitativa	Sem segmento específico	Couto, 2007

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
ErgoSoft	Software para checklists e avaliação preliminar	Triagem computacional.	Mista	Sem segmento específico	Ferramenta comercial
ErgoCheck	Software para triagem ergonômica	AEP preliminar.	Mista	Sem segmento específico	Ferramenta comercial
Escala de Borg (Original e Modificada)	Avalia percepção subjetiva de esforço	Entrevistas e feedback do trabalhador.	Quantitativa	Sem segmento específico	Borg, G. (1998)
EVA (Escala Visual Analógica)	Mede intensidade subjetiva da dor e fadiga	Autoavaliação.	Qualitativa	Sem segmento específico	HELLER; MANUGUERRA; CHOW, 2016
Filmagem e Foto sequencial	Documenta atividades em tempo real para análise postural e biomecânica posterior.	Imagem estática e dinâmica	Qualitativa/Mista	Sem segmento específico	Lida & Guimarães, 2016
GUT	Matriz de Gravidade, Urgência e Tendência	Priorização de riscos.	Qualitativa	Sem segmento específico	Almeida, 2012
Matriz de Risco 5x5	Avalia risco (Severidade x Probabilidade)	Classificação nível de risco	Quantitativa	Sem segmento específico	ISO 31000, 2018

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Questionário Nórdico	Avalia queixas musculoesqueléticas	Entrevistas e triagem de sintomas.	Quantitativa	Pescoço; ombros; Região dorsal; cotovelos; lombar; punhos/mãos; quadril/coxas; joelhos; tornozelos/pés	PINHEIRO; TRÓCCOLI; CARVALHO, 2002
QWLQ-Bref	Avalia qualidade de vida no trabalho	Aplicado em triagens organizacionais.	Mista	Contexto ocupacional geral	Albuquerque et al., 2014
Start Back	Avalia risco psicossocial de cronificação da dor lombar	Triagem psicossocial.	Quantitativa	Coluna lombar	PELAIO, 2014
Observação Direta com Notas	Observação sistemática dos elementos da tarefa e sua relação com o risco.	Roteiro de observação	Qualitativa	Sem segmento específico	JACKSON FILHO, José Marçal (2004)

CAPÍTULO 4

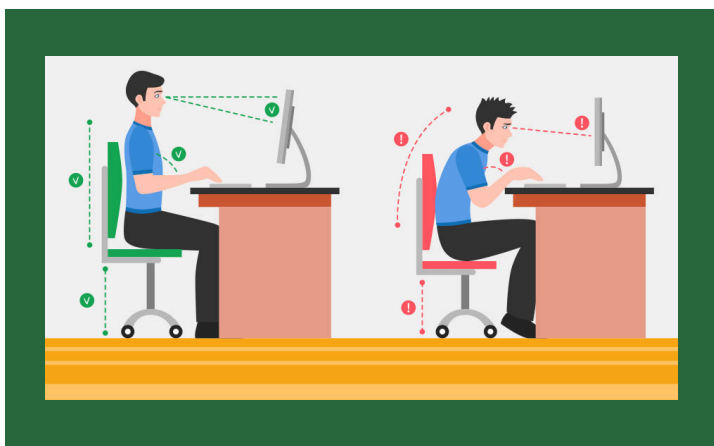
TECNOLOGIAS MAIS UTILIZADAS NAS ANÁLISES ERGONÔMICAS DO TRABALHO



Este capítulo apresenta as principais tecnologias e instrumentos utilizados em AETs, com foco na aplicação prática por fisioterapeutas do trabalho e profissionais de Ergonomia.

Tecnologias mais utilizadas em AETs

A Análise Ergonômica do Trabalho, conforme orienta a NR-17 (BRASIL, 2021), é um processo aprofundado de investigação das condições reais de trabalho, com o objetivo de compreender os fatores de risco ergonômico, envolvidos nas atividades laborais. Para a realização dessa análise, o uso de tecnologias especializadas é fundamental, permitindo a coleta precisa e sistematizada de dados qualitativos e quantitativos.



Fonte: Google Imagens (Imagem adaptada pelos autores)

O uso de tecnologias em AETs contribui para uma abordagem mais precisa, reprodutível e cientificamente fundamentada, garantindo diagnósticos ergonômicos robustos e intervenções eficazes. Cabe ao fisioterapeuta ocupacional selecionar as ferramentas mais adequadas ao contexto laboral analisado, respeitando a complexidade das tarefas, dos ambientes e dos indivíduos.

➡ Observação direta



Fonte: Canva.

A observação direta envolve o monitoramento do trabalhador durante suas atividades diárias. Essa abordagem permite identificar posturas inadequadas e movimentos repetitivos, além de possibilitar a avaliação das condições do ambiente de trabalho. A coleta de dados qualitativos é essencial para uma análise abrangente.

➡ Questionários e entrevistas

Os questionários e entrevistas são ferramentas valiosas para coletar informações personalizadas sobre a percepção dos trabalhadores em relação às suas condições de trabalho. Esses instrumentos ajudam a identificar fatores subjetivos que podem contribuir para a sobrecarga muscular e outras condições de saúde a queixa do trabalhador (IIDA, 2021).

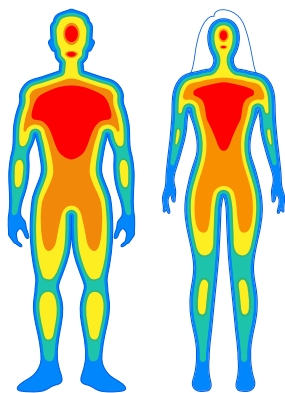


Fonte: Canva.

➤ Por exemplo...

○ **Questionário Nórdico de Sintomas Musculoesqueléticos, (QNSM)** é amplamente utilizado para identificar desconfortos e dores relatados pelos trabalhadores. É frequentemente utilizado em conjunto com entrevistas para explorar mais detalhadamente os fatores de risco percebidos pelos trabalhadores (KUORINKA et al, 1987).

→ Medidas físicas e tecnológicas

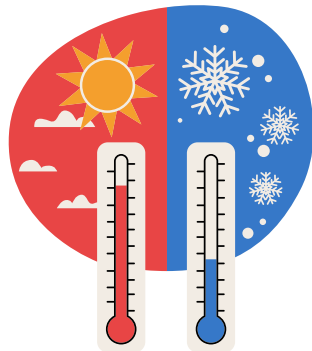


A incorporação de tecnologias, como sensores de movimento e plataformas de análise postural, tem se tornado comum na AET e permitem a coleta de dados quantitativos, proporcionando uma avaliação mais precisa da biomecânica do trabalhador. Estudos recentes, como os de Martins et al (2025), demonstraram a eficácia da termografia infravermelha na avaliação da sobrecarga muscular.

Fonte: Canva.

→ Análise das condições de trabalho

A AET deve abranger não apenas as tarefas executadas pelos trabalhadores, mas também as condições do ambiente físico e organizacional em que essas atividades ocorrem. Fatores como iluminação inadequada, variações de temperatura e a ergonomia dos equipamentos e ferramentas utilizadas são determinantes para o conforto, segurança e saúde dos colaboradores. Conforme ressaltam Dul e Weerdmeester (2012), inconformidades nesses aspectos ambientais e organizacionais estão diretamente associadas ao desenvolvimento de doenças musculoesqueléticas, sendo imprescindível que a AET identifique e proponha intervenções para mitigar tais riscos.



Fonte: Canva.

➡ Análise de posturas e movimentos



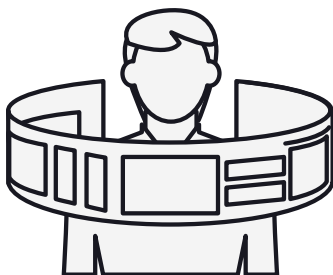
Fonte: Canva.

As posturas adotadas pelos trabalhadores desempenham um papel vital na saúde musculoesquelética. Posturas estáticas prolongadas e movimentos repetitivos, frequentemente encontrados em ambientes de trabalho, podem causar sobrecarga muscular. As áreas mais afetadas geralmente incluem as regiões **cervical, dorsal e lombar**.

➡ Análise de fatores organizacionais

Além dos fatores físicos, os aspectos organizacionais exercem influência significativa na saúde dos trabalhadores. Elementos como a carga de trabalho, a organização das tarefas e a cultura de segurança no ambiente laboral são determinantes que devem ser cuidadosamente avaliados na AET. Conforme destaca Grandjean (1998), a compreensão integrada desses fatores é essencial para a prevenção de doenças ocupacionais e para a promoção de condições de trabalho que favoreçam o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores.

À MEDIDA QUE A TECNOLOGIA AVANÇA, AS METODOLOGIAS DE AET TAMBÉM EVOLUEM, PERMITINDO UMA ANÁLISE MAIS PRECISA E EFICAZ.



Fonte: Canva.

Desenvolvimento tecnológico

A inclusão de tecnologias como sensores de movimento, inteligência artificial, aprendizado de máquina e realidade aumentada, permite que ergonomistas coletem dados em tempo real sobre a interação entre o trabalhador e seu ambiente, analisando as sobrecargas e os riscos (RIBEIRO et al.; 2020).



Fonte: Canva.



Tecnologias imersivas, como a realidade virtual aumentada, permitem a criação de simulações em ambientes controlados, onde diferentes configurações de trabalho e posturas podem ser testadas, otimizando processos.

A coleta de dados contínua permite a identificação precoce de **padrões específicos**, fornecimento de intervenções imediatas e personalizadas. Por meio de **algoritmos** de aprendizado de máquina, é possível considerar padrões complexos e **prever riscos ergonômicos que antes só poderiam ser detectados por observação direta ou por meio de metodologias convencionais** (PITONDO et al.; 2024).



Fonte: Canva.

Ferramentas Tecnológicas

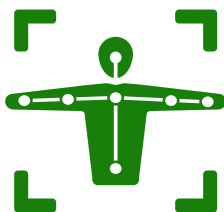
→ Sensores de movimentos



Fonte: Canva.

Os sensores de movimento e acelerômetros medem a movimentação e aceleração do corpo, avaliando posturas, amplitudes de movimento e repetição de movimentos. Esses dispositivos são úteis para detectar padrões de movimento que possam levar à sobrecarga, ajudando a identificar atividades repetitivas ou com posições prejudiciais. Eles podem ser usados em diferentes partes do corpo e fornecem dados objetivos sobre a postura e o esforço físico. Este tipo de intervenção pode prever riscos associados a movimentos repetitivos e posturas inadequadas. Esses dados são enviados a uma plataforma digital que avalia os riscos dos postos de trabalho, permitindo intervenções imediatas e personalizadas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2019).

→ Câmeras de captura de movimento



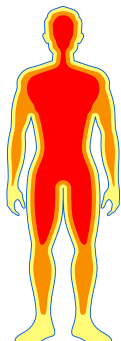
Fonte: Canva.

A captura de movimento, feita com câmeras e sistemas ópticos de alta precisão, é usada para monitorar movimentos complexos e posturas de forma detalhada. Esse sistema utiliza marcadores que captam o movimento do corpo e identificam pontos de estresse muscular ao longo do tempo. É uma tecnologia bastante eficaz em ambientes controlados, como laboratórios de pesquisa e grandes indústrias

→ Softwares de Análise Ergonômica

Diversos softwares estão disponíveis para apoiar as análises ergonômicas. Ferramentas como o RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e o OWAS (*Ovako Working Posture Analysis System*) são amplamente utilizadas para avaliar a carga de trabalho e a postura dos trabalhadores. Esses programas possibilitam a inserção de dados sobre a tarefa executada e a obtenção de um relatório que indica o nível de risco associado. Softwares como o “ErgoSoft” ou “AnyBody”, são usados para simular o impacto de diferentes tarefas no corpo humano. Esses programas permitem que ergonomistas façam análises sobre o esforço físico e projetem melhorias no ambiente de trabalho.

→ Termografia Infravermelha



Fonte: Canva.

A termografia infravermelha é uma tecnologia que permite visualizar a distribuição de temperatura no corpo humano. Estudos demonstraram que a termografia pode ser usada para avaliar a sobrecarga muscular, identificando áreas do corpo que estão sob maior estresse (OLIVEIRA, 2018). Explicações maiores encontram-se no capítulo 5 deste manual

→ Eletromiografia (EMG)

A EMG de superfície é uma das tecnologias mais precisas para monitorar a atividade elétrica dos músculos. Os sensores de EMG são colocados diretamente na pele sobre o músculo avaliado, registrando o nível de contração e relaxamento muscular durante a execução de tarefas. É amplamente utilizada em estudos ergonômicos para identificar áreas de sobrecarga muscular e orientar intervenções (LAU, 2020).



Fonte: Google Imagens

Avanços tecnológicos na Avaliação

→ Dispositivos Vestíveis

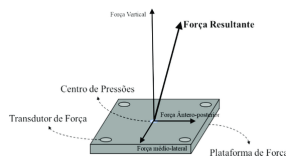
Dispositivos vestíveis equipados com sensores de pressão e força, como cintos lombares, luvas e joelheiras inteligentes, têm sido utilizados para o monitoramento ergonômico de trabalhadores em setores como construção civil, manufatura e transporte.



Fonte: Google Imagens

Esses sistemas permitem a medição precisa da carga aplicada em regiões específicas do corpo, possibilitando a identificação de padrões posturais inadequados e a detecção de sobrecargas musculoesqueléticas. Segundo Yang (2019), tais tecnologias possibilitam a coleta contínua de dados biomecânicos e fornecem feedback em tempo real aos trabalhadores, contribuindo de forma efetiva para a prevenção de lesões e para a melhoria das técnicas de execução das tarefas laborais.

→ Plataformas de Análise de Força



Fonte: Google Imagens

Plataformas de análise de força são ferramentas essenciais na ergonomia para medir as forças aplicadas durante a execução de tarefas laborais. Esses dispositivos permitem quantificar a carga física suportada pelos trabalhadores, fornecendo dados objetivos que auxiliam na identificação de riscos ergonômicos e no desenvolvimento de estratégias preventivas. A integração dessas medições com informações posturais oferece uma visão abrangente das condições de trabalho, possibilitando intervenções mais eficazes na prevenção de lesões musculoesqueléticas. Estudos têm demonstrado a eficácia dessas ferramentas na avaliação da carga de trabalho físico e na análise postural, contribuindo para a melhoria da saúde e segurança ocupacional (FERNANDES et al.; 2019).



Fonte: Canva

Permite simular e analisar tarefas em um ambiente controlado, possibilitando a análise de posturas, movimentos e esforço muscular sem riscos físicos. Em conjunto com sensores de movimento e EMG, a RV permite identificar situações de sobrecarga e testar adaptações ergonômicas de forma segura. Esse recurso é usado em treinamentos e análise ergonômica de tarefas de alta complexidade (WATANABE; CATAPAN; SIERRA, 2023).



Integração das Tecnologias e Unidades de Medida Inercial

A integração de tecnologias na AET tem o potencial de transformar a forma como as avaliações são realizadas. Ao combinar diferentes ferramentas, como sensores de movimento, softwares de análise e dispositivos vestíveis, é possível obter uma visão mais completa e precisa das condições de trabalho. Essa abordagem multidimensional não apenas **facilita a identificação de riscos**, mas também **melhora a eficácia das intervenções ergonômicas**.

As Unidades de Medida Inercial (IMUs) combinam acelerômetros, giroscópios e magnetômetros para fornecer dados tridimensionais dos movimentos corporais. Essas informações permitem uma análise detalhada das posturas e movimentos, ajudando a avaliar o risco de sobrecarga muscular e lesões. IMUs são especialmente úteis em ambientes de trabalho que exigem levantamentos pesados, torções ou movimentações repetitivas (WONG; WONG, 2021).

Resumo das vantagens e desafios

As principais vantagens da utilização de tecnologias são:

- ➔ **Precisão:** A coleta de dados quantitativos aumenta a precisão da avaliação.
- ➔ **Feedback Imediato:** Dispositivos vestíveis e sensores permitem feedback em tempo real, incentivando correções imediatas junto aos trabalhadores
- ➔ **Visualização de Dados:** A visualização gráfica dos dados coletados facilita a comunicação dos resultados com os trabalhadores e a gestão.
- ➔ **Monitoramento Contínuo:** A tecnologia permite o monitoramento contínuo das condições de trabalho, contribuindo para a detecção precoce de riscos.

(DA SILVA et al.; 2024)

Apesar das vantagens, a implementação de tecnologias na AET enfrenta desafios, como:

- ➔ **Custo:** A aquisição e manutenção de equipamentos tecnológicos podem ser onerosas.
 - ➔ **Capacitação:** É necessário treinamento adequado para que os profissionais consigam utilizar as tecnologias de forma eficaz
-



Ferramentas que podem ser utilizadas na AET



35

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Análise do Tempo de Ciclo	Cronometragem das atividades para análise de repetitividade e carga de trabalho.	Identificar e quantificar a duração das tarefas repetitivas realizadas pelos trabalhadores	Quantitativa	Processos repetitivos	Grandjean, 1998
CESQT	O questionário possui 20 itens distribuídos em quatro subescalas.	Avalia stress no trabalho e burnout.	Qualitativa	Estresse/ Burnout ocupacional	Gil-Monte, 2011
Entrevistas Estruturadas	Obtenção de percepções dos trabalhadores sobre suas tarefas e dores.	Entrevistas	Qualitativa	Sem segmento específico	Couto, 2007
HAL TLV	Avalia movimentos repetitivos de membros superiores	Indústria, serviços.	Quantitativa	Mãos/Punhos	Franzblau, Armstrong, Werner e Ulin, 2005
ISO 11226	Avalia posturas estáticas	Trabalho manual.	Quantitativa	Posturas Estáticas	Delleman e Dul, 2007

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
ISO 9241-5	Avalia aspectos de ergonomia em sistemas de escritório	Ergonomia organizacional e cognitiva.	Qualitativa	Sistemas de escritório/ Layout/ Mobiliário	WOO, 2015
LEFS	Avaliação funcional de extremidades inferiores.	Questionário utilizado na análise ergonômica para avaliar a funcionalidade dos membros inferiores em relação a atividades cotidianas.	Quantitativa	Membros inferiores	Binkley et al., 1999
NASA-TLX	Avaliação de carga mental em tarefas complexas.	Otimização de tarefas, processos, equipamentos e ambiente de trabalho	Quantitativa	Carga Mental em Tarefas Complexas	Ciofi-Silva, Cordeiro, Oliveira, Mainardi, Levin, Almeida, Falasco-Fantinatti e Padoveze, 2023
NDI (Neck Disability Index)	Avaliação da limitação funcional cervical.	Ajuda a identificar o impacto da dor cervical na capacidade do indivíduo de realizar tarefas.	Quantitativa	Coluna Cervical - Limitação Funcional	Vernon, 2008

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
NIOSH	Calcula limite de peso recomendável	Movimentação manual de cargas.	Quantitativa	Levantamento Manual de Cargas	WATERS; PUTZ-ANDERSON; GARG; FINE, 1993
OCRA	Avalia risco de doenças osteomusculares em membros superiores	Atividades repetitivas.	Quantitativa	Atividades repetitivas de membros superiores	Occhipinti, 1998
OWAS	Avalia posturas em atividades físicas intensas	Setor industrial e logístico.	Quantitativa	Posturas em sobrecarga	Karhu et al., 1977
OSWESTRY	Avalia incapacidade relacionada a dor lombar.	Planejamento e monitoramento de intervenções para melhorar a saúde e o bem-estar do trabalhador.	Quantitativa	Dor Lombar - Impacto Funcional	Saltychev, Mattie, McCormick, Bärlund e Laimi, 2017
QEC	Avalia carga física, repetição, força e fatores psicossociais	Análise de múltiplos segmentos.	Quantitativa	Multisegmentar: costas, ombros, braços, punhos/mãos, pescoço.	Li & Buckle, 1999

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	USO	ABORDAGEM	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
QUICK DASH	Avalia funcionalidade e de extremidades superiores (ombro, braços e mãos)	Avaliação da incapacidade do ombro, do braço e da mão.	Quantitativa	Membros superiores	Vahedi, Ebrahimzadeh, Moradi, Kachooei e Birjandinejad, 2015
REBA	Avalia posturas, força, movimento repetitivo e carga	Análise de atividades com alta variabilidade postural.	Quantitativa	Mudanças Posturais	Hignett & McAtamney, 2000
ROSA	Avalia risco ergonômico em postos de trabalho computacional	Escritório e setores administrativos.	Quantitativa	Escritório	Sonne et al., 2012
RULA	Avalia membros superiores, tronco, pescoço e pernas	Análise de posturas estáticas.	Quantitativa	Posturas estáticas de membros superiores, pescoço e tronco	McAtamney & Corlett, 1993

Fonte: Elaborado pelos autores em agosto de 2025



Aplicativos que podem ser utilizados na AET

APLICATIVO	DISPONIBILIDADE	IDIOMA(S)	DESCRIÇÃO
 APECS: Avaliação de posturas	ANDROID e IOS	Português, Inglês, Espanhol, Francês, dentre outros	Aplicativo gratuito. É uma ferramenta avançada de análise postural para avaliação da postura corporal total. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em múltiplos formatos. Oferecido por: Saneftec
 Ergodroid	ANDROID	Português, Inglês, Espanhol, Francês, Holandês e Alemão.	Aplicativo gratuito. Proporciona a utilização dos instrumentos: REBA, RULA, OWAS, NIOSH, HAL TVL, NASA TLX, Análise de fadiga muscular, diagrama de corlett, ECO, JSS, SQR-20, MOS-SSS, ESS, ECTF, MAC-Q, ERGOS. Pode fornecer cálculo, análise do instrumento e armazenamento da avaliação. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em múltiplos formatos. Oferecido por: Ergodroid
 Ergokit - ergonomic assessment	ANDROID	Inglês	Aplicativo gratuito. Proporciona a utilização dos instrumentos REBA e RULA, fornecendo o cálculo e a análise do instrumento. Oferecido por: Gudang Simulasi
 Método Rosa	ANDROID e IOS	Espanhol	Aplicativo gratuito. Proporciona a utilização do instrumento ROSA, fornecendo o cálculo e a análise do instrumento. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em PDF. Oferecido por: INSST
 Método RULA	ANDROID	Português, Inglês, Espanhol	Aplicativo gratuito. Proporciona a utilização do instrumento RULA, fornecendo o cálculo e a análise do instrumento. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em PDF. Oferecido por: Ergoeasy - Ergonomic Solutions
 Physiocode	ANDROID	Português	Aplicativo gratuito. É uma ferramenta avançada de análise da postura e do movimento. Tem a possibilidade de exportar a avaliação em PDF. Oferecido por: PhysioCode

CAPÍTULO 5

TECNOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE SOBRECARGA MUSCULAR



Neste capítulo, discutiremos as principais tecnologias utilizadas na avaliação da sobrecarga muscular, suas metodologias, e a importância de sua aplicação em contextos laborais.

Sobrecarga muscular: o que é?

A sobrecarga muscular refere-se à tensão excessiva aplicada aos músculos durante a execução de tarefas, o que pode levar a lesões e distúrbios musculoesqueléticos. Os riscos de lesões de sobrecarga são provenientes de microtraumatismos de repetição, não existindo controle de carga, por exemplo quando a carga que está sendo utilizada supera a capacidade do músculo (MÓNICO et al.; 2020).

A sobrecarga muscular pode ser avaliada por alguns métodos, por exemplo:

- ➔ Análise de postura
- ➔ Medição de força e potência muscular

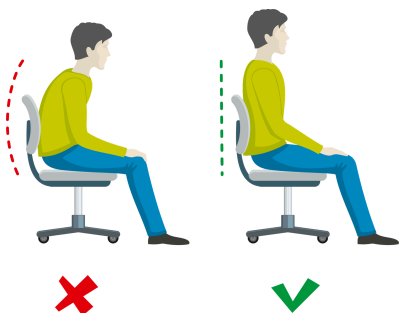
Além disso, algumas tecnologias tem sido emergentes nas avaliações de sobrecarga muscular, como:

- ➔ Sensores de estresse muscular
- ➔ Termografia infravermelha
- ➔ Eletromiografia (EMG)
- ➔ Realidade Virtual



Métodos de avaliação

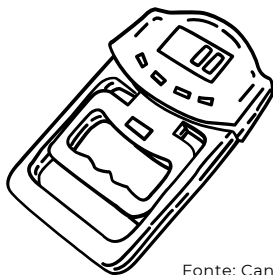
➔ Análise de posturas



Fonte: Canva.

A análise de posturas é essencial na avaliação da sobrecarga muscular. O uso de câmeras de captura de movimento e softwares de análise permite identificar posturas inadequadas que contribuem para a sobrecarga. Os sistemas de análise podem classificar posturas em diferentes categorias de risco, fornecendo informações valiosas para a correção de comportamentos prejudiciais.

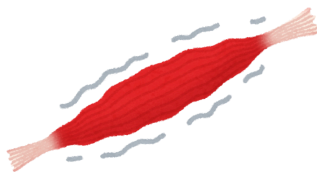
➔ Medição de força e de potência muscular



Fonte: Canva.

A medição da força e potência muscular é outra abordagem importante. Dispositivos como dinamômetros e plataformas de força permitem quantificar a força aplicada pelos trabalhadores em diferentes tarefas. Esses dados são essenciais para entender a carga que os músculos estão suportando e para desenvolver estratégias de mitigação.

➔ Sensores de movimento e de estresse muscular



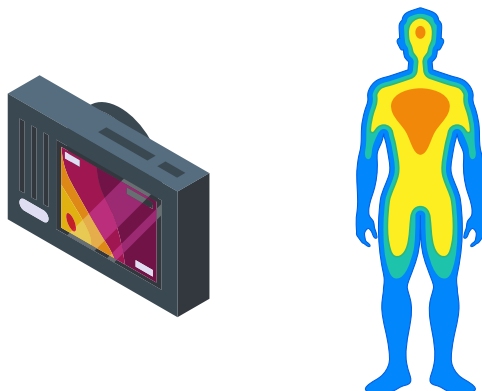
Fonte: Canva.

Sensores de estresse muscular são dispositivos inovadores que monitoram a tensão muscular em tempo real. Esses sensores podem ser integrados a roupas ou dispositivos vestíveis, permitindo que se acompanhem a carga muscular durante a jornada de trabalho. A tecnologia de sensores de movimento oferece feedback imediato, ajudando na correção de posturas e de comportamentos, capturando dados sobre padrões de movimento repetitivos e posturas convencionais, permitindo a identificação de atividades que podem causar lesões ocupacionais, como lesões por esforço repetitivo (LER) ou doenças osteomusculares relacionadas ao trabalho (DORT). (RODRIGUES et al.; 2022; LIND; ABTAHI; FORSMAN, 2023) .



Vantagens dos sensores de movimento

- ➔ **Monitoramento em Tempo Real:** A capacidade de monitorar a tensão muscular enquanto os trabalhadores realizam suas tarefas oferece dados imediatos sobre a sobrecarga.
 - ➔ **Feedback Imediato:** Os sensores podem alertar os trabalhadores sobre posturas inadequadas ou cargas excessivas, promovendo correções instantâneas.
 - ➔ **Estudos demonstram** que a implementação de sensores de estresse em ambientes industriais levou a uma redução significativa nas queixas de dor muscular e lesões, reforçando sua eficácia.
-



Fonte: Canva.

A temperatura da superfície da pele pode indicar áreas de sobrecarga e inflamação muscular, permitindo que se identifiquem problemas precocemente. Essa tecnologia não invasiva é amplamente utilizada para detectar pontos de dor muscular e fadiga, contribuindo para uma avaliação ergonômica precisa, especialmente em ambientes de trabalho físico intenso (OLIVEIRA, 2018)

➤ Vantagens da termografia

➔ **Detecção de Inflamação:** A temperatura elevada em certas áreas pode indicar inflamação, proporcionando uma indicação precoce de problemas.

➔ **Não Invasiva:** A natureza não invasiva permite avaliações frequentes sem interromper as atividades.

➡ Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV)

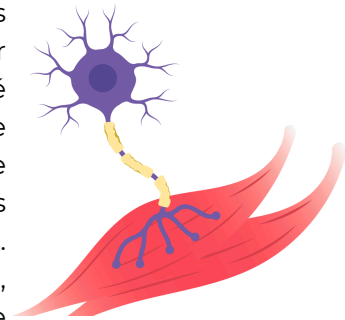


Fonte: Canva.

As tecnologias de realidade aumentada e realidade virtual estão começando a ser exploradas na avaliação ergonômica. Estas tecnologias podem simular ambientes de trabalho, permitindo que os trabalhadores pratiquem tarefas em um ambiente controlado, onde a sobrecarga muscular pode ser avaliada de maneira segura e controlada. Estudos em andamento estão investigando o potencial dessas tecnologias para treinar trabalhadores em posturas corretas e na execução de tarefas com menor risco de sobrecarga (BARKOKEBAS; LI, 2021; MAO et al.; 2023)

➡ Eletromiografia

É uma das tecnologias mais comuns usadas para medir a atividade elétrica dos músculos durante diferentes tarefas. Ajuda a identificar fadiga muscular, sobrecarga e esforço. Ela é amplamente utilizada em estudos de ergonomia para avaliar a adequação postural e detectar potenciais problemas musculoesqueléticos (OLIVEIRA et al.; 2012). Estudos, como o de Kibria et al. (2023), demonstram a correlação entre inconformidades ergonômicas e achados clínicos de doenças osteomusculares, ressaltando a importância da EMG.



Fonte: Canva.



Vantagens da eletromiografia

➔ **Dados Quantitativos:** A EMG fornece dados precisos sobre a ativação muscular, permitindo uma análise quantitativa da sobrecarga.

➔ **Identificação de Padrões:** Permite identificar padrões de uso excessivo de grupos musculares específicos, contribuindo para intervenções direcionadas

➔ Análise de Postura



Fonte: Canva.

Câmeras de captura de movimento são utilizadas para monitorar em tempo real os movimentos corporais. Combinadas com softwares de análise ergonômica, essas câmeras ajudam a mapear os movimentos do corpo e a analisar sua biomecânica, permitindo uma visualização detalhada da postura e da entrega (PANARIELLO et al.; 2022).



Vantagens da análise de postura

➔ **Identificação de Posturas Inadequadas:** A tecnologia permite a visualização em 3D das posturas, facilitando a identificação de desvios que podem levar a sobrecarga.

➔ **Feedback Visual:** Fornece feedback visual aos trabalhadores, ajudando-os a corrigir posturas em tempo real.

A integração de diferentes tecnologias pode proporcionar uma abordagem mais abrangente na avaliação da sobrecarga muscular. Ao combinar dados de EMG, medição de força e análise de postura, é possível obter uma visão mais completa da condição do trabalhador. Essa abordagem multidimensional permite identificar não apenas a presença de sobrecarga, mas também suas causas subjacentes, facilitando a implementação de intervenções mais eficazes.

➡ Critérios de eficácia

- **Precisão e Confiabilidade:** A capacidade da tecnologia de produzir resultados consistentes e precisos.
- **Usabilidade:** Facilidade de uso em ambientes de trabalho, incluindo a curva de aprendizado para os usuários.
- **Intervenção em Tempo Real:** Capacidade de fornecer feedback imediato aos trabalhadores e gestores das exigências físicas dos trabalhadores.
- **Integração com outras ferramentas:** A compatibilidade com outras tecnologias e sistemas existentes.
- **Custo-Benefício:** Análise do custo da tecnologia em relação aos benefícios proporcionados.



Fonte: Canva.

A eficácia na avaliação da sobrecarga muscular depende da escolha adequada das tecnologias disponíveis. A integração dessas tecnologias em programas de ergonomia pode resultar em melhorias significativas na saúde e segurança dos trabalhadores, contribuindo para a redução de doenças musculoesqueléticas.

Vale a pena ressaltar

Historicamente, a avaliação ergonômica envolvia observações diretas, medições de força e análises posturais estáticas. Hoje, no entanto, a tecnologia transformou essa abordagem. Sensores de movimento, dispositivos vestíveis e sistemas de captura de movimento oferecem dados em tempo real sobre a interação do trabalhador com seu ambiente. Essas tecnologias não só coletam informações sobre posturas e movimentos, mas também permitem uma análise contínua, possibilitando intervenções imediatas e precisas (LIU; MA; ZHANG; ZHANG, 2018).



Fonte: Google Imagens

Sensores colocados em roupas ou equipamentos permitem monitorar a biomecânica do trabalhador, registrando cada movimento e identificando sobrecargas antes que se tornem problemas sérios. Esses dispositivos podem medir variáveis como pressão, força e ângulos articulares, criando um perfil detalhado da ergonomia de cada trabalhador.

A escolha das tecnologias para avaliação de sobrecarga muscular depende do tipo de tarefa analisada, do orçamento e das necessidades específicas do ambiente de trabalho. Tecnologias como EMG e IMUs são ideais para medições detalhadas e específicas, enquanto wearables e câmeras de captura de movimento oferecem uma visão mais abrangente dos movimentos e posturas gerais.

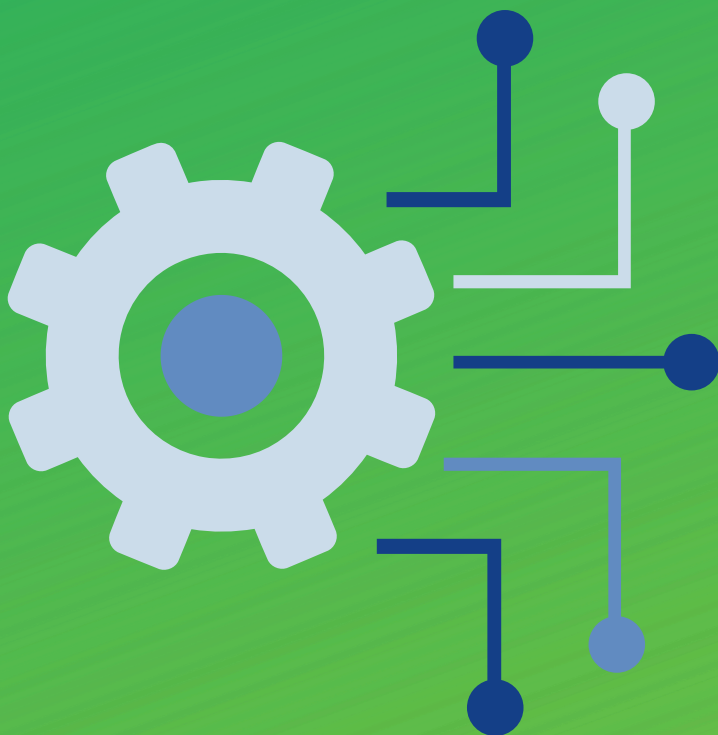
Essas ferramentas avançadas permitem intervenções mais assertivas, com dados precisos que orientam o desenvolvimento de soluções ergonômicas personalizadas, aumentando a segurança e o bem-estar dos trabalhadores e reduzindo o risco de lesões.



Fonte: Canva.

CAPÍTULO 6

OPORTUNIDADES DE APERFEIÇOAMENTO DAS TECNOLOGIAS EM ERGONOMIA



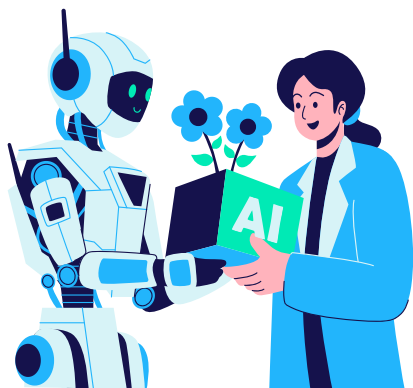
A evolução das tecnologias de avaliação ergonômica é um campo dinâmico que continua a se expandir à medida que novas pesquisas e inovações surgem. Este capítulo abordará as oportunidades de melhorias nas tecnologias atuais, destacando inovações que podem otimizar a avaliação da sobrecarga muscular e, conseqüentemente, a saúde e segurança dos trabalhadores na indústria.

Avanços tecnológicos e integração de dados

➔ Integração de dados e feedback em tempo real

Uma das principais oportunidades de melhoria reside na integração de diferentes sistemas e tecnologias de avaliação (como EMG, sensores inerciais e wearables). Sistemas que combinam dados de eletromiografia (EMG), análise de postura, sensores de estresse muscular e termografia infravermelha em uma única plataforma podem fornecer uma visão completa da carga física enfrentada pelos trabalhadores. O desenvolvimento de sistemas que ofereçam feedback instantâneo sobre posturas e movimentos pode ajudar os trabalhadores a corrigir comportamentos prejudiciais imediatamente.

➔ Uso de Inteligência Artificial (IA)



Fonte: Canva.

A inteligência artificial pode ser utilizada para analisar grandes volumes de dados provenientes das diversas tecnologias ergonômicas. Algoritmos de machine learning podem identificar padrões que humanos podem não perceber, resultando em diagnósticos mais precisos. Pesquisas indicam que sistemas baseados em IA têm potencial para prever o risco de lesões musculoesqueléticas, permitindo intervenções proativas (KIBRIA et al.; 2023).

Personalização das avaliações e intervenções

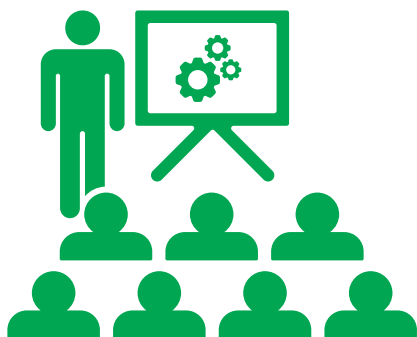
Tecnologias que se adaptam às necessidades individuais de cada trabalhador, considerando características como morfologia, força e histórico de lesões, podem melhorar a eficácia das intervenções ergonômicas. O desenvolvimento de sistemas que personalizam a avaliação e as intervenções com base nas características individuais dos trabalhadores pode aumentar a eficácia das medidas ergonômicas.

➔ **Exemplo de Personalização:** Programas que ajustam as recomendações de ergonomia com base em dados de cada trabalhador, como a altura do assento ou a posição do monitor, podem reduzir o risco de lesões.

➔ **Monitoramento Contínuo:** Dispositivos que realizam o monitoramento permitindo ajustes dinâmicos no ambiente com base nas condições reais.

Capacitação e treinamento

➔ Educação contínua



Um dos desafios na implementação de novas tecnologias é a falta de capacitação dos profissionais que as utilizam. A criação de programas de educação contínua que abordem as novas ferramentas tecnológicas e suas aplicações práticas é fundamental.

Cursos que combinam teoria e prática em ergonomia, incluindo o uso de novas tecnologias, podem preparar melhor os profissionais para aplicar avaliações e intervenções eficazes.

➔ Simulações e testes

A utilização de simuladores de realidade virtual (VR) pode oferecer um ambiente seguro para treinamentos ergonômicos de praticas seguras, permitindo que os trabalhadores pratiquem posturas corretas e identifiquem riscos sem a exposição ao ambiente de trabalho real, melhorando a conscientização e a adesão a comportamentos corretos.



Fonte: Canva.

➔ Pesquisa e desenvolvimento

A constante pesquisa e desenvolvimento em ergonomia e tecnologia é essencial para a evolução das práticas de avaliação da sobrecarga muscular. Incentivos à colaboração entre universidades, indústrias e órgãos governamentais podem resultar em inovações significativas. Tornar as tecnologias de avaliação ergonômica mais acessíveis e fáceis de usar, especialmente em pequenas e médias empresas, pode aumentar a adoção dessas soluções.

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS



SOARES, Camila; SHIMANO, Suraya Gomes Novais; MARCACINE, Patrícia Ribeiro; FERNANDES, Luciane Fernanda Rodrigues Martinho; CASTRO, Laianne Liliane Pereira Troncha de; WALSH, Isabel Aparecida Porcatti de. Ergonomic interventions for work in a sitting position: an integrative review. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, [S.L.], v. 21, n. 01, p. 01-10, 2023. EDITORA SCIENTIFIC. <http://dx.doi.org/10.47626/1679-4435-2023-770>.

SILVA, A. A. A ERGONOMIA E O AMBIENTE DE TRABALHO: reflexões sobre as contribuições ergonômicas em bibliotecas. **Informação & Sociedade**, [S. l.], v. 18, n. 3, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/ies/article/view/1816>

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL. RESOLUÇÃO N.º 351, DE 13 DE JUNHO DE 2008. Dispõe sobre o Reconhecimento da Fisioterapia do Trabalho como Especialidade do profissional Fisioterapeuta e dá outras providências. Brasília – DF, n.º. 114, Seção 1, em 17/06/2008, página 58

CONSELHO FEDERAL DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL – COFFITO. RESOLUÇÃO N.º 259, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2003. Dispõe sobre a Fisioterapia do Trabalho e dá outras providências. Vila Clementino – São Paulo – SP, n.º 32 – de 16/02/2004, Seção I, Pág. 66

STORCH, Jalusa Andréia. Avaliação ergonômica e emprego das ferramentas ergonômicas por Fisioterapeutas: considerações a partir da nova NR 17. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, [S.L.], v. 22, n. 42, p. 292-308, 11 out. 2022. Universidade Estadual do Oeste do Parana - UNIOESTE. <http://dx.doi.org/10.48075/csar.v22i42.29946>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 - Ergonomia. Portaria n.º 3.214**, de 8 de junho de 1978. Norma atualizada, 2022.

SILVA, Davi Avelino da; CALEGARI, Luiz Philipi; MERINO, Eugenio Andrés Diaz; MERINO, Gisele Schmidt Diaz. Dispositivos tecnológicos para avaliações ergonômicas das atividades desempenhadas em atividades laborais: uma revisão sistemática. **Studies In Engineering And Exact Sciences**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 257-276, 9 fev. 2024. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.54021/seesv5n1-015>.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 - Ergonomia. Portaria n.º 3.214**, de 8 de junho de 1978. Norma atualizada, 2022.

Fundacentro (2022). Caderno Técnico – Avaliação Ergonômica Preliminar: Guia para aplicação da NR-17. São Paulo: **Ministério do Trabalho e Previdência**. [Disponível em: <https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/publicacoes/avaliacao-ergonomica-preliminar-aep.pdf>]

MACEDO, Bianka Ribeiro Nunes. **Ergonomia: Fundamentos e Aplicações**. Freitas Bastos, 2024.

SONNE, Michael; VILLALTA, Dino L.; ANDREWS, David M.. Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: rosa rapid office strain assessment. **Applied Ergonomics**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 98-108, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2011.03.008>

HELLER, Gillian Z.; MANUGUERRA, Maurizio; CHOW, Roberta. How to analyze the Visual Analogue Scale: myths, truths and clinical relevance. **Scandinavian Journal Of Pain**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 67-75, 1 out. 2016. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjpain.2016.06.012>

BORG, Gunnar. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. **Champaign, IL: Human Kinetics**, 1998.

PINHEIRO, Fernanda Amaral; TRÓCCOLI, Bartholomeu Torres; CARVALHO, Cláudio Viveiros de. Validação do Questionário Nórdico de Sintomas Osteomusculares como medida de morbidade. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 307-312, jun. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102002000300008>

COUTO, Hudson. **Ergonomia: projeto e produção**. Belo Horizonte: Ergo, 2007.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora n° 17 – Ergonomia. **Portaria MTP n° 423**, de 7 de outubro de 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/>

DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher, 2012

Leonaro Dutra de Salvo Mauad et al. Avaliação Ergonômica De Um Pintor Utilizando Vídeo-Análise – Um Estudo de Caso. In: ANAIS DO XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOTERAPIA, 2021, **Rio de Janeiro**. Anais eletrônicos..., Galoá, 2021. Disponível em: <<https://proceedings.science/cobraf/cobraf-2021/trabalhos/avaliacao-ergonomica-de-um-pintor-utilizando-video-analise-um-estudo-de-caso?lang=pt-br>>

PELAIO, Bruna Pilz Moraes. Versão Brasileira do STarT Back Screening Tool - tradução, adaptação transcultural, confiabilidade e validade de construto. **Biblioteca Digital Universidade de São Paulo**, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, p. 1-1, nov. 2014. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/d.17.2014.tde-18122014-115402>.

ALBUQUERQUE, L. G.; FERRO, A. L.; FERRO, M. A. R.; MATTOS, R. S. de. Questionário de Qualidade de Vida no Trabalho – versão abreviada (QWLQ-Bref): desenvolvimento e validação. *Revista Brasileira de Terapias Cognitivas e Comportamentais*, v. 10, n. 2, p. 118–126, 2014.

Schaufeli, W.B., De Witte, H. & Desart, S. (2019). Burnout Assessment Tool (BAT) – Test Manual. KU Leuven, Belgium: Internal report.

REIS, Luciana Maria dos; SANTOS, Gabriela Xavier; OLIVEIRA, Sabrina Gabriela; FERREIRA, Daiane Marques; KOSOUR, Carolina. Comparação entre dois instrumentos de avaliação de amplitude de movimento de ombro após Acidente Vascular Encefálico. **Conscientiae Saúde**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 480-488, 20 jul. 2020. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/conssaude.v18n4.16680>.

Iida, I. & Guimarães, L. B. M. (2016). **Ergonomia: projeto e produção** (3ª ed.). São Paulo: Edgard Blücher. ISBN 978-85-212-0933-1.

JACKSON FILHO, José Marçal. Introdução: inteligência no trabalho e análise ergonômica do trabalho - as contribuições de alain wisner para o desenvolvimento da ergonomia no brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, [S.L.], v. 29, n. 109, p. 7-10, jun. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0303-76572004000100002>.

ALVES, Márcia Guimarães de Mello; CHOR, Dóra; FAERSTEIN, Eduardo; LOPES, Claudia de s; WERNECK, Guilherme Loureiro. Versão resumida da: adaptação para o português. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 164-171, abr. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-89102004000200003>.

GIL-MONTE, Pedro R. Cuestionario para la Evaluación del Síndrome de Quemarse por el Trabajo (CESQT): manual. Madrid: **TEA Ediciones**, 2011.

ALMEIDA, Gilberto dos Santos; SILVA, Marcos Paulo da; CARVALHO, Renato José de. Aplicação do método GUT na priorização de riscos ergonômicos em ambientes industriais. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 18, n. 2, p. 45-62, 2018.

NBR ISO 31000:2018 – Gestão de riscos – **Diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2021. ISBN 978-85-212-2127-3.

KUORINKA, I.; JONSSON, B.; KILBOM, A.; VINTERBERG, H.; BIERING-SØRENSEN, F.; ANDERSSON, G.; JØRGENSEN, K.. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. **Applied Ergonomics**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 233-237, set. 1987. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x).

MARTINS, Alysson Braun; BRIOSCHI, Marcos Leal; RODRIGUES, Carla Krulikowski; LOPES, Eduardo da Silva. Using Infrared Thermography to Assess Musculoskeletal Overload in the Hands of Harvester Operators. **Forests**, [S.L.], v. 16, n. 3, p. 429, 27 fev. 2025. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/f16030429>.

GRANDJEAN, Etienne. Fisiologia do trabalho: teoria e aplicação ao trabalho industrial. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

FERREIRA, Mário César. A ergonomia da atividade se interessa pela qualidade de vida no trabalho?: reflexões empíricas e teóricas. **Cadernos de Psicologia Social do Trabalho**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 83, 1 jun. 2008. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1981-0490.v11i1p83-99>

RIBEIRO, L. R. G.; MENEGON, N. L.; CAMAROTTO, J. A. Realidade Virtual aplicada a projetos em Ergonomia: revisão sistemática da literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 2020, **Foz do Iguaçu**. Anais [...]. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344841267_Realidade_Virtual_aplicada_a_projetos_em_Ergonomia_revisao_sistemica_da_literatura.

PITONDO, Murilo Centureli; FILHO, Júlio César Conceição; PELEGRINI, Carlos Eduardo. INOVAÇÕES NA ERGONOMIA: A REVOLUÇÃO DA BIOFOTOGRAMETRIA DIGITAL NA ANÁLISE DOS RISCOS ERGONÔMICOS.. In: Anais do Congresso Brasileiro de Ergonomia e Fatores Humanos (ABERGO). Anais...Goiânia(GO) Teatro Sesi, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/abergo2024/900224-INOVACOES-NA-ERGONOMIA--A-REVOLUCAO-DA-BIOFOTOGRAMETRIA-DIGITAL-NA-ANALISE-DOS-RISCOS-ERGONOMICOS>.

WATANABE, Gilberto Yuzo; CATAPAN, Marcio Fontana; SIERRA, Isabella de Souza. Proposta de um sistema de análise ergonômica auxiliada por realidade virtual na indústria de manufatura. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-22, 23 fev. 2023. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.55905/ressv12n1-002>.

Lau, S. Y., Wang, Z., & Domaszewski, P. (2020). Wearable and flexible sensors for human movement monitoring and fall detection: A review. **IEEE Sensors Journal**, 20(12), 6886-6906;

Wong, C., & Wong, K. (2021). The use of inertial sensors for biomechanical analyses in ergonomic assessments. **Applied Sciences**, 11(9), 3875;

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Tecnologia de cinema é usada para mapear riscos de movimentos repetitivos do trabalhador. **Portal da Indústria**, 28 out. 2019. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/tecnologia-de-cinema-e-usada-para-mapear-riscos-de-movimentos-repetitivos-do-trabalhador/>

ERGOSOFT. **Software de Ergonomia Aplicada**. Disponível em: <https://ergosoft.com.br/>

ANYBODY TECHNOLOGY. **AnyBody Modeling System**. Disponível em: <https://www.anybodytech.com/>

YANG, Liyun. Ergonomic Risk Assessment and Intervention through Smart Workwear Systems. 2019. Tese (Doutorado em Ergonomia) – **KTH Royal Institute of Technology**, Estocolmo, Suécia, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/337331344_Ergonomic_Risk_Assessment_and_Intervention_through_Smart_Workwear_Systems.

FERNANDES, Rita de Cássia Pereira; CUNHA, Livia Paraguai; LIMA, Verônica Maria Cadena; SANTOS, Kionna Oliveira Bernardes. Mensurando a demanda física no trabalho: estrutura fatorial e confiabilidade de itens sobre posturas, manuseio de carga e repetitividade. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 1-14, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00123218>.

DA SILVA, Davi Avelino et al. Dispositivos tecnológicos para avaliações ergonômicas das atividades desempenhadas em atividades laborais: uma revisão sistemática. **Studies in Engineering and Exact Sciences**, v. 5, n. 1, p. 257-276, 2024.

HIGNETT, Sue; MCATAMNEY, Lynn. Rapid Entire Body Assessment (REBA). **Applied Ergonomics**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 201-205, abr. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0003-6870\(99\)00039-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0003-6870(99)00039-3).

MCATAMNEY, Lynn; CORLETT, E. Nigel. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. **Applied Ergonomics**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 91-99, abr. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-)

LI, Guangyan; BUCKLE, Peter. Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. **Ergonomics**, [S.L.], v. 42, n. 5, p. 674-695, maio 1999. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/001401399185388>.

WATERS, Thomas R.; PUTZ-ANDERSON, Vern; GARG, Arun; FINE, Lawrence J.. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. **Ergonomics**, [S.L.], v. 36, n. 7, p. 749-776, jul. 1993. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00140139308967940>.

OCCHIPINTI, E.. OCRA: a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. **Ergonomics**, [S.L.], v. 41, n. 9, p. 1290-1311, set. 1998. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/001401398186315>.

FRANZBLAU, Alfred; ARMSTRONG, Thomas J.; WERNER, Robert A.; ULIN, Sheryl S.. A Cross-Sectional Assessment of the ACGIH TLV for Hand Activity Level. **Journal Of Occupational Rehabilitation**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 57-67, mar. 2005. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10926-005-0874-z>.

DELLEMAN, N. J.; DUL, J.. International standards on working postures and movements ISO 11226 and EN 1005-4. **Ergonomics**, [S.L.], v. 50, n. 11, p. 1809-1819, nov. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00140130701674430>.

WOO, E. H. C.; LEE, P. K. C.; TAM, W. W. S. Ergonomics standards and guidelines for computer workstation design and the impact on users' health – A review. *Applied Ergonomics*, v. 46, p. 27–37, 2015.

VAHEDI, Ehsan; EBRAHIMZADEH, Mohammadh; MORADI, Ali; KACHOOEI, Amirreza; BIRJANDINEJAD, Ali. Validity and reliability of the Persian version of shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (quick-DASH). **International Journal Of Preventive Medicine**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 59, 2015. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/2008-7802.160336>.

SALTYCHEV, Mikhail; MATTIE, Ryan; MCCORMICK, Zachary; BÄRLUND, Esa; LAIMI, Katri. Psychometric properties of the Oswestry Disability Index. **International Journal Of Rehabilitation Research**, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 202-208, set. 2017. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/mrr.0000000000000226>

KARHU, Osmo; KANSI, Pekka; KUORINKA, Iikka. Correcting working postures in industry: a practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 199-201, dez. 1977. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870\(77\)90164-8](http://dx.doi.org/10.1016/0003-6870(77)90164-8)

Binkley JM, Stratford PW, Lott SA, Riddle DL. The Lower Extremity Functional Scale (LEFS): scale development, measurement properties, and clinical application. North American Orthopaedic Rehabilitation Research Network. *Phys Ther*. 1999 Apr;79(4):371-83. PMID: 10201543.

VERNON, Howard. The Neck Disability Index: state-of-the-art, 1991-2008. **Journal Of Manipulative And Physiological Therapeutics**, [S.L.], v. 31, n. 7, p. 491-502, set. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.08.006>.

CIOFI-SILVA, Caroline Lopes; CORDEIRO, Luciana; OLIVEIRA, Naila Albertina; MAINARDI, Giulia Marcelino; LEVIN, Anna Sara; ALMEIDA, Rodrigo Maximiano Antunes de; FALASCO-FANTINATTI, Juliana; PADOVEZE, Maria Clara. Workload assessment: cross-cultural adaptation, content validity and instrument reliability. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.L.], v. 76, n. 3, p. 1-1, jan. 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167-2022-0556>.

MÓNICO, José Lito; SILVA, Frederico; MARQUES, José Pedro; CARDOSO, Joaquim; MÓNICO, Lisete; FONSECA, Fernando. Estudo das lesões de sobrecarga durante período intenso de atividade física complementado com avaliação por dinamometria isocinética. **Revista Brasileira de Ortopedia**, [S.L.], v. 55, n. 06, p. 681-686, 22 jul. 2020. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0040-1712137>.

RODRIGUES, Andréia Kunzler; ARMILIATO, Maria Julia; GONÇALVES, Tonantzin Ribeiro; CASTRO, Elisa Kern de; GUERINE, Renan Propodoski; ZIBETTI, Murilo Ricardo; LEVANDOWSKI, Mateus Luz; RIGO, Sandro José. Dispositivos Vestíveis para monitoramento psicofisiológico do estresse: uma revisão narrativa. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 60-68, jan. 2022. GN1 Sistemas e Publicacoes Ltd.. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-5687.20220007>.

LIND, Carl Mikael; ABTAHI, Farhad; FORSMAN, Mikael. Wearable Motion Capture Devices for the Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Ergonomics—An Overview of Current Applications, Challenges, and Future Opportunities. **Sensors**, [S.L.], v. 23, n. 9, p. 4259, 25 abr. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s23094259>.

OLIVEIRA, Samuel Angelo Ferreira. Comportamento da temperatura da pele por termografia e de biomarcadores de sobrecarga muscular em duas intensidades de corrida. 2018. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

BARKOKEBAS, Regina Dias; LI, Xinming. Use of Virtual Reality to Assess the Ergonomic Risk of Industrialized Construction Tasks. **Journal Of Construction Engineering And Management**, [S.L.], v. 147, n. 3, p. 1-10, mar. 2021. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001997](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001997).

MAO, Wanting; HU, Yaoguang; YANG, Xiaonan; REN, Weibo; FANG, Haonan. ARE-Platform: an augmented reality-based ergonomic evaluation solution for smart manufacturing. **International Journal Of Human-Computer Interaction**, [S.L.], v. 40, n. 11, p. 2822-2837, 6 fev. 2023. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10447318.2023.2173894>.

OLIVEIRA, Giane Silveira de; CEZAR-VAZ, Marta Regina; ROCHA, Laurelize Pereira; SEVERO, Luana de Oliveira; BONOW, Clarice Alves. A eletromiografia na clínica da saúde do trabalhador: revisão integrativa. *Revista de Enfermagem UFPE on line*, Recife, v. 7, n. 4, p. 1216–1224, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistaenfermagem/article/view/11600>.

KIBRIA, Md Golam; PARVEZ, Md Shohel; SAHA, Palash; TALAPATRA, Subrata. Evaluating the ergonomic deficiencies in computer workstations and investigating their correlation with reported musculoskeletal disorders and visual symptoms among computer users in Bangladeshi university. *Heliyon*, [S.L.], v. 9, n. 11, p. e22179, nov. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22179>.

PANARIELLO, Dario; GRAZIOSO, Stanislao; CAPORASO, Teodorico; PALOMBA, Angela; GIRONIMO, Giuseppe di; LANZOTTI, Antonio. Biomechanical analysis of the upper body during overhead industrial tasks using electromyography and motion capture integrated with digital human models. *International Journal On Interactive Design And Manufacturing (Ijidem)*, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 733-752, 19 abr. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12008-022-00862-9>.

LIU, Bin; MA, Liang; ZHANG, Wei; ZHANG, Zhanwu. Subject-specific hand grip fatigability indicator determined using parameter identification technique. *Human Factors And Ergonomics In Manufacturing & Service Industries*, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 86-94, 21 ago. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hfm.20760>

REALIZAÇÃO



@proergonufc

Todos os direitos reservados.

APOIO



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



@proergonufc