

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
ISO
11228-3

Primeira edição
14.04.2014

Válida a partir de
14.05.2014

Versão corrigida
06.08.2015

Ergonomia — Movimentação manual
Parte 3: Movimentação de cargas leves em alta
frequência de repetição

Ergonomics — Manual handling
Part 3: Handling of low loads at high frequency

ICS 13.180

ISBN 978-85-07-04883-1



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR ISO 11228-3:2014
83 páginas

© ISO 2007 - © ABNT 2014

ABNT NBR ISO 11228-3:2014



© ISO 2007

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT, único representante da ISO no território brasileiro.

© ABNT 2014

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio Nacional	iv
Introdução	v
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Termos, definições, símbolos e abreviaturas	1
3.1 Termos e definições	2
3.2 Símbolos e abreviaturas	3
4 Recomendações	4
4.1 Como evitar tarefas de movimentação repetitiva	4
4.2 Avaliação de risco	4
4.2.1 Geral	4
4.2.2 Identificação de risco	6
4.2.3 Estimativa de risco	8
4.3 Redução do Risco	13
Anexos	
Anexo A (informativo) Avaliação de risco – Estrutura geral e informações sobre métodos disponíveis	14
A.1 Estrutura geral	14
A.2 Revisão de outros métodos de avaliação de risco	15
Anexo B (informativo) Método 1 – Checklist de avaliação simples de risco	17
B.1 Geral	17
B.2 Checklist	18
B.2.1 Informações preliminares	18
B.2.2 Identificação do perigo e avaliação do risco	18
B.2.3 Avaliação do nível geral de risco	25
B.2.3.1 Avaliação vermelha	25
B.2.3.2 Avaliação amarela	25
B.2.3.3 Avaliação verde	25
B.2.4 Ação corretiva a ser tomada	25
Anexo C (informativo) Método 2 — Método OCRA para avaliação detalhada de risco	26
C.1 Geral	26
C.2 Índice OCRA	26
C.3 Passo 1	26
C.4 Passo 2	28
C.4.1 Fórmula geral	28
C.4.2 Determinando a RTA	28
C.4.3 Determinando o multiplicador de força, F_M	29
C.4.4 Determinando o multiplicador de postura (e movimentos), P_M	30
C.4.5 Determinando o multiplicador de repetitividade, R_{eM}	30
C.4.6 Determinando o multiplicador para fatores complementares, A_M	30

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

C.4.7	Determinando o número de referência parcial, n_{RPA}	31
C.4.7.1	Análise monotarefa	31
C.4.7.2	Análise multitarefa	32
C.4.8	Determinando o multiplicador do período de recuperação, R_{CM}	32
C.4.9	Determinando o multiplicador de duração, t_M	33
C.5	Passo 3.....	34
C.6	Identificando ações técnicas	35
C.6.1	Geral	35
C.6.2	Exemplos de contar e identificar	38
C.6.2.1	Exemplo 1 – Pegar e colocar	38
C.6.2.2	Exemplo 2 – Pegar e colocar com transferência da mão esquerda para a direita e inspeção visual.....	39
C.6.2.3	Exemplo 3 – Pegar, carregar e colocar a carga	39
C.6.2.4	Exemplo 4 – Uso cíclico de ferramenta com ações repetidas e idênticas.....	40
C.6.2.5	Exemplo 5 – Ações técnicas não realizadas em cada ciclo	42
C.7	Determinação de níveis de força	42
C.7.1	Geral	42
C.7.2	Procedimento 1 – Abordagem biomecânica baseada em distribuições de força de grupo de usuários	43
C.7.3	Procedimento 2 – Abordagem psicofísica usando a escala de Borg CR-10	45
C.8	Análise de postura, tipos de movimentos e sua repetitividade	46
C.9	Definição e quantificação de fatores complementares de risco	51
C.10	Associação do índice OCRA com UL-WMSD — Classificação de resultados e modelos de prognóstico.....	52
C.11	Exemplos de aplicação de análise OCRA e consequente redução de risco	55
C.11.1	Recapitulação	55
C.11.2	Exemplo 1a	55
C.11.3	Exemplo 1 b – Redução de risco otimizando a distribuição de intervalos.....	61
C.11.4	Exemplo 1 c – Redução de risco melhorando posturas.....	63
C.11.5	Exemplo 2 a — Análise da tarefa	64
C.11.6	Exemplo 2 b – Aumento do tempo do ciclo considerando o Exemplo 2 a	68
C.11.7	Exemplo 2 c – Redução de ações técnicas começando do Exemplo 2a	68
Anexo D	(informativo) Outros métodos para avaliação de risco detalhada	71
D.1	Introdução	71
D.2	<i>Strain index</i>	71
D.3	HAL/ACGIH TLV	73
Anexo E	(informativo) Redução de risco	76
E.1	Introdução	76
E.2	Evitando a movimentação repetitiva	76
E.3	Projeto do trabalho — Tarefas, local de trabalho e organização de trabalho	76
E.3.1	Tarefas	76
E.3.2	Local de trabalho.....	77
E.3.3	Organização do trabalho	77

E.4	Projeto do objeto, ferramenta ou material a ser movimentado.....	78
E.5	Projeto do ambiente de trabalho	78
E.6	Capacidade dos trabalhadores	78

Figuras

Figura 1 – Procedimento de avaliação de risco.....	5
Figura C.1	27
Figura C.2	31
Figura C.3	32
Figura C.4	44
Figura C.5	44
Figura C.6	48
Figura C.7	49
Figura C.8	50
Figura C.9	54
Figura C.10	56
Figura C.11	60
Figura C.12	62

Tabelas

Tabela 1 – Método 2 – Critérios da avaliação final	9
Tabela 2 – Procedimento de avaliação OCRA para trabalhos monotarefa – Passos 1 e 2.....	11
Tabela 3 – Procedimento de avaliação OCRA para trabalhos multitarefa – Passos 1 e 2	12
Tabela 4 – Cálculo do índice OCRA e da avaliação do risco – Passo 3	13
Tabela A.1 – Lista não exaustiva dos principais métodos de avaliação de risco de movimentos/esforços repetitivos de alta frequência.....	16
Tabela B.1	18
Tabela B.2	19
Tabela B.3	25
Tabela C.1 – Multiplicador relativo a usos diferentes de força	29
Tabela C.2 – Fator multiplicador para posturas inadequadas.....	30
Tabela C.3 – Elementos para determinar R_{CM}	33
Tabela C.4 – Elementos para determinar t_M	34
Tabela C.5 – Critérios de avaliação final	34
Tabela C.6 – Critérios para contar ações técnicas.....	36
Tabela C.7 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar	38
Tabela C.8 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar, pegar e posicionar novamente	38
Tabela C.9 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar com transferência de mão para mão e inspeção visual.....	39
Tabela C.10 – Contando ações técnicas – Carregar e colocar a carga	40
Tabela C.11 – Contando ações técnicas – Uso cíclico de ferramenta com ações repetidas e idênticas	41

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela C.12 – Contando ações técnicas – Ações técnicas não realizadas em cada ciclo.....	42
Tabela C.13 – Exemplo de cálculo do valor médio % MCV (Procedimento 1) e a pontuação média do esforço percebido (procedimento 2), considerando todas as ações técnicas no ciclo de 35 s	46
Tabela C.14 – Previsão de PA (tendência central) para um grupo de indivíduos expostos, dentro de valores específicos do índice OCRA.....	53
Tabela C.15 – Distribuição dos valores PA estimados em uma população de trabalhadores nunca expostos aos riscos ocupacionais para os membros superiores	53
Tabela C.16 – Análise do trabalho organizado	56
Tabela C.17 – Identificação de ações técnicas no ciclo para cada membro superior	57
Tabela C.18 – Análise da força do membro superior direito	58
Tabela C.19 – Avaliação da duração proporcional (porcentagem de tempo do ciclo) da articulação em posturas e/ou movimentos inadequados	59
Tabela C.20 – Exemplo 1a – Resultado da avaliação do índice OCRA.....	61
Tabela C.21 – Exemplo 2 a – Cálculo das ações técnicas e frequência.....	65
Tabela C.22 – Exemplo 2 a – Duração proporcional em posturas ou movimentos inadequados das articulações	66
Tabela C.23 – Exemplo 2 a – Avaliação do nível de força médio	66
Tabela C.24 – Exemplo 2 a – Resultado da avaliação do Índice OCRA	67
Tabela C.25 – Exemplo 2 b – Redução do número de peças, aumentando o tempo do ciclo, para zonas amarela e vermelha	68
Tabela C.26 – Exemplo 2 c – Redução de ações técnicas no ciclo	69
Tabela C.27 – Exemplo 2 c – Índice OCRA em local de trabalho reprojeto – Resultado na zona verde enquanto mantém a mesma produção – Membro superior direito	70
Tabela D.1 – SI – Achar valores de classificação para cada variável de tarefa	72
Tabela D.2 – SI – Tabela de multiplicadores para encontrar os multiplicadores para variável de tarefa.....	72
Tabela D.3 – Escala de classificação de HAL (nível de atividade da mão)	74
Tabela D.4 – HAL (0–10) calculado em relação à frequência do esforço e ciclo de trabalho (porcentagem do ciclo de trabalho onde a força for maior que 5 % do máximo)	74
Tabela D.5 — ACGIH (2000) TLV e limite de ação baseados no nível de atividade da mão e força máxima da mão padronizada (em uma escala de 0–10 correspondente a 0 % – 100 % da força de referência da população aplicável).....	74

Prefácio Nacional

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma, independente de sua data de entrada em vigor.

A ABNT NBR ISO 11228-3 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Ergonomia – Antropometria e Biomecânica (ABNT/CEE-136). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 08, de 28.08.2013 a 26.09.2013, com o número de Projeto 136:000.00-003-3.

Esta Norma é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 11228-3:2007, que foi elaborada pelo *Technical Committee Ergonomics* (ISO/TC 159), *Subcommittee Anthropometry and Biomechanics* (SC 3), conforme ISO/IEC Guide 21-1:2005.

A ABNT NBR ISO 11228, sob o título geral “*Ergonomia – Movimentação manual*”, tem previsão de conter as seguintes partes:

- Parte 1: Elevação e transporte;
- Parte 2: Empurrando e puxando;
- Parte 3: Movimentação de cargas leves em alta frequência de repetição.

Esta versão corrigida da ABNT NBR ISO 11228-3:2014 incorpora a Errata 1, de 06.08.2015.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This part of ABNT NBR ISO 11228 establishes ergonomic recommendations for repetitive work tasks involving the manual handling of low loads at high frequency. It provides guidance on the identification and assessment of risk factors commonly associated with handling low loads at high frequency, thereby allowing evaluation of the related health risks to the working population. The recommendations apply to the adult working population and are intended to give reasonable protection for nearly all healthy adults. Those recommendations concerning health risks and control measures are mainly based on experimental studies regarding musculoskeletal loading, discomfort/pain and endurance/fatigue related to methods of working. For the evaluation of working postures, refer to ABNT NBR ISO 11226.

This part of ABNT NBR ISO 11228 is intended to provide information for all those involved in the design or redesign of work, jobs and products.

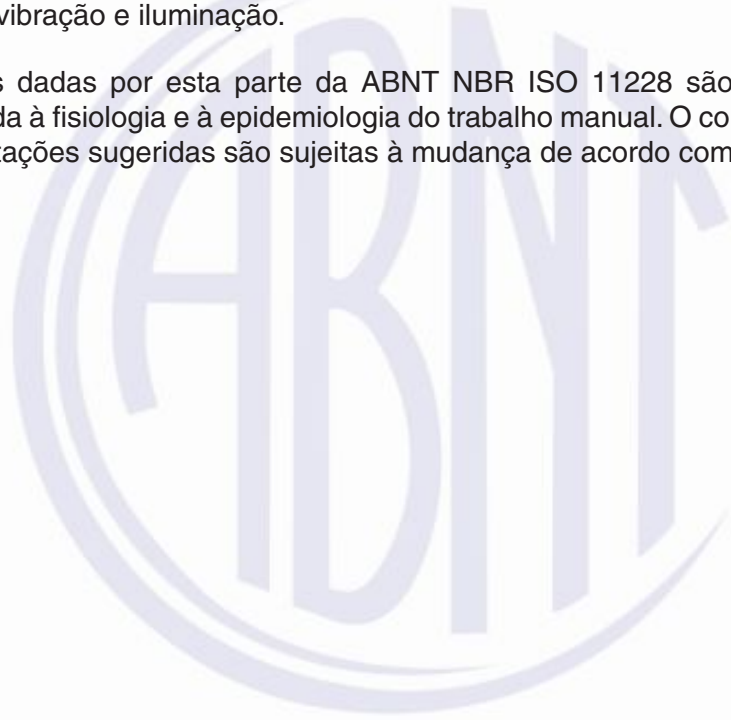
ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Introdução

Movimentação de cargas leves em alta frequência (trabalho repetitivo) pode causar dor e fadiga, que podem levar a doenças musculoesqueléticas, produtividade reduzida e coordenação deteriorada de postura e movimento. Isto pode aumentar o risco de erros e pode resultar em qualidade reduzida e situações perigosas. Um bom projeto ergonômico e uma organização apropriada de trabalho são requisitos básicos para evitar os efeitos adversos mencionados.

Fatores de risco e trabalho repetitivo incluem a frequência das ações, duração da exposição, posturas e movimento de segmentos do corpo, forças associadas com o trabalho, organização do trabalho, controle da tarefa, exigências sobre o resultado do trabalho (por exemplo, qualidade, precisão da tarefa) e nível de treinamento/habilidade. Fatores complementares podem incluir fatores ambientais como clima, ruído, vibração e iluminação.

As recomendações dadas por esta parte da ABNT NBR ISO 11228 são baseadas em evidência científica relacionada à fisiologia e à epidemiologia do trabalho manual. O conhecimento é, no entanto, limitado, e as orientações sugeridas são sujeitas à mudança de acordo com pesquisa futura.



Ergonomia — Movimentação manual

Parte 3: Movimentação de cargas leves em alta frequência de repetição

1 Escopo

Esta parte da ABNT NBR ISO 11228 fornece recomendações ergonômicas para tarefas de trabalho repetitivo que envolvem movimentação manual de cargas leves em alta frequência. Ela fornece orientações sobre a identificação e avaliação de fatores de risco comumente associados à movimentação de cargas leves em alta frequência, permitindo, assim, a avaliação dos riscos de saúde relacionados à população trabalhadora. As recomendações se aplicam à população trabalhadora adulta e têm a intenção de dar uma proteção razoável para quase todos os adultos saudáveis. Essas recomendações relacionadas a riscos de saúde e medidas de controle são baseadas principalmente em estudos experimentais sobre carga musculoesquelética, desconforto/dor e resistência/fadiga relacionados a métodos de trabalho. Para a avaliação de posturas laborais, consultar ABNT NBR ISO 11226.

Esta parte da ABNT NBR ISO 11228 tem o objetivo de dar informações para todos os envolvidos no projeto e reprojeto do trabalho, das tarefas e produtos.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR ISO 11226, *Ergonomia – Avaliação de posturas estáticas de trabalho*

ISO 6385, *Ergonomic principles in the design of work systems*

ISO 11226, *Ergonomics – Evaluation of static working postures*

ISO 11228-1, *Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying*

ISO 11228-2, *Ergonomics – Manual handling – Part 2: Pushing and pulling*

ISO 14738, *Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*

ISO 15534 (all parts), *Ergonomic design for the safety of machinery*

3 Termos, definições, símbolos e abreviaturas

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ISO 6385, ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ABNT NBR ISO 11226, e os seguintes termos, definições, símbolos e abreviaturas.

NOTA Nas definições que envolvem frequência, uma unidade de tempo é mencionada porque mais de um método é envolvido, usando uma unidade diferente, por exemplo, segundos em HAL (em Anexo D), minutos no Índice OCRA (ver Anexo C) e Índice de Esforço (ver Anexo D).

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

3.1 Termos e definições

3.1.1

tarefa repetitiva

tarefa caracterizada por ciclos repetidos de trabalho

3.1.2

ciclo de trabalho

sequência de ações (técnicas) que são repetidas sempre da mesma maneira

3.1.3

tempo do ciclo

t_c

tempo, em segundos, do momento no qual um operador começa um ciclo de trabalho até o momento no qual o mesmo ciclo de trabalho for repetido

3.1.4

ação técnica

ações manuais elementares necessárias para completar as operações dentro do ciclo

EXEMPLO Segurar, virar, empurrar ou cortar.

3.1.5

repetitividade

característica de uma tarefa quando uma pessoa estiver repetindo continuamente o mesmo ciclo de trabalho, as mesmas ações e movimentos

3.1.6

frequência das ações

número de ações técnicas por unidade de tempo

3.1.7

força

F

esforço físico do operador necessário para executar a tarefa

3.1.8

posturas e movimentos

posições e movimentos de segmentos ou articulações do corpo, necessários para executar a tarefa

3.1.9

tempo de recuperação

período de descanso após um período de atividade que permite a recuperação da função musculoesquelética (em minutos)

3.1.10

fator de risco complementar

objeto e fatores ambientais para os quais há evidência de relacionamento casual ou agravante com doenças musculoesqueléticas nos membros superiores

EXEMPLO Vibração, pressão local, ambiente frio ou superfícies frias.

3.1.11**mover**

transporte de um objeto para um determinado destino usando os membros superiores sem andar

3.1.12**alcançar**

movimentar a mão para um destino prefixado

3.1.13**carregar**

transportar um objeto para um destino determinado andando

3.2 Símbolos e abreviaturas

A_M	multiplicador para fatores complementares
ATA	ação técnica real
f	frequência de ações por minuto
F	força (N)
F_B	limite de força básica
F_L	limite de força
F_M	multiplicador de força
j	tarefas genéricas repetitivas
k_f	constante da frequência de ações técnicas por minuto
L	carga real
MODA PTS	arranjo modular de tempo-padrão predeterminado
MSD	doenças musculoesqueléticas
MTA	análise do tempo de movimento
MTM	métodos/medida de tempo
MCV	máxima contração voluntária
n_{ATA}	número geral de ações técnicas reais dentro de um turno
n_{ep}	número de indivíduos expostos
n_{pa}	número de pessoas afetadas por um ou mais UL-WMSD
n_{RPA}	número de referência parcial de ações técnicas dentro de um turno
n_{rt}	número de tarefas repetitivas realizadas durante um turno
n_{RTA}	número geral de referência de ações técnicas dentro de um turno
n_{TC}	número de ações técnicas em um ciclo

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

OCRA	ação ocupacional repetitiva
PA	prevalência (%) de pessoas afetadas
P_M	multiplicador de postura
PTS	sistema de tempo predeterminado
RTA	ação técnica de referência
R_{eM}	multiplicador de repetitividade
R_{cM}	multiplicador de recuperação
SE	erro-padrão
t	duração líquida de cada tarefa repetitiva, em minutos
t_C	tempo do ciclo, em segundos
TA	ação técnica
t_M	multiplicador de duração
UL-WMSD	doenças musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho de membros superiores
WF	fator de trabalho

4 Recomendações**4.1 Como evitar tarefas de movimentação repetitiva**

Convém que tarefas de risco de movimentação manual sejam evitadas sempre que possível. Isso pode ser conseguido por meio de enriquecimento de tarefas, revezamento de tarefas e/ou mecanização/automação dentro da estrutura de abordagem ergonômica participativa. No caso de movimentação repetitiva de cargas leves em alta frequência, muitas tarefas podem ser modificadas por meio do uso de robótica ou sistemas automatizados de produção.

NOTA Uma “abordagem ergonômica participativa” significa o envolvimento prático de trabalhadores, apoiado por uma comunicação adequada para planejar e administrar uma quantidade significativa de suas atividades laborais, com conhecimento e habilidade suficientes para influenciar os processos e os resultados para atingir objetivos desejáveis.

4.2 Avaliação de risco**4.2.1 Geral**

Quando a movimentação repetitiva for inevitável, convém que uma abordagem de quatro passos, envolvendo avaliação de risco e redução de risco, seja adotada, de acordo com o ISO Guia 51 e a ISO 14121. Os quatro passos são identificação, estimativa, avaliação e redução de risco.

Convém que o procedimento mostrado na Figura 1 seja adotado ao fazer a avaliação de risco que envolve a movimentação manual de cargas leves em alta frequência.

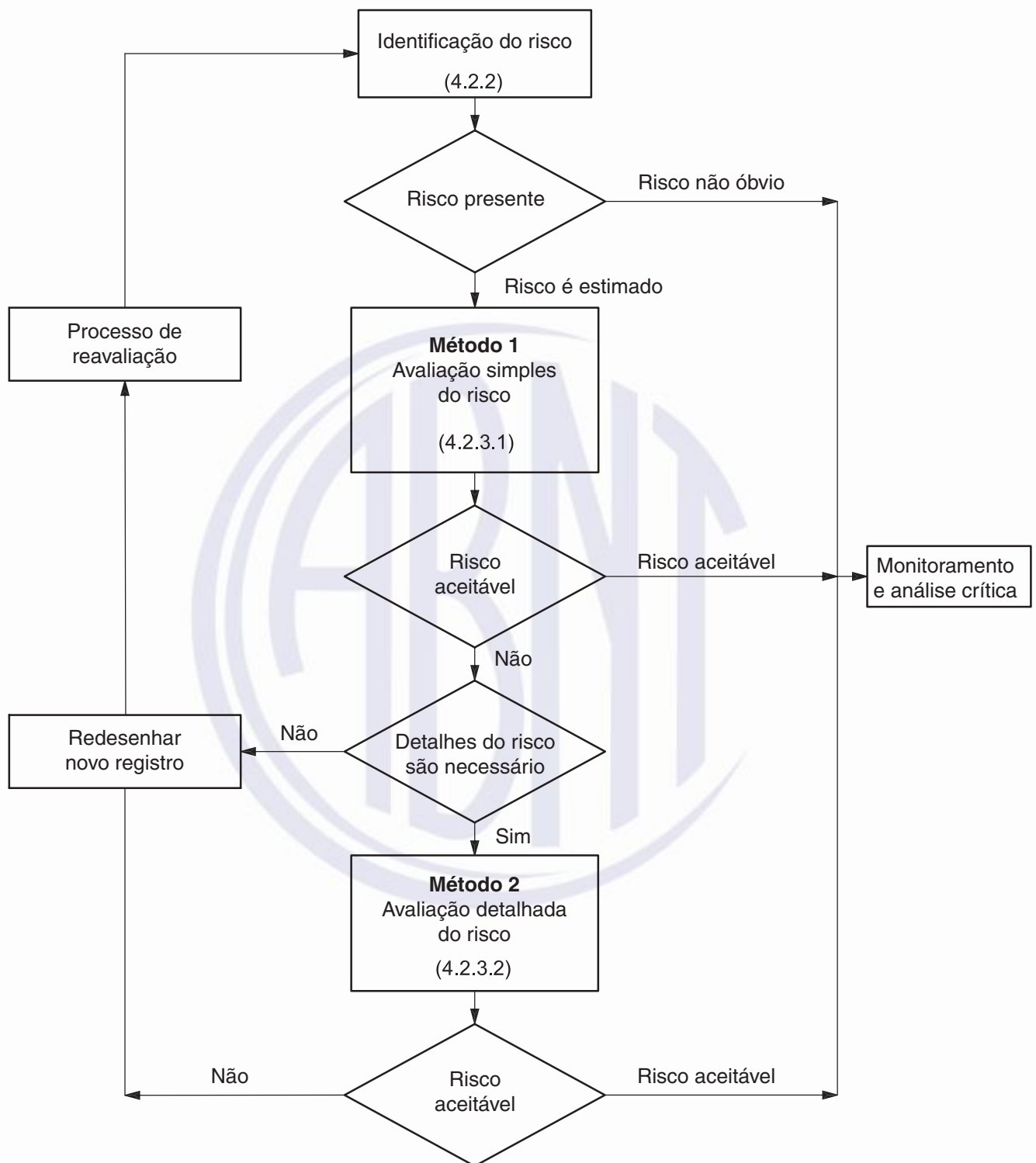


Figura 1 – Procedimento de avaliação de risco

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

4.2.2 Identificação de risco

4.2.2.1 Geral

O primeiro passo da avaliação de risco é identificar se existem riscos que possam expor indivíduos a um risco de lesão. Se esses riscos estiverem presentes, então uma avaliação mais detalhada pode ser necessária. Ao determinar se um ou mais dos seguintes riscos está presente, convém levar em conta as orientações para evitá-los.

4.2.2.2 Repetição

Movimentos repetitivos frequentes podem trazer risco de lesão que pode variar dependendo do contexto do padrão do movimento e do indivíduo. À medida que o número de movimentos aumenta e/ou o tempo do ciclo diminui, o risco de lesão aumenta. Convém que movimentos repetitivos sejam evitados dentro de uma tarefa ou trabalho.

4.2.2.3 Postura e movimento

Sentar restringe movimentos gerais do corpo, particularmente os das pernas e costas. Isso pode levar a uma carga complexa das costas e dos membros superiores. Ficar de pé por longos períodos de tempo frequentemente resulta em dor/desconforto nas pernas e dor lombar e pode levar a refluxo venoso nas pernas. Posturas complexas que envolvam movimentos combinados (por exemplo, flexionados e tornico) podem apresentar um risco maior (ver ABNT NBR ISO 11226). Sempre que possível, convém que os trabalhadores tenham a opção de variar entre sentar e ficar de pé.

Convém que tarefas e operações de trabalho forneçam variações para a postura de trabalho: posturas de corpo inteiro e movimento de membros específicos. Em tarefas de trabalho, convém que faixas extremas de movimentos de articulações sejam evitadas; também é necessário evitar posturas estáticas prolongadas.

4.2.2.4 Força

Esforços violentos podem ser prejudiciais. Convém que tarefas envolvam esforços leves, evitando movimentos súbitos ou arrancos. Precisão da movimentação (pegar ou colocar com exatidão) e o tipo e natureza do ato de segurar podem introduzir uma ativação muscular adicional.

4.2.2.5 Duração e recuperação insuficientes

Tempo insuficiente para o corpo se recuperar entre movimentos repetitivos (por exemplo, falta de tempo de recuperação) aumenta o risco de lesão. A duração pode ser quebrada em níveis diferentes, por exemplo, duração do turno de trabalho, duração do trabalho, duração da tarefa. A oportunidade de recuperação ou descanso pode estar dentro de cada um desses períodos de trabalho.

4.2.2.6 Características do objeto

Objetos projetados inadequadamente podem ter características que podem causar dano (por exemplo, forças de contato, formato, dimensões, pega, temperatura do objeto). Apoios para as mãos colocados inadequadamente podem levar a posturas de mão/braço inadequadas. Apoios para as mãos não acolchoados e objetos construídos com material liso aumentam a dificuldade de segurar o objeto e aumentam a exigência de força. O tamanho e formato do objeto sendo manuseado e o acoplamento entre ele e as mãos do operador determinarão a maneira de segurar e a força que o operador deve fazer.

4.2.2.7 Vibração e forças de impacto

Exposição a vibração de mão/braço, choques ou impactos podem levar à perda de sensibilidade da mão e aumento da força necessária para segurar um objeto ou ferramenta. Exposição prolongada a esses tipos de fatores de risco também foi ligada a doenças vasculares e neurológicas dos membros superiores.

4.2.2.8 Condições ambientais (iluminação, clima, ruído etc.)

Iluminação inadequada, ambientes quentes e frios e altos níveis de ruído podem trazer riscos adicionais. Superfícies molhadas ou contaminadas podem inibir a habilidade de fazer força e aumentar o risco de lesão. O projetista de produtos deve considerar condições ambientais somente dentro dos limites do uso previsível do produto.

4.2.2.9 Organização do trabalho

Organização do trabalho (por exemplo, duração da tarefa, duração do trabalho, padrões do turno) tem um papel importante na exposição a fatores de risco musculoesquelético. Convém que a organização do trabalho seja estruturada para facilitar períodos de descanso e evitar o uso de grupos de músculos além da duração do turno de trabalho. Revezamento de tarefas, diversificação de trabalho e enriquecimento do trabalho são métodos de estruturar o trabalho para facilitar a variação e recuperação dentro do período de trabalho.

4.2.2.10 Fatores psicossociais (por exemplo, complexidade do trabalho, demandas do trabalho, conteúdo do trabalho)

Resposta psicológica às condições do trabalho e do local do trabalho tem uma influência importante na saúde geral e, em particular, na saúde musculoesquelética. Esses fatores incluem o projeto, organização e administração do trabalho, o impacto específico dos fatores de risco do local de trabalho, como conteúdo do trabalho e o ambiente social geral (contexto do trabalho). Muitos dos efeitos desses fatores psicossociais acontecem via processos relacionados a estresse, que podem ter um efeito direto sobre as respostas bioquímicas e fisiológicas.

4.2.2.11 Indivíduos

Habilidades, treinamento, idade, sexo, problemas de saúde e gravidez são características pessoais que podem influenciar o desempenho e convém que sejam consideradas na avaliação de risco. A habilidade e a experiência podem beneficiar o indivíduo ao desempenhar tarefas e reduzem o risco de lesão. O treinamento pode aumentar o nível da habilidade.

Aspectos importantes do projeto do trabalho incluem a quantidade de controle que um indivíduo tem sobre seu trabalho, o nível de demanda de trabalho, a variedade de tarefas que ele/ela precisa realizar e o nível de apoio fornecido por gerentes, supervisores e/ou colegas de trabalho. Aspectos psicossociais indesejáveis de um trabalho que contribuem para um risco de doenças musculoesqueléticas incluem o seguinte:

- trabalhadores têm pouco ou nenhum controle sobre seu trabalho e métodos ou organização do trabalho;
- tarefas requerem altos níveis de atenção e concentração;
- trabalhadores são incapazes de usar suas habilidades completamente;

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- trabalhadores têm pouco ou nenhum envolvimento na tomada de decisão;
- espera-se que os trabalhadores façam somente tarefas repetitivas, monótonas;
- o trabalho é regulado pela máquina ou sistema;
- demandas de trabalho são consideradas excessivas;
- sistemas de pagamento encorajam trabalhar muito rápido ou sem intervalos;
- sistemas de trabalho limitam oportunidades para interação social;
- altos níveis de esforço não são equilibrados por recompensa suficiente (recursos, remuneração, autoestima, *status* etc.).

4.2.3 Estimativa de risco**4.2.3.1 Método 1 – Avaliação simples de risco**

A estimativa de risco é feita por uma avaliação simples de risco dos trabalhos formados por uma só tarefa repetitiva (trabalhos de monotarefa).

NOTA BRASILEIRA	Monotarefa é o mesmo que tarefa única.
------------------------	--

O procedimento e o modelo de *checklist* apresentados no Anexo B são preferidos para fazer a avaliação simples de risco. Há quatro partes neste procedimento de avaliação:

- informações preliminares descrevendo a tarefa do trabalho;
- identificação de risco e procedimento de estimativa de risco e *checklist*;
- avaliação geral do risco;
- ação corretiva a ser tomada.

NOTA Como uma segunda opção, outros métodos e *checklists* simples, dados no Anexo A, podem ser usados, levando-se em consideração as características específicas da tarefa repetitiva sendo examinada.

Convém que a estimativa de risco usando o Método 1 permita a classificação de risco pela abordagem de três zonas (verde, amarelo e vermelho) e determine a ação seguinte a ser tomada. As três zonas de risco são definidas como segue:

a) Zona verde (risco aceitável)

O risco de doença ou lesão é insignificante ou está em um nível aceitavelmente baixo para toda a população trabalhadora. Nenhuma ação é necessária.

b) Zona amarela (risco aceitável condicionalmente)

Há um risco de doença ou lesão que não pode ser negligenciado para toda a população trabalhadora ou parte dela. O risco deve ser melhor estimado (usando a avaliação mais detalhada do Método 2), analisado juntamente a fatores de risco contributivos e seguido, o mais breve possível, por um reprojeto. Quando um reprojeto não for possível, outras medidas para controlar o risco devem ser tomadas.

c) Zona vermelha (não aceitável)

Há um risco considerável de doença ou lesão que não pode ser negligenciado para a população de operadores. Uma ação imediata para reduzir o risco (por exemplo, reprojetar, organização do trabalho, instrução do trabalhador e treinamento) é necessária (ver 4.3 e Anexo E).

4.2.3.2 Método 2 – Avaliação de risco detalhada**4.2.3.2.1 Critérios gerais**

Se o risco estimado usando o Método 1 for considerado AMARELO ou VERMELHO, ou se o trabalho for composto de duas ou mais tarefas repetitivas (trabalho multitarefa), é recomendado fazer uma avaliação de risco mais detalhada. Isso também permitirá uma melhor determinação das medidas de remediação a serem tomadas.

Para uma avaliação de risco detalhada, OCRA (ação ocupacional repetitiva) é o método preferido (ver 4.2.3.2.2). É recomendado para objetivos específicos desta parte da ABNT NBR ISO 11228 porque, devido ao conhecimento no momento da publicação, ele considera todos os fatores de risco relevantes, é também aplicável a “trabalhos multitarefa” e fornece critérios – baseados em dados epidemiológicos extensivos – para prever a ocorrência de UL-WMSD (doenças musculoesqueléticas dos membros superiores relacionadas ao trabalho) em populações trabalhadoras expostas.

Outros métodos de avaliação de risco detalhada existem e podem ser usados para uma avaliação detalhada, dependendo do tipo de fatores de risco identificados pelo Método 1, a natureza de trabalho e a experiência do analista.

O Anexo D fornece informações básicas sobre outros métodos de avaliação de risco detalhada úteis para os objetivos desta parte da ABNT NBR ISO 11228, juntamente com alguns comentários sobre seus limites aplicativos no momento da publicação.

Independentemente do método usado para avaliação de risco detalhada, convém que o método permita a classificação do risco pelo modelo de três zonas e determine as consequências a serem trabalhadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Método 2 – Critérios da avaliação final

Zona	Nível de risco	Consequências
Verde	Nenhum risco	Aceitável: nenhuma consequência
Amarelo	Risco bem baixo	Melhorar os fatores de risco estrutural (postura, força, ações técnicas etc.) ou tomar outras medidas organizacionais
Vermelho	Risco	Reprojetar tarefas e locais de trabalho de acordo com prioridades

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

4.2.3.2.2 Método OCRA para avaliação de risco detalhada

O índice OCRA é a proporção entre o número de ações técnicas reais, ATA, realizadas durante um turno de trabalho e o número de ações técnicas de referência, RTA, para cada membro superior, especificamente determinado no cenário sendo examinado [11], [38].

O procedimento OCRA de avaliação de risco consiste em três passos básicos:

a) Passo 1

Calcular a frequência de ações técnicas/min e o número geral de ATA realizadas no turno (para cada membro superior).

b) Passo 2

Calcular o número geral de RTA.

c) Passo 3

Calcular o índice OCRA e fazer a avaliação de risco.

As Tabela 2 (cálculos ATA e RTA em trabalhos de monotarefa), Tabela 3 (cálculos ATA e RTA em trabalhos multitarefa) e Tabela 4 (cálculo de índice OCRA e avaliação de risco) dão uma visão geral do procedimento detalhado no Anexo C.

Tabela 2 – Procedimento de avaliação OCRA para trabalhos monotarefa – Passos 1 e 2

Passo 1	Calcular o número de ações técnicas atuais, n_{ATA} , feitas em um turno para cada membro superior	
↓	a)	Contar o número de ações técnicas, n_{TC} , em um ciclo.
	b)	Avaliar sua frequência, f , por minuto, considerando o tempo do ciclo, t_C , em segundos: $f = n_{TC} \times \frac{60}{t_C}$
	c)	Avaliar a duração líquida, t , da tarefa repetitiva no turno, em minutos.
	d)	Calcular o número geral da ATA realizadas no turno: $n_{ATA} = f \times t$
Passo 2	Calcular o número geral de RTA no turno: $n_{RTA} = k_f \times F_M \times P_M \times R_{eM} \times A_M \times t \times R_{cM} \times t_M$	
↓	30	Constante de frequência, k_f , de ações técnicas = 30/min
	×	
	F_M	Multiplicador de força
	×	
	P_M	Multiplicador de postura
	×	
	R_{eM}	Multiplicador de repetitividade
	×	
	A_M	Multiplicador para fatores complementares
	×	
	T	Duração da tarefa repetitiva, em minutos
	=	
	n_{RPA}	Número de referência parcial de ações técnicas dentro de um turno
	×	
	t_M	Multiplicador de duração
	×	
	R_{cM}	Multiplicador de recuperação
	=	
	n_{RTA}	Número geral de RTA
NOTA Ver 3.2 para lista completa de símbolos e abreviaturas utilizados nesta parte da ABNT NBR ISO 11228.		

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela 3 – Procedimento de avaliação OCRA para trabalhos multitarefa – Passos 1 e 2



Passo 1		Calcular o número geral de ações técnicas reais, n_{ATA} , realizadas em um turno por cada membro superior, considerando cada tarefa repetitiva, j , no turno.			
	a)	Contar o número de ações técnicas em um ciclo para cada tarefa repetitiva (n_{TCj}):			
		Tarefa A	Tarefa B	Tarefa C	Tarefa n
		n_{TC}	n_{TC}	n_{TC}	n_{TC}
	b)	Avaliar a frequência de ação por minuto para cada tarefa repetitiva, f_j , considerando o tempo do ciclo para cada tarefa refetitiva, t_{Cj} , em segundos:			
		Tarefa A	Tarefa B	Tarefa C	Tarefa n
		f	f	f	f
	c)	Avaliar a duração líquida (t_j) de cada tarefa repetitiva no turno, em minutos.			
		Tarefa A	Tarefa B	Tarefa C	Tarefa n
		T	T	t	t
	d)	Calcular o número geral de ATA realizadas em cada tarefa repetitiva, somando-as, e o número geral de ATA no turno: $n_{ATA} = \sum (f_j \times t_j)$			
	Tarefa A	Tarefa B	Tarefa C	Tarefa n	
$n_{ATA} =$	$t \times f$	$t \times f$	$t \times f$	$t \times f$	
Passo 2		Calcular o número geral de RTA no turno: $n_{RTA} = \sum_{j=1}^n [k_f (F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j] \times (R_{cM} \times t_M)$			
	30	Tarefa A	Tarefa B	Tarefa C	Tarefa n
		30	30	30	30
	\times	\times	\times	\times	\times
	F_{Mj}	F_M	F_M	F_M	F_M
	\times	\times	\times	\times	\times
	P_{Mj}	P_M	P_M	P_M	P_M
	\times	\times	\times	\times	\times
	R_{eMj}	R_{eM}	R_{eM}	R_{eM}	R_{eM}
	\times	\times	\times	\times	\times
	A_{Mj}	A_M	A_M	A_M	A_M
	\times	\times	\times	\times	\times
	t	t	t	t	t
	$=$	$=$	$=$	$=$	$=$

Tabela 3 (continuação)

	n_{RPAj}	RPA Tarefa A	RPA Tarefa B	RPA Tarefa C	RPA Tarefa n
↓		Total de números parciais de ações técnicas de referência no turno $n_{RPA, tot}$			
	$n_{RPA, tot}$				
	×				
	t_M		Multiplicador de duração t_M		
	×		×		
	R_{Cm}		Multiplicador de recuperação R_{cM}		
	=		=		
	n_{RTA}		n_{RTA}		
NOTA Ver 3.2 para a lista completa de símbolos e abreviaturas nesta parte da ABNT NBR ISO 11228.					

Tabela 4 – Cálculo do índice OCRA e da avaliação do risco – Passo 3

Passo 3	Calcular o índice OCRA e realizar a avaliação do risco:			
	$\text{Índice OCRA} = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}}$	Número atual de ações no turno		
		Número de referência de ações técnicas no turno		
		Zona	Valor do índice OCRA	Nível do risco
	Avaliação de risco	Verde	$\leq 2,2$	Sem risco
		Amarelo	2,3 – 3,5	Risco muito baixo
		Vermelho	$> 3,5$	Risco

4.3 Redução do Risco

Uma apropriada análise de risco é a base para escolha apropriada na redução do risco. A redução do risco pode ser alcançada pela combinação, em diferentes maneiras, melhorias, nos diferentes fatores de risco, e convém considerar, entre outras coisas.

- evitar e limitar a movimentação repetitiva, especialmente por uma duração longa do dia, sem períodos adequados de recuperação ou em alta frequência,
- projeto adequado da tarefa, posto de trabalho e organização do trabalho, utilizando também Normas Internacionais e introduzindo adequada variação da tarefa,
- projeto adequado de objetos, ferramentas, e movimentação de materiais,
- projeto apropriado do ambiente de trabalho,
- capacidades individuais dos trabalhadores e nível de habilidade específico na tarefa.

Ver o Anexo E para mais informações detalhadas sobre opções de redução de risco.

Anexo A (informativo)

Avaliação de risco – Estrutura geral e informações sobre métodos disponíveis

A.1 Estrutura geral

O Documento consensado listado na Referência [10], que foi preparado e publicado pelo Comitê Técnico da IEA¹⁾, Doenças Musculoesqueléticas, com o endosso da ICOH, define, em um modelo geral, os principais fatores de risco a serem considerados e apresenta procedimentos observacionais que podem ser usados na sua descrição, classificação e avaliação.

Nas suas conclusões, o documento enfatiza a necessidade de uma avaliação integrada por meio de índices de exposição concisos.

O modelo geral de descrição e avaliação de tarefas, em relação a todos os trabalhadores expostos em uma determinada situação, tem o objetivo de analisar quatro principais fatores de risco: repetitividade, força, posturas e movimentos inadequados, e falta de períodos de recuperação apropriados. Convém que esses fatores sejam avaliados como funções de tempo (principalmente considerando suas respectivas durações). Além desses fatores, outros, agrupados dentro do termo “fatores complementares de risco”, convém ser considerados; esses são fatores mecânicos (por exemplo, vibrações, compressões mecânicas localizadas), fatores ambientais (por exemplo, exposição a frio) e fatores organizacionais (por exemplo, ritmo determinado por máquina), e para a maioria deles há evidência de associação com UL-WMSD.

Cada fator de risco identificado deve ser apropriadamente descrito e classificado. Isso permite, por um lado, a identificação de exigências possíveis e intervenções preventivas preliminares para cada fator, e, por outro lado, eventualmente, consideração de todos os fatores que contribuem para a “exposição” geral dentro de uma estrutura geral e mutuamente integrada. Desse ponto de vista “numérico” ou “categórico”, classificações de resultados podem ser úteis para tornar a gestão de resultados mais fácil, mesmo se for importante evitar o sentimento de uma objetividade excessiva de métodos cujo critério de classificação ainda possa ser empírico.

Ao adotar Referência [10], convém enfatizar que o método OCRA (e o índice OCRA) [11], [38] representa uma tentativa de organizar os dados obtidos da análise descritiva dos vários fatores de risco mecânico, já que eles são coletados seguindo indicações no próprio Documento consensado.

As principais vantagens do método OCRA são as seguintes:

- ele fornece uma análise detalhada de todos os principais fatores de risco mecânicos e organizacionais de UL-WMSD;
- ele usa uma linguagem comum em relação a métodos tradicionais de análise de tarefa (sistemas de tempo predeterminados), isto torna técnicos da empresa (engenheiros de produção, analistas) mais familiarizados com o método e os ajuda a melhorar procedimento de trabalho;
- ele considera todas as tarefas repetitivas envolvidas em um trabalho complexo (ou de revezamento) e estima o nível de risco geral do trabalhador;

1) *International ergonomics association.*

- em muitas pesquisas epidemiológicas, ele apresentou boa relação com os efeitos à saúde (como a ocorrência de UL-WMSD); portanto, é um bom previsor (dentro de limites definidos) de risco em um determinado nível OCRA.

Quanto às desvantagens do método OCRA, convém enfatizar que pode ser demorado, principalmente para tarefas complexas e trabalhos multitarefa, e não considera todos os fatores psicossociais relacionados à esfera individual.

Essas considerações foram a base da escolha do método OCRA no Anexo C como o método de referência para avaliação detalhada de risco.

No entanto, outros métodos são propostos na literatura para uma avaliação detalhada de risco; nos parágrafos seguintes, os princípios desses métodos serão apresentados brevemente, também levando em consideração seus limites potenciais em relação ao modelo geral considerado aqui.

A.2 Revisão de outros métodos de avaliação de risco

Vários outros métodos/procedimentos para a avaliação de risco de movimentos e esforços repetitivos dos membros superiores, que também fornecem notas sintéticas da exposição, já estão disponíveis na literatura.

Uma lista incompleta se encontra na Tabela A.1 (adaptada na Referência [32]).

A maioria dos métodos são ferramentas simples de triagem (e frequentemente empíricas), não customizadas para uma avaliação detalhada de risco: estas ferramentas podem ser usadas em um nível inicial (passo 1) como uma alternativa para o Método 1 recomendado, apresentado em 4.2.3.1 e Anexo B).

Outros métodos, como OWAS e, em parte, RULA, são primariamente devotados ao estudo de posturas de trabalho e levam menos em consideração outros fatores principais de risco envolvidos em movimentação repetitiva em alta frequência.

Convém que uma menção especial seja feita à ferramenta OREGÉ [21], uma identificação de movimento e ajuda para avaliação, cujo objetivo é quantificar os estresses biomecânicos representados por forças, posturas limitantes e repetitividade de movimentos. Desenvolvido pelo *Institut National de Recherche et de Sécurité* (INRS) da França, não foi incluído na Tabela A.1 porque, como proposto pelo INRS, essa ferramenta não pode existir sozinha e somente pode ser usada no contexto de uma abordagem mais geral e específica para prevenção de UL-WMSD. A aplicação da ferramenta requer uma habilidade ergonômica específica porque ela é principalmente baseada na observação do operador, sua percepção das limitações e no diálogo entre o especialista e o operador, e a avaliação final é baseada grandemente no conhecimento e experiência dos especialistas. OREGÉ usa outras ferramentas (por exemplo, escalas visuais analógicas para estimar a frequência e a força, RULA para estimar as posturas) de maneira combinada. Independentemente desta abordagem “mista” que a torna inadequada para o escopo específico da aplicação desta parte da ABNT NBR ISO 11228, OREGÉ representa um método interessante e participativo para a prevenção de UL-WMSD em nível de campo, justificando sua menção nesta análise crítica curta.

Dos métodos incluídos na Tabela A.1, somente poucos permitem uma avaliação detalhada de risco de alguma maneira correspondendo ao modelo geral [10]. Além do índice OCRA, esses métodos são, substancialmente, o Strain Index e o HAL/ACGIH TLV, apresentados no Anexo D juntamente com os dados apresentados na Referência [9].

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela A.1 – Lista não exaustiva dos principais métodos de avaliação de risco de movimentos/esforços repetitivos de alta frequência

Método		Principais características	Tipo de saída	Avaliação da parte do corpo
OWAS	Ref. [26]	Análise de posturas de segmentos diferentes do corpo, também considera sua frequência durante um turno de trabalho.	Quantitativo	Corpo inteiro
RULA	Ref. [34]	Análise rápida codificada de posturas estáticas e dinâmicas, também considera a força e a frequência da ação: o resultado é uma nota de exposição que leva ao tipo de medidas preventivas a serem tomadas.	Quantitativo	Membros superiores
REBA	Ref. [18]	Similar a RULA (checklist), considera todos os segmentos do corpo enquanto leva em consideração a movimentação manual de cargas.	Quantitativo	Corpo inteiro
PLIBEL^a	Ref. [27]	<i>Checklist</i> para a identificação de diferentes fatores de risco para segmentos diferentes do corpo; considera posturas inadequadas de movimentos, equipamentos e outros aspectos organizacionais.	Quantitativo	Corpo inteiro
Strain Index	Ref. [35]	Método detalhado (monotarefa) que considera os seguintes fatores de risco: intensidade de esforço, duração do esforço por ciclo, esforços por minuto, postura de mão/punho, velocidade do trabalho, e duração da tarefa por dia.	Quantitativo	Membros superiores distais
QEC^a	Ref. [31]	Método rápido para estimar o nível de exposição; considera diferentes posturas, força, carga manipulada, duração da tarefa com notas hipotéticas para sua interação.	Quantitativo	Corpo inteiro
OSHA Checklist^a	Ref. [45]	<i>Checklist</i> proposto durante o desenvolvimento da norma OSHA (cancelada); considera repetitividade, posturas inadequadas, força, alguns fatores adicionais e alguns aspectos organizacionais.	Quantitativo	Membros superiores
HAL/TLV ACGIH	Ref. [1]	Método detalhado (para trabalho manual de monotarefa que dure quase 4 h por turno) principalmente baseado na análise da frequência das ações (em relação ao ciclo de obrigação) e do pico da força; outros fatores principais são geralmente considerados.	Quantitativo	Membros superiores
Upper limb expert tool^a	Ref. [28]	Método de triagem avaliando a “carga de trabalho”, considera a repetição, força, posturas inadequadas, duração da tarefa e alguns fatores adicionais.	Semiquantitativo	Membros superiores
Índice OCRA	Ref. [11], [38]	Método detalhado que considera os seguintes fatores de risco: frequência de ações técnicas, repetitividade, posturas inadequadas, força, fatores complementares, falta de períodos de recuperação, duração da tarefa repetitiva.	Quantitativo	Membros superiores
OCRA checklist^a	Ref. [11], [41]	Método semidetalhado que considera, de maneira simplificada, os mesmos fatores de risco como índice OCRA. O nível de exposição é classificado no sistema de três zonas. Aplicável também aos trabalhos repetitivos de multitarefa.	Quantitativo	Membros superiores

^a Método/ferramenta útil para objetivos do Método 1.

Anexo B (informativo)

Método 1 – *Checklist* de avaliação simples de risco

B.1 Geral

Este anexo fornece os checklists e o modelo de avaliação para o Método 1 de avaliação simples de risco (ver 4.2.3.1). A estrutura e o conteúdo da *checklist* é como a seguir.

— Informações preliminares descrevendo a tarefa do trabalho

B.2.1 Consiste em informações gerais (descrição do trabalho, tarefas a serem avaliadas etc.). Convém que na consideração inicial seja dada prevalência de queixas relacionadas à saúde e/ou mudanças no trabalho (planejadas ou improvisadas), realizadas nos equipamentos ou ferramentas de trabalho.

— Identificação do perigo, procedimento de estimativa de risco e *checklist*

B.2.2 Apresenta um procedimento que adota uma abordagem de cinco passos, levando em consideração os quatro principais fatores de risco físico (repetição, alta força, postura e movimentos inadequados, recuperação insuficiente), assim como quaisquer outros fatores adicionais de risco que possam estar presentes. Quando riscos forem identificados, convém que passos sejam tomados para reduzir ou eliminar esses riscos da tarefa/trabalho (ver Anexo E).

As características do ciclo de trabalho são os fatores principais de risco para um trabalho. O Passo 1 da avaliação é, portanto, a base da estimativa de risco. Os outros fatores de risco que são relevantes para a avaliação são posturas inadequadas e desconfortáveis (passo 2), uso de força pelos membros superiores (passo 3), falta de períodos de recuperação (passo 4) e fatores de risco adicionais (passo 5).

— Avaliação geral do risco

B.2.3 descreve o método para a avaliação geral de risco e as ações a serem tomadas como consequência. Se um dos fatores de risco for encontrado na zona vermelha, o risco geral é VERMELHO; se nenhum dos níveis de risco for VERMELHO, mas um ou mais estiver na zona amarela, o risco geral é AMARELO; se todos os níveis de risco estiverem na zona verde, então o nível geral de risco é VERDE. Para fatores adicionais, o nível de risco diminui na medida em que se vai para a zona verde. Ao fazer uma avaliação geral, convém que fatores adicionais sejam sempre ser levados em consideração. Ver 4.2.3.1 para uma explicação das zonas de risco e a ação seguinte.

— Ação corretiva a ser tomada

Ver B.2.4 para a ação corretiva que convém que seja formulada e realizada.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**B.2 Checklist****B.2.1 Informações preliminares**

Preencher a Tabela B.1.

Tabela B.1

Descrição do trabalho;	Esquema (outras informações):
Operações cobertas pela avaliação (descrição detalhada):	
Localização:	
Pessoal envolvido:	
Data da avaliação:	

B.2.2 Identificação do perigo e avaliação do risco

Esta parte do *checklist* é usada para uma avaliação de risco específica se o trabalho for repetitivo. Convém que o risco sempre seja exaustivamente analisado se o trabalho envolver movimentos quase idênticos que sejam repetidos frequentemente por um período significativo do dia de trabalho normal. Se a duração do trabalho repetitivo for menor que 1 h/dia ou 5 h/semana, o risco causado pela repetição é considerado insignificante. Nesse caso, não é necessário fazer mais nenhuma avaliação do risco de repetitividade.

Preencher a Tabela B.2.

Tabela B.2

Questões a ponderar (fatores de risco possíveis)	Avaliação de risco (zona)		
	VERDE, se ...	AMARELO, se...	VERMELHO, se...
<p>Passo 1 – movimentos repetitivos/duração – O trabalho envolve</p> <p>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/></p> <p>Um ciclo de trabalho ou uma sequência de movimentos que seja repetida mais que duas vezes por minuto e por mais de 50 % da duração da tarefa?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Repetir movimentos quase idênticos dos dedos, mãos ou braços a cada segundo?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Uso intenso do(s) dedo(s), mão(s) ou punho(s)?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Movimentos repetitivos do ombro/braço (movimentos regulares do braço com algumas pausas ou quase contínuos)?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>Se a resposta a todas as perguntas for “Não”, a avaliação é VERDE e não é mais necessária qualquer avaliação.</p> <p>Se a resposta a uma ou mais perguntas for “Sim”, o trabalho é categorizado como repetitivo. Usar as colunas à direita para avaliar duração aceitável, se nenhum outro fator de risco significativo estiver presente e continuar para avaliação de outros fatores de risco combinados pelos passos 2, 3 e 4.</p>	<p>Movimentos repetitivos, mas nenhum outro fator de risco, por não mais de um total de 3 h, em um dia de trabalho “normal”</p> <p>E</p> <p>Não mais de 1 h sem um intervalo</p> <p>Se isso for verdade, então a avaliação total é VERDE e nenhuma outra avaliação é necessária</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>As condições descritas na zona vermelha e verde não são verdadeiras</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Movimentos repetitivos sem quaisquer outros fatores de risco por mais de 4 h, em um dia de trabalho “normal”</p> <p><input type="checkbox"/></p>

Tabela B.2 (continuação)

Questões a ponderar (fatores de risco possíveis)	Avaliação de risco (zona)		
	VERDE, se ...	AMARELO, se...	VERMELHO, se...
<p>Passo 2 – Movimentos repetitivos/duração – O trabalho envolve repetitividade ou frequência....</p> <p>Sim Não (ver Anexo C)</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Desviar o punho para cima ou para baixo ou para o lado?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Virar ou torcer as mãos de tal maneira que as palmas estejam viradas para cima ou para baixo?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Movimentos de força, como segurar com os dedos enquanto o punho está desviado, mão bem aberta para segurar ou manipular itens?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Movimentos do braço para frente ou para os lados do corpo?</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Inclinação lateral ou movimentos giratórios das costas ou da cabeça?</p> <p>Se a resposta para todas as perguntas for “Não”, então não há nenhuma postura inadequada como um fator de risco combinado para os movimentos repetitivos. Continuar para o passo 3 para avaliação do fator força.</p> <p>Se a resposta para uma ou mais perguntas for “Sim”, usar as colunas à direita para avaliar o risco e depois proceder o passo 3.</p>	<p>Repetitividade, pequenos desvios das posições neutras dos dedos, punho, cotovelos, ombros ou pescoço por não mais de 3 h por dia de trabalho</p> <p>OU</p> <p>Repetitividade, desvios moderados a maiores por não mais de 2 h por dia de trabalho</p> <p>E (ambos)</p> <p>Não mais de 30 min consecutivos sem um intervalo ou variação de tarefa</p>	<p>As condições descritas nas zonas vermelha e verde não forem verdadeiras</p>	<p>Desvios moderados à maiores das posições neutras das articulações dos dedos, punhos, cotovelos, ombros ou pescoço por mais de 3 h por dia de trabalho</p> <p>E</p> <p>Menos se mais de 30 min sem intervalo</p> <p>(Desvios moderados para maiores de articulações, significando > 50 % do ROM. Se houver desvios máximos perto de ROM, uma avaliação específica é necessária).</p>

Tabela B.2 (continuação)

Questões a ponderar (fatores de risco possíveis)	Avaliação de risco (zona)		
	VERDE, se ...	AMARELO, se ...	VERDE, se ...
<p>PASSO 3 – Força – O trabalho envolve repetitivo ou frequente...</p> <p>Sim Não</p> <p>a) Levantar ou segurar ferramentas, materiais ou objetos que pesem mais que :</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0,2 kg por dedo (levantados ou pinçados)</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2 kg por mão?</p> <p>b) Segurar, girar, empurrar ou puxar ferramentas, materiais</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> por trabalho de braço/mão com uma força que exceda 10 % dos valores de referência, F_b, como dado em EN 1005-3:2002 [53], passo 1 (por exemplo, 25 N para força de preensão)?</p> <p>c) Uso de atuadores de controle</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> com uma força/torque que exceda o recomendado pela ISO 9355-3[67] (por exemplo, 25N para força de preensão de mão)?</p> <p>d) Preensão de pinça, isto é, segurar objetos entre o dedão e um dedo</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> com uma força de mais de 10 N?</p> <p>Se a resposta a todas essas perguntas for "Não", então não há qualquer esforço como um fator combinado de risco para os movimentos repetitivos. Continuar com o passo 4 para avaliar o fator de recuperação.</p> <p>Se a resposta de uma ou mais das perguntas for "Sim", avaliar o risco usando a coluna à direita, depois proceder o passo 4.</p>	<p>Esforço repetitivo (sem posturas inadequadas) por não mais de 2 h por dia normal de trabalho</p> <p>OU</p> <p>Esforço repetitivo combinado com posturas inadequadas por não mais de 1h por dia normal de trabalho</p> <p>E (ambos)</p> <p>Não mais de 30 min consecutivos sem um intervalo ou variação de tarefa</p>	<p>As condições descritas nas zonas vermelha e verde não forem verdadeiras.</p>	<p>Esforço repetitivo sem posturas inadequadas por mais de 3 h por dia normal de trabalho</p> <p>OU</p> <p>Esforço repetitivo combinado com posturas inadequadas por mais de 2 h por dia normal de trabalho</p> <p>(duração mais curta se mais de 30 min consecutivos sem um intervalo ou variação de tarefa)</p>

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela B.2 (continuação)

Questões a ponderar (fatores de risco possíveis)	Avaliação de risco (zona)		
	VERDE, se ...	AMARELO, se ...	VERDE, se ...
Passo 4 – Períodos de recuperação – O trabalho envolve... Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Falta de intervalos? <input type="checkbox"/> Pouca variação de tarefas? <input type="checkbox"/> Falta de períodos de recuperação <input type="checkbox"/> Usar as colunas à direita para responder a essas perguntas e avaliar o risco de falta de períodos de recuperação. Depois proceder o passo 5 e avaliar fatores adicionais de risco.	Pelo menos 30 min para almoço e 10 min de intervalo de manhã e 10 min de intervalo à tarde E Não mais que 1 h de trabalho sem intervalo ou variação de tarefa	As condições descritas nas zonas vermelha e verde não forem verdadeiras.	Menos de 30 min de intervalo para almoço OU Mais de 1 h de trabalho sem intervalo ou variação de tarefa
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabela B.2 (continuação)

Perguntas a considerar (fatores possíveis de risco)									
Passo 5 – Fatores complementares de risco									
Físico					Psicossocial				
Sim	Não	O trabalho repetitivo envolve...			Sim	Não	O trabalho repetitivo envolve...		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Uso de ferramentas vibratórias?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pressão alta no trabalho/muito trabalho para terminar dentro do horário de trabalho?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Compressão localizada de estruturas anatômicas devido a ferramentas?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de controle de planejamento e organização das tarefas do trabalho?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposição a calor ou frio?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Falta de apoio de colegas e gerentes?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Equipamento de proteção pessoal que restringe movimentos ou prejudica o desempenho?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Alta carga de trabalho mental, alta concentração ou atenção?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risco de movimento súbito, inesperado/descontrolado (por exemplo, chão escorregadio, objetos caindo)?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Uma tarefa isolada em um processo de produção?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aceleração/desaceleração súbita de movimentos?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ritmo do trabalho controlado por uma máquina ou pessoas?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Força/carga estática? Por exemplo...			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Taxas de trabalho predefinidas ou sistemas de bônus?		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ombros/braços elevados (levantar os braços/objetos contra a gravidade)?							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Preensão contínua de ferramentas (como facas em um frigorífico, indústria de peixes)?							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Posturas presas ou fixas (mau projeto de ferramentas ou locais de trabalho, falta de espaço)?							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Martelar, choques ou força com crescimento rápido?							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabalho de alta precisão combinado com força?							
					Resultados				
Zona	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4	Passo 5				
Verde									
Amarelo									
Vermelho									

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela B.2 (continuação)

<p>Estas informações podem ser colhidas observando a situação do trabalho ou usando questionários validados.</p>
<p>Se fatores adicionais estiverem presentes, convém que eles sejam considerados depois de trabalhar os fatores de risco dos passos 1 – 4.</p>
<p>Avaliar posturas estáticas/duração de acordo com a ABNT NBR ISO 11226.</p>
<p>Alto nível de movimento: se desvios muito grandes (quase ROM máximo) estiverem prevalentes, é importante fazer uma avaliação específica de possível risco agudo ou risco em curto prazo. Para uma avaliação completa de posturas de trabalho, usar outros métodos de avaliação, ver ABNT NBR ISO 11226. Para avaliação de fatores ambientais que afetem posturas, usar ISO 12738 e ISO 15534 (planejamento de espaço, área e altura preferidos de trabalho). Estas Normas Internacionais podem ser muito relevantes para uma avaliação maior/específica de postura.</p>
<p>Alta força: se esforços muito grandes (perto de MCV) forem prevalentes, é importante fazer uma avaliação específica de possível risco agudo ou risco em curto prazo. Para uma avaliação completa de esforços, pode ser relevante usar outros métodos de avaliação: para levantar, ISO 11228-1, e para empurrar/puxar, ISO 11228-2. Estas Normas Internacionais podem ser muito relevantes para uma avaliação maior/específica da força.</p>

B.2.3 Avaliação do nível geral de risco

B.2.3.1 Avaliação vermelha

Se um dos níveis de risco examinados em B.2.2 for encontrado na zona vermelha, então o risco geral é VERMELHO. Se o trabalho se encontrar dentro dessa zona, então o trabalho é considerado prejudicial. A severidade do risco é aumentada se um ou mais dos fatores de risco adicionais também se encontrarem dentro da zona vermelha. É recomendado que medidas sejam tomadas para eliminar ou reduzir os fatores de risco ou que uma avaliação de risco mais detalhada seja feita usando o Método 2 (ver Anexo C).

B.2.3.2 Avaliação amarela

Se nenhum dos níveis de risco examinados em B.2.2 for considerado VERMELHO, mas um ou mais forem AMARELOS, então o trabalho é considerado como dentro da zona amarela. Se um ou dois fatores severos adicionais (passo 5) estiverem presentes, o nível geral de risco vai de AMARELO para VERMELHO. No caso de uma avaliação amarela, uma avaliação de risco mais detalhada é necessária, usando o Método 2 (ver Anexo C), ou então convém que uma ação corretiva seja tomada para reduzir o risco ao nível verde.

B.2.3.3 Avaliação verde

Se todos os riscos forem VERDES, então o nível geral de risco é aceitável. Se o trabalho cair dentro da zona verde, o risco de desenvolver doenças musculoesqueléticas relacionadas a trabalho é provavelmente considerado aceitável. No entanto, se fatores de risco adicionais estiverem presentes (passo 5), é recomendado que uma tentativa seja feita para reduzir ou eliminar esses riscos.

B.2.4 Ação corretiva a ser tomada

Preencha a Tabela B.3.

Tabela B.3

Passos corretivos que convém que sejam tomados (em ordem de prioridade)	Pessoa que convém que faça a ação	Data até a qual convém que a ação seja tomada	Data e responsabilidade para iniciativas de <i>follow-up</i>
1			
2			
3			
4			
5			
Data para reavaliação: Nome do avaliador: Assinatura:			

Tomar a ação e verificar se ela teve o efeito desejado repetindo o Método 1.

Anexo C (informativo)

Método 2 — Método OCRA para avaliação detalhada de risco

C.1 Geral

Este anexo fornece todas as informações relevantes para aplicar o método OCRA (ação ocupacional repetitiva) de acordo com esta parte da ABNT NBR ISO 11228.

C.2 a C.5 descrevem em detalhes, passo a passo, como o índice OCRA é determinado; C.6 provê as razões para determinar ações técnicas para o passo 1; C.7, C.8 e C.9 explicam, respectivamente, como determinar níveis de força, analisar posturas e movimentos e identificar e avaliar os diferentes fatores e multiplicadores de força aplicados no passo 2; C.10 apresenta informações sobre os critérios adotados para a classificação do Índice OCRA (passo 3), assim como modelos de previsão da porcentagem esperada de pessoas afetadas (PA) por um ou mais UL-WMSD; enquanto C.11 dá exemplos de aplicação do uso do método OCRA para avaliar tarefas repetitivas.

C.2 Índice OCRA

O Índice OCRA é a proporção entre o número real de ações técnicas (ATA) realizadas durante o turno de trabalho e o número de ações técnicas de referência (RTA), para cada membro superior, especificamente determinado no cenário sendo examinado [11], [38]:

$$\text{Índice OCRA} = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}} \quad (\text{C.1})$$

onde

n_{ATA} é o número geral de ATA no turno;

n_{RTA} é o número de RTA no turno.

O procedimento de três passos para determinar o índice é detalhado em C.3 a C.5 (ver também 4.2.3.2.2).

C.3 Passo 1

Calcular a frequência de ações técnicas (TA) por minuto e número geral de ATA realizada no turno por cada membro superior (ver também Tabela 2).

- a) Contar o número de ações técnicas (n_{TC}) em um ciclo repetitivo de cada tarefa repetitiva no trabalho.

Ver C.6 para detalhes sobre como determinar as ações técnicas.

- b) Avaliar sua frequência, f , por minuto, considerando o tempo do ciclo, t_C , em segundos:

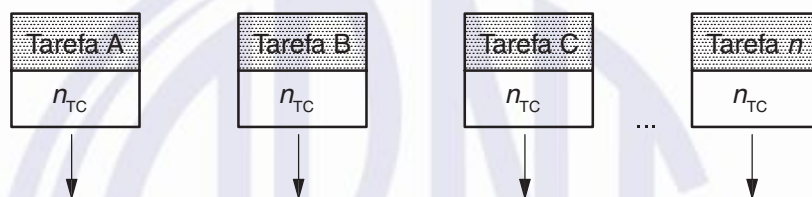
$$f = n_{TC} \times \frac{60}{t_C} \quad (C.2)$$

- c) Avaliar a duração líquida, t , da tarefa repetitiva no turno, em minutos.
d) Calcular o número geral de ATA realizadas no turno:

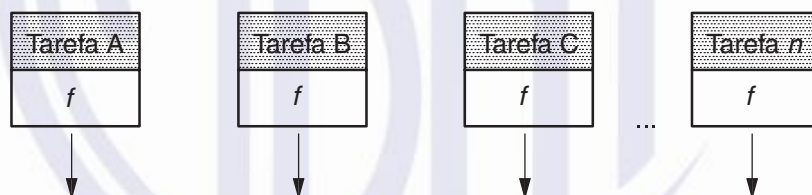
$$n_{ATA} = f \times t \quad (C.3)$$

Para a análise multitarefa, seguir o procedimento mostrado na Figura C.1 (ver também Tabela 3).

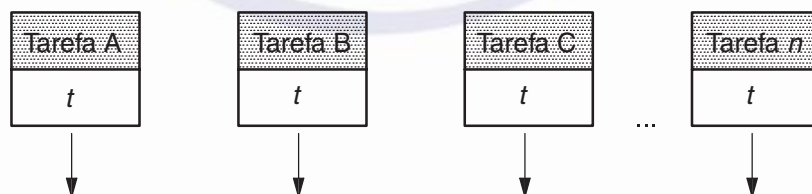
- a) Contar o número de ações técnicas em um ciclo, n_{TC} , para cada tarefa repetitiva.



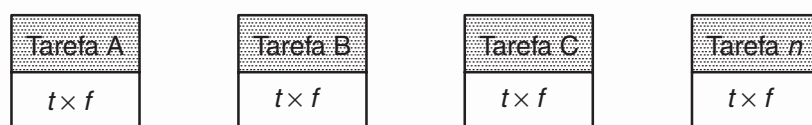
- b) Avaliar a frequência da ação, f , por minuto, de cada uma das tarefas repetitivas, considerando o tempo do ciclo, t_C , em segundos para cada uma das tarefas.



- c) Avaliar a duração líquida, t , de cada uma das tarefas repetitivas no turno, em minutos.



- d) Calcular o número geral de ATA realizadas em cada uma das tarefas repetitivas, então, resumindo-as, ao número total de ATA no turno.



$$n_{ATA} = \sum (f_i \times t_i) \quad (C.4)$$

Figura C.1

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**C.4 Passo 2****C.4.1 Fórmula geral**

Usar a seguinte fórmula para calcular o número geral de RTA dentro de um turno (o método OCRA considera o número de fatores de risco e multiplicadores correspondentes):

$$n_{RTA} = \sum_{j=1}^n \left[k_f (F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j \right] \times (R_{cM} \times t_M) \quad (C.5)$$

onde

- n é o número de tarefas repetitivas realizadas durante um turno;
- j é a tarefa repetitiva genérica;
- k_f é a constante de frequência de ações técnicas por minuto (= 30);
- F_M esforços frequentes ou de alta força (multiplicador de força) em cada tarefa repetitiva, j ;
- P_M posturas ou movimentos inadequados ou desconfortáveis (multiplicador de postura) em cada tarefa repetitiva, j ;
- R_{eM} alta repetição dos mesmos movimentos (multiplicador de repetitividade) em cada tarefa repetitiva, j ;
- A_M presença de fatores complementares (multiplicador para fatores complementares) em cada tarefa repetitiva, j ;
- t é a duração líquida, em minutos, de cada tarefa repetitiva, j ;
- R_{cM} é o multiplicador para o fator de risco falta de período de recuperação (multiplicador de recuperação);
- t_M é o multiplicador de acordo com a duração geral de todas as tarefas repetitivas durante um turno (multiplicador de duração);

A determinação desses multiplicadores é dada em C.4.2 a C.4.7.

C.4.2 Determinando a RTA

Na prática, usar o seguinte procedimento para determinar o número geral de ações técnicas de referência, n_{RTA} , em um turno:

- a) Para cada tarefa repetitiva, começar de k_f (30 ações/min.).
- b) Para cada tarefa, pesar a constante da frequência, k_f , usando os respectivos multiplicadores e considerando a presença e grau dos fatores de risco de força, F_M , postura, P_M , repetitividade, R_{eM} , e complementares, A_M .
- c) Multiplicar a frequência ponderada assim obtida, para cada tarefa, pelo número de minutos da duração real, t , de cada tarefa repetitiva.

- d) Somar os valores obtidos para as diferentes tarefas.
- e) Multiplicar o resultado pelo fator multiplicador para períodos de recuperação, R_{CM} .
- f) Aplicar o último fator multiplicador que considera o tempo total gasto em tarefas repetitivas durante todo o turno, t_M .
- g) O valor assim obtido representa o número total de RTA no turno para o trabalho examinado (formado por uma ou mais tarefas repetitivas), n_{RTA} .

C.4.3 Determinando o multiplicador de força, F_M

Passo 2 é considerado aqui em mais detalhes.

Determinar o multiplicador de força, F_M , que será igual a 1 se as seguintes condições “ideais” (ver EN 1005-3) forem alcançadas:

- a força isométrica não exceder 50 % dos valores propostos para 15ª percentil de força para uso profissional na população Europeia saudável adulta;
- ações não implicam em movimentos rápidos;
- a frequência de esforços não é maior que 1 em 5 min, e o tempo da ação não é maior que 3 s;
- a duração da tarefa repetitiva não é maior que 1 h.

Se essas condições não forem atendidas, usar a Tabela C.1 para determinar uma F_M que se aplique ao nível médio de força como uma função de tempo. O nível de força é dado como uma porcentagem da máxima contração voluntária, MCV, ou como uma porcentagem do limite básico de força, F_B , como determinado na EN 1005-3, Passo A. Se a porcentagem de MCV ou F_B for difícil de avaliar, um valor derivado da aplicação da escala de Borg CR-10^{[6], [7]} pode ser usado (segundo procedimento). A F_M correspondente pode ser derivada da Tabela C.1. Usar $F_M = 0,01$ quando as ações técnicas exigirem “picos” acima de 50 % da MCV ou uma nota de 5 (ou mais) na escala de Borg para mais de 10 % do tempo do ciclo.

Tabela C.1 – Multiplicador relativo a usos diferentes de força

Nível de força % do MCV de FB	5	10	20	30	40	≥ 50
Escala de Borg CR-10	0,5 muito, muito fraca	1 muito fraca	2 fraca	3 moderado	4 razoavelmente forte	≥ 5 forte, muito forte
Multiplicador de força, F_M	1	0,85	0,65	0,35	0,2	0,01
Esses valores podem ser interpolados se resultados intermediários forem obtidos.						

Ver C.7 para mais explicações sobre como determinar os níveis de força.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

C.4.4 Determinando o multiplicador de postura (e movimentos), P_M

O multiplicador P_M é igual a 1 quando uma das posturas ou um dos movimentos dados na Tabela C.2 estiver presente por menos de 1/3 do tempo do ciclo; caso contrário, usar a Tabela C.2 para obter a P_M específica. Escolher a menor P_M (correspondente à condição pior) entre a postura e os movimentos analisados.

Também considerar posturas e movimentos do ombro, certificando-se de que braços não sejam mantidos ou movidos:

- no nível do ombro (flexão ou abdução por 80° ou mais) para mais de 10 % do tempo do ciclo e/ou por mais de 2 ações/min^[42];
- em abdução moderada (entre 45° e 80°) por mais de 1/3 do tempo do ciclo e/ou por mais de 10 ações/min.

Se uma dessas duas condições ocorrer, existe risco de doença no ombro e convém considerar com exatidão. Ver C.8 para mais explicações sobre como analisar posturas e movimentos dos membros superiores.

Tabela C.2 – Fator multiplicador para posturas inadequadas

Postura e/ou movimento inadequado ^[10]		Proporção do tempo de ciclo			
		Menos de 1/3 De 1 % a 24 %	1/3 De 25 % a 50 %	2/3 De 51 % a 80 %	3/3 Mais que 80 %
Cotovelo	Supinação (≥ 60°)	1	0,7	0,6	0,5
Punho	Extensão (≥ 45° ou flexão (≥ 45°)				
Mão	Pega em gancho ou palmar				
Cotovelo	Pronação (≥ 60° ou flexão/extensão (≥ 60°)		1	0,7	0,6
Punho	Desvio radial ou ulnar (≥ 20°)				
Mão	Pinça				

C.4.5 Determinando o multiplicador de repetitividade, R_{eM}

Quando a tarefa exigir o desempenho das mesmas ações técnicas por pelo menos 50 % do tempo do ciclo, ou quando o tempo do ciclo for mais curto que 15 s, $R_{eM} = 0,7$. Caso contrário, $R_{eM} = 1$.

C.4.6 Determinando o multiplicador para fatores complementares, A_M

Os principais fatores adicionais incluem o uso de ferramentas vibratórias, gestos que impliquem um contragolpe (como martelar), que requeiram exatidão absoluta, compressão localizada de estruturas anatômicas, exposição a superfícies e ambientes frios, o uso de luvas que interferem na habilidade de movimentação e alto ritmo completamente determinado pelo maquinário.

Se fatores adicionais estiverem ausentes durante a maior parte da duração da tarefa, $A_M = 1$. Caso contrário:

- se um ou mais fatores complementares estiverem presentes ao mesmo tempo por 1/3 (de 25 % a 50 %) do tempo do ciclo, $A_M = 0,95$;
- se um ou mais fatores complementares estiverem presentes ao mesmo tempo por 2/3 (de 51 % a 80 %) do tempo do ciclo, $A_M = 0,90$;
- se um ou mais fatores complementares estiverem presentes ao mesmo tempo por 3/3 (mais de 80 %) do tempo do ciclo, $A_M = 0,80$.

C.9 dá mais explicações sobre como identificar e avaliar os diferentes fatores complementares.

C.4.7 Determinando o número de referência parcial, n_{RPA}

C.4.7.1 Análise monotarefa

Multiplicar a k_f ajustada, assim obtida para t_j , para obter, para cada tarefa, j , um número de referência parcial de ações técnicas, n_{RPA} :

$$n_{RPAj} = k_f (F_{Mj} \times P_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j \quad (C.6)$$

A Figura C.2 mostra o procedimento para calcular n_{RPAj} em uma análise monotarefa.

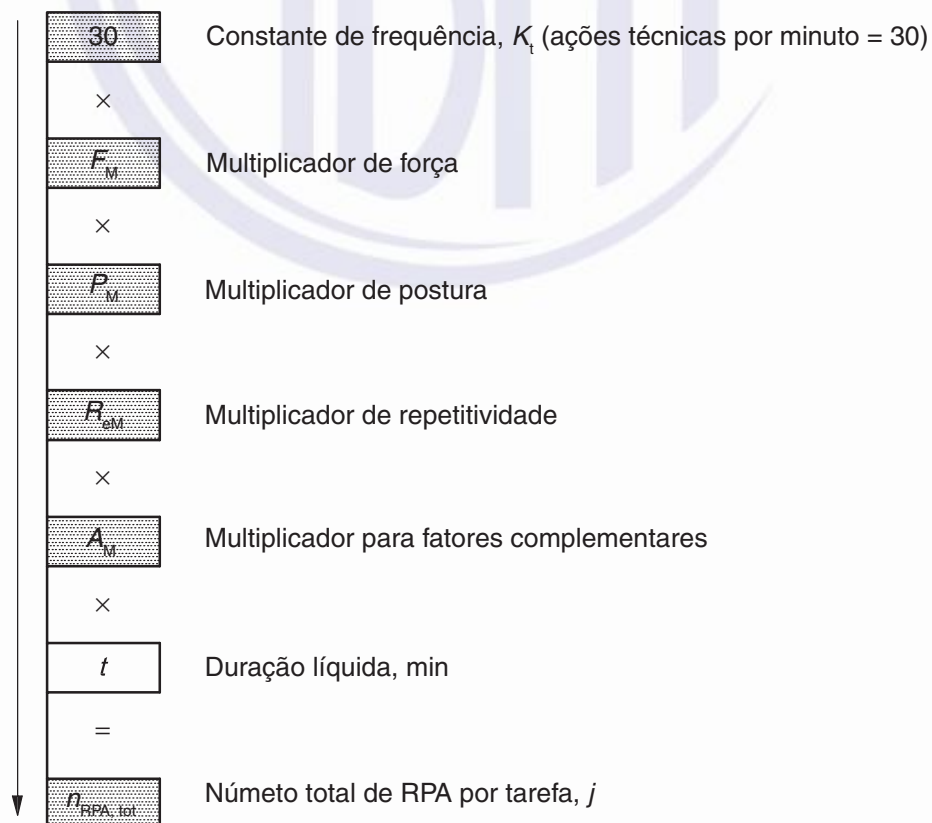


Figura C.2

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

C.4.7.2 Análise multitarefa

Para uma análise multitarefa, quando mais de uma tarefa repetitiva estiver presente, repetir o procedimento dado em C.4.3 a C.4.7 para cada tarefa repetitiva, j , no turno, depois, somar todas as n_{RPAj} , como mostrado na Figura C.3.

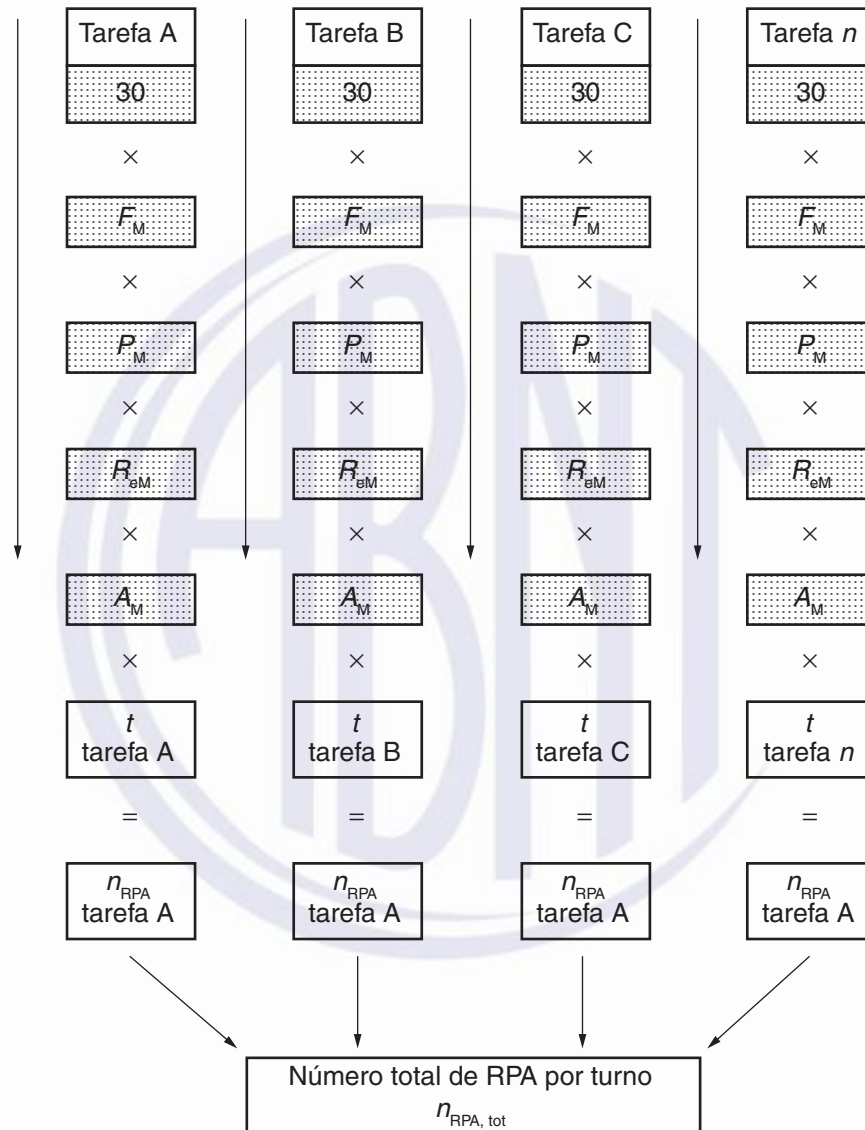


Figura C.3

C.4.8 Determinando o multiplicador do período de recuperação, R_{cM}

Determinar o multiplicador de recuperação, R_{cM} , e ajustar o total do número parcial de ações técnicas de referência, $n_{RPA, tot}$, em relação à presença e distribuição de períodos de recuperação.

Um período de recuperação é um período de descanso que permite a recuperação da função musculoesquelética em um ou mais grupos de músculos/tendões.

Os seguintes são considerados como períodos de recuperação:

- intervalos (oficiais ou não oficiais), incluindo o intervalo para almoço;

- tarefas visuais de controle;
- períodos dentro do ciclo que deixam grupos de músculos em descanso total por pelo menos 10 s consecutivamente, frequentemente.

Para tarefas repetitivas, a condição de referência é representada pela presença, para cada hora de tarefa repetitiva, de intervalos de trabalho de pelo menos dez minutos consecutivos, ou, para períodos de trabalho que durem menos de 1 h, em uma proporção de 5:1 entre o tempo de trabalho e tempo de recuperação [1], [8], [48].

Em relação a esses critérios de referência, é possível considerar quantas horas de um turno de trabalho não têm um período de recuperação adequado. É necessário observar, individualmente, as horas que formam um turno de trabalho: para cada hora, verificar se há tarefas repetitivas e períodos de recuperação adequados. Para a hora anterior ao intervalo para almoço (se houver), e para a hora antes do final do turno, o período de recuperação é representado por esses dois eventos.

Baseado na presença ou ausência de períodos de recuperação adequados dentro de cada hora de trabalho repetitivo, contar o número de horas com “nenhuma recuperação”. Feito isso, ajustar $n_{RPA,tot}$ e determinar R_{CM} de acordo com a Tabela C.3.

Tabela C.3 – Elementos para determinar R_{CM}

Sem recuperação adequada, h	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador de recuperação, R_{CM}	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0

C.4.9 Determinando o multiplicador de duração, t_M

Determinar o multiplicador de duração, t_M , e ajustar $n_{RPA,tot}$ em relação à duração diária, em minutos, de todas as tarefas repetitivas.

Dentro de um turno de trabalho, conhecer a duração geral das tarefas repetitivas manuais é importante para determinar o risco geral para os membros superiores. Quando tarefas manuais repetitivas durarem por uma parte relevante do turno, $t_M = 1$. Em alguns contextos, no entanto, pode haver diferenças em relação a este cenário mais “típico” (por exemplo, horas extras de trabalho regulares, trabalho de meio expediente, tarefas manuais repetitivas por somente uma parte do turno); o multiplicador de duração considera essas mudanças em relação a condições de exposição normais. A Tabela C.4 fornece valores de t_M em relação à duração geral das tarefas manuais repetitivas.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela C.4 – Elementos para determinar t_M

Tempo total de tarefas repetitivas durante o turno, h				< 120	120-239	240-480	> 480
Multiplicador de duração, t_M				2	1,5	1	0,5
Multiplicadores interpolados ^a							
< 121	121-180	181-240	241-300	301-360	361-420	421-480	> 480
2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,5
^a Os valores podem ser interpolados se multiplicadores mais precisos forem necessários.							

Quando R_{CM} e t_M tiverem sido identificados, o número geral de ações técnicas de referência, n_{RTA} , dentro de um turno, pode ser calculado usando a Equação (C.7):

$$n_{RTA} = n_{RPA,tot} \times R_{CM} \times t_M \quad (C.7)$$

C.5 Passo 3

Obter o índice de risco OCRA comparando, para cada membro superior, o número de ATA realizadas durante o turno de trabalho (obtido no passo 1) e o número de RTA (determinado no passo 2) usando a Equação (C.1). Depois, usar a Tabela C.5 para avaliar o risco e determinar as consequências a serem trabalhadas.

Tabela C.5 – Critérios de avaliação final

Zona	Valor ^a Índice OCRA	Nível de risco	Consequências
Verde	$\leq 2,2$	Nenhum risco UL-WMSD (PA) não significativamente diferente do esperado na população de referência	Aceitável: nenhuma consequência
Amarela	2,3-3,5	Risco bem baixo UL-WMSD (PA) mais alto que o anterior, mas mais baixo que duas vezes o esperado na população de referência.	Melhorar os fatores de risco estruturais (posturas, força, ações técnicas etc.) ou tomar outras medidas organizacionais
Vermelha	$> 3,5$	Risco UL-WMSD (PA) mais que duas vezes o esperado na população de referência	Reprojetar tarefas e locais de trabalho de acordo com as prioridades
^a Quanto maior o valor, maior o risco.			

Convém que o índice OCRA de “valores críticos” reportado na Tabela C.5 seja usado para ajudar no melhor enquadramento da avaliação de risco e para guiar ações preventivas seguintes mais eficazmente, em vez de serem tratados como números rígidos que dividem resultados entre “risco” ou “não risco”. Por exemplo, apesar de ser teoricamente justo dizer que um valor de índice OCRA de 3,4 representa um risco incerto, e que o valor de índice OCRA de 3,6 representa um risco definitivo, é igualmente justo dizer que a diferença entre esses dois valores é insignificante, e que convém que o usuário preste atenção a tendências em resultados OCRA (usando também os métodos de previsão fornecidos).

Ver C.10 para os critérios a serem adotados para a classificação do índice OCRA, assim como as informações sobre modelos de previsão dos PA esperados por um ou mais UL-WMSD.

C.6 Identificando ações técnicas

C.6.1 Geral

Ações técnicas, TA, sugerem atividades musculoesqueléticas dos membros superiores. Não convém que elas sejam identificadas por um movimento de uma só articulação, mas como um movimento complexo que envolve uma ou mais articulações e segmentos para completar uma tarefa simples de trabalho [10], [11]. Os métodos de análise de tarefa geralmente usados na indústria identificam os movimentos elementares de uma determinada operação para determinar o tempo necessário para realizá-la. Os dois métodos mais comuns, cobertos nas Referências [3], [4], [5], [14], [15], [19], [20], [22], [23], [24], [25], [30], [33], [36], [44], [46], [47], [49] e [50], são

- análise cronométrica, e
- sistemas de tempo predeterminados, PTS, como MTA (análise do tempo de movimento), MTS (sistema de tempo de movimento), WF (fator de trabalho), os sistemas de métodos/medida de tempo MTM 1, MTM 2, MTM 3, MTM V, MTM MEK, e MTM UAS, e MODA PTS (sistemas de tempo predeterminados de análise modular).

As ações técnicas são similares (mesmo que não idênticas) aos elementos considerados nos métodos de análise de tarefa listados acima. Portanto, elas são mais facilmente reconhecidas por técnicos, já que sua identificação e os métodos de análise de tarefa têm como objetivo a descrição dos movimentos técnicos realizados pelo operador para completar um ciclo de trabalho. A Tabela C.6 apresenta os critérios para contar as ações como ações técnicas.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela C.6 – Critérios para contar ações técnicas

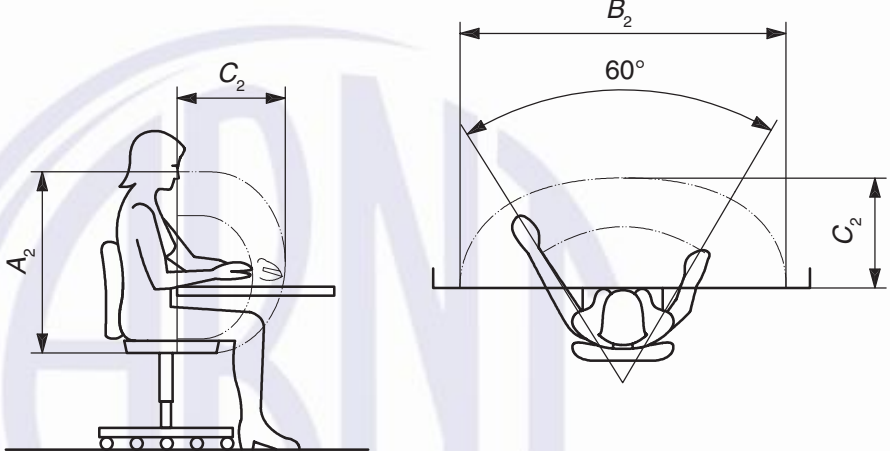
Ação técnica	Critérios
Mover	Somente quando <ul style="list-style-type: none"> — o objeto movido pesar mais que 2 kg (com a mão em preensão) ou 1 kg (com a mão em pinça), e — o membro superior tiver um movimento amplo cobrindo uma distância de > 1 m.
Alcançar	<p>Somente quando o objeto for posicionado além do alcance dos limites da área de trabalho A_2, B_2 e C_2, mostrados aqui.</p>  <p>A_2 altura máxima da área de trabalho: 730 mm B_2 largura máxima da área de trabalho: 1 170 mm C_2 profundidade máxima da área de trabalho: 415 mm NOTA Adaptado da ISO 14738.</p>
Pegar	Pegar um objeto com as mãos ou dedos para desempenhar uma atividade ou tarefa. Sinônimos: segurar, agarrar, agarrar novamente, pegar novamente etc.
Pegar com uma mão Pegar novamente com a outra mão	A ação de passar um objeto de uma mão para outra é considerada como duas ações técnicas separadas: <ul style="list-style-type: none"> — uma TA para a mão direita (segurar com uma mão); — a outra TA para a esquerda (segurar com outra mão).
Posicionar	Posicionar um objeto ou ferramenta em um ponto predeterminado. Sinônimos: posicionar, encostar, colocar, arrumar, reposicionar, colocar novamente etc.
Inserir Extraír	Somente quando o uso de força for necessário. Sinônimos: inserir, extrair.
Empurrar/Puxar	TA considerada devido à necessidade de aplicar força (mesmo que só um pouco) para obter um resultado específico. Sinônimos: arrancar, pressionar.
Liberar, Soltar	TA considerada exceto quando o objeto não for mais necessário, ele for simplesmente “liberado”. Abrindo a mão ou os dedos.

Tabela C.6 (continuação)

Ação técnica	Critérios
Acionar	<p>O acionamento de uma ferramenta requer o uso de um botão ou alavanca por partes da mão, ou por um ou mais dedos.</p> <p>Se o acionamento for feito repetidamente, contar uma ação técnica para cada acionar.</p> <p>Sinônimos: apertar botão, levantar/abaixar alavanca.</p>
Ações específicas durante uma fase	<p>Outras ações que descrevem especificamente o processamento de uma peça/objeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> — dobrar ou curvar; — dobrar ou curvar, defletir; — apertar, girar, virar; — assentar, modelar; — abaixar, bater, golpear; — escovar (contar cada passagem da escova ou parte a ser pintada); — raspar (contar cada passagem sobre a parte a ser raspada); — alisar ou polir (contar cada passagem sobre parte a ser polida); — limpar (contar cada passagem sobre a parte a ser limpa); — martelar (contar cada batida sobre a peça); — jogar; — etc. <p>Identificar e contar cada ação uma vez para cada repetição.</p> <p>EXEMPLO “Virar duas vezes” é igual a duas ações técnicas, “abaixar três vezes” é igual a três ações técnicas, “quatro passadas de escova” é igual a quatro ações técnicas.</p>
Carregar	<p>Carregar um objeto deve ser considerado como uma TA somente quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> — o objeto pesar mais de 2 kg com a mão em preensão ou 1 kg com a mão em pinça, e — a distância em passos for > 1m
<p>Andar e inspeção visual não são consideradas ações técnicas, já que não implicam em nenhuma atividade dos membros superiores.</p> <p>Contar ações idênticas todas as vezes que forem repetidas.</p> <p>Ao definir a frequência, f (número de ações técnicas por minuto), contar uma só ação técnica, mas não sua duração.</p>	

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

C.6.2 Exemplos de contar e identificar

C.6.2.1 Exemplo 1 – Pegar e colocar

A operação descrita aqui é pegar uma peça de trabalho (um cilindro) de um contêiner e colocá-la na bancada perto do corpo – a chamada operação de seleção (primeira ação técnica) e colocação (segunda ação técnica). Neste exemplo, somente o membro superior direito está sendo trabalhado, e as duas ações técnicas presentes no ciclo são somente para aquele membro (ver Tabela C.7) [57].

Depois de identificar as ações técnicas, contar seu número no ciclo e, medindo o ciclo em segundos, calcular usando a Equação (C.8), para os membros superiores direito e esquerdo separadamente, com sua frequência expressa como o número de ações técnicas por minuto:

$$f = n_{TC} \times \frac{60}{t_C} \quad (C.8)$$

Tabela C.7 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	–	Pegar cilindro
	–	Colocar cilindro no furo
Número total de ações técnicas, n_{TC}	0	2
Tempo do ciclo, t_C , s	6	6
Frequência, f , TA/min	–	20

Quando for necessário que o operador segure e posicione a peça novamente, isso conta como duas novas ações técnicas (ver Tabela C.8).

Tabela C.8 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar, pegar e posicionar novamente

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	–	Pegar cilindro
	–	Colocar cilindro no furo
	–	Pegar novamente
	–	Posicionar novamente
Número total de ações técnicas, n_{TC}	0	4
Tempo do ciclo, t_C , s	6	6
Frequência, f , TA/min	–	40

C.6.2.2 Exemplo 2 – Pegar e colocar com transferência da mão esquerda para a direita e inspeção visual

A operação descrita aqui é uma operação de pegar e colocar com transferência da peça de trabalho de uma mão para a outra e uma inspeção visual. O operador segura o cilindro com a mão esquerda, passa-o para a mão direita, gira-o para uma inspeção visual e, ainda com a mão direita, posiciona-o no local necessário. Ao contar ações técnicas, inspeção visual não é normalmente considerada, porque ela não necessita de nenhuma ação mecânica dos membros superiores. No entanto, quando o operador realmente gira o cilindro fisicamente para inspeção visual – uma ação mecânica – isso é contado como uma ação técnica (rotação) (ver Tabela C.9).

Tabela C.9 – Contando ações técnicas – Pegar e colocar com transferência de mão para mão e inspeção visual

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	Escolher cilindro	–
	–	Pegar cilindro
	–	Girar cilindro
	–	Posicionar cilindro
Número total de ações técnicas, n_{TC}	1	3
Tempo do ciclo, t_C, s	6	6
Frequência, f, TA/min.	10	30

C.6.2.3 Exemplo 3 – Pegar, carregar e colocar a carga

Neste exemplo, o operador carrega uma carga que pesa 4 kg de um contêiner, que está em uma distância de mais de 1 m da bancada, para própria bancada. As ações técnicas são segurar a peça, carregar a carga e colocá-la. (ver Tabela C.10).

NOTA Carregar é contado como uma ação técnica do membro superior somente dentro das condições especificadas na Tabela C.6.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela C.10 – Contando ações técnicas – Carregar e colocar a carga

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	–	Pegar carga
	–	Carregar carga com um braço
	–	Posicionar carga na bancada
Número total de ações técnicas, n_{TC}	0	3
Tempo do ciclo, t_C, s	6	6
Frequência, f, TA/min	–	30

C.6.2.4 Exemplo 4 – Uso cíclico de ferramenta com ações repetidas e idênticas

Neste exemplo, usando uma furadeira, o operador faz um furo em três pontos diferentes. Após segurar a furadeira com a mão direita (ação técnica 1), ele a coloca sobre o ponto no qual o furo é feito, aperta o botão para ligar a ferramenta, empurra a ferramenta para fazer o furo, depois remove a furadeira.

Essas quatro ações são repetidas três vezes (total de 12 ações técnicas) antes que a furadeira seja posta de lado. O número de ações técnicas é, portanto, 14, todas elas realizadas com o membro superior direito.

NOTA Se a ferramenta for suspensa e voltar para sua posição original passivamente, a ação de liberação não é contada.

Ver Tabela C.11.

Tabela C.11 – Contando ações técnicas – Uso cíclico de ferramenta com ações repetidas e idênticas

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	–	Pegar furadeira
	–	Colocar no 1º furo
	–	Operar apertando botão
	–	Empurrar para fazer 1º furo
	–	Remover furadeira
	–	Colocar no 2º furo
	–	Operar apertando botão
	–	Empurrar para fazer 2º furo
	–	Remover furadeira
	–	Colocar no 3º furo
	–	Operar apertando botão
	–	Empurrar para fazer 3º furo
	–	Remover furadeira
		Recolocar furadeira
Número total de ações técnicas, n_{TC}	0	14
Tempo do ciclo, t_C, s	14	14
Frequência, f, TA/min	0	60
<i>Operar</i>	descreve a ação de usar a mão ou dedo(s) para operar a furadeira	
<i>Empurrar</i>	indica a necessidade de aplicar força, mesmo que mínima	
<i>Remover</i>	indica a necessidade de realizar a operação usando força, mesmo que mínima	
<i>Colocar</i>	descreve a necessidade de colocar a ferramenta em um ponto predeterminado	

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

C.6.2.5 Exemplo 5 – Ações técnicas não realizadas em cada ciclo

Há casos onde algumas das ações técnicas não são realizadas em todos os ciclos, mas somente uma vez em uma série de ciclos. Essas ações são contadas dentro de cada um dos ciclos como frações de ações técnicas. Neste exemplo, pegar novamente e reposicionar são feitos a cada dois ciclos: cada um é contado como 0,5 de uma ação técnica por ciclo.

Ver Tabela C.12.

Tabela C.12 – Contando ações técnicas – Ações técnicas não realizadas em cada ciclo

	Ações técnicas	
	Membro superior esquerdo	Membro superior direito
	Pegar cilindro	—
	—	Pegar cilindro
		Colocar cilindro no furo
		Pegar novamente ^a
	—	Posicionar novamente ^a
Número total de ações técnicas, n_{TC}	0	2
Tempo do ciclo, t_C, s	6	6
Frequência, f, TA/min	—	30
^a Conta como meia ação.		

C.7 Determinação de níveis de força

C.7.1 Geral

Força representa o envolvimento biomecânico necessário para realizar uma determinada ação ou sequência de ações. Força pode ser compreendida como uma força externa, aplicada, ou uma tensão interna desenvolvida em músculo, tendão e tecidos de juntas. A necessidade de desenvolver força durante ações relacionadas a trabalho pode ser relacionada a mover e manter ferramentas e objetos fixos, ou manter uma parte do corpo em uma determinada posição. O uso de força pode ser relacionado a ações estáticas ou dinâmicas, as duas sendo contrações. Quando a primeira ocorre, é geralmente descrita como carga estática, que alguns autores descrevem como elementos de risco distinto [17].

A necessidade de usar força repetidamente é cientificamente considerada como um fator de risco para doenças de tendão e músculo. Além disso, uma interação multiplicativa foi mostrada entre força e frequência (de ação), especialmente para doenças que afetem tendões e nervos.

Quantificação de força em situações reais de trabalho é difícil. Alguns cientistas usam uma estimativa semiquantitativa de força externa por meio do peso dos objetos manuseados. Em outros casos, foi sugerido que dinamômetros mecânicos ou eletrônicos sejam usados. Técnicas de eletromiografia de superfície podem ser usadas para quantificar forças internas realizadas por músculos. Todos esses métodos apresentam dificuldades de implementação. Efeitos de cargas físicas serão

estimadas pelo multiplicador de força, F_M . Multiplicadores de força podem ser determinados de duas maneiras diferentes, dependendo se trabalhadores são ou não considerados individualmente. Da mesma maneira, dois procedimentos diferentes podem ser aplicados: uma abordagem biomecânica baseada em distribuições de força do grupo de usuários e uma abordagem psicofísica usando a escala CR-10 de Borg^{[6], [7]}.

C.7.2 Procedimento 1 – Abordagem biomecânica baseada em distribuições de força de grupo de usuários

O seguinte procedimento permite a determinação do multiplicador de forças, F_M , como opção para populações trabalhadoras, mas bem definidas, em situações anônimas, onde os operadores não sejam conhecidos individualmente.

- Analisar um determinado ciclo de trabalho para detectar grandes cargas de trabalho.
- Obter um padrão 100 % de MCV para referência de distribuição das funções para cada carga de trabalho, i , detectada.
- Ajustar todas as distribuições de referência de 100 % de MCV_i para o perfil demográfico (idade e sexo) da população de usuários considerados.
- Determinar o percentil de limites de força, F_L , (por exemplo, 15º percentil) para cada grande atividade, i , permitindo uma maioria (por exemplo, 85 %) para trabalhar em níveis F_{Li} .
- Normalizar cargas atuais, L_i , usando F_{Li} . Isso produz valores de % de MCV_i que não são excedidos pela maioria selecionada (por exemplo, 85 %).
- Calcular uma média de valor de % MCV, integrando todas as grandes cargas de trabalho de um ciclo, usando a Equação (C.9):

$${}^nRTA = \sum_{j=1}^n [k_f (F_{Mj} \times R_{Mj} \times R_{eMj} \times A_{Mj}) \times t_j] \times (R_{cM} \times t_M) \quad (C.9)$$

onde:

t_C é o tempo do ciclo;

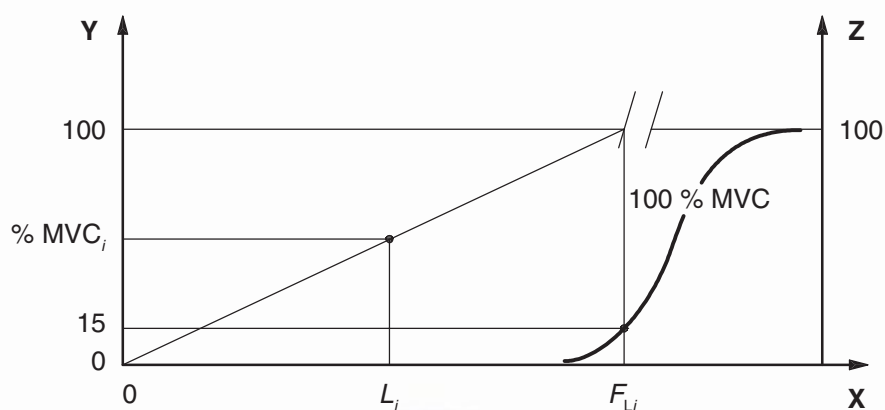
Δt_i é a duração da exposição à carga de trabalho i ;

% MCV_i é o valor de % MCV dentro da carga de trabalho i .

Ver Figura C.4, que ilustra os passos a) a f).

- Encontrar a F_M apropriada, para cada ciclo de trabalho, como mostrado na Figura C.5.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

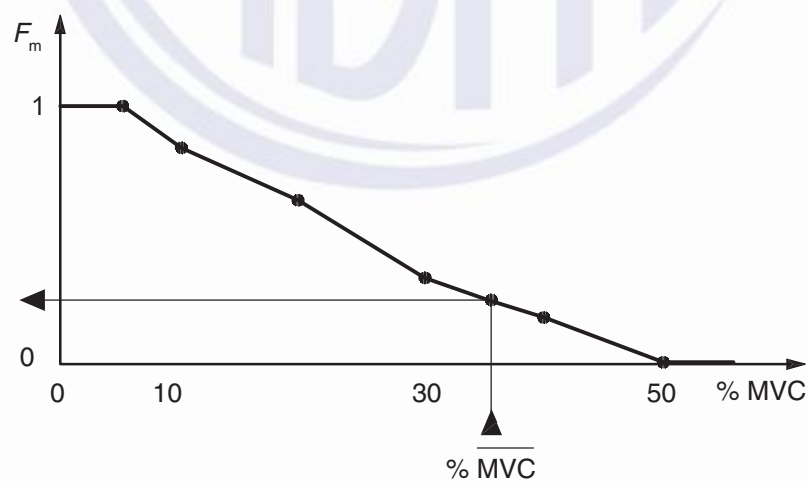


Legenda

X	força ou carga, N
Y	% MCV
Z	função de distribuição de força, %
F_{Li}	força-limite da atividade, i , N
L_i	força real em atividade, i , N
% MCV _i	carga relativa dada por atividade, i , N

NOTA Ilustra C.7.2, a) a f).

Figura C.4



Legenda

F_M	multiplicador de força
% MCV	porcentagem de contração voluntária máxima

NOTA Ilustra C.7.2, g).

Figura C.5

C.7.3 Procedimento 2 – Abordagem psicofísica usando a escala de Borg CR-10

Forças aplicadas podem ser estimadas individualmente por uma escala específica proposta por Borg (escala de categoria para a classificação de esforço percebido, escala CR-10, ver Referências [6] e [7]). Essa escala pode ser usada para descrever o esforço muscular percebido em qualquer região do corpo. Os resultados da implementação da escala CR-10, quando avaliados com um número adequado de trabalhadores, têm uma exatidão comparável ao de uma eletromiografia de superfície. O relacionamento entre os resultados da escala CR-10 e a força exercida (em uma % máxima de MCV) é: $10 \cdot CR - 10 \equiv \text{força, em porcentagem}$ ^[16].

Convém que a quantificação do esforço percebido pelo membro superior todo teoricamente aconteça para cada ação individual que forma um ciclo. Por motivos práticos, as ações que requerem um envolvimento muscular mínimo podem ser identificadas como tendo um valor de 0,5 na escala de Borg. Quando o procedimento de descrição pode considerar somente as ações, ou grupos de ações, que requeiram mais força que o valor mínimo, sempre usando a escala de Borg. Quando esse procedimento tiver sido feito, a nota média ponderada para todo o ciclo deve ser calculada (ver Tabela C.13).

Baseado na experiência prática, o seguinte é recomendado.

- a) Convém que o estudo sobre a força venha após o da frequência da ação técnica: deve-se já saber como o ciclo funciona, e, especialmente, a ordem e a intensidade das exigências sucessivas de força dentro do ciclo.
- b) Perguntar ao trabalhador (usuário) se há ações técnicas dentro do ciclo que exijam esforço muscular dos membros superiores. É importante fazer a pergunta dessa maneira, porque o trabalhador frequentemente confunde esforço muscular com o cansaço que ele/ela sente no final de um turno.
- c) Quando as ações que implicam no uso de força tiverem sido exemplificadas, pedir ao trabalhador para determinar uma classificação entre 0 e 10 em um formato de escala. Atribuir a duração relevante de cada um dos esforços – em segundos e depois como uma porcentagem do tempo do ciclo. Já que os procedimentos de avaliação também têm o objetivo de ser preventivos, é importante pedir ao trabalhador para explicar a razão dos esforços. Essa informação é de interesse prático imediato porque a presença de força ao realizar uma ação pode ser devido a um defeito técnico no produto ou nas ferramentas usadas, ou a uma quebra ou escolha errada de ajuda mecânica. Esses problemas normalmente são facilmente resolvidos.
- d) Quando as ações que exigem força tiverem sido apontadas e classificadas de acordo com a escala de Borg, atribuindo a elas uma duração dentro do ciclo, todas as outras ações técnicas no tempo do ciclo remanescente podem receber a mesma nota.
- e) É importante que o próprio trabalhador dê a nota do esforço físico percebido em uma determinada ação, pois, se isso fosse feito por um observador externo, haveria grandes erros. De fato – e isso é especialmente verdadeiro para ações realizadas pelas pequenas articulações ou por posições específicas de articulações (apertar um botão ou uma alavanca com os dedos, apertar etc.), – o uso de força é raramente percebível por um observador externo, mesmo que ele ou ela seja altamente treinado/a.
- f) Quando todas as informações forem obtidas do trabalhador, registrar todas as ações que necessitem “picos” (acima de 5 na escala de Borg), e calcular a nota média ponderada para todas as ações no ciclo assim como no exemplo da Tabela C.13.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela C.13 – Exemplo de cálculo do valor médio % MCV (Procedimento 1) e a pontuação média do esforço percebido (procedimento 2), considerando todas as ações técnicas no ciclo de 35 s

Subdivisão no tempo dentro de um ciclo de 35 s	(A)	(B1)	(B2)	A × B1	A × B2
	Subdivisão de porcentagem do nível de esforço no tempo	Porcentagem de MCV e F_L	Pontuação na escala de Borg	% MCV ou F_L	Esforço percebido
20	57	5	0,5	2,85	0,285
8	23	20	2	4,60	0,460
7	20	40	4	8,00	0,800
Pontuação final				15,45	1,545

C.8 Análise de postura, tipos de movimentos e sua repetitividade

Posturas e movimentos do membro superior durante tarefas repetitivas são de fundamental importância na contribuição para o risco de várias doenças musculoesqueléticas. Muitas referências podem ser encontradas na literatura técnica sobre o dano potencial de posturas e movimentos inadequados de cada articulação, de posturas mantidas por muito tempo (mesmo se não forem extremas), e especificamente de movimentos repetitivos de vários segmentos. A análise de posturas e movimentos se concentra em um só segmento dos membros superiores (mão, punho, cotovelo, ombro) e tem como objetivo verificar a presença e o padrão de tempo no ciclo (frequência, duração) de posturas estáticas e movimentos dinâmicos que envolvam cada um dos segmentos/articulações considerados. A descrição pode ser mais ou menos analítica, mas deve pelo menos incluir:

- ações técnicas que requerem posturas ou movimentos de um só movimento em um só segmento além da excursão angular (o nível crítico da excursão angular pode ser determinado de acordo com critérios disponíveis na literatura),
- ações técnicas que envolvem excursões angulares aceitáveis sejam mantidas ou repetidas da mesma maneira (repetitividade), e
- a duração, expressa como uma fração do tempo do ciclo/tarefa de cada uma das condições de a) e b).

A combinação desses fatores descritivos (postura/tempo) fornecerá a classificação do esforço para cada segmento considerado.

Para identificar os níveis críticos da chamada excursão angular (posturas e movimentos inadequados), convém consultar a ABNT NBR ISO 11226 e, se necessário, dados e propostas disponíveis na literatura (ver Referências [2], [8], [10], [12], [17], [29], [34], [35] e [45]) que são bastante convergentes, apesar de serem diferentes no nível de detalhe analítico (inclusão/exclusão de alguns tipos de movimentos, valores críticos de excursão de movimentos principais etc.).

Uma descrição exata de postura e movimentos também pode ser considerada como um elemento de previsão para patologias específicas dos membros superiores, que podem ser previstas para operadores expostos na presença de outros elementos de risco (frequência, força, duração etc.).

A descrição/avaliação das posturas e movimentos deve ser feita durante um ciclo representativo para cada uma das tarefas repetitivas examinadas. Isso deve ser por meio da descrição da duração das posturas e/ou movimentos dos quatro principais segmentos anatômicos (direito e esquerdo):

- postura e movimentos do braço em relação ao ombro (flexão, extensão, abdução);
- movimentos do cotovelo (flexões-extensões, pronosupinações do antebraço);
- posturas e movimentos do punho (flexões-extensões, desvios radiolunares);
- posturas e movimentos da mão (principalmente os tipos de pega).

Para simplificar a análise das posturas e movimentos, para que a ação possa ser definida como pesada, é necessário identificar que, ao se mover, o elemento da articulação se move por um ângulo maior que 40 % a 50 % do alcance da articulação (ou uma posição inadequada para segurar com a mão).

Grande envolvimento da articulação é quantificado com notas diferentes, extrapolado dos dados sobre a percepção subjetiva do envolvimento da articulação [10].

Ao estudar as posturas e movimentos do ombro, é importante mencionar um estudo [42] que mostra risco de aumento de doenças de ombro quando o braço for movimentado ou mantido no nível do ombro (elevação extrema) por mais de 10 % do tempo do ciclo.

Em relação aos tipos de pegadas para as mãos, alguns deles (pinça digital, preensão palmar, preensão em gancho, espaço estreito) são considerados menos favoráveis que preensão de força, e são, portanto, classificados como tendo envolvimento médio/alto.

As figuras a seguir ilustram os principais movimentos de articulações dos membros superiores (ver Figura C.6 e Figura C.7) e, para a mão, os tipos diferentes de preensão (ver Figura C.8).

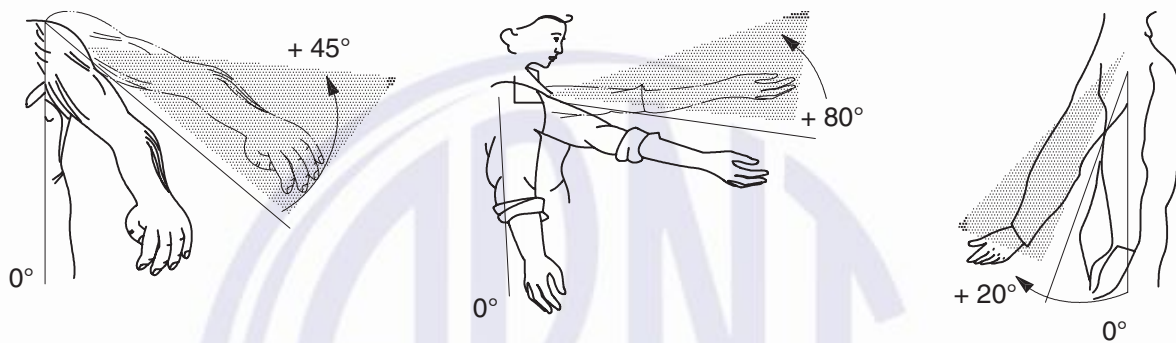
NOTA A Tabela C.2 resume os graus além de 40 % a 50 % de extensão de excursão da articulação.

Avaliação de postura envolve os cinco passos operacionais seguintes.

- a) Descrever as posturas e/ou movimentos, separadamente, para articulações direitas e esquerdas.
- b) Descobrir se há envolvimento da articulação em uma área de “risco” (posturas e/ou movimentos inadequados), e seu tempo dentro do ciclo:
 - 1/10 de 10 % a 24 % do tempo do ciclo;
 - 1/3 de 25 % a 50 % do tempo do ciclo;
 - 2/3 de 51 % a 80 % do tempo do ciclo;
 - 3/3 mais de 80 % do tempo do ciclo.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- c) Achar o multiplicador de postura, P_M , correspondente (ver Tabela C.2).
- d) Estabelecer a presença de repetitividade em certos movimentos que possam ser identificados observando ações técnicas ou grupos de ações técnicas que sejam iguais uns aos outros por pelo menos 50 % do tempo do ciclo, ou pela presença de posições estáticas mantidas por pelo menos 50 % do tempo do ciclo, ou por um período muito curto do ciclo (menos que 15 s, mas obviamente caracterizadas pela presença de ações dos membros superiores).
- e) Considerar o multiplicador de repetitividade correspondente, R_{eM} .



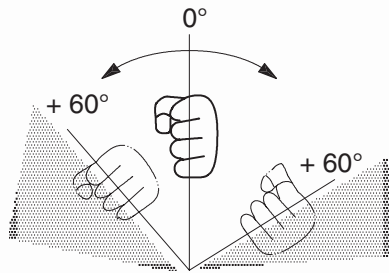
a) Elevação lateral – abdução/adução
100% extensão da articulação é 90°
postura inadequada > 45°

b) Elevação frontal – Flexão
100 % de alcance da articulação
é 180° postura inadequada > 80°

c) Extensão
100 % de alcance da
articulação é 40°,
postura inadequada > 20°

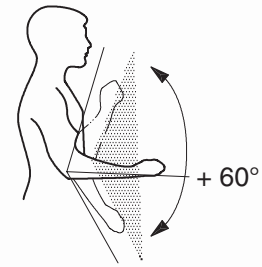
Posturas e movimentos dos ombros

Figura C.6



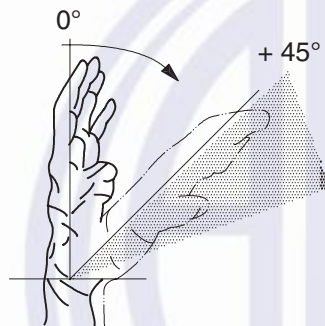
a) Cotovelo – pronossupinação

100 % de alcance da articulação é 90°,
postura inadequada > 60°



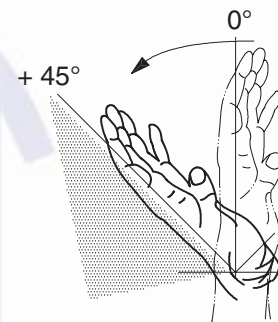
b) Cotovelo – Flexão, extensão

100 % de alcance da articulação é + 150°,
postura inadequada > 60°



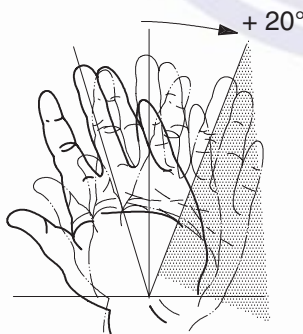
c) Punho – flexão palmar

100 % de alcance da articulação é 90°
postura inadequada > 45°



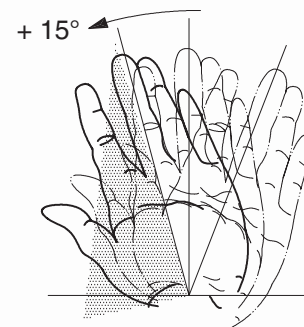
d) Punho – extensão dorsal

100 % de alcance da articulação é 90°
postura inadequada > 45°



e) Punho – desvio ulnar

100 % de alcance da articulação é + 40°,
postura inadequada > 20°



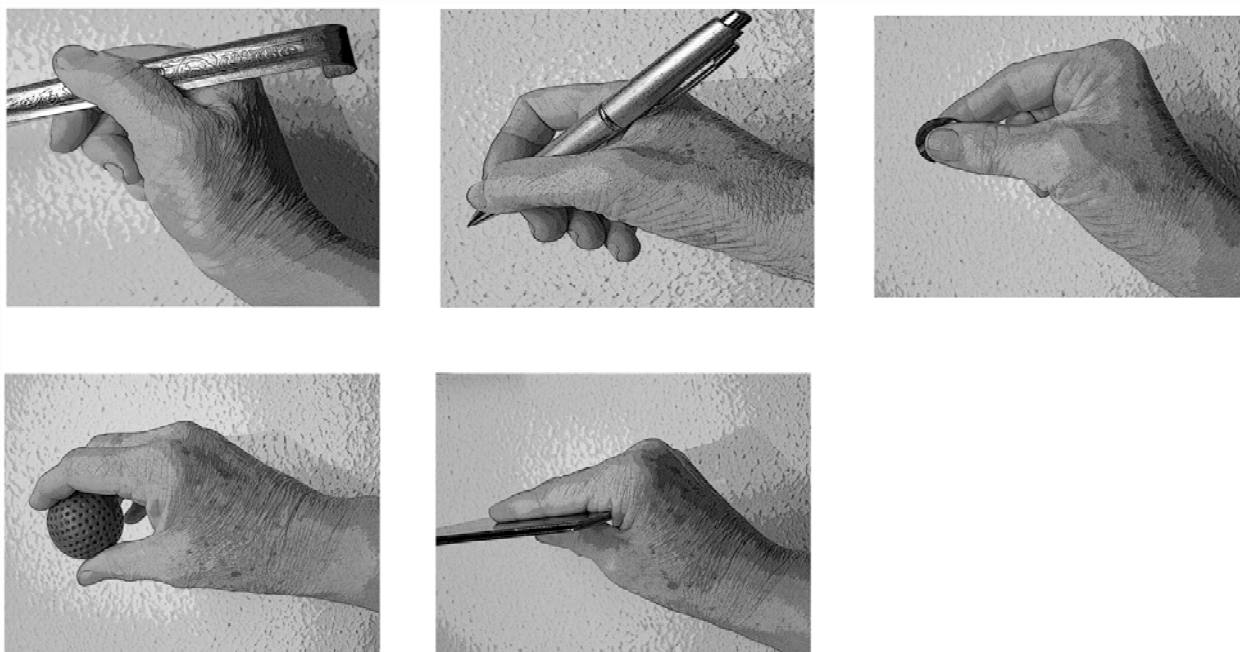
f) Punho – desvio radial

100 % de alcance da articulação é + 30°,
postura inadequada > 15°

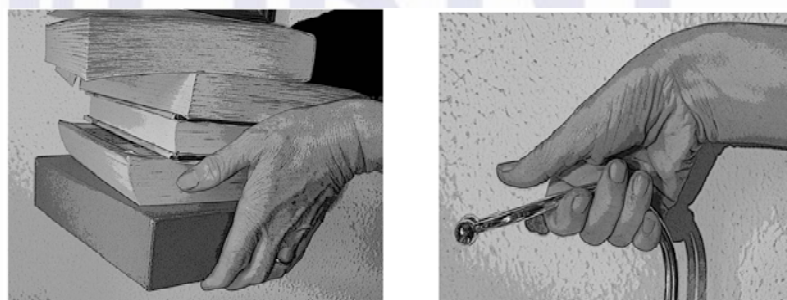
Posturas e movimentos do cotovelo e punho

Figura C.7

ABNT NBR ISO 11228-3:2014



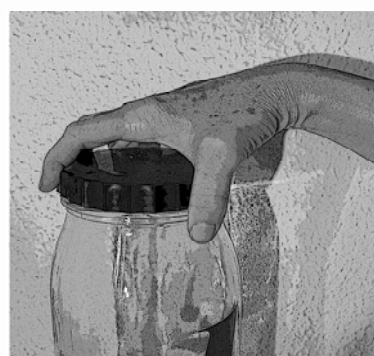
Cinco exemplos de pega em pinça



Dois exemplos de pega em gancho



Pega em preensão



Pega palmar

Figura C.8

C.9 Definição e quantificação de fatores complementares de risco

Além dos fatores principais de risco, há outros fatores de natureza ocupacional que convém que também sejam levados em consideração quando a exposição for avaliada [10], [17]. Eles são definidos aqui como fatores complementares de risco — não porque são de importância secundária, mas porque cada um deles pode, de vez em quando, estar presente ou ausente nos contextos examinados.

A lista a seguir desses fatores, que só inclui fatores de natureza física ou mecânica, não é necessariamente exaustiva:

- uso de ferramentas vibratórias (mesmo que seja somente para parte das ações);
- requisito de exatidão absoluta (tolerância de 1 mm a 2 mm no posicionamento de uma peça ou objeto);
- compressões localizadas sobre estruturas anatômicas da mão ou do antebraço com ferramentas, objetos, ou áreas de trabalho;
- exposição ao frio ou refrigeração;
- uso de luvas que interferem na habilidade de movimentação requerida pela tarefa;
- objetos manejados que tenham uma superfície escorregadia;
- movimentos bruscos, movimentos de rasgar ou despedaçar, ou movimentos rápidos exigidos;
- ações técnicas requeridas que envolvam contragolpe (martelar, bater com uma picareta em superfícies duras, usar a mão como ferramenta etc.).

Outros fatores, listados dentro do termo geral de psicossociais, também foram usados para determinar a instalação de UL-WMSD. Entre esses, estão alguns que se referem à esfera individual, e não podem, portanto, ser incluídos em métodos gerais considerando um tipo de exposição coletiva e ocupacional de um grupo-alvo.

Há também outros fatores — definíveis como organizacionais (ritmo do trabalho determinado pela máquina, trabalhar em objetos de movimentação rápida) — que convém que sejam levados em consideração, pelo menos do ponto de vista descritivo.

A descrição de fatores complementares pode acontecer em paralelo com a descrição de ações técnicas ou de posturas e movimentos.

Para cada um dos fatores de risco físicos/mecânicos, é necessário especificar o período de tempo (como uma porção do tempo do ciclo/tarefa, 1/3, 2/3, 3/3) durante o qual o fator está presente, ou descrever a frequência da ocorrência das ações onde o fator estiver presente (especialmente para movimentos bruscos e movimentos com contragolpes).

Uma exceção parcial é representada pelo fator de vibrações, transmitidas ao sistema da mão/braço. Nesta parte da ABNT NBR ISO 11228, essas vibrações são somente consideradas como presentes ou não presentes (por uma fração do tempo do ciclo e da tarefa).

NOTA Para uma avaliação detalhada da exposição, consultar ISO 2631-1, ISO 5349-1 e ISO 5349-2, ou a legislação nacional.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

A presença de fatores de risco organizacional complementares na tarefa examinada precisa ser mencionada: quando for estabelecido que eles estão presentes (um ou mais), eles influenciam toda a tarefa (3/3 do tempo do ciclo).

A avaliação de fatores de risco complementares começa com a definição de condições ideais, representadas pela ausência, ou presença bem limitada, de fatores adicionais de risco: nesse cenário, o multiplicador para fatores complementares, A_M , é igual a 1; qualquer discrepância em relação a essa condição ideal representa uma contribuição de fatores de risco complementares ao nível geral de exposição, que cresce com a porção crescente do tempo do ciclo durante o qual fatores de risco complementares (um ou mais) estão presentes, como especificado em C.4.6.

C.10 Associação do índice OCRA com UL-WMSD — Classificação de resultados e modelos de prognóstico

Baseado nos estudos dados em Referências [39], [40], a associação entre o índice OCRA (variável independente) e a prevalência de pessoas afetadas, PA, por um ou mais UL-WMSD (variável dependente), pode ser resumida pela simples equação de regressão linear:

$$Y(PA) = 2,39 \pm 0,14 (SE) \times OCRA \quad (C.10)$$

onde

$$Y(PA) = n_{pa} \times \frac{100}{n_{ep}} \quad (C.11)$$

n_{pa} é o número de pessoas afetadas por um ou mais UL-WMSD;

n_{ep} é o número de indivíduos expostos;

SE é o desvio-padrão (= 0,14).

Esta equação de regressão é calculada sem a constante, por exemplo, se OCRA for 0, então é suposto que nenhum UL-WMSD está presente.

Nesse contexto, os UL-WMSD considerados são todas as síndromes de encarceramento, tendinites, peritendinites dos membros superiores (incluindo o ombro), confirmadas por exames clínicos e exames instrumentais específicos.

Se a Equação (C.10) for usada como um modelo de previsão, o índice OCRA se torna uma ferramenta para prever o risco coletivo, para uma determinada população exposta de contrair UL-WMSD (em termos de PA), como mostrado na Tabela C.14.

Tabela C.14 – Previsão de PA (tendência central) para um grupo de indivíduos expostos, dentro de valores específicos do índice OCRA

Valor OCRA	Tendência central %
1	2,39
2	4,78
4	9,56
8	19,12

Além disso, outros dados disponíveis sobre as tendências de PA em uma população trabalhadora de referência que nunca está exposta a riscos ocupacionais dos membros superiores são relevantes para os objetivos dessa parte da ABNT NBR ISO 11228 para definir os valores críticos de índice OCRA.

EXEMPLO Em um grupo amostral de referência de 749 pacientes (310 homens e 439 mulheres)^[8], taxas gerais e específicas de idade e sexo de PA foram computadas. Considerando os valores parciais de PA em subgrupos de idade e sexo diferentes dessa amostra, foi possível computar uma taxa padronizada (para idade e sexo), PA, com referência à composição de idade e sexo de uma força de trabalho total nacional (italiana). Usando procedimentos estatísticos inferenciais, os limites de confiança de 90 % e 5° e 95° percentis da distribuição de PA padronizada foram computados, como reportado na Tabela C.15.

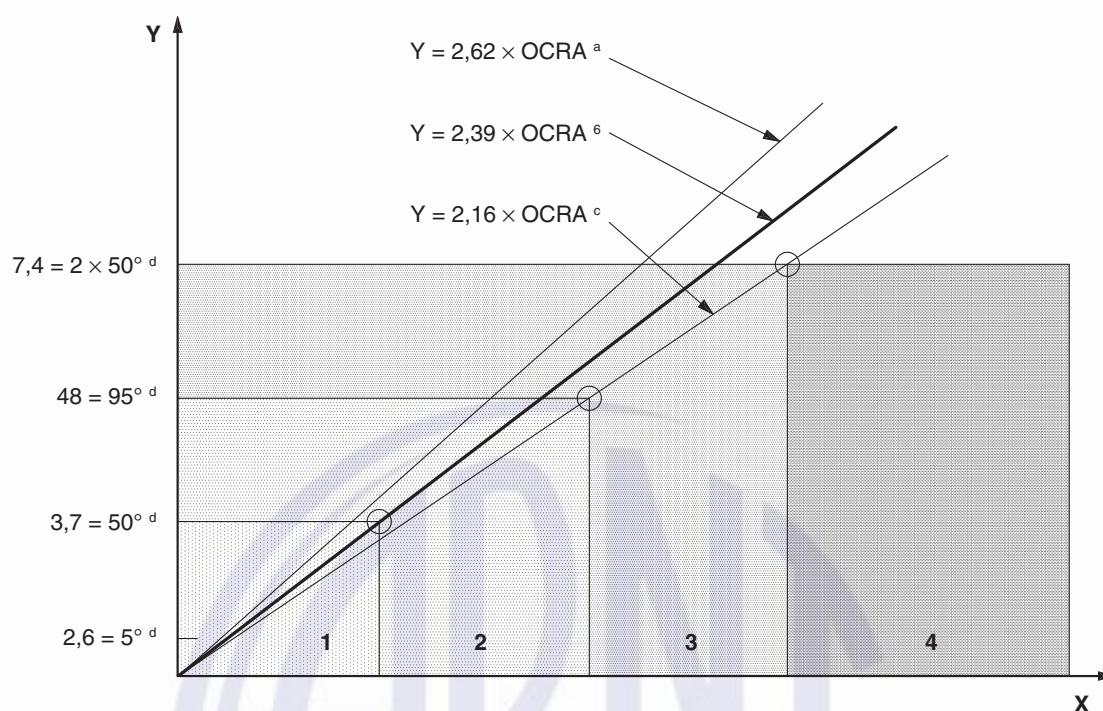
Usando a variável de PA na população de referência não exposta, os limites de referência do índice OCRA foram estabelecidos começando do 95° percentil como o “valor motriz” para chamado limite verde e de duas vezes o 50° percentil como o valor motriz para o chamado limite vermelho.

Esses valores motrizes de PA esperados na população trabalhadora de referência (não exposta) foram comparados com a equação de regressão [Equação (C.10)] no nível correspondente ao 5° percentil (obtido usando o SE): dessa maneira, ao adotar um critério prudente de avaliação de resultados não aceitáveis (amarelo) ou de risco (vermelho), foi possível achar os valores OCRA correspondentes, respectivamente, aos limites verde e vermelho e para as áreas discriminadoras verde, amarela e vermelha, como mostrado na Figura C.9.

Tabela C.15 – Distribuição dos valores PA estimados em uma população de trabalhadores nunca expostos aos riscos ocupacionais para os membros superiores

Efeito na saúde	5º percentil	50º valor central de percentil	95º percentil
PA	2,6	3,7	4,8

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

**Legenda**

X	OCRA
Y	PA, %
1	ideal (VERDE) $\leq 1,5$
2	aceitável (VERDE) $\leq 2,2$
3	limítrofe (AMARELO) $\leq 3,5$
4	risco: baixo (VERMELHO) $\leq 4,5$; médio (VERMELHO) ≤ 9 ; alto (VERMELHO) > 9
a	Equação (C.10) 95º percentil
b	Equação (C.10) 50º percentil
c	Equação (C.10) 5º percentil
d	Valor motriz na população de referência

NOTA Representação esquemática do procedimento OCRA adotado para definir os limites OCRA verde e vermelho baseados em PA na população de referência e usando a Equação (C.10)

Figura C.9

Na prática:

- o limite verde significa que, nesse nível, na população trabalhadora exposta, são previstos, em quase 95 % dos casos, valores PA maiores que 95º percentil (PA = 4,8 %) esperados na população de referência (não exposta);
- o limite vermelho significa que, nesse nível, na população trabalhadora exposta, são previstos, em quase 95 % dos casos, valores de PA maiores que duas vezes o 50º percentil (PA = 3,7 \times 2 = 7,4 %) esperado na população de referência (não exposta).

Seguindo essa abordagem, e usando os dados que foram apresentados, torna-se possível identificar as zonas de riscos diferentes (verde, amarelo e vermelho) com valores de índice OCRA “críticos” e para indicar as ações preventivas seguintes, como mostrado na Tabela C.5.

C.11 Exemplos de aplicação de análise OCRA e consequente redução de risco

C.11.1 Recapitulação

Antes de apresentar os exemplos, pode ser útil resumir as unidades de tempo propostas na análise OCRA:

- duração do turno, em minutos;
- tempo do ciclo, t_C , em segundos;
- duração da ação técnica, em segundos;
- frequência da ação técnica, f (número de ações por minuto).

NOTA O *software* `midaOCRAMultitask` pode ser usado para calcular o índice OCRA (ver Referência [57]).

C.11.2 Exemplo 1a

Esse exemplo descreve a análise de uma tarefa (em uma linha de montagem) que consiste em completar uma parte em 5 s.

Com a mão direita, o trabalhador pega e coloca o primeiro componente: esse componente chega do seu lado esquerdo. Com a mão esquerda, o trabalhador pega e coloca o segundo componente: esse componente está em um plano na sua frente. O ritmo é totalmente determinado pela máquina. Ver Figura C.10.

Primeira fase: analisar o trabalho organizado

Isso envolve o exame do turno de trabalho, a seleção da tarefa ou tarefas (repetitivas ou não), a presença de pausas programadas, tempos de espera ou tempos ociosos.

É necessário, antes de tudo, determinar a presença de tarefas repetitivas caracterizadas pela presença de ciclos com ações técnicas dos membros superiores. Uma ou mais tarefas repetitivas podem ser realizadas durante um turno de trabalho: elas devem ser avaliadas e descritas individualmente, com sua duração, em número de minutos, dentro de todo o turno. Da mesma maneira, todas as tarefas não repetitivas também devem ser descritas em termos de sua duração, em minutos, no turno de trabalho. Exemplos dessas tarefas são fornecimento, preparação, limpeza ou transporte de materiais.

Há tarefas que não implicam em nenhuma ação dos membros superiores, como, por exemplo, operações de controle visual. Essas tarefas podem ser consideradas como um período de recuperação para os membros superiores, e sua duração deve ser quantificada atentamente, em minutos, juntamente com sua distribuição no turno.

A pausa fisiológica e/ou período de descanso devem ser reconhecidos como um período de descanso quando expressos como pausas e/ou interrupções que durem pelo menos cinco minutos consecutivos.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014



Direito: Pegar a primeira peça do lado esquerdo

Direito: Esperar enquanto mantém a peça em "pinch"/pinça de dedos

Direito: Posicionar a primeira peça

Esquerdo: pegar a segunda peça

Esquerdo: Posicionar segunda peça

Figura C.10

A distribuição de pausas fisiológicas e/ou períodos de descanso dentro do turno requerem o estudo da duração total de sua distribuição no próprio turno. Se as pausas e/ou interrupções da atividade forem distribuídas subjetivamente, é importante reportar com exatidão o comportamento do trabalhador médio em respeito de sua aplicação no turno de trabalho.

Ver Tabela C.16

Tabela C.16 – Análise do trabalho organizado

Local de trabalho	Descrição	Duração min
Duração do turno	Oficial (de 8:00 às 17:00)	480
	Real	
Intervalos oficiais	Oficial (15 min às 10:00 e 15 min às 16:00)	30
Outros intervalos	Real	
Intervalo para almoço	Oficial	
	Real	
Tempo de trabalho considerado como recuperação	Oficial	0
	Real	
Tarefas não repetitivas	Oficial (limpo = 15 min)	15
	Real	
Duração líquida da tarefa repetitiva		435
Número de unidades por turno	Oficial	5 220
	Real	
Duração líquida do tempo do ciclo		5,0 s
Duração observada do tempo do ciclo ou duração do período observado		5,0 s
Diferença da porcentagem		0 %

Segunda fase: calcular a frequência das ações técnicas

O trabalhador pega a peça em pinça, esperando até que a máquina na sua frente esteja pronta, depois posiciona as duas peças, uma com a mão direita e a outra com a esquerda. O posicionamento precisa de uma flexão/extensão do cotovelo e os dedos em pinça.

As ações técnicas necessárias para completar o ciclo e sua duração, em segundos, e frequência estão descritos na Tabela C.17.

Calcular a frequência da ação, para cada membro superior, usando a Equação (C.2) e com n_{TC} o número de ações técnicas em um ciclo para cada braço.

As frequências da ação resultantes são 24 ações técnicas por minuto para o membro superior direito e 24 por minuto para o esquerdo.

Tabela C.17 – Identificação de ações técnicas no ciclo para cada membro superior

Membro superior direito	Número de ações técnicas (e duração)	Membro superior esquerdo	Número de ações técnicas (e duração)
Pegar o primeiro componente	1 (3 s)	Pegar o segundo componente	1 (1,6 s)
Posicioná-lo	1 (2 s)	Posicioná-lo	1 (2,4 s)
Total de ações técnicas	2	Total de ações técnicas	2
Tempo do ciclo	5 s	Tempo do ciclo	5 s
Frequência	24/min	Frequência	24/min

Terceira fase: avaliar a força

As ações técnicas que requerem força (membro superior direito) são mostradas na Tabela C.18. Para cada ação técnica, os seguintes parâmetros são indicados:

- a duração, x ;
- a proporção de sua duração no ciclo, $j = x/\text{tempo do ciclo}$;
- o nível de força requerido, usando a nota da escala de Borg, y , ou a porcentagem de F_B ou de (Z) .

Multiplicando y por j e somando os resultados, o nível médio de força é obtido. O resultado usando a escala de Borg é 0,7 para o ombro superior direito e 0,76 para o membro superior esquerdo. Os dados propostos pela Tabela C.1 determinam o multiplicador de força, F_M , correspondente ao nível de força média estimada: F_M é igual a 0,94 e 0,92 (valor interpolado para direita e esquerda, respectivamente).

O *software* ^[57] calcula o nível médio de força e a F_M correspondente pela inserção de cada ação técnica (ou grupo de ações idênticas) a duração, em segundos, e a nota correspondente (porcentagem F_B ou porcentagem ou nota CR-10 de Borg).

Quarta fase: avaliar posturas e/ou movimentos inadequados

As seguintes posturas e/ou movimentos inadequados são descritos para as diferentes articulações dos dois membros superiores, como reportado na Tabela C.19.

Quando a duração de cada ação técnica e a distribuição das ações técnicas no ciclo forem similares, é possível estimar a duração, em porcentagem, de tempo do ciclo, de uma postura e/ou movimento inadequado, dividindo o número de ações técnicas encontradas naquela postura inadequada e/ou movimentos pelo número de ações técnicas.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Quando a duração e distribuição de cada ação técnica no ciclo forem diferentes, é mais preciso estimar a duração, em porcentagem de tempo de ciclo, dividindo a duração, em segundos, das ações técnicas encontradas em uma postura e/ou movimento inadequado pela duração total do tempo do ciclo em segundos.

O *software* calcula a porcentagem da duração das posturas ou movimentos inadequados, registrando o número e durações, em segundos, de cada ação e sua duração em posturas e/ou movimentos inadequados, como proposto na Tabela C.19.

Usando a Tabela C.2, para o membro superior direito:

- para cotovelo em flexão/extensão ($\geq 60^\circ$), para 40 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$;
- para mão em pinça por 96 % do tempo do ciclo, $P_M = 0,6$.

A P_M que representa a avaliação final da postura é a menor nota: 0,6.

Usando a Tabela C.2, para o membro superior esquerdo:

- para cotovelo em flexão/extensão ($\geq 60^\circ$), por 40 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$;
- para mão em pinça por 72 % do tempo do ciclo, $P_M = 0,7$.

A P_M que representa a avaliação final da postura é a menor nota: 0,7.

Quinta fase: avaliar repetitividade

Para repetitividade, o tempo do ciclo é muito curto e a tarefa requer o desempenho dos mesmos movimentos de trabalho por mais de 50 % do tempo do ciclo. O multiplicador de repetitividade, R_{eM} , será 0,7 (ver C.4.5). O *software* registra R_{eM} na computação do índice OCRA. Isso é feito escrevendo “sim” quando estiver presente; “não” quando a repetitividade não ocorrer.

Sexta fase: avaliar períodos de recuperação

Consultando a Tabela C.16, em um cenário com um intervalo para almoço e dois intervalos de 15 min cada – um antes e outro após o intervalo para o almoço (na última hora do turno) –, a distribuição dos períodos de recuperação será mostrada na Figura C.11.

Tabela C.18 – Análise da força do membro superior direito

Ações técnicas de membro superior	Ações técnicas (dinâmica)		Força		Proporção da duração da força no tempo do ciclo J	$y \times j$
	Duração s	Total por ciclo	Pontuação da escala de Borg y	Duração x s		
Tarefa A						
Pegar	3	1	0,5	3,0	0,6	0,3
Posicionar	2	1	2	1,0	0,2	0,4
Pontuação da força					0,70	
Multiplicador de força, F_M					0,94	

Tabela C.19 – Avaliação da duração proporcional (porcentagem de tempo do ciclo) da articulação em posturas e/ou movimentos inadequados

Ação técnica do membro superior	Ações técnicas (dinâmicas)		Posturas e movimentos dos ombros			Movimentos do cotovelo		Posturas e movimentos do punho				Posturas e movimentos das mãos						
Tarefa A	Duração das ações técnicas	Total das ações técnicas por ciclo	Flexão e/ou abdução de mais de 80°	Abdução entre 45° + 80°	Extensão de mais de 20°	Pronação > 60°	Supinação > 60°	Flexo-extensão > 60°	Flexão > 45°	Extensão > 45°	Desvio radial > 15°	Desvio ulnar > 20°	Preenção de mão	Preenção com extensão estreita	Pinçar	Preenção palmar	Preenção em gancho	Movimentos finos
Direito																		
Pegar	3	1				1,0		1,0							2,8			
Posicionar	2	1						1							2			
Porcentagem de tempo do ciclo			0 %	0 %	0 %	20 %		40 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	96 %	0 %	0 %	0 %
Esquerdo																		
Pegar	1,6	1				1,0		1,0							1,6			
Posicionar	2,4	1						1							2			
Porcentagem de tempo do ciclo			0 %	0 %	0 %	20 %	0 %	40 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	72 %	0 %	0 %	0 %
NOTA			Computado usando o software <i>midaOCRAmultitask</i> (ver Referência [57]).															

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**Sexta fase: avaliar períodos de recuperação**

Consultando a Tabela C.16, em um cenário com um intervalo para almoço e dois intervalos de 15 min cada – um antes e outro após o intervalo para o almoço (na última hora do turno) –, a distribuição dos períodos de recuperação será mostrada na Figura C.11.

**Figura C.11**

Como reportado em C.4.8, a condição de referência é representada pela presença, para cada hora de tarefa repetitiva, de um intervalo de trabalho de pelo menos dez minutos consecutivos ou, para períodos de trabalho de menos de 1 h, em uma proporção de 5:1 entre o tempo de trabalho e o tempo de recuperação [1], [8], [48].

Em relação a esses critérios de referência, é possível considerar quantas horas no turno de trabalho não têm um período adequado de recuperação. Requer a observação individual de cada hora que forma um turno de trabalho: para cada hora, uma verificação deve ser feita da presença de tarefas repetitivas e períodos de recuperação adequados. Para a hora que precede o intervalo do almoço (se houver), e para a hora antes do final do turno, o período de recuperação é representado por esses dois eventos.

Baseado na presença ou ausência de períodos de recuperação adequados dentro de cada hora de trabalho repetitivo, o número de horas “sem recuperação” é, neste caso, 5 (um dos dois intervalos é nesta última hora do turno, na qual a recuperação está presente de qualquer maneira).

Considerando os dados apresentados na Tabela C.3, o multiplicador do período de recuperação é $R_{CM} = 0,45$ (correspondendo a 5 h sem um período adequado de recuperação).

Sétima fase: avaliar o multiplicador de duração

A duração líquida da tarefa repetitiva, t , considerando além disso a presença de uma tarefa não repetitiva (limpando por 15 min) é 435 min.

De acordo com a Tabela C.4: $t_M = 1$.

Oitava fase: Calcular o índice OCRA

Equação (C.3) é usada para calcular o número geral de ATA realizadas no turno. No exemplo atual, $t = 435$ e $f = 24$, portanto:

n_{ATA} é igual a 10 440 para os dois membros.

A seguinte fórmula é usada para calcular o número geral de RTA em um turno:

$$n_{RTA} = (k_f \times F_M \times P_M \times A_M \times R_{eM} \times t) \times (R_{cM} \times t_M)$$

Como, neste exemplo, $t = 435$ min e t_M é igual a 1, portanto,

para o membro superior direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,94 \times 0,60 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 1\,971$$

para o membro superior esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 0,70 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 2\,255$$

O índice OCRA é obtido comparando, para cada membro superior, o número de ATA realizadas no turno com o número geral de RTA no turno, usando a Equação (C.1). No exemplo, a avaliação de risco leva a um índice OCRA na zona vermelha (ver Tabela C.20):

$$\text{Índice OCRA (esquerdo)} = 10\,440/2\,255 = 4,6 \quad \text{Índice OCRA (direito)} = 10\,440/1\,971 = 5,3$$

Tabela C.20 – Exemplo 1a – Resultado da avaliação do índice OCRA

Tempo líquido de trabalho repetitivo para cada tarefa	435	
Unidades por turno	5220	
Horas sem recuperação	5	
Multiplicador de recuperação, R_{CM}	0,45	
Constante de frequência, k_f	30	30
	Direito	Esquerdo
Multiplicador de força, F_M	0,94	0,92
Multiplicador de postura, P_M	0,60	0,70
Multiplicador para fatores complementares, A_M	0,85	0,85
Multiplicador de repetitividade, R_{eM}	0,70	0,70
Tempo do ciclo, t_c , s	5,0	5,0
Frequência, f , TA/min	24	24
Ações técnicas no ciclo, n_{TC}	2,0	2,0
Total ATA	10 440	10 440
Total RTA	1 971	2 255
Multiplicador de duração, t_M	1,0	1,0
Índice OCRA	5,3	4,6

C.11.3 Exemplo 1 b – Redução de risco otimizando a distribuição de intervalos

Podemos usar soluções diferentes para reduzir o risco avaliado no Exemplo 1 a.

Reduzir o número de ciclos e, assim, aumentando o tempo do ciclo significa propor uma produção grandemente reduzida: o meio de redução de risco menos desejável. Uma alternativa é rearranjar a distribuição de intervalos, considerando a possibilidade de otimizar os períodos de recuperação. No exemplo 1 a, há um intervalo para o almoço e dois intervalos de 15 min cada – um antes, e o outro após o intervalo do almoço (última hora do turno). O número de horas “sem recuperação” é, neste caso, 5 h (um dos dois intervalos na última hora do turno na qual a recuperação já é considerada, como representado pelo final do turno). É possível obter uma redução de risco significativa simplesmente dividindo os 30 min de intervalos em três intervalos de 10 min cada e, corretamente, distribuindo-os no turno. Ver Figura C.12.

Redistribuição de intervalos, otimizando os períodos de recuperação.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Antes: duas pausas de 15 min cada (uma na última hora do turno)



Depois: três pausas de 10 min cada (nunca na hora antes da refeição e na última hora do turno)



Figura C.12

Considerando a nova distribuição de recuperação, o multiplicador de referência é o multiplicador do período de recuperação $R_{CM} = 0,7$ (correspondente a 3 h sem um período adequado de recuperação).

Após esse reprojeção da distribuição do intervalo, com a mesma duração do intervalo, n_{RTA} agora é maior.

Antes do reprojeção da distribuição do intervalo

Para o direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,94 \times 0,60 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 1\,971$$

Para o esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 0,70 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 2\,255$$

Após o reprojeção da distribuição do intervalo

Para o direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,94 \times 0,60 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 3\,066$$

Para o esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 0,70 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 3\,508$$

O Índice OCRA consequentemente vai para a zona amarela.

$$\text{Índice OCRA (esquerdo)} = 10\,440/3\,508 = 3 \quad \text{Índice OCRA (direito)} = 10\,440/3\,066 = 3,4$$

Esse exemplo mostra que, em algumas situações, somente a otimização da distribuição da recuperação pode obter uma redução de risco sem custo.

C.11.4 Exemplo 1 c – Redução de risco melhorando posturas

Para melhorar os resultados obtidos no Exemplo 1 b, uma melhoria no leiaute do local de trabalho é concebível. Como mostrado na Figura C.10, uma esteira de transporte deixa as primeiras peças do lado esquerdo do trabalhador. Ao reprojetar este local de trabalho, pode ser útil parar a esteira mais perto do trabalhador (solução simples e barata) e treinar o trabalhador de uma maneira diferente de montar as duas peças.

O trabalhador primeiro tem que pegar a primeira peça do seu lado esquerdo com a mão esquerda, em vez de com a mão direita, e, conseqüentemente, a segunda peça com a mão direita. Ao pegar e posicionar com essa estratégia, o trabalhador pode evitar manter as peças na sua mão, conseqüentemente reduzindo a porcentagem de tempo usado na postura de pinça.

O multiplicador de postura para o membro superior direito agora será:

- para o cotovelo em flexão/extensão ($\geq 60^\circ$), por 40 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$;
- para mão em pinça, por < 50 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$.

A P_M que representa a elevação da postura final é a nota mais baixa: 1.

O multiplicador de postura para o membro superior esquerdo agora será:

- para cotovelo em flexão/extensão ($\geq 60^\circ$), por 40 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$;
- para mão em pinça, por < 50 % do tempo do ciclo, $P_M = 1$.

A P_M que representa a avaliação final da postura é a menor nota: 1.

Com o redesenho da distribuição de intervalo (ver Exemplo 1 b), juntamente com a melhoria de postura feita neste exemplo, n_{RTA} agora é ainda maior.

Antes do redesenho da distribuição de intervalo

Para o direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,94 \times 0,60 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 1\,971$$

Para o esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 0,70 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,45 \times 1) = 2\,255$$

Depois do redesenho da distribuição de intervalo

Para o direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,94 \times 0,60 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 3\,066$$

Para o esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 0,70 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 3\,508$$

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**Depois do redesenho da distribuição de intervalo e do posto de trabalho**

Para o direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 1 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 5\,435$$

Para o esquerdo:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,92 \times 1 \times 0,85 \times 0,70 \times 435) \times (0,70 \times 1) = 5\,109$$

O Índice OCRA agora está na zona verde:

$$\text{Índice OCRA (esquerdo)} = 10\,440/5\,109 = 2 \quad \text{Índice OCRA (direito)} = 10\,440/5\,435 = 1,9$$

C.11.5 Exemplo 2 a — Análise da tarefa

Esse exemplo descreve a análise de uma tarefa (na linha de montagem) consistindo na verificação, no final da linha de montagem, de uma peça de motor elétrico por controle visual, somente virando a peça. A operação final é guardar as peças em uma caixa. Durante um ciclo de trabalho, quatro peças são verificadas.

Para completar um ciclo de quatro peças, o trabalhador usa 21 ações técnicas para a mão direita e 12 para a esquerda, com um tempo do ciclo de 20,5 s para as quatro peças. As ações técnicas necessárias para completar um ciclo com a mão direita são dadas na Tabela C.21.

A frequência de ação será de 61,36 ações por minuto para o membro superior direito e 35 ações para o membro superior esquerdo.

Tabela C.21 – Exemplo 2 a – Cálculo das ações técnicas e frequência

Ações técnicas no ciclo			
Membro superior direito	Número de ações técnicas	Membro superior esquerdo	Número de ações técnicas
Puxar quatro peças juntas	1	—	—
Pegar peça (1ª)	1	Segurar peça (1ª)	1
Virá-la para inspeção visual (1ª)	1	Virá-la para controle visual (1ª)	1
Virá-la novamente (1ª)	1	Virá-la novamente (1ª)	1
Segurar peça (2ª)	1	Segurar peça (2ª)	1
Virá-la para inspeção visual (2ª)	1	Virá-la para inspeção visual (2ª)	1
Virá-la novamente (2ª)	1	Virá-la novamente (2ª)	1
Segurar peça (3ª)	1	Segurar peça (3ª)	1
Virá-la para controle visual (3ª)	1	Virá-la para controle visual (3ª)	1
Virá-la novamente (3ª)	1	Virá-la novamente (3ª)	1
Segurar peça (4ª)	1	Segurar peça (4ª)	1
Virá-la para inspeção visual (4ª)	1	Virá-la para inspeção visual (4ª)	1
Virá-la novamente (4ª)	1	Virá-la novamente (4ª)	1
Pegar (1ª)	1	—	—
Posicionar (1ª)	1	—	—
Pegar (2ª)	1	—	—
Posicionar (2ª)	1	—	—
Pegar (3ª)	1	—	—
Posicionar (3ª)	1	—	—
Pegar (4ª)	1	—	—
Posicionar (4ª)	1	—	—
	Direita		Esquerda
Total de ações técnicas		21	12
Tempo do ciclo, s		20,5	20,5
Frequência, ações/min		61,36	35

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Usando os valores da Tabela C.22, o multiplicador de postura é:

- para cotovelo em flexão/extensão ($\geq 60^\circ$), por 76 % do tempo do ciclo, $P_M = 0,7$;
- para mão em pinça e preensão palmar, por 97 % do tempo do ciclo, $P_M = 0,5$.

A P_M que representa a avaliação final da postura é a nota mais baixa: 0,5.

Tabela C.22 – Exemplo 2 a – Duração proporcional em posturas ou movimentos inadequados das articulações

Posturas/movimentos inadequados	Duração proporcional
Flexão/extensão do cotovelo	76 %
Preensão palmar da mão e mão em pinça	97 %

Para repetitividade, a tarefa requer o desempenho dos mesmos movimentos de trabalho por mais de 50 % do tempo do ciclo. O multiplicador de repetitividade, R_{eM} , será 0,7 (ver C.4.5).

As ações técnicas que requerem força são mostradas na Tabela C.23. Os dados propostos nela determinam o multiplicador de força, F_M , correspondente ao nível médio de força, estimado em 0,95, usando a escala de Borg, e 9,49, usando a porcentagem de F_B ou de MCV.

A F_M correspondente é 0,88 (valor interpolado).

Tabela C.23 – Exemplo 2 a – Avaliação do nível de força médio

Ação técnica (direita)	Ações técnicas por ciclo	(A)	(B)	(C)	$A \times B$	$A \times C$
		Duração proporcional	Nota de escala de Borg	% FB		
Puxar	1	0,03	2	20	0,06	0,64
Pegar	4	0,22	0,5	5	0,11	1,08
Virar	4	0,22	0,5	5	0,11	1,08
Virar	4	0,22	0,5	5	0,11	1,08
Pegar	4	0,16	0,5	5	0,08	0,8
Colocar	4	0,16	3	30	0,48	4,81
Total	21				0,95	9,49

Com relação a uma duração de turno padronizada de 480 min, com um intervalo para refeição e dois intervalos de 10 min cada, um antes e outro após o intervalo para almoço (o almoço é fora da duração do turno de 480 min), a duração líquida da tarefa repetitiva, t , é 460 min.

Consultando as Tabelas C.3 e C.4, os multiplicadores de referência serão:

- multiplicador do período de recuperação, $R_{CM} = 0,60$ (correspondendo a 4 h sem um período adequado de recuperação);
- multiplicador de duração, $t_M = 1$ (correspondendo a uma duração líquida da tarefa repetitiva de 460 min).

A seguinte fórmula é usada para calcular o número geral de RTA em um turno:

$$n_{RTA} = (k_f \times P_M \times R_{eM} \times A_M \times F_M \times t) \times (R_{CM} \times t_M)$$

Nesse exemplo, considerando o membro superior direito:

$$n_{RTA} = (30 \times 0,5 \times 0,7 \times 1 \times 0,88 \times 460) \times (0,6 \times 1) = 2\,550$$

O Índice OCRA é então calculado usando a Equação (C.1). Ver C.2.

No exemplo, a avaliação de risco do membro superior direito leva a um Índice OCRA na zona vermelha. (ver Tabela C.24):

$$\text{Índice OCRA} = 28\,224 / 2\,550 = 11,1$$

Tabela C.24 – Exemplo 2 a – Resultado da avaliação do Índice OCRA

Duração do turno	480
Intervalos, min	20
Tempo do trabalho não repetitivo, min	0
Tempo líquido do trabalho repetitivo	460
Número de ciclos por turno	1 344
Numéro de horas sem período adequado de recuperação, h	4
Multiplicador de recuperação, R_{CM}	0,6
Constante de frequência, k_f	30
Multiplicador de força, F_M	0,88
Multiplicador de postura, P_M	0,5
Multiplicador para fatores complementares, A_M	1
Multiplicador de repetitividade, R_{eM}	0,7
Tempo do ciclo, t_C	20,5
Frequência, f , TA/min	61,4
Número de ações técnicas no ciclo	21
Total ATA	28.224
Total RTA	2.550,24
Multiplicador de duração, t_M	1
Índice OCRA	11,1

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**C.11.6 Exemplo 2 b – Aumento do tempo do ciclo considerando o Exemplo 2 a**

Soluções diferentes agora podem ser escolhidas para reduzir o risco. Reduzindo o número de ciclos e consequentemente aumentando o tempo do ciclo, como mostrado na Tabela C.25, a produção será grandemente reduzida. No entanto, isso representa a única maneira de obter uma redução de risco sem qualquer intervenção organizacional ou estrutural.

Tabela C.25 – Exemplo 2 b – Redução do número de peças, aumentando o tempo do ciclo, para zonas amarela e vermelha

Número de ciclos por turno	Frequência	Tempo do ciclo s	Índice OCRA	Risco
1 344	61,2	20,5	11,1	VERMELHO
430	19,6	64	3,5	AMARELO
270	12,3	102,2	2,2	VERDE

C.11.7 Exemplo 2 c – Redução de ações técnicas começando do Exemplo 2a

Para evitar reduzir a produção, no Exemplo 2a é importante tentar reduzir o número de ações técnicas, otimizando sua distribuição e/ou introduzindo mais automação.

Por exemplo, as quatro peças podem chegar automaticamente na bancada de trabalho e um novo dispositivo mecânico permite que o trabalhador controle duas peças ao mesmo tempo. Um dispositivo pneumático pode ser introduzido para levantar as quatro peças juntas no final da tarefa para colocá-las no contêiner final: isso reduz o número de ações e o uso de força.

As ações técnicas necessárias para completar um ciclo serão agora somente 9 (ver Tabela C.26) para cada membro superior.

Tabela C.26 – Exemplo 2 c – Redução de ações técnicas no ciclo

Ações técnicas no ciclo			
Membro superior direito	Número de ações técnicas	Membro superior esquerdo	Número de ações técnicas
Segurar duas peças (1ª) (2ª)	1	Segurar a peça (1ª)	1
Virá-las para inspeção visual (1ª) (2ª)	1	Virá-la para inspeção visual (1ª)	1
Virá-las novamente (1ª) (2ª)	1	Virá-la novamente (1ª)	1
Segurar as duas últimas peças (3ª) (4ª)	1	Segurar a peça (2ª)	1
Virá-las para inspeção visual (3ª) (4ª)	1	Virá-la para inspeção visual (2ª)	1
Virá-las novamente (3ª) (4ª)	1	Virá-la novamente (2ª)	1
Posicionar os dispositivos nas quatro peças	1	–	1
Posicionar o dispositivo no contêiner	1	–	1
Liberar as quatro peças	1	–	1
	Direita	Esquerda	
Total de ações técnicas	9	9	
Tempo do ciclo, s	20,5	21	
Frequência, ações/min	26,3	26,3	

Introduzindo um dispositivo, a força agora está praticamente ausente, correspondendo a $F_M = 1$ (ausência de força).

De acordo com a Tabela C.2, os novos multiplicadores de postura são:

- para flexão/extensão do cotovelo, por 1/3 do tempo do ciclo, $P_M = 1$;
- preensão palmar, por 1/3 do tempo do ciclo, $P_M = 0,7$.

O P_M que representa a avaliação final de postura é a nota mais baixa: 0,7.

A tarefa agora não requer o desempenho dos mesmos gestos de trabalho por mais de 50 % do tempo do ciclo. De fato, as ações técnicas pegar, virar e virar são repetidas somente duas vezes e duram 44 % do tempo do ciclo. O multiplicador de repetitividade será $R_{eM} = 1$. No exemplo dado, o tempo do ciclo é novamente 20,5 s, mantendo a mesma produção, mas a frequência das ações técnicas agora é de somente 26,3 ações/min: o Índice OCRA agora estará na zona verde:

$$n_{ATA} = 26,3 \times 460 = 12\,098$$

$$n_{RTA} = 30 \times 1 \times 0,7 \times 1 \times 1 \times (460 \times 0,6 \times 1) = 5\,796$$

$$\text{Índice OCRA} = 12\,098 / 5\,796 = 2,1$$

Usando o *software*, é possível observar o que acontece se a produção aumentar (ver Tabela C.27).

Aumentando o número de ciclos no turno de 1 344 para 1 700, o risco do Índice OCRA será 2,6 (zona amarela). No entanto, mudando a organização do trabalho (for exemplo, adicionando dois outros intervalos de 10 min cada), o risco do Índice OCRA será 2,1 (zona verde).

Em conclusão, quando um local de trabalho causa riscos e altos valores no Índice OCRA, o local de trabalho, os equipamentos e os procedimentos para desempenhar a tarefa são revisados, principalmente como a seguir.

- As posturas e os movimentos inadequados observados são inevitáveis? Isso deve ser a primeira obrigação do projetista, nesta fase do desenvolvimento de uma máquina e tarefa relacionada, para tentar eliminar essas posturas e substituí-las por outras inofensivas.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- As peças do equipamento que requerem o uso inadequado de pegadas das mãos podem ser reprojatadas, assim como as forças a serem usadas.
- O número de ações técnicas e o ritmo da máquina podem ser reprojatadas.
- Usando esta análise, a tarefa e os locais de trabalho podem ser (re)projatados para reduzir para um nível aceitável o risco de movimentação repetitiva em alta frequência, mantendo o mesmo nível de produção ou aumentando-o.

**Tabela C.27 – Exemplo 2 c – Índice OCRA em local de trabalho reprojatado –
Resultado na zona verde enquanto mantém a mesma produção –
Membro superior direito**

	Aumento em produtividade	Aumento em produtividade e intervalos
Duração do turno	480	480
Intervalos, min	20	40
Tempo do trabalho não repetitivo, min	0	0
Tempo líquido do trabalho repetitivo	460	440
Número de ciclos por turno	1.700	1.700
Número de horas sem um período adequado de recuperação, h	4	2
Multiplicador de recuperação, R_{CM}	0,6	0,8
Constante de frequência, k_f	30	30
Multiplicador de força, F_M	1	1
Multiplicador de postura, P_M	0,7	0,7
Multiplicador para fatores complementares, A_M	1	1
Multiplicador de repetitividade, R_{eM}	1	1
RTA	5.796	7.392
Tempo do ciclo, t_C	16,2	15,5
ATA	15.300	15.300
Frequência f , TA/min	33,3	34,8
Número de ações técnicas no ciclo	9	9
Multiplicador de duração, t_M	1	1
Índice OCRA	2,6	2,1

Anexo D (informativo)

Outros métodos para avaliação de risco detalhada

D.1 Introdução

Há outros métodos (ver Tabela A.1) que permitem uma avaliação de risco detalhada correspondente ao modelo de referência geral dado no Anexo A. Essencialmente, eles são *Strain Index* e o HAL/ACGIH TLV (para trabalho manual monotarefa). Esses dois métodos são apresentados neste anexo, levando em consideração seus limites potenciais em relação ao modelo [9], [10].

D.2 *Strain index*

O *Strain index* (SI) [35] é um método de análise de trabalho semiquantitativa que envolve a medição ou estimativa de seis variáveis de tarefas: intensidade de esforço, duração do esforço por ciclo, esforços por minuto, postura da mão/punho, velocidade do trabalho e duração da tarefa por dia. Uma classificação ordinal é dada a cada variável de acordo com os dados de exposição (ver Tabela D.1), quando um valor de multiplicador é dado para cada variável (ver Tabela D.2). O SI é o produto desses seis multiplicadores:

$$SI = A \times B \times C \times D \times E \times F$$

NOTA BRASILEIRA O *Strain index* também é conhecido como Índice de Moore & Garg.

Para analisar um trabalho usando o *Strain index*, é importante observar ou gravar uma amostra representativa do trabalho. É mais fácil fazer a análise de um vídeo, e há softwares grátis disponíveis para facilitar a análise de arquivos de vídeo digitalizados.

NOTA Informações detalhadas e úteis na aplicação deste método podem ser encontradas no *website* dado na Referência [68].

Os lados direito e esquerdo são analisados separadamente. Convém que a nota mais alta seja usada para caracterizar o trabalho como um todo.

Há cinco passos no procedimento:

- coletar dados das seis variáveis de tarefa;
- dar classificações ordinais usando a tabela de classificações (Tabela D.1);
- determinar valores de multiplicador usando a tabela de multiplicador (Tabela D.2);
- calcular a pontuação do SI (o produto dos seis valores de multiplicador);
- interpretar o resultado.

A análise mais simples, descrita aqui, acontece quando o trabalho envolve uma só tarefa e as intensidades e posturas para esforço de cada mão são aproximadamente iguais.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

Tabela D.1 – SI – Achar valores de classificação para cada variável de tarefa

Valor de classificação	Intensidade de esforço	Duração do esforço %	Esforços por minuto	Postura da mão/punho	Velocidade do trabalho	Duração por dia h
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
1	leve	< 10	< 4	muito boa	muito lenta	≤ 1
2	ligeiramente difícil	10-29	4-8	boa	lenta	1-2
3	difícil	30-49	9-14	regular	regular	2-4
4	muito difícil	50-79	15-19	ruim	rápida	4-8
5	quase máxima	≥ 80	≥ 20	muito ruim	muito rápida	> 8

Tabela D.2 – SI – Tabela de multiplicadores para encontrar os multiplicadores para variável de tarefa

Valor de classificação	Intensidade de esforço	Duração do esforço %	Esforços por minuto	Postura da mão/punho	Velocidade do trabalho	Duração por dia h
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
1	1	0,5	0,5	1,0	1,0	0,25
2	3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,50
3	6	1,5	1,5	1,5	1,0	0,75
4	9	2,0	2,0	2,0	1,5	1,00
5	13	3,0	3,0	3,0	2,0	1,50

Com o objetivo de classificação de acordo com o modelo de três zonas, pode ser assumido que, para um trabalho ou tarefa com um *Strain index* maior que 7, o risco está presente (zona vermelha) e convém que seja considerado “risco”. Valores intermediários do *Strain index* (nota 3 a 7) são classificados como limítrofes ou de risco bem baixo (zona amarela). Quando um risco for previsto, o exame de valores de multiplicador pode revelar estratégias de intervenção que tornariam o trabalho ou tarefa mais seguro/a.

Seus autores resumem as bases, os limites e suposições do método SI a seguir:

- somente se aplica à extremidade distal superior (mão/antebraço);
- prevê um espectro de doenças de membros superiores (doenças de unidades de músculo-tendão, assim como a síndrome de túnel carpal), doenças não específicas;
- avalia trabalhos e não trabalhadores individuais;
- os relacionamentos entre os dados de exposição e os valores de multiplicador não são baseados em relacionamentos matemáticos explícitos entre as variáveis da tarefa e as respostas fisiológicas, biomecânicas, ou clínicas.

Além dessas observações, convém que outros aspectos desse método sejam cuidadosamente considerados ao interpretar resultados:

- a força é o fator mais relevante considerado (ver Tabela D.2), mas é geralmente avaliado por um observador externo por meio de uma escala empírica;
- o nível máximo (5) de esforços por minuto é dado por mais de 20 esforços/min, que é muito comum em manufatura;
- as posturas consideradas são principalmente em nível de punho; tipos de preensão de mão são menos considerados;
- fatores complementares não são considerados;
- períodos de recuperação, em termos de macrointervalos, são parcialmente negligenciados;
- aplica-se a tarefas simples e para trabalhos monotarefa, também se espera um desenvolvimento futuro de análise multitarefa.

D.3 HAL/ACGIH TLV

O TLV (*threshold limit value*) da ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) é baseado em estudos epidemiológicos, psicofísicos e biomecânicos e tem o objetivo de avaliar trabalhos monotarefa (por exemplo, trabalhos nos quais somente uma tarefa repetitiva está presente) desempenhados por 4 h ou mais por dia ^[1].

O TLV considera especificamente o nível médio de atividade de mão (HAL) e a força máxima da mão e identifica condições para as quais quase todos os trabalhadores podem ser repetidamente expostos sem efeitos adversos à saúde.

A medida da HAL é baseada na frequência de esforços da mão e o ciclo da tarefa (durações relativas de trabalho e descanso). HAL pode ser determinada com classificações por um observador treinado usando a escala dada na Tabela D.3 ou pode ser (melhor) calculada observando ações ou esforços e usando informações sobre a frequência dos esforços à proporção de trabalho/recuperação (ver Tabela D.4).

A força máxima da mão é padronizada em uma escala de 0 a 10, que vai de 0 % a 100 % da força de referência da população aplicável. A força máxima pode ser determinada com classificações feitas por um observador treinado, classificada por trabalhadores (usando a escala CR-10 de Borg) ou medida usando métodos de instrumentação ou biomecânicos. Requisitos de força máxima podem ser padronizados dividindo a força exigida para desempenhar o trabalho pela capacidade de força máxima da população trabalhadora, que é determinada (quando útil) mediante bases de dados relevantes.

Algumas combinações de força e atividade de mão supostamente são associadas com uma prevalência significativamente elevada de doenças musculoesqueléticas. Portanto, um limite limiar, assim como um limite de ação (ver Tabela D.5), são sugeridos. Um sistema de classificação de três zonas é derivado, e, conseqüentemente, medidas proativas diferentes são recomendadas.

- a) Zona vermelha – TLV e limite de ação excederam: programa de controle incluindo controles de engenharia recomendados;

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- b) Zona amarela – Acima do limite de ação: educação, fiscalização, melhorias do trabalho recomendados;
- c) Zona verde – Abaixo do limite de ação, contanto que a exposição a outros fatores não seja excessiva, por exemplo, posturas, estresse de contato e vibração.

NOTA No *website* dado na Referência [65], informações detalhadas e úteis sobre a aplicação deste método podem ser encontradas.

Tabela D.3 – Escala de classificação de HAL (nível de atividade da mão)

0	2	4	6	8	10
Mãos paradas a maior parte do tempo; nenhum esforço regular	Pausas consistentes, longas, ou movimentos muito lentos	Movimento/esforço lento e regular, pausas breves frequentes	Movimento/esforço regular, pausas não frequentes	Movimento/esforço regular rápido, pausas não frequentes	Movimento rápido regular ou contínuo; dificuldade de prosseguir

Tabela D.4 – HAL (0–10) calculado em relação à frequência do esforço e ciclo de trabalho (porcentagem do ciclo de trabalho onde a força for maior que 5 % do máximo)

Frequência esforços/s	Período esforços/s	Ciclo do trabalho %				
		0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
0,125	8,0	1	1	–	–	–
0,25	4,0	2	2	3	–	–
0,5	2,0	3	4	5	5	6
1,0	1,0	4	5	5	6	7
2,0	0,5	–	5	6	7	8

Tabela D.5 — ACGIH (2000) TLV e limite de ação baseados no nível de atividade da mão e força máxima da mão padronizada (em uma escala de 0–10 correspondente a 0 % – 100 % da força de referência da população aplicável)

HAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Força máxima padronizada: TLV	7,2	6,4	5,6	4,8	4,0	3,2	2,4	1,6	0,8	0
Força máxima padronizada: limite de ação	5,4	4,8	4,2	3,6	3,0	2,4	1,8	1,2	0,6	0

NOTA Os valores na tabela são estimados da figura original em ACGIH (2000). Ver Referência [1].

O método TLV da ACGIH (2000) ^[1] TLV considera principalmente dois fatores importantes de risco: repetição (frequência de esforços) e o uso de força. Apresentando esse método, a ACGIH (2000) enfatiza que convém que outros fatores (por exemplo, estresse de postura, estresse de contato ou vibração) sejam avaliados por um observador treinado (um especialista) e considerados ao interpretar os resultados finais.

Além disso, a ACGIH (2000) enfatiza a necessidade de padrões de trabalho que permitem que trabalhadores realizem pausas o quanto for necessário, com um mínimo de um intervalo (período de recuperação) por hora.

Além dessas observações, convém que outros aspectos desse método sejam cuidadosamente considerados ao interpretar resultados:

- seu uso é na verdade restrito a trabalhos monotarefa que durem quase 4 h e por não mais que 8 h por turno;
- sua aplicação integral é restrita a especialistas (em ergonomia) já que convém que fatores relevantes (como posturas laborais, fatores complementares e duração da tarefa), que não são considerados para computar a TLV, sejam avaliados por esses especialistas;
- períodos de recuperação são considerados somente indiretamente como uma medida corretiva, mas não para avaliar o nível real de riscos;
- maiores desenvolvimentos do método são esperados, especialmente em relação às inclusões da pontuação final (TLV ou AL) de aspectos relacionados a posturas e movimentos, para fatores adicionais e para períodos de recuperação; mais dados epidemiológicos que validem o modelo real de dose-resposta são igualmente esperados.

Anexo E **(informativo)**

Redução de risco

E.1 Introdução

Conhecimento científico enfatiza a importância de uma abordagem ergonômica para eliminar ou reduzir os riscos de movimentação repetitiva de cargas. A ergonomia se concentra no projeto do trabalho e sua adequação das necessidades humanas e capacidades físicas e mentais. Uma abordagem ergonômica considera a movimentação repetitiva de tarefas em sua totalidade, levando em consideração uma série de fatores relevantes, incluindo a natureza da tarefa, as características do objeto, o ambiente de trabalho e os limites e capacidades do indivíduo.

Uma avaliação de risco apropriada é a base para escolhas apropriadas em redução de risco.

E.2 Evitando a movimentação repetitiva

Para tentar evitar lesões por movimentação repetitiva, é pertinente perguntar se movimentação repetitiva pode ser eliminada completamente. Convém que projetistas do trabalho, máquinas ou fábricas considerem introduzir um sistema de movimentação mecânica ou elétrica em vez de um sistema manual.

Convém lembrar, no entanto, que a introdução de automação ou mecanização pode criar novos riscos. Convém que todos os equipamentos sejam bem conservados, compatíveis com o resto do sistema de trabalho, eficazes, apropriadamente projetados e facilmente operados. Convém que os trabalhadores sejam treinados apropriadamente para usar os equipamentos com segurança e eficácia. Convém que instruções de operação e preocupações com segurança sejam colocadas no equipamento.

E.3 Projeto do trabalho — Tarefas, local de trabalho e organização de trabalho

E.3.1 Tarefas

Convém que as tarefas sejam projetadas de tal maneira que alcances extremos de movimentos das articulações, posturas estáticas prolongadas e/ou movimentos repetitivos, combinando forças externas, sejam evitados.

Carga musculoesquelética dos ombros pode aumentar quando o objeto manuseado estiver longe do corpo ou em um nível mais alto. Níveis de estresse do pescoço aumentam quando o ponto de visão estiver muito baixo ou alto, especialmente quando a posição da cabeça não puder ser variada. Níveis de estresse do cotovelo e punho aumentam quando a tarefa envolve movimentos extremos das articulações. Portanto, é importante evitar alcances extremos de movimentos das articulações ao planejar tarefas.

Outro aspecto que tem que ser levado em consideração é a possibilidade de recuperação por meio de microintervalos (alguns segundos nos quais os músculos podem descansar) na tarefa.

E.3.2 Local de trabalho

Convém que o local de trabalho seja projetado de tal maneira que posturas laborais e suas sequências possam ser otimizadas. A quantidade de trabalho realizado em posturas fixas também é uma consideração importante. Recomendações sobre esse assunto são feitas na ABNT NBR ISO 11226 em relação a posturas laborais.

Convém que posturas e movimentos inadequados (ver C.8) sejam evitados pelo posicionamento ideal da mobília, máquinas e materiais usados. Convém que a altura de trabalho (cadeira e escrivaninha ou máquina) seja ajustada (ou ajustável) a demandas individuais de peso e trabalho. Convém que os objetos manuseados estejam próximos e em frente do corpo para minimizar a elevação do braço e giro do corpo.

Convém que variações de sentar, ficar em pé ou andar estejam disponíveis, por exemplo, por meio de uma bancada de trabalho na qual se sente e fique de pé.

Convém que as áreas de trabalho sejam suficientemente grandes para permitir espaço adequado de movimento. Espaço suficiente é um pré-requisito para realizar o trabalho eficientemente e em posturas de trabalho apropriadas.

A presença de obstáculos como materiais de embalagem usados também pode apresentar a possibilidade de escorregar e convém que estes sejam eliminados (para detalhes sobre locais de trabalho, ver ISO 14738).

E.3.3 Organização do trabalho

Convém que o trabalho seja organizado de tal maneira que:

- a) a duração da tarefa não seja muito longa (não mais que 1 h sem intervalo ou não mais que 8 h por dia);
- b) a frequência de movimentos ou esforço não seja muito alta e possa ser ajustada pelo trabalhador para suas capacidades individuais;
- c) haja suficientes períodos de recuperação (a proporção entre a recuperação e duração da tarefa seja pelo menos 1:5).

A recuperação pode ser induzida pela introdução de intervalos regulares do trabalho (por exemplo, alguns minutos para dar ao trabalhador a oportunidade de sair do local do trabalho). Outra maneira de recuperar é variando o trabalho repetitivo com outras tarefas que não apresentem risco. Convém que essas tarefas usem um conjunto diferente de músculos.

Melhoria do trabalho, aumento do trabalho e rotação do trabalho têm um papel importante para evitar riscos em potencial e manter níveis de produção.

Convém que o trabalhador possa ajustar o seu trabalho a suas próprias capacidades. Trabalhar com uma taxa fixa não é recomendado.

A quantidade de trabalho realizado em posturas fixas é também uma consideração importante. Recomendações sobre essa questão são feitas na ABNT NBR ISO 11226 em relação a posturas laborais.

ABNT NBR ISO 11228-3:2014**E.4 Projeto do objeto, ferramenta ou material a ser movimentado**

O objeto a ser movimentado pode constituir um risco devido a seu tamanho ou formato. Para determinar se uma carga representa um risco, devem-se considerar também as circunstâncias nas quais a carga é movimentada; por exemplo, recomendações posturais, frequência e duração de movimentação, projeto do local do trabalho e aspectos da organização do trabalho, como esquemas de incentivo e trabalho por empreitada convém que sejam considerados.

O formato e a maneira de usar um objeto, ferramenta ou máquina irão afetar a maneira com que é segurado. Convém que o tamanho dos locais de pega para mão seja adequado ao tamanho das mãos de mulheres e homens. Convém que o projeto permita uma variação segura de ângulos das articulações, especialmente para o cotovelo, punho e dedos.

Convém que o mecanismo minimize a carga estática (o tempo em que se mantém uma postura para um período de tempo sustentado), otimize a quantidade de força necessária e permita ao trabalhador períodos suficientes de recuperação. Portanto, convém que a necessidade de apertar controles por período contínuo seja evitada.

Além disso, pode haver riscos físicos ou químicos que também convém que sejam indicados, por exemplo, o objeto pode ter pontas afiadas, ser muito quente ou muito frio ao toque, ou ser contaminado, ou conter materiais ou substâncias que possam ser perigosas se derramadas.

E.5 Projeto do ambiente de trabalho

Convém que condições ambientais gerais, incluindo iluminação, ruído e clima, estejam dentro de níveis toleráveis. É recomendado que a ISO 7730 seja aplicada para exigências de conforto térmico. Convém que seja tomado cuidado extra se o trabalho tiver que ser realizado em temperaturas extremas. Por exemplo, altas temperaturas ou umidade podem causar fadiga rápida; trabalho em temperaturas baixas pode exigir o uso de luvas para evitar amortecimento das mãos, mas também pode levar à perda da destreza manual. Circulação de ar (interna e externa) também é um fator que influencia a temperatura corporal. Circulação rápida de ar esfria o corpo e convém que seja evitada o máximo possível. Em climas ou condições de trabalho muito quentes, circulação rápida de ar pode ser desejável.

É importante que haja luz suficiente para permitir que trabalhadores vejam claramente o que estão fazendo e também evitar má postura laboral. Níveis altos de ruído podem levar a uma atenção reduzida e estresse laboral aumentado.

Para trabalho externo, tomar cuidado com os efeitos de mudança das condições climáticas.

E.6 Capacidade dos trabalhadores

Convém que o trabalho seja adaptado às capacidades físicas e mentais do trabalhador. Convém que o trabalhador esteja consciente da possibilidade de riscos envolvidos no trabalho e suas próprias possibilidades e responsabilidades de reduzir esses riscos. Para tarefas mais exigentes, convém que o trabalhador seja apoiado por educação e treinamento apropriados e, se necessário, monitoramento médico e dispositivos técnicos.

Bibliografia

- [1] ACGIH 2000, *Threshold Limit Values for chemical substances in the work environment*, 117–121
- [2] ANSI Z-365, 1995, *Control of work-related cumulative trauma disorder*
- [3] BARNES, R.M., *Work Sampling*, 2nd Edition, 1979, Krieger Publishing Company
- [4] BARNES, R.M., *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*, 8th Edition, 1980, John Wiley and Sons
- [5] CAREY, P., FARRELL J., HUI M., SULLIVAN B., 2001. Heydes MODAPTS. MODAPTS Association
- [6] BORG, G.A.V., 1982, A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparison. In H.G. GEISLER and P. PETZOLD (eds), *Psychophysical Judgement and the Process of Perception* (Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften), 25–34
- [7] BORG, G.A.V., 1998, Borg's Perceived Exertion and Pain Scales, *Human Kinetic Europe*
- [8] COLOMBINI, D., GRIECO, A., OCCHIPINTI, E., 1998, Occupational musculoskeletal disorders of the upper limbs due to mechanical overload. *Ergonomics* 41, N.9 (Special Issue)
- [9] COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., Postures, movements and other factors: multiple factor models. In Eds. N. Delleman et al. *Working postures and movements: Tools for evaluation and engineering*, Chapter 11: pp 312–329. Taylor and Francis and CRC Press, London and New York, 2004
- [10] COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., DELLEMAN, N., FALLENTIN, N., KILBOM, A., GRIECO, A., 2001. Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a Consensus Document. In Ed. W. Karwowski *International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factors*, Taylor and Francis
- [11] COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., GRIECO, A., 2002. *Risk assessment and management of repetitive movements and exertions of upper limbs: Job analysis, Odra risk index, prevention strategies and design principles*. Elsevier Science
- [12] DRURY, C.G., 1987. A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars on Occupational Medicine*, 2, 41-49
- [13] Eastman Kodak Company, *Kodak's Ergonomic Design for People at Work*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2004
- [14] GILBRETH, F.B., GILBRETH, L.M., 1911. *Applied Motion Study*. Van Nostrand Reinhold
- [15] GILBRETH, F.B., 1917. *Motion Study*. Sturgis and Walton Company (New York)
- [16] GRANT, A.K., HABES, D.J., PUTZ ANDERSON, V., 1994. Psychophysical and EMG correlates of force exertion in manual work. *International Journal of Industrial Ergonomics* 13, 31-39
- [17] HAGBERG, M., SILVERSTEIN, WELLS, R., SMITH, M.S., HENDRICK, H.W., CARAYON, P., PERUSSE, M., 1995. *Work-related musculoskeletal disorders. A reference book for prevention*. Ed. KUORINKA I. and FORCIER L., TAYLOR and FRANCIS

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- [18] HIGNETT, S., MCATAMNEY, L., Rapid entire body assessment (REBA), *Applied Ergonomics*, 2000: 31, 201–205
- [19] HODSON, W.K., MATTERN, W.J., 1963. *Universal Standard Data Industrial Engineering Handbook*. 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company
- [20] I.I.E., ANSI, 1972, 1982. *Industrial Engineering Terminology*. Standard Z94.1-12
- [21] INRS, *Methode de prevention des troubles musculosqueletriques du membre superieur et outils simples. Document pour le Medecin du Travail*. 2000: 83, 187–223
- [22] International Labour Office (ILO), 1979. *Introduction to Work Study*. 4th Edition, ILO
- [23] KANAWATY, G., 1970. *Introduction to Work Study*. 6th Edition, International Labour Office
- [24] KARGER, D.W., BAYHA, F.H., 1987. *Engineered Work Measurement*. 4th Edition, Industrial Press
- [25] KARGER, D.W., DELMAR W., HANCOCK, W.S., 1982. *Advanced Work Measurement*, Industrial Press
- [26] KARHU, O. et al, Correcting working posture in industry, a practical method for analysis, *Applied Ergonomics*, 1977: 8, 199 – 201
- [27] KEMMELERT, K., A method assigned for the identification of ergonomic hazard – PLIBEL, *Applied Ergonomics*, 1995: 126, 35 – 37
- [28] KETOLA, R. et al., Interobserver repeatability and validity of an observation method to assess physical loads imposed on upper extremities. *Ergonomics*, 2001: 44; 2, 119 – 131
- [29] KEYSERLING, W.M., STETSON, D.S., SILVERSTEIN, B., BROWER, M.L., 1993. A check list for evaluating ergonomic risk factors associated with upper extremity cumulative trauma disorders. *Ergonomics* 36, 807–831
- [30] KONZ S., 1995. Work Design. *Industrial Ergonomics*. 4th Edition, Publishing Horizons
- [31] LI, G. and BUCKLE, P., *The development of a practical method for exposure assessment of risk to work related musculoskeletal disorders*. HSE (contract no. R3408). Robens Center for Health Ergonomics – European Institute of Health and Medical Sciences – University of Surrey, 1998
- [32] LI, G. and BUCKLE, P., Current techniques for assessing physical exposure to work related musculoskeletal risk, with emphasis on posture-based method. *Ergonomics*, 1999: 45, 5, 674-695
- [33] LOWRY, S.M., MAYNARD, H.B., STEGEMERTEN, G.J., 1940. *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*. 3rd Edition, McGraw-Hill
- [34] MC ATAMNEY, L., CORLETT, E.N., 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24 (2), 91–99
- [35] MOORE, J.S., GARG, A., 1995. The strain index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 56: 443-458.

- [36] NIEBEL, B., FREIVALDS, A., 2003. *Methods, Standards and Work Design*. 11th Edition, Mc Graw-Hill.
- [37] NIOSH, Center for Diseases Control and Prevention, 1997. *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A critical review of Epidemiologic Evidence for WMSDs of the Neck, Upper Extremity and Low Back*. Second printing: U.S. Department of Health and Human Services.
- [38] OCCHIPINTI, E., 1998. OCRA, a concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs. *Ergonomics* 41, 9; 1290–1311
- [39] OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D., 2003. *Risk assessment of upper limbs repetitive movements: overview of OCRA methods and new criteria for OCRA index classification*. Proceedings of 27th ICOH conference (SPS 61.1). Iguasu Falls (Brasil)
- [40] OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D., 2004. Metodo OCRA: aggiornamento dei valori di riferimento e dei modelli di previsione dell'occorrenza di UL-WMSDs nelle popolazioni lavorative esposte a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. *La Medicina del Lavoro*, 95–4;305–319
- [41] OCCHIPINTI, E., COLOMBINI, D. The occupational repetitive action (OCRA) methods: OCRA index and OCRA checklist. In Eds. Stanton N. et al., *Handbook of human factors and ergonomics methods*, chapter 15, 15/1–15/14, CRC Press, 2004
- [42] PUNNETT, L., FINE, L.J., KEYSERLING, W.M., CHAFFIN, D.B., 2000. Shoulder disorders and postural stress in automobile assembly work. *Scandinavian Journal of Work Environmental Health* 26 (4) : 283-291.
- [43] PUTZ-ANDERSON, V., 1988. *Cumulative Trauma Disorders – A manual for musculoskeletal disease of the upper limbs*. Taylor and Francis.
- [44] SALVENDY, G., 2002. *Handbook of Industrial Engineering*. 3rd Edition, John Wiley & Sons
- [45] SCHNEIDER, S., 1995. OSHA's Draft standard for prevention of work-related Musculoskeletal Disorders. *Appl. Occup. Environ. TNG*, 10 (8), 665–674
- [46] SELLIE, C.N., 1992. Predetermined Motion-Time Systems and the development and Use of Standard Data. In ed. G. Salvendy, *Handbook of Industrial Engineering*, 2nd Edition, John Wiley and Sons
- [47] TAYLOR, F., 1911. *Principles of Scientific Management*. Edition 1998 (republication), Unabridged Dover
- [48] Victorian occupational HSC (State of Victoria, Australia), 1988. *Occupational overuse syndrome*. Draft code of practice
- [49] Work-Factor Company, 1956. *The detailed Work Factor manual for time standards analysis*. The Work Factor Company
- [50] ZANDIN, K., 2001. *MOST® Work Measurement Systems*. 3rd Edition, Maynard
- [51] EN 614-2:2000, *Safety of machinery – Ergonomic design principles – Part 2: Interactions between the design of machinery and work tasks*

ABNT NBR ISO 11228-3:2014

- [52] EN 1050, *Safety of machinery – Principles for risk assessment*
- [53] EN 1005-3:2002, *Safety of machinery – Human physical performance – Part 3: Recommended force limits for machinery operation*
- [54] EN 1005-4, *Safety of machinery – Human physical performance – Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery*
- [55] EN 1005-5, *Safety of machinery – Human physical performance – Part 5: Risk assessment for repetitive handling at high frequency*
- [56] EN 614-1, *Safety of machinery – Ergonomic design principles – Part 1: Terminology and general principles*
- [57] www.epmresearch.org, site of the Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento [in Italian] ¹
- [58] ISO 2631-1, *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements*
- [59] ISO 5349-1, *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements*
- [60] ISO 5349-2, *Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace*
- [61] ISO 14121:1999, *Safety of machinery – Principles of risk assessment*

NOTA BRASILEIRA Esta Norma foi revisada e dividida nas seguintes partes: ISO 14121-1:2007 (*Safety of machinery – Risk assessment - Part 1: Principles*) e ISO/TR 14121-2:2012 (*Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods*). A ISO 14121-1:2007 foi cancelada e substituída pela ISO 12100:2010 (*Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*).

- [62] ISO/IEC Guide 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

NOTA BRASILEIRA O ISO/IEC Guide 51 foi revisado e uma edição publicada em 2014.

- [63] ISO 7250, *Basic human body measurements for technological design*

NOTA BRASILEIRA Esta Norma foi revisada e dividida nas seguintes partes: ISO 7250-1:2008 (*Basic human body measurements for technological design – Part 1: Body measurement definitions and landmarks*) e ISO/TR 7250-2:2010 (*Basic human body measurements for technological design – Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations*). A parte 1 foi adotada pelo Brasil como ABNT NBR ISO 7250-1:2010 (*Medidas básicas do corpo humano para o projeto técnico – Parte 1: Definições de medidas corporais e pontos anatômicos*).

¹ O software “midaOCRAMultitask” está disponível em inglês na seção de software.

- [64] ISO/TS 20646-1, *Ergonomic procedures for the improvement of local muscular workloads – Part 1: Guidelines for reducing local muscular workloads*

NOTA BRASILEIRA Esta Norma foi revisada e publicada como ISO/TS 20646:2014 (*Ergonomics guidelines for the optimization of musculoskeletal workload*).

- [65] ISO 7730, *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*
- [66] ISO 9355-3, *Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 3: Control actuators*
- [67] <http://ergocenter.srph.tamhsc.edu/winsi/>

