

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
ISO
11226

Primeira edição
24.10.2013

Válida a partir de
24.11.2013

Ergonomia — Avaliação de posturas estáticas de trabalho

Ergonomics — Evaluation of static working postures



ICS 13.180

ISBN 978-85-07-04552-6



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR ISO 11226:2013
22 páginas

© ISO 2000 - © ABNT 2013

ABNT NBR ISO 11226:2013



© ISO 2000

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 2013

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 Termos e definições	1
3 Recomendações	3
3.1 Introdução	3
3.2 Procedimento de avaliação	3
3.3 Determinação de posturas de trabalho	3
3.4 Postura do tronco	4
3.4.1 Passo 1	4
3.4.2 Passo 2	4
3.5 Postura da cabeça	4
3.5.1 Passo 1	4
3.5.2 Passo 2	4
3.6 Postura da extremidade superior	10
3.6.1 Postura do ombro e do braço	10
3.6.2 Postura do antebraço e da mão	10
3.7 Postura da extremidade inferior	11
Bibliografia	22
 Anexos	
Anexo A (informativo) Determinação das posturas de trabalho	16
A.1 Introdução	16
A.2 Inclinação do tronco, inclinação da cabeça e flexão/extensão do pescoço	16
A.3 Elevação do braço	17
A.4 Posições extremas das articulações	18
Anexo B (informativo) Avaliação do período de tempo de sustentação/recuperação	20
B.1 Introdução	20
B.2 Avaliação dos períodos de tempo de sustentação/recuperação com base em dados de resistência	20
 Figuras	
Figura 1 – Postura do tronco (rotação axial/flexão lateral do torác versus pélvis)	6
Figura 2 – Inclinação do tronco	6
Figura 3 – Postura retificada da coluna lombar	6
Figura 4 – Tempo máximo aceitável de sustentação versus inclinação do tronco	7
Figura 5 – Postura do pescoço (rotação axial/flexão lateral da cabeça versus tórax)	9
Figura 6 – Inclinação de cabeça	9
Figura 7 – Tempo máximo aceitável de sustentação versus inclinação da cabeça	10
Figura 8 – Postura de ombro e braço	12
Figura 9 – Abdução do braço	12

ABNT NBR ISO 11226:2013

Figura 10 – Tempo máximo aceitável de sustentação <i>versus</i> abdução do braço	13
Figura 11 – Postura do antebraço e da mão	14
Figura 12 – Postura dos membros inferiores	15
Figura A.1 – Determinação da inclinação da cabeça e do tronco.....	17
Figura A.2 – Determinação da elevação do braço.....	18
Figura B.1 – Efeitos de três períodos de tempo de sustentação/tempo de recuperação sobre a capacidade de resistência remanescente (REC).....	21

Tabelas

Tabela 1 – Postura do tronco.....	5
Tabela 2 – Tempo de sustentação para inclinação do tronco	7
Tabela 3 – Postura da cabeça.....	8
Tabela 4 – Tempo de sustentação para inclinação da cabeça.....	9
Tabela 5 – Postura do ombro e do braço	11
Tabela 6 – Tempo ativo para abdução do braço	13
Tabela 7 – Postura do antebraço e da mão	13
Tabela 8 – Postura dos membros inferiores	14
Tabela A.1 – Indicações dos limites de amplitude do movimento das articulações	19

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.

A ABNT NBR ISO 11226 foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Ergonomia - Antropometria e Biomecânica (ABNT/CEE-136). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 06, de 13.06.2013 a 12.07.2013, com o número de Projeto 136:000.00-004.

Esta Norma é uma adoção idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação, à ISO 11226:2000 + Cor 1:2006, que foi elaborada pelo *Technical Committee Ergonomics* (ISO/TC 159), *Subcommittee Anthropometry and biomechanics* (SC 3), conforme ISO/IEC Guide 21 1:2005.

O Escopo desta Norma Brasileira em inglês é o seguinte:

Scope

This Standard establishes ergonomic recommendations for different work tasks. This standard provides information to those involved in design, or redesign, of work, jobs and products who are familiar with the basic concepts of ergonomics in general, and working postures in particular.

It specifies recommended limits for static working postures without any or only with minimal external force exertion, while taking into account body angles and time aspects.

It is designed to provide guidance on the assessment of several task variables, allowing the health risks for the working population to be evaluated.

It applies to the adult working population. The recommendations will give reasonable protection for nearly all healthy adults. The recommendations concerning health risks and protection are mainly based on experimental studies regarding the musculoskeletal load, discomfort/pain, and endurance/fatigue related to static working postures.

ABNT NBR ISO 11226:2013

Introdução

Dor, fadiga e distúrbios do sistema musculoesquelético podem ser resultado da manutenção de posturas de trabalho inadequadas, que podem ser causadas por situações de trabalho precárias. Fadiga e dor musculoesquelética podem influenciar o controle postural, o que pode aumentar o risco de erros e pode resultar na redução da qualidade do trabalho ou da produção, e em situações perigosas. Um bom projeto ergonômico é uma necessidade básica para evitar esses efeitos adversos.

Esta Norma contém uma abordagem para determinar a aceitabilidade de posturas estáticas de trabalho. O conteúdo da Norma está baseado no conhecimento ergonômico atual e está sujeito a mudanças de acordo com pesquisas futuras.

Esta Norma está relacionada às ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3 (ver [1], [2] e [3] na Bibliografia).



Ergonomia — Avaliação de posturas estáticas de trabalho

1 Escopo

Esta Norma estabelece recomendações ergonômicas para diferentes tarefas de trabalho. Esta Norma fornece informações para aqueles envolvidos no projeto, ou reprojeto, do trabalho, tarefas e produtos que estejam familiarizados com os conceitos básicos de ergonomia, em geral, e de posturas de trabalho, em particular.

Especifica limites recomendados para posturas estáticas de trabalho sem qualquer ou somente um mínimo de esforço, enquanto leva em conta aspectos como ângulos posturais e tempo.

É projetada para fornecer orientações na avaliação das variáveis de diversas tarefas, permitindo que os riscos à saúde da população trabalhadora sejam avaliados.

Ela se aplica à população trabalhadora adulta. As recomendações fornecerão proteção razoável para quase todos os adultos saudáveis. As recomendações a respeito de riscos e proteção à saúde estão baseadas principalmente em estudos experimentais com respeito à carga musculoesquelética, ao desconforto/dor, e à resistência/fadiga relacionados às posturas estáticas de trabalho.

2 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições.

2.1

posição extrema das articulações

com respeito ao final da amplitude do movimento, onde há uma substancial carga mecânica nas estruturas passivas, como os ligamentos

NOTA BRASILEIRA Este termo também pode ser denominado “amplitude articular extrema” ou “amplitude articular máxima”.
--

2.2

plano de Frankfurt

plano horizontal padrão ao nível da borda superior da abertura do meato acústico externo (abertura do ouvido externo) e a borda inferior da margem orbital (borda inferior da órbita ocular); o plano mediano da cabeça é mantido verticalmente

NOTA O plano de Frankfurt é associado à linha normal de visão (com músculos extraoculares relaxados).

2.3

suporte total do braço

suporte do peso do segmento do braço no posto de trabalho (por exemplo, pelo cotovelo/antebraço sobre a mesa de trabalho)

ABNT NBR ISO 11226:2013

2.4

suporte total da cabeça

suporte para o peso do segmento da cabeça no posto de trabalho (por exemplo, um encosto de cabeça)

2.5

suporte total do tronco

suporte para o peso do segmento tronco diretamente no posto de trabalho (por exemplo, um encosto alto de cadeira no caso de inclinação do tronco para trás) ou indiretamente (por exemplo, por meio de suporte do braço no posto de trabalho, no caso de inclinação do tronco para a frente)

2.6

tempo de sustentação

duração em que uma postura estática de trabalho é mantida

2.7

tempo máximo de sustentação

duração máxima que uma postura estática de trabalho pode ser mantida continuamente a partir de um estado de repouso (capacidade máxima de resistência residual)

2.8

postura neutra do tronco, braços e cabeça

tronco ereto verticalmente, com braços pendendo livremente e postura da cabeça de acordo com o plano de Frankfurt

2.9

tempo de recuperação

tempo disponível para recuperação, isto é, a duração em que o segmento corporal está totalmente apoiado ou mantido em uma postura neutra

2.10

postura de referência

postura de pé ou sentado, com o tronco ereto não rotacionado e com os braços pendendo livremente, enquanto olha para frente, para o horizonte

2.11

capacidade de resistência residual

porcentagem do tempo máximo de sustentação que uma postura estática de trabalho pode ser mantida continuamente

2.12

postura estática de trabalho

postura de trabalho mantida por tempo maior que 4 s; isto se aplica à pequena ou nenhuma variação em torno do nível de força estabelecido, realizado por músculos e outras estruturas do corpo

2.13

postura de trabalho

posição dos segmentos do corpo e das articulações enquanto é executada uma tarefa de trabalho

3 Recomendações

3.1 Introdução

Convém que as tarefas e operações de trabalho possibilitem que haja *VARIAÇÕES* suficientes tanto físicas quanto mentais. Isso significa um trabalho completo, com *VARIAÇÃO* suficiente de tarefas (por exemplo, um número adequado de tarefas organizacionais, uma combinação apropriada de ciclos de tarefas longos, médios e curtos, e uma distribuição equilibrada de tarefas simples e complexas), autonomia suficiente, oportunidades para interação, informação e aprendizado. Além disso, convém que toda a gama de trabalhadores possivelmente envolvidos com as tarefas e operações seja considerada, em particular as suas medidas corporais.

Com relação às posturas de trabalho, convém que o trabalho ofereça variação suficiente entre as posturas sentada, de pé e caminhando. Convém que posturas inadequadas, como ajoelhada e agachada, sejam evitadas, sempre que possível.

É ressaltado que não convém que medidas que induzem a variações de postura levem a um trabalho repetitivo e monótono (para mais informações, consultar [4] na Bibliografia).

3.2 Procedimento de avaliação

A abordagem descrita abaixo pode ser utilizada para determinar a aceitabilidade de posturas estáticas de trabalho. O procedimento de avaliação considera vários segmentos corporais e articulações, independentemente, em um ou dois passos. O primeiro passo considera somente os ângulos corporais (as recomendações estão, principalmente, baseadas nos riscos por sobrecarga das estruturas passivas do corpo, como ligamentos, cartilagens e discos intervertebrais). Uma avaliação pode conduzir para o resultado “aceitável”, “vá para o passo 2” ou “não recomendado”.

Um resultado da avaliação “aceitável” significa que uma postura de trabalho é aceitável somente se *VARIAÇÕES* da postura estão também presentes (ver 3.1). Em qualquer eventualidade, convém que todo esforço seja feito para obter uma postura de trabalho mais próxima da postura neutra, se isto já não for o caso.

NOTA 1 O conceito “postura de referência” é utilizado para determinação de posturas de trabalho (ver 3.3).

Um resultado da avaliação “vá para o passo 2” significa que a duração da postura de trabalho também precisará ser considerada (recomendações estão baseadas em dados de resistência).

Convém que posições extremas das articulações sejam avaliadas como “não recomendadas”.

NOTA 2 Somente aquelas posições extremas das articulações que são encontradas mais comumente na prática são mencionadas.

3.3 Determinação de posturas de trabalho

Há vários meios para determinar as posturas de trabalho, por exemplo, observação, fotografia/vídeo, sistemas de medição tridimensional óptico-eletrônico ou por ultrassom, dispositivos de mensuração posicionados sobre o corpo, como inclinômetros e goniômetros. O método apropriado depende, entre outras coisas, da precisão requerida na avaliação. Na maioria dos casos, a observação direta (sem instrumentos/sistemas de medição) será suficiente. Contudo, para determinação mais precisa de posturas de trabalho, instrumentos/sistemas de medição podem ser necessários (para um panorama

ABNT NBR ISO 11226:2013

geral e descrição detalhada, ver [5] na Bibliografia). O Anexo A descreve os procedimentos para determinar parâmetros de postura específicos apresentados em 3.4 a 3.7, ou seja, inclinação do tronco, inclinação da cabeça, flexão/extensão de pescoço, elevação do braço e posições extremas das articulações.

3.4 Postura do tronco

3.4.1 Passo 1

Convém que a postura do tronco seja avaliada considerando os itens 1, 2 e 3 da Tabela 1. O item 3 se refere somente à postura sentada.

3.4.2 Passo 2

O tempo de sustentação da postura de inclinação do tronco é avaliado utilizando-se a Tabela 2.

É recomendado fornecer um tempo de recuperação adequado após o tempo de sustentação para uma dada postura de inclinação do tronco. O Anexo B fornece recomendações para avaliação dos regimes de tempo de sustentação/recuperação com base em dados de resistência.

3.5 Postura da cabeça

3.5.1 Passo 1

Convém que a postura da cabeça seja avaliada considerando a postura de inclinação da cabeça (item 2 da Tabela 3), bem como a postura da cabeça em relação à postura do tronco (itens 1 e 3 da Tabela 3).

3.5.2 Passo 2

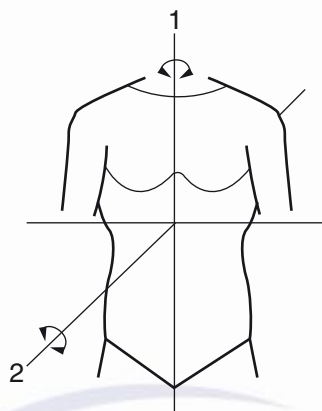
O tempo de sustentação da postura de inclinação da cabeça é avaliado utilizando-se a Tabela 4.

É recomendado fornecer tempo de recuperação adequado após o tempo de sustentação para uma dada postura de inclinação da cabeça. O Anexo B fornece recomendações para avaliação dos regimes de tempo de sustentação/recuperação com base em dados de resistência.

Tabela 1 – Postura do tronco

Característica postural	Aceitável	Vá para o passo 2	Não recomendado
1) Postura simétrica do tronco ^a Não Sim	 X		 X
2) Inclinação do tronco α ^b > 60° 20° a 60° sem suporte total do tronco 20° a 60° com suporte total do tronco 0 a 20° < 0° sem suporte total do tronco < 0° com suporte total do tronco	 X X X	 X	 X X
3) Para postura sentada Postura retificada da coluna lombar ^c Não Sim	 X		 X
^a Com uma postura simétrica do tronco, não há rotação axial nem flexão lateral da parte superior do tronco (tórax) em relação à parte inferior do tronco (pélvis) (ver Figura 1). ^b Postura durante a execução da tarefa (segmento do corpo preenchido, linha contínua) em relação à postura de referência (segmento do corpo não preenchido, linha pontilhada), quando observada pela vista lateral do tronco (para α , ver Figura 2, onde na inclinação para frente é atribuído um sinal positivo). O Anexo A descreve o procedimento para determinação da inclinação do tronco. ^c Curvatura retificada da coluna lombar (ver Figura 3). Esta postura é mais provável de ocorrer — quando a coluna lombar não está sustentada pelo apoio das costas, e — quando uma pequena angulação do quadril é adotada (ver 3.7).			

ABNT NBR ISO 11226:2013



Legenda

- 1 Rotação axial
- 2 Rotação lateral

Figura 1 – Postura do tronco (rotação axial/flexão lateral do torác versus pélvis)

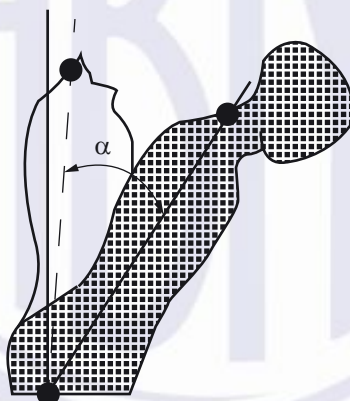
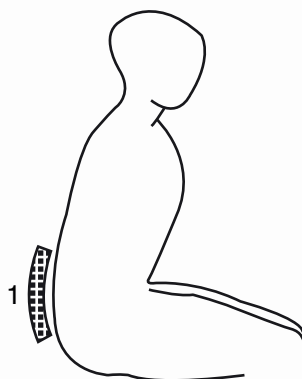


Figura 2 – Inclinação do tronco



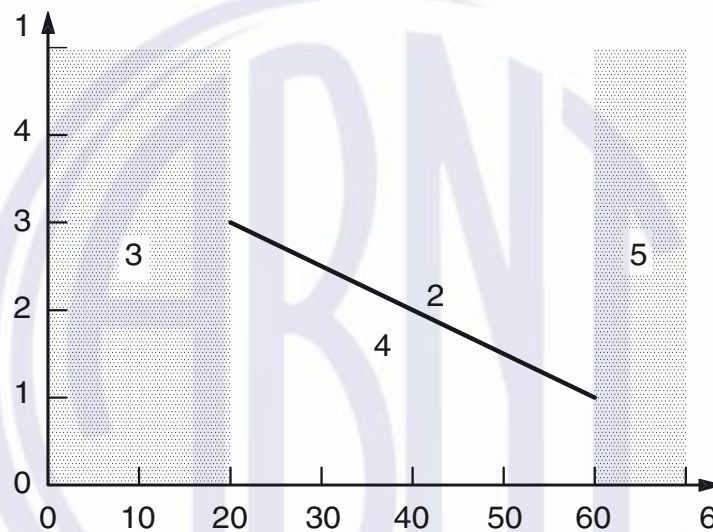
Legenda

- 1 Postura retificada da coluna lombar

Figura 3 – Postura retificada da coluna lombar

Tabela 2 – Tempo de sustentação para inclinação do tronco

Tempo de sustentação	Aceitável	Não recomendado
> tempo máximo aceitável de sustentação ^a		X
≤ tempo máximo aceitável de sustentação ^a	X	
^a Retirado da Figura 4.		

**Legenda**

- 1 Tempo máximo aceitável de sustentação (minutos)
- 2 Não recomendado
- 3 Ver 3.4.1, passo 1
- 4 Aceitável
- 5 Ver 3.4.1, passo 1
- 6 Inclinação do tronco α (graus *versus* postura de referência)

Figura 4 – Tempo máximo aceitável de sustentação versus inclinação do tronco

ABNT NBR ISO 11226:2013

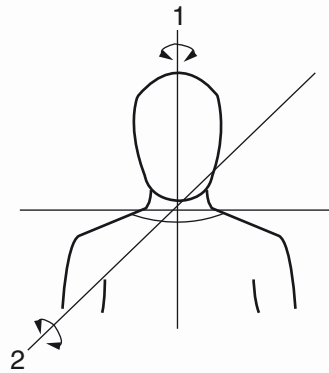
Tabela 3 – Postura da cabeça

Característica postural	Aceitável	Vá para o passo 2	Não recomendado
1) Postura simétrica do pescoço a Não Sim	X		X
2) Inclinação da cabeça β^b			
> 85° 25° a 85° sem suporte total do tronco: ^c Vá para o item 3 25° a 85° com suporte total do tronco 0 a 25°	X	X	X
< 0° sem suporte total da cabeça < 0° com suporte total da cabeça	X		X
3) Flexão/extensão do pescoço $\beta - \alpha^b$			
> 25° 0° a 25°	X		X
< 0°			X

^a Com uma postura simétrica do pescoço, não há rotação axial nem flexão lateral da cabeça em relação à parte superior do tronco (tórax) (ver Figura 5).

^b Postura durante a execução da tarefa (segmento do corpo preenchido, linha contínua), em relação à postura de referência (segmento do corpo não preenchido, linha pontilhada) quando observada pela vista lateral da cabeça (para β , ver Figura 6, onde na inclinação para frente é atribuído um sinal positivo; para α , ver 3.4 em postura do tronco). Valores positivos para $\beta - \alpha$ são denominados flexão de pescoço. Valores negativos para $\beta - \alpha$ são denominados extensão de pescoço. O Anexo A descreve o procedimento para determinação da inclinação da cabeça e flexão/extensão de pescoço.

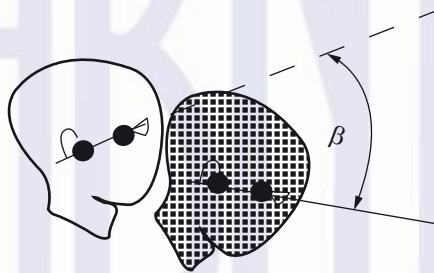
^c Em torno da mesma inclinação de cabeça e tronco, o tempo de sustentação do tronco é crítico, porque o tempo máximo aceitável de sustentação para o tronco é menor do que o tempo máximo aceitável de sustentação para a cabeça. No caso de suporte total do tronco, o tempo de sustentação da inclinação da cabeça é crítico e convém que seja avaliado (ver 3.5.2).



Legenda

- 1 Rotação axial
- 2 Flexão lateral

Figura 5 – Postura do pescoço (rotação axial/flexão lateral da cabeça *versus* tórax)



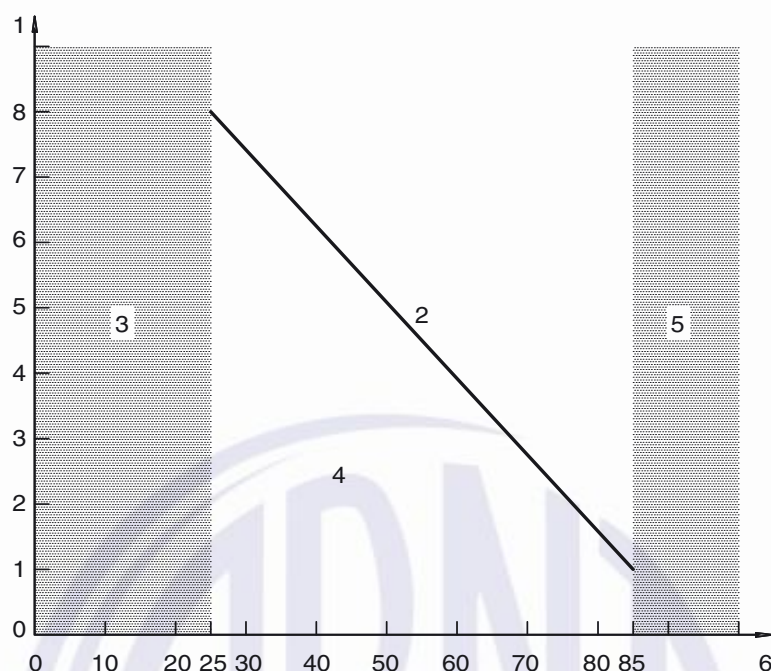
NOTA As linhas retas não são linhas de visão, mas linhas que perpassem os pontos utilizados para a medição.

Figura 6 – Inclinação de cabeça

Tabela 4 – Tempo de sustentação para inclinação da cabeça

Tempo de sustentação	Aceitável	Não recomendado
> tempo máximo aceitável de sustentação ^a		X
≤ tempo máximo aceitável de sustentação ^a	X	
^a Retirado da Figura 7.		

ABNT NBR ISO 11226:2013

**Legenda**

- 1 Tempo máximo aceitável de sustentação (minutos)
- 2 Não recomendado
- 3 Ver 3.5.1, passo 1
- 4 Aceitável
- 5 Ver 3.5.1, passo 1
- 6 Inclinação da cabeça β (graus *versus* postura de referência)

Figura 7 – Tempo máximo aceitável de sustentação versus inclinação da cabeça**3.6 Postura da extremidade superior****3.6.1 Postura do ombro e do braço****3.6.1.1 Passo 1**

Convém que a postura do ombro e do braço seja avaliada considerando os itens 1, 2 e 3 da Tabela 5 para ambos os lados do corpo.

3.6.1.2 Passo 2

O tempo de sustentação da elevação do braço é avaliado utilizando-se a Tabela 6.

É recomendado fornecer um tempo de recuperação adequado após o tempo de sustentação para uma dada elevação do braço. O Anexo B fornece recomendações para avaliação dos regimes de tempo de sustentação/recuperação com base em dados de resistência.

3.6.2 Postura do antebraço e da mão

Convém que a postura do antebraço e da mão seja avaliada considerando os itens 1, 2 e 3 da Tabela 7 para ambos os lados do corpo.

3.7 Postura da extremidade inferior

Convém que a postura da extremidade inferior seja avaliada considerando os itens 1, 2, 3 e 4 da Tabela 8 para ambos os lados do corpo. O item 3 se refere somente à postura de pé (exceto quando se utiliza um apoio para a região glútea). O item 4 se refere somente à postura sentada. Convém que seja dada consideração especial a

- uma mesma distribuição do peso corporal sobre ambos os pés, quando em postura de pé ou quando se utiliza um apoio para a região glútea,
- um suporte adequado do corpo por meio de um assento estável, apoio para os pés, apoio para a região glútea, conforme aplicável, e
- uma postura favorável do joelho e do tornozelo quando na operação de um pedal em postura sentada.

Para o ângulo do quadril na Figura 12, ver 3.1.

Tabela 5 – Postura do ombro e do braço

Característica postural	Aceitável	Vá para o passo 2	Não recomendado
1) Postura inadequada do braço ^a			
Não	X		
Sim			X
Abdução ¹ do braço γ ^b			
> 60°			X
20° a 60° sem suporte total do braço		X	
20° a 60° com suporte total do braço	X		
0° a 20°	X		
3) Ombro elevado ^c			
Não	X		
Sim			X

^a Tanto para extensão do braço (isto é, cotovelo atrás do tronco quando visto pelo plano lateral do tronco), adução do braço (isto é, cotovelo não visível quando visto pelo plano posterior do tronco), ou rotação externa extrema do braço (“externa” se refere à rotação para fora em torno do eixo longitudinal do braço em relação ao tronco). Para todos os três termos, ver Figura 8. Para “extremo”, ver A.4.

NOTA BRASILEIRA O termo em inglês “retroflexion” foi traduzido como “extensão”, devido ao termo “retroflexão” não ser muito utilizado.

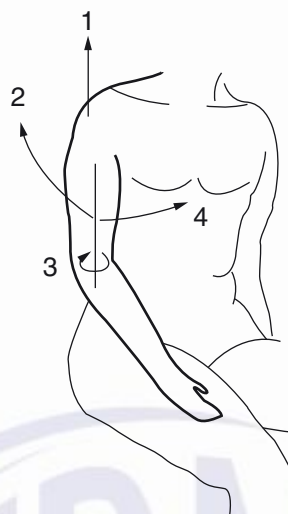
^b Postura durante a execução da tarefa (segmento do corpo preenchido, linha contínua) em relação à postura de referência (segmento do corpo não preenchido, linha pontilhada) (para γ , ver Figura 9). O Anexo A descreve o procedimento para determinação da abdução do braço.

NOTA BRASILEIRA O termo em inglês “elevation” foi traduzido como “abdução”, devido ao termo “elevação” não ser utilizado para a movimentação referente à articulação gleno-umeral.

^c O procedimento de avaliação se refere ou diz respeito à postura inadequada indicada pela seta vertical na Figura 8, mas não à elevação natural da parte de cima do ombro como consequência da abdução do braço.

NOTA BRASILEIRA O termo em inglês “upper arm elevation” foi traduzido como “abdução”, devido ao termo “elevação” não ser utilizado.

ABNT NBR ISO 11226:2013



Legenda

- 1 Ombro elevado
- 2 Retroflexão do braço
- 3 Rotação externa do braço
- 4 Abdução do braço

NOTA BRASILEIRA O termo em inglês “retroflexion” foi traduzido como “extensão”, devido ao termo “retroflexão” não ser muito utilizado.

Figura 8 – Postura de ombro e braço

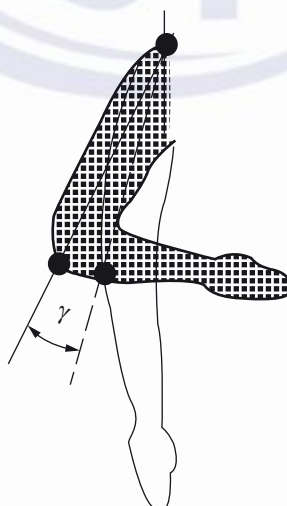
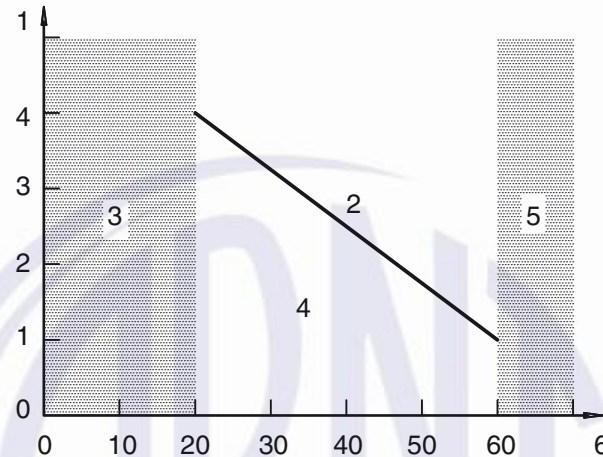


Figura 9 – Abdução do braço

Tabela 6 – Tempo ativo para abdução do braço

Tempo de sustentação	Aceitável	Não recomendado
> tempo máximo aceitável de sustentação ^a		X
≤ tempo máximo aceitável de sustentação ^a	X	
^a Retirado da Figura 10.		



Legenda

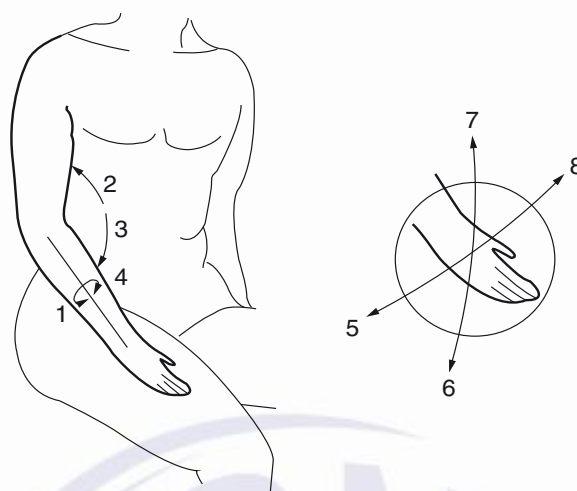
- 1 Tempo máximo aceitável de sustentação (minutos)
- 2 Não recomendado
- 3 Ver 3.6.1.1, passo 1
- 4 Aceitável
- 5 Ver 3.6.1.1, passo 1
- 6 Abdução do braço γ (graus *versus* postura de referência)

Figura 10 – Tempo máximo aceitável de sustentação *versus* abdução do braço

Tabela 7 – Postura do antebraço e da mão

Característica postural	Aceitável	Não recomendado
1) Flexão/extensão extrema de cotovelo ^{a, b} Não Sim	X	X
2) Pronação/supinação extrema do antebraço ^{a, b} Não Sim	X	X
3) Postura extrema do punho ^{b, c} Não Sim	X	X
^a Ver Figura 11. ^b Para "extrema", ver A.4. ^c Desvio radial/ulnar e/ou flexão/extensão (ver Figura 11). NOTA BRASILEIRA No item 2 da Tabela, a movimentação do antebraço ocorre na articulação radioulnar.		

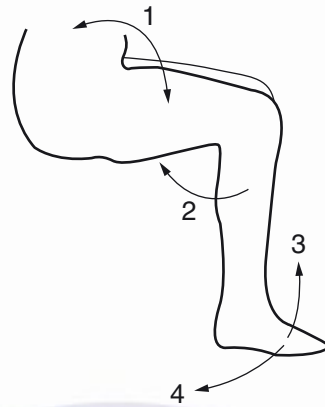
ABNT NBR ISO 11226:2013

**Legenda**

- 1 Supinação do antebraço: palma da mão para cima
- 2 Flexão do cotovelo
- 3 Extensão do cotovelo
- 4 Pronação do antebraço: palma da mão para baixo
- 5 Desvio ulnar do punho: dedo mínimo voltado em direção ao antebraço (osso da ulna)
- 6 Flexão de punho: palma da mão voltada em direção ao antebraço
- 7 Extensão de punho: dorso da mão voltada em direção ao antebraço
- 8 Desvio radial do punho: polegar voltado em direção ao antebraço (osso do rádio)

Figura 11 – Postura do antebraço e da mão**Tabela 8 – Postura dos membros inferiores**

Característica postural	Aceitável	Não recomendado
1) Flexão extrema do joelho ^a Não Sim	X	X
2) Flexão plantar/flexão dorsal extrema do tornozelo ^a Não Sim	X	X
3) Para postura de pé (exceto quando no uso de um apoio para a região glútea): joelho fletido ^b Não Sim	X	X
4) Para postura sentada: ângulo do joelho ^c > 135° 90 a 135° < 90°	X	X ^d X
^a Ver Figura 12. Para “extrema”, ver A.4. ^b Qualquer posição da articulação, exceto 180° (coxa alinhada com a perna). ^c 180° = a coxa alinhada com a perna. ^d Aceitável com o tronco inclinado para trás.		



Legenda

- 1 Ângulo do quadril
- 2 Flexão do joelho
- 3 Flexão dorsal do tornozelo
- 4 Flexão plantar do tornozelo

Figura 12 – Postura dos membros inferiores

Anexo A (informativo)

Determinação das posturas de trabalho

A.1 Introdução

As Seções A.2 e A.3 contêm os procedimentos para medição da inclinação do tronco, da inclinação da cabeça e flexão/extensão do pescoço (A.2), e da abdução do segmento superior do braço (A.3). Estes procedimentos são baseados no uso de fotografia/vídeo (medição bidimensional) e/ou sistemas de medição tridimensional óptico-eletrônico ou por ultrassom. A Seção A.4 contém os procedimentos para se determinar posições extremas da articulação.

Para os procedimentos de medição descritos nas Seções A.2 e A.3, convém que dois pontos sejam marcados em cada segmento do corpo envolvido. Para isto, os seguintes requisitos se aplicam:

- convém que os pontos estejam relacionados com o segmento do corpo;
- convém que os pontos sejam detectáveis pelo sistema de medição;
- não convém que os pontos estejam muito próximos (a fim de reduzir erros de medição).

É muito importante que os mesmos pontos sejam utilizados tanto na medição da postura de referência, quanto na medição da postura durante a execução da tarefa. Pontos específicos são recomendados abaixo com base em experiências anteriores. Contudo, qualquer outro conjunto de pontos pode ser selecionado, desde que os requisitos mencionados acima sejam atendidos.

A.2 Inclinação do tronco, inclinação da cabeça e flexão/extensão do pescoço

Dois segmentos do corpo são distinguidos, isto é, o tronco e a cabeça. Cada segmento é definido como uma linha reta que passa por dois pontos no segmento, quando visto pela lateral do segmento (isto é, perpendicularmente ao plano de simetria do segmento).

O procedimento se inicia pela marcação de dois pontos no tronco, por exemplo na borda superior do trocanter maior (designado T1) e no processo espinhoso da sétima vértebra cervical (designado T2), juntamente com dois pontos na cabeça, por exemplo, próximo ao lóbulo da orelha (designado H1) e próximo ao canto lateral do olho (designado H2).

Os três passos seguintes são executados para o segmento do tronco, bem como para o segmento da cabeça. O primeiro passo envolve a medição do ângulo entre o eixo vertical e a linha que passa pelo segmento do corpo (T1-T2 para o tronco, H1-H2 para a cabeça) na postura de referência (ver Figura A.1). O segundo passo envolve a medição do ângulo entre o eixo vertical e a linha que passa pelo mesmo segmento (T1-T2 para o tronco, H1-H2 para a cabeça) na postura durante a execução da tarefa. No terceiro passo, a inclinação do segmento do corpo (designada α para o tronco e β para a cabeça em 3.4 e 3.5, respectivamente) é calculada como a diferença entre o ângulo na postura de referência e o ângulo na postura durante a execução da tarefa.

NOTA A definição de postura de referência inclui “mantendo o olhar para a frente, para o horizonte”. Para isto, primeiramente a altura dos olhos é medida, depois uma marca é posicionada em uma parede na altura dos olhos, medido a uma distância a partir do sujeito, e pede-se que o sujeito olhe a marca.

Finalmente, a flexão/extensão do pescoço (isto é, a posição da cabeça com relação ao tronco) é calculada como a diferença entre a inclinação da cabeça e a inclinação do tronco (designada $\beta - \alpha$ em 3.5).

Como exemplo, a Figura A.1 apresenta a postura de referência (segmento do corpo não preenchido, linhas pontilhadas), bem como uma postura durante a execução de uma tarefa (segmento do corpo preenchido, linhas contínuas). Ambas as posturas apresentam eixos verticais para fins de medição.

O ângulo entre o eixo vertical e a linha pontilhada T1-T2 na postura de referência é 4° enquanto, o ângulo entre o eixo vertical e linha contínua T1-T2 na postura durante a execução da tarefa é 33° . Portanto, a inclinação do tronco (designada α em 3.4) é igual a 29° (isto é, $33^\circ - 4^\circ$).

O ângulo entre o eixo vertical e a linha pontilhada H1-H2 na postura de referência é 71° , enquanto o ângulo entre o eixo vertical e a linha contínua H1-H2 na postura durante a execução da tarefa é 140° . Portanto, a inclinação da cabeça (designada β em 3.5) é igual a 69° (isto é, $140^\circ - 71^\circ$).

A flexão do pescoço (isto é, a inclinação da cabeça menos a inclinação do tronco, designada $\beta - \alpha$ em 3.5) é igual a 40° (isto é $69^\circ - 29^\circ$).

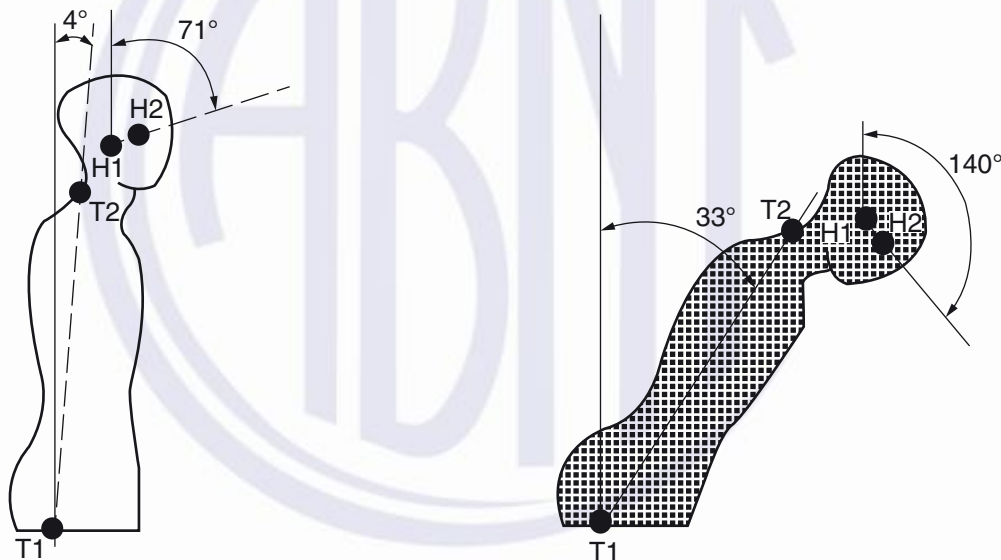


Figura A.1 – Determinação da inclinação da cabeça e do tronco

A.3 Elevação do braço

O procedimento se inicia pela marcação de dois pontos no braço, por exemplo, na articulação acrômio-clavicular (designada UA1) e na articulação úmero-radial (designada UA2). O braço é definido como uma linha reta que passa por ambos os pontos.

Os três passos seguintes se referem a ângulos reais, isto é, não dependentes da direção de observação durante a medição como em A.2. O primeiro passo envolve a medição do ângulo entre o eixo vertical e a linha que passa pelo braço (UA1-UA2) na postura de referência. O segundo passo envolve a medição do ângulo entre o eixo vertical e a linha que passa pelo braço (UA1-UA2) na postura durante a execução da tarefa. No terceiro passo, a elevação do braço é calculada como a diferença entre o ângulo na postura de referência e o ângulo na postura durante a execução da tarefa (designado γ em 3.6.1).

NOTA BRASILEIRA O ângulo real pode ser entendido como ângulo absoluto.

ABNT NBR ISO 11226:2013

Como exemplo, a Figura A.2 apresenta a postura de referência (segmento do corpo não preenchido, linhas pontilhadas), bem como uma postura durante a execução de uma tarefa (segmento do corpo preenchido, linhas contínuas). Ambas as posturas apresentam eixos verticais para fins de medição.

O ângulo entre o eixo vertical e a linha pontilhada UA1-UA2 na postura de referência é 13° , enquanto, o ângulo entre o eixo vertical e a linha contínua UA1-UA2 na postura durante a execução da tarefa é 21° . Portanto, a elevação do braço (designada γ em 3.6.1) é igual a 8° (isto é, $21^\circ - 13^\circ$).

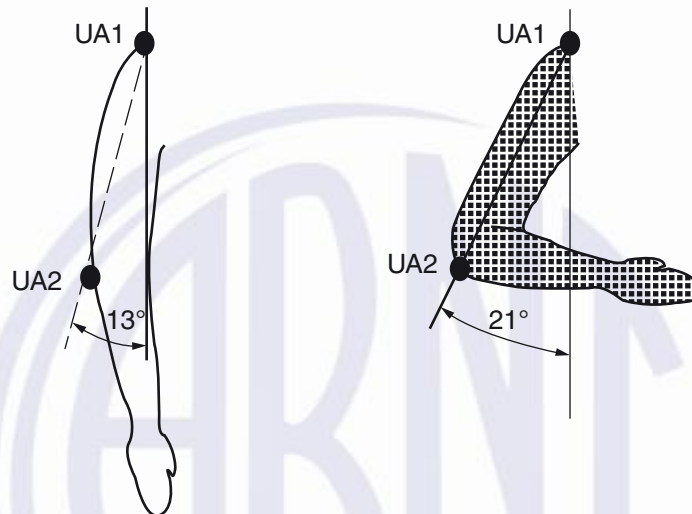


Figura A.2 – Determinação da elevação do braço

A.4 Posições extremas das articulações

Para um grande número de articulações, pode ser observado se posições extremas são adotadas durante a execução das tarefas. Alternativamente, o trabalhador envolvido pode ser questionado se uma resistência foi sentida na articulação durante uma operação em particular, ou se o movimento da articulação poderia ir além, até que essa resistência seja sentida, isto é os trabalhadores se sentem bem quando a tarefa/operação força uma articulação em uma posição extrema ou não. Goniômetros (instrumentos de medição angular) fornecem maior precisão na medição dos ângulos articulares. Tal instrumento permite medir não apenas a posição real das articulações durante a execução da tarefa, mas também permite quantificar as posições extremas das articulações do trabalhador envolvido com a tarefa.

A literatura científica, no que se refere às distribuições de grupos de amplitudes do movimento das articulações, apresenta uma variabilidade considerável (ver [6] a [9] na Bibliografia). Com base nessa literatura, a Tabela A.1 fornece indicações do(s) limite(s) de amplitude do movimento para aquelas posições extremas das articulações mencionadas na Seção 3.

Tabela A.1 – Indicações dos limites de amplitude do movimento das articulações

Parâmetro postural	Limite da amplitude do movimento	Referência	
		Tabela	Figura
Rotação externa do braço	90°	5	8
Flexão do cotovelo	150°	7	11
Extensão do cotovelo	10°	7	11
Pronação do antebraço	90°	7	11
Supinação do antebraço	60°	7	11
Desvio radial do punho	20°	7	11
Desvio ulnar do punho	30°	7	11
Flexão do punho	90°	7	11
Extensão do punho	90°	7	11
Flexão do joelho	40°	8	12
Flexão dorsal do tornozelo	20°	8	12
Flexão plantar do tonozelo	50°	8	12
NOTA Todas as figuras mencionadas consideram a postura em pé com os braços pendendo livremente e as palmas das mãos voltadas para o corpo.			

Anexo B

(informativo)

Avaliação do período de tempo de sustentação/recuperação

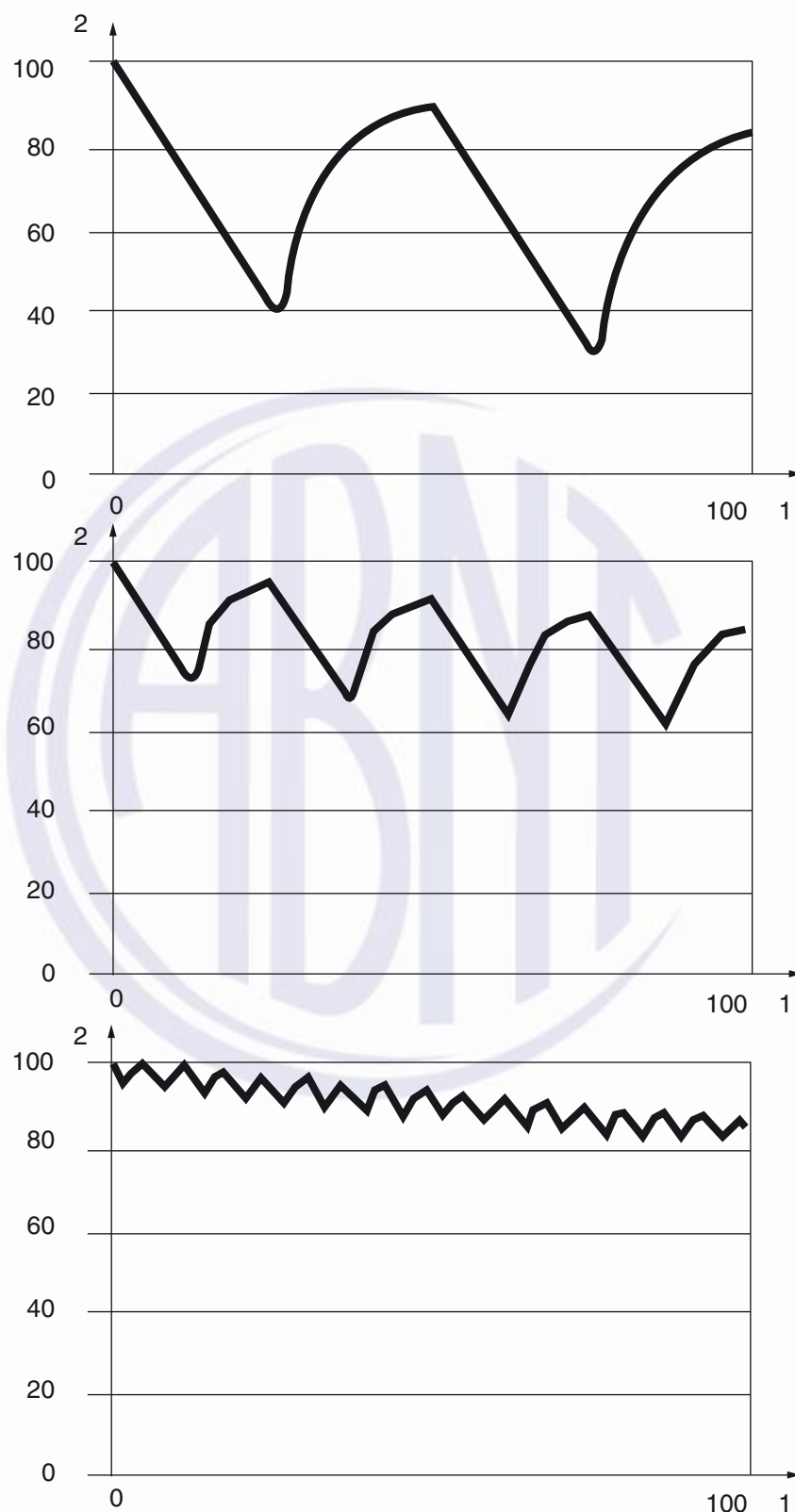
B.1 Introdução

Há várias formas para avaliar períodos de tempo de sustentação/recuperação, por exemplo, com base em dados de resistência, com base na fisiologia do disco intervertebral ou com base na fisiologia do músculo. Para isto é recomendado consultar um especialista para avaliação dos períodos de tempo de sustentação/recuperação. Consultar os organismos nacionais de normalização para informações atualizadas sobre especialistas. A Seção B.2 contém as informações de base necessárias a um especialista para avaliação dos períodos de tempo de contração/recuperação com base em dados de resistência.

B.2 Avaliação dos períodos de tempo de sustentação/recuperação com base em dados de resistência

Os tempos máximos de sustentação para inclinação do tronco, inclinação da cabeça e elevação do braço foram estabelecidos com base em dados de resistência. A partir de vários alcances (ou intervalos) de tempos máximos de sustentação desses dados, os valores mais baixos foram retirados, a fim de fornecer razoável proteção para quase todos os adultos saudáveis. Os tempos máximos de sustentação aceitáveis apresentados nas Figuras 4, 7 e 10 equivalem a 20 % dos tempos máximos de contração, o que significa uma capacidade de resistência remanescente de 80 %. Qualquer tempo máximo aceitável de sustentação pode ser considerado como equivalente a uma pontuação de 2 para uma classificação subjetiva na escala que varia de 0 (sem dor/desconforto) a 10 (máximo de dor/desconforto). Convém que qualquer tempo de sustentação seja seguido por um tempo de recuperação, de tal forma que a capacidade de resistência remanescente não esteja abaixo de 80 %. Consultar o exemplo seguinte:

Como exemplo, os efeitos de três períodos de tempo de sustentação/recuperação sobre a capacidade de resistência remanescente (REC) são apresentados na Figura B.1 e com base em um modelo de resistência e um modelo de recuperação. Os períodos são iguais, na medida em que o tempo total de sustentação e o tempo total de recuperação (em termos de minutos) considerados sejam os mesmos. Pode ser observado que mais (e menores) períodos de tempo de sustentação (isto é, mais pausas) resultam em um REC com média maior.

**Legenda**

- 1 Tempo, %
- 2 REC, %

Figura B.1 – Efeitos de três períodos de tempo de sustentação/tempo de recuperação sobre a capacidade de resistência remanescente (REC)

Bibliografia

- [1] ISO 11228-1:2003, *Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying*.
- [2] ISO 11228-2:2007, *Ergonomics – Manual handling – Part 2: Pushing and pulling*.
- [3] ISO 11228-3:2007, *Ergonomics – Manual handling – Part 3: Handling of low loads at high frequency*.
- [4] COLOMBINI, D., OCCHIPINTI, E., DELLEMAN, N., FALLENTIN, N., KILBOM, A., and GRIECO, A. *Exposure assessment of upper limb repetitive movements: a consensus document*. International Ergonomics Association, 1991.
- [5] NPR 2739:1995, *Human physical load – Characteristics and measuring methods*. NNI, Delft, The Netherlands.
- [6] AMERICAN ACADEMY of ORTHOPAEDIC SURGEONS. *Joint motion – Method of measuring and recording – 10th report* Churchill Livingstone, New York, 1980.
- [7] KAPANDJI, I.A. *Physiologie articulaire – Volumes 1 à 3*. Maloine, Paris, 1991.
- [8] KAPITANIAK, B. and MONOD, H. *Abrégé d'ergonomie – Volume 1*. Masson, Paris, 1999.
- [9] REBIFFÉ, R. *Aménagement de l'espace de travail*. In: DESOILLE, H., SCHERRER, J. and TRUHAUT, R. *Précis de Médecine du travail*. Edition 2, Masson, Paris, 1978, pp. 168 to 191.