

TLVs®

BEIs®



1330 Kemper Meadow Drive  
Cincinnati, Ohio 45240-4148  
Phone: (513) 742-2020; Fax: (513) 742-3355  
[www.acgih.org](http://www.acgih.org)

Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais



Rua Teodoro Sampaio, 744 - cj. 42  
São Paulo SP - 05406-000  
Fone/Fax: 55 11 3081 5909 - 55 11 3081 1709  
[email.abho@abho.com.br](mailto:email.abho@abho.com.br)  
[www.abho.com.br](http://www.abho.com.br)

ISBN: 978-1-882417-69-8 © 2007

EDIÇÃO EM PORTUGUES

2008

TLVs® e BEIs

*Baseados na Documentação de*

Límites de Exposição  
Ocupacional (TLVs®)  
para Substâncias Químicas  
e Agentes Físicos

&

Índices Biológicos  
de Exposição (BEIs®)



Tradução

Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais





## DECLARAÇÃO DA POLÍTICA NO USO DOS TLVs® e BEIs®

Os Valores Limites de Exposição (Threshold Limit Values - TLVs®) e Índices Biológicos de Exposição (Biological Exposure Indices - BEIs®) desenvolvidos como guias de orientação para o controle dos riscos à saúde. Estas recomendações ou guias têm por objetivo o uso na prática de Higiene Ocupacional, devendo, portanto, ser utilizadas e interpretadas somente por pessoas treinadas nesta disciplina. Não foram desenvolvidas a serem usadas como normas legais, e a American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) não recomenda seu uso como tal. Contudo, reconhece-se que, em certas situações, pessoas ou organizações possam querer fazer uso destas recomendações ou guias como complemento para seus programas de segurança e saúde ocupacional. A ACGIH® não se opõe a tal uso, contanto que essa utilização dos TLVs® e BEIs® venha a contribuir para a otimização da proteção geral do trabalhador. No entanto, os usuários devem reconhecer as restrições e limitações da utilização, assumindo as responsabilidades por este tipo de uso.

Os capítulos introdutórios do livro de TLVs®/BEIs® e a Documentação de TLVs®/BEIs® fornecem as bases filosóficas e práticas para os usos recomendados dos TLVs® e BEIs®. A ampliação desses usos, de forma a incluir outras aplicações, tais como: uso sem o parecer de um Higienista Ocupacional, aplicações a outras populações, desenvolvimento de novos dados de tempos de exposição/recuperação ou novos efeitos pontuais, depende da confiabilidade, e, até mesmo, a viabilidade da base de dados de TLVs® e BEIs®, conforme evidenciado em cada documentação.

As pessoas ou organizações não devem impor seus conceitos sobre os TLVs® e BEIs®, definindo quais deles deverão ser usados ou como devem ser aplicados ou, ainda, transferindo requisitos de normas legais para os TLVs® e BEIs®.

A Declaração de Princípios no uso dos TLVs® e BEIs® foi aprovada pela Assembleia da ACGIH® (Board of Directors), em 1º de março de 1988.

### NOTA ESPECIAL PARA O USUÁRIO

Os valores listados neste livro são estabelecidos para o uso na prática da Higiene Ocupacional, como guias ou recomendações para auxílio no controle dos riscos potenciais à saúde nos locais de trabalho, e não para outro uso. Estes valores não representam linhas divisórias entre concentrações seguras e perigosas e não devem ser usados por pessoas sem formação na disciplina de Higiene Ocupacional.

***E imprescindível que o usuário deste livro leia a Introdução de cada seção, e esteja familiarizado com a Documentação dos TLVs® e BEIs®, antes de aplicar as recomendações aqui contidas.*** A American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) não assume nenhuma responsabilidade quanto ao uso dos TLVs® e BEIs®.

EDIÇÃO EM PORTUGUÊS

# 2008

## TLVs® e BEIs®

*Baseados na Documentação dos*  
**Limites de Exposição  
Ocupacional (TLVs®)  
para Substâncias Químicas  
e Agentes Físicos**

# &

**Índices Biológicos  
de Exposição (BEIs®)**



*Definindo a Ciência da Saúde  
Ocupacional e Ambiental™*

Tradução

Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais



378-1-882417-79-7

o pela ACGIH®. Este livro está totalmente protegido pelos direitos au-  
 nenhuma parte dele pode ser reproduzida de qualquer forma ou por  
 er meio — gráfico, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, grava-  
 deos ou sistemas de armazenamento e reprodução de dados — sem  
 ação escrita da ACGIH®, 1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH  
 45424-4148.

o é uma organização constituída por membros, voltada à promoção  
 de ocupacional e ambiental. A Associação tem contribuído substancial-  
 para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da proteção da saúde dos  
 adadores. A ACGIH® é uma associação profissional, e não uma agência  
 erno dos Estados Unidos.

ocumentação" dos Valores Limites de Exposição e dos Índices Bio-  
 s de Exposição (Documentation of Threshold Limit Values and Bio-  
 l Exposure Indices) é uma publicação de referência para os TLVs®  
 s adotados pela ACGIH®. Essa publicação fornece os dados e as  
 rações científicas pertinentes, com as referências bibliográficas, que  
 usadas como base para cada TLV® ou BEI®. Assim, para um me-  
 entendimento dos TLVs® e BEIs®, é imprescindível a consulta a tal  
 mentação". Para informações adicionais, recomenda-se contatar o  
 ce Group, da ACGIH®. No site da ACGIH®, no endereço [www.acgih.org/  
 studies.htm](http://www.acgih.org/studies.htm), está disponível a lista mais atualizada das substâncias e  
 les em estudo pelos Comitês.

entários, sugestões e consultas sobre interpretações ou informações  
 cas deverão ser feitos diretamente ao Science Group da ACGIH®,  
 endereço apresentado abaixo, ou pelo seguinte endereço eletrônico:  
[science@acgih.org](mailto:science@acgih.org). Para compra do original em inglês, visite o website da  
 IH®, no endereço [www.acgih.org/store](http://www.acgih.org/store), ou contate diretamente o Ser-  
 ao Cliente (Customer Service) no endereço e telefone abaixo indica-  
 do pelo seguinte endereço eletrônico: [customerservice@acgih.org](mailto:customerservice@acgih.org).

ACGIH®

1330 Kemper Meadow Drive  
Cincinnati, OH 45240-4148

Telefone (00xx1) 513 742-2020; Fax (00xx1) 513 742-3355

<http://www.acgih.org>

do tradutor: Para aquisição do livro traduzido para o português, contate a  
 Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais ABHO®, no endereço ou no  
 a seguir indicados:

R. Teodoro Sampaio, 744 — cj 42 — São Paulo — SP — 05406-000

Fone/Fax: 0xx11 30815909 e 30811709

Endereço eletrônico: [abho@abho.com.br](mailto:abho@abho.com.br) Site: [www.abho.org.br](http://www.abho.org.br)Entidade sem fins lucrativos - Art.159 do CNT, Lei 4.506/64 art. 30 e  
art. 174 do Decreto 3.000 do RIR/99

Caso seja necessária uma errata significativa, as correções serão  
 colocadas no endereço eletrônico da ACGIH®, <http://acgih.org/TLV/>.

Declaração da Política no Uso dos TLVs® e BEIs® .....	contracapa
Mensagem do Presidente da ABHO® .....	vii
Declaração de Princípios com relação aos TLVs® e BEIs® .....	ix
Equipe de Tradução 2008 .....	xiii
Processo de Desenvolvimento do TLV® e BEI®: uma Visão Geral .....	xiv
Fontes de Informação "on-line" sobre TLV® e BEI® .....	xxi
Adições e Revisões de 2008 .....	xxiii

**SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS**

Membros do Comitê .....	02
Introdução .....	03
Informações Gerais .....	03
Definição dos TLVs® .....	03
Tipos de TLVs® .....	04
Digressão sobre os Limites .....	05
Limite Média-Ponderada (TWA) versus Limite Valor Teto (C) .....	07
Misturas .....	07
Variações nas Condições de Trabalho e nas	
Jornadas de Trabalho .....	08
Aplicação dos TLVs® em Condições não Usuais .....	08
Jornadas de Trabalho não Usuais .....	08
Unidades dos TLVs® .....	09
Informações ao Usuário .....	10
Referências e Textos selecionados .....	11
Limites de Exposição (TLVs®) Adotados .....	12
Nota de Alterações Pretendidas 2008 .....	65
Substâncias Químicas e Outros Assuntos em Estudo .....	73
Definições e Notações .....	76
Anexos Adotados	
A - Carcinogenicidade .....	83
B - Partículas (insolúveis ou pouco solúveis) não	
Especificadas de Outra Maneira (PNOS) .....	84
C - Critério de Amostragem Seletiva por Tamanho de	
Partículas para Material Particulado em Suspensão no Ar .....	85
D - Espécies de Árvores Comercialmente importantes	
Suspeitas de Induzirem a Sensibilização .....	90
E - Limites de Exposição (TLVs®) para Misturas .....	91
F - Conteúdo Mínimo de Oxigênio .....	94
G - Substâncias cujos TLVs® e "Documentação" adotados foram	
retirados por razões diversas, incluindo dados insuficientes,	
reagrupamento etc. ....	100

**ÍNDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO**

Membros do Comitê .....	104
-------------------------	-----

Mensagem do Presidente da ABHO

Prezados higienistas e usuários dos TLV® da ACGIH®.

A ABHO sente-se honrada em oferecer a Edição 2008 dos TLV®-BEI® da ACGIH®, em Português. Concluímos essa tarefa com satisfação, pois se trata de uma colaboração à sociedade prevencionista brasileira que terá, nesta publicação, parâmetros atualizados para avaliar e controlar os ambientes de trabalho.

Considerando as dificuldades de atualização dos Limites de Tolerância da NR 15, praticamente inalterados desde 1978, portanto defasados há 30 anos, os TLV®-BEI® da ACGIH® devem ser observados com muito mais atenção para a prevenção das doenças ocupacionais.

Embora a NR 9 adote os TLV®-BEI® da ACGIH® nos casos em que não há similares na NR 15, nota-se que muitos agentes ambientais não podem mais ser controlados com base nos valores propostos por essa norma do Ministério do Trabalho e Emprego. Exemplificando, o LT para Cloro de Vinila é 15 vezes maior do que o da ACGIH, mesma situação do Brometo de metila. Vale assinalar que os fumos metálicos não estão listados na legislação brasileira.

Toda ênfase deve ser dada às substâncias com potencial carcinogênico, verificando seus valores na NR 15 e como são tratados pela ACGIH. A OIT aponta os cânceres como a principal causa de mortes relacionadas ao trabalho.

Digno de nota de agradecimento é o trabalho técnico, cuidadoso e voluntário da equipe de tradutores da ABHO. Também merecem elogios as revisoras e a editoração desta obra.

A ABHO faz voto de que cada usuário desta publicação tenha sucesso no seu trabalho prevencionista.

S. Paulo, dezembro de 2008.

Marcos Domingos da Silva  
Presidente

— Índice	
Introdução .....	105
Agentes Biológicos de Exposição Adotados .....	111
Lista de Alterações Pretendidas 2008 .....	119
Substâncias Químicas e Outros Assuntos em Estudo .....	120
<b>AGENTES FÍSICOS</b>	
Membros do Comitê .....	124
Introdução .....	125
Limites de Exposição (TLVs®)	
Acústica	
Infra-som e Sons de Baixa Frequência.....	128
Ruído .....	128
Ultra-som .....	132
Campos e Radiações Eletromagnéticas	
Campos Magnéticos Estáticos.....	134
Notas de Alterações Pretendidas.....	134
Campos Magnéticos de Sub-Radiofrequência (30kHz e Abaixo) .....	135
Sub-Radiofrequência (30kHz e Abaixo) e Campos Eletrostáticos .....	137
Radiação de Radiofrequência e Microonda .....	139
Notas de Alterações Pretendidas.....	146
Radiação Visível e Infravermelho Próximo .....	155
Radiação Ultravioleta .....	165
Lasers .....	169
Notas de Alterações Pretendidas.....	182
Radiação Ionizante .....	197
Espectro Eletromagnético e os TLVS® relacionados .....	199
Ergonomia	
Declaração de Distúrbios Músculo-esqueléticos Relacionados ao Trabalho.....	201
Nível de Atividades das Mãos.....	204
Levantamento de Peso .....	207
Vibrações Localizadas (Mão-Braço) .....	212
Vibração de Corpo Inteiro .....	217
Estresse Térmico	
Estresse por Frio .....	226
Sobrecarga Térmica e Sobrecarga Fisiológica por Calor .....	237
Agentes Físicos em Estudo.....	250
<b>CONTAMINANTES DE ORIGEM BIOLÓGICA VEICULADOS PELO AR</b>	
Membros do Comitê .....	252
Introdução.....	253
Agentes de Origem Biológica em Estudo.....	257
Índice de Número CAS .....	259
Notas de Rodapé e Abreviaturas	



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE  
HIGIENISTAS OCUPACIONAIS

## DIRETORIA (2006 — 2009)

### DIRETORIA EXECUTIVA

#### PRESIDENTE

Marcos Domingos da Silva

#### VICE-PRESIDENTE DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

José Pedro Dias Junior

#### VICE-PRESIDENTE DE RELAÇÕES PÚBLICAS

Ana Marcelina Juliani

#### VICE-PRESIDENTE DE ESTUDOS E PESQUISAS

Selene Maria Valverde

#### VICE-PRESIDENTE DE ADMINISTRAÇÃO

Jair Felício

#### VICE-PRESIDENTE DE FORMAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

Satoshi Kitamura

### CONSELHO TÉCNICO

Clarismundo Lepre

José Manuel O. Gana Soto

Maria Cleide Sanchez Oshiro

Mário Luiz Fantazzini

### CONSELHO FISCAL

Antonio Vladimir Vieira

Gerrit Gruenzner

Juan Felix Coca Rodrigo

### REPRESENTANTES REGIONAIS

Celso Felipe Dexheimer — (RS)

Geraldo Sergio de Souza — (MG)

Jandira Dantas Machado — (PB-PE)

José Gama de Christo — (ES)

Milton Marcos Miranda Villa — (BA-SE)

Paulo Roberto de Oliveira — (PR-SC)

Roberto Jaques — (RJ)

ABHO — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS

Rua Teodoro Sampaio, 744 - Cj. 42 - 4º andar

São Paulo - SP - CEP 05406-000

Fone/Fax: (11) 3081.5909 - 3081.1709

www.abho.org.br — e-mail: abho@abho.com.br

## DECLARAÇÃO DE PRINCÍPIOS COM RELAÇÃO AOS TLVs® E BEIs®

A American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH®) é uma instituição não governamental, privada, sem fins lucrativos, cujos membros são higienistas ocupacionais ou outros profissionais de segurança e saúde ocupacional dedicados a promover a saúde e a segurança dentro de um local de trabalho. A ACGIH® é uma associação científica. A ACGIH® não é um órgão que estabelece padrões. Na condição de entidade científica, conta com comitês que analisam e compilam dados publicados na literatura científica. A ACGIH® publica guias de orientação, denominadas Threshold Limit Values (TLVs®) e Biological Exposure Indices (BEIs®), para a utilização por higienistas ocupacionais na tomada de decisões em relação a níveis de exposição seguros de vários agentes químicos e físicos encontrados no ambiente de trabalho. Ao usar essas diretrizes, os higienistas devem estar cientes de que os TLVs® e os BEIs® são somente um dos múltiplos fatores a serem levados em conta na avaliação de um determinado local de trabalho e de determinadas condições deste.

A cada ano, a ACGIH® publica seus TLVs® e BEIs® em um livro. Na introdução deste, a ACGIH® declara que os TLVs® e os BEIs® são diretrizes a serem usadas por profissionais treinados na prática da Higiene Ocupacional. Os TLVs® e os BEIs® não se destinam ao uso como padrões. Entretanto, a ACGIH® está ciente de que, em certas situações, os TLVs® e os BEIs® são utilizados como padrões por governos nacionais, estaduais ou locais.

Os órgãos do governo estabelecem padrões de saúde pública, baseados em seu arcabouço legal, incluindo definições e critérios relativos à forma de identificar e gerenciar um risco. Na maioria dos casos, os órgãos governamentais que determinam padrões de saúde e segurança nos locais de trabalho são obrigados a avaliar os efeitos à saúde, a viabilidade econômica e técnica, bem como a disponibilidade de métodos aceitáveis para determinar a conformidade com o padrão.

Os TLVs® e BEIs® da ACGIH® não são padrões de consenso. Os padrões de consenso voluntário são desenvolvidos ou adotados por órgãos de consenso voluntário, cujo processo de estabelecimento de padrões inclui exames de opiniões, pontos de vista e posições de todos os envolvidos, para o posterior desenvolvimento de uma posição consensual que seja aceitável por todas as partes envolvidas. Embora o processo utilizado para desenvolver os TLVs® e os BEIs® inclua notificação pública e exija todos os dados científicos relevantes disponíveis, os TLVs® ou os BEIs® não representam uma posição de consenso referente a todas as questões levantadas pelas partes interessadas (por ex. temas de viabilidade técnica ou econômica). Os TLVs® e os BEIs® representam uma opinião científica, formada pelos comitês de especialistas em saúde pública e ciências afins, e baseada na análise e revisão e compilação de dados da literatura científica existente.

Os TLVs® e os BEIs® da ACGIH® são valores que têm a saúde como base. Os TLVs® e os BEIs® são determinados por comitês que analisam dados da literatura científica revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, e provenientes de

árias disciplinas (como por exemplo; higiene ocupacional, toxicologia, medicina ocupacional e epidemiologia). Com base nas informações disponíveis, a ACGIH® formula uma conclusão sobre o nível de exposição que um trabalhador típico pode vivenciar, sem a ocorrência de efeitos adversos à saúde. Os TLVs® e os BEIs® representam as condições às quais a ACGIH® acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente exposta sem sofrer efeitos adversos à saúde. Eles não são linhas divisórias entre exposições seguras e perigosas, nem são um índice relativo de toxicologia. Os TLVs® e os BEIs® não são estimativas quantitativas do risco em diferentes níveis de exposição ou por diferentes vias de exposição.

Como os TLVs® e os BEIs® da ACGIH® baseiam-se unicamente em fatores de saúde, não se leva em consideração a viabilidade econômica ou técnica. Os órgãos reguladores não devem pressupor que seja econômica ou tecnicamente viável, para uma indústria ou para o empregador, cumprir os TLVs® e os BEIs®, e modo análogo, embora geralmente haja métodos válidos para avaliar exposições em ambientes de trabalho aos níveis dos TLVs® e dos BEIs®, pode haver casos em que tais métodos confiáveis de avaliação ainda não estejam validados. Obviamente, essa situação pode criar sérias dificuldades à aplicação de um BEI® ou TLV® que tenha sido adotado como padrão.

A ACGIH® não acredita que os TLVs® e os BEIs® devam ser adotados como padrões, sem que haja uma completa conformidade com os procedimentos regulamentares aplicáveis, incluindo uma análise de outros fatores necessários para a tomada de decisões adequadas de gerenciamento de risco. Entretanto, a ACGIH® realmente acredita que os órgãos reguladores devem considerar os BEIs® e os TLVs® como um ponto de partida valioso no processo de caracterização de risco (identificação do risco, correlação entre dose-resposta, e avaliação de exposição). Os órgãos reguladores devem encarar os TLVs® e os BEIs® como uma expressão da opinião científica.

A ACGIH® orgulha-se dos cientistas e do grande número de membros que voluntariamente dedicam seu tempo de trabalho aos Comitês de TLVs® e BEIs®. Estes especialistas desenvolvem a "Documentação" escrita, que inclui uma expressão de opinião científica e uma descrição das bases, fundamentos e restrições das conclusões alcançadas pela ACGIH®. A "Documentação" fornece uma lista e uma análise abrangentes dos principais estudos publicados e revisados por outros cientistas, nos quais a ACGIH® se baseou para formular sua opinião científica. Os órgãos reguladores que lidam com os riscos mencionados nos TLVs® ou BEIs® devem obter uma cópia escrita e integral da "Documentação" sobre os TLVs® e os BEIs®. Qualquer uso de um TLV® ou de um BEI®, em um contexto regulador, deve incluir uma avaliação cuidadosa das informações contidas na "Documentação" escrita e levar em conta todos os outros fatores que regem o processo regulador dos órgãos governamentais envolvidos.

- A ACGIH® é uma associação científica sem fins lucrativos.
- A ACGIH® propõe guias de orientação denominados TLVs® e BEIs® para uso de higienistas ocupacionais na tomada de decisões, em relação a níveis seguros de exposição a vários riscos encontrados em um ambiente de trabalho.
- A ACGIH® não é um órgão normalizador.
- Os órgãos reguladores devem considerar os TLVs® e os BEIs® como uma expressão de opinião científica.
- Os TLVs® e os BEIs® não são padrões de consenso.
- Os TLVs® e os BEIs® da ACGIH® baseiam-se somente em fatores de saúde; não se leva em consideração a viabilidade econômica ou técnica. Os órgãos regulamentadores não devem pressupor que seja econômica ou tecnicamente viável obedecer aos TLVs® e aos BEIs® estabelecidos.
- A ACGIH® acredita que os TLVs® e os BEIs® NÃO devem ser adotados como padrões, sem que se faça uma análise dos outros fatores necessários para a tomada de decisões adequadas de gerenciamento de risco.
- Os TLVs® e os BEIs® podem fornecer colaborações valiosas no tocante ao processo de caracterização de risco. Os órgãos reguladores que lidam com os riscos mencionados nos TLVs® e BEIs® devem rever a íntegra de toda a "Documentação" escrita sobre os valores numéricos do TLV® ou BEI®.

*A ACGIH® publica esta Declaração, a fim de auxiliar os membros ACGIH®, órgãos reguladores do governo e grupos industriais no entendimento das bases e limitações dos TLVs® e BEIs®, quando usa em um contexto legal. Esta Declaração foi adotada pela Diretoria ACGIH®, no dia primeiro de março de 2002.*

2008 TLVs® e BEIs® 2008 da ACGIH® — Versão 2008 em Português

### DECLARAÇÃO

O TLVs® e BEIs® 2008 da ACGIH® foi traduzido para o português pela Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais - ABHO®, com autorização expressa da ACGIH®.

A tradução é de inteira responsabilidade da ABHO®, já que não há, por parte da ACGIH®, revisão do texto traduzido.

A versão em português é uma versão fiel e integral do texto em inglês, não havendo nenhuma modificação, adição ou exclusão por parte da ABHO®.

Os direitos autorais deste livro pertencem à ACGIH® e à ABHO®, no Brasil e à edição em português, não sendo permitidas cópias de qualquer natureza. Reproduções sem autorização formal estão sujeitas às penalidades previstas na lei brasileira e nos códigos internacionais.

2008 TLVs® e BEIs® - THRESHOLD LIMIT VALUES  
and BIOLOGICAL EXPOSURE  
American Conference of Governmental Industrial Hygienists - ACGIH®

Versão em português autorizada pela ACGIH® e traduzida pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENISTAS OCUPACIONAIS - ABHO®.

### EQUIPE DE TRADUÇÃO DA VERSÃO 2008 PARA O PORTUGUÊS

#### APRESENTAÇÃO E INTRODUÇÃO

Irene Ferreira de Souza Duarte Saad(\*) - HOC0001

#### AGENTES QUÍMICOS

Irene Ferreira de Souza Duarte Saad(\*) - HOC0001

José Manuel O. Gana Soto(\*) - HOC0004

Maurício Tortoni

Osny Ferreira de Camargo(\*) - HOC0012

Santiago José Martínez(\*)

#### ÍNDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO

Henrique Vicente Della Rosa (\*)

Sérgio Colacioppo (\*) - HOC0003

#### AGENTES FÍSICOS

Eduardo Giampaoli (\*) - HOC0002

Irene Ferreira de Souza Duarte Saad (\*) - HOC0001

Irlon de Ângelo da Cunha - HOC0006

Mário Luiz Fantazzini (\*) - HOC0005

#### REVISÃO

Lea Amaral Tarcha (inglês/português)

Jaqueline Farias Novais (Impressão)

Lilian de Carvalho de Souza (Impressão)

#### COORDENAÇÃO GERAL

Gerrit Gruenzner - HOC0013

Marcos Domingos da Silva - HOC0011

(\*) Fez parte da equipe de tradução da primeira edição da ABHO®, em 1996.

HOC - Higienista Ocupacional Certificado.



## PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO TLV®/BEI®: UMA VISÃO GERAL

Use-se uma visão geral do processo de desenvolvimento dos TLV® e BEIs® da ACGIH®. O site da ACGIH® ([www.acgih.org](http://www.acgih.org)) contém informações adicionais. Por favor, consulte, também, o Fluxograma do processo, apresentado na (Figura 1).

**Em Estudo:** Cada Comitê determina a própria seleção de substâncias químicas ou agentes físicos para sua lista de Agentes Em Estudo. Uma variedade de fatores é usada neste processo de seleção, incluindo prevalência, número de trabalhadores expostos, disponibilidade de dados científicos, presença/ausência de um TLV® ou BEI®, tempo de existência desses TLV®/BEI®, colaboração do público etc. O público pode colaborar com qualquer Comitê de TLV® ou BEI® pelo endereço eletrônico: [science@acgih.org](mailto:science@acgih.org). Quando uma substância ou agente é selecionado para o desenvolvimento de um TLV® ou BEI® ou, para revisão de um valor adotado, o Comitê competente o aloca na lista Em Estudo. Esta lista é publicada anualmente, no primeiro de fevereiro, no site da ACGIH® ([www.acgih.org/TLV/Studies](http://www.acgih.org/TLV/Studies)), e no Relatório Anual da ACGIH®, e posteriormente, no livro anual dos TLV® e BEIs®. Como complementação, a lista Em Estudo é atualizada em julho em uma lista de duas séries.

As entradas da Série 1 representam as substâncias químicas ou agentes físicos que **podem** ser colocados como Nota de Alterações Pretendidas (NAP) ou Nota de Intenção de Estabelecimento (NIE) no próximo ano, em função do seu estágio no processo de desenvolvimento.

A Série 2 consiste naquelas substâncias químicas ou agentes físicos **não serão** transferidos, mas que permanecerão na Lista em Estudo no seguinte ou dela serão retirados.

A lista atualizada permanecerá na forma de duas séries pelo restante do ano. A ACGIH® continuará com a prática de atualizar a Lista em Estudo todo o ano, em fevereiro e de estabelecer a lista de duas séries todo dia 31 de julho.

As listas Em Estudo publicadas no Relatório Anual da ACGIH® e no Livro Anual de TLVs® e BEIs® estão atualizadas para o dia 1º de janeiro de cada corrente ano. Todas as atualizações das listas Em Estudo e publicações das listas de duas séries são apresentadas no endereço eletrônico da ACGIH® (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>).

A lista Em Estudo serve como uma notificação e um convite para que partes interessadas apresentem dados e comentários substanciais, que possam auxiliar o Comitê nas suas deliberações. Cada Comitê leva em conta não somente os comentários e dados referentes à ciência da saúde, mas também a viabilidade técnica ou econômica. Os comentários devem ser acompanhados de cópias dos dados que os suportam, preferencialmente na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas antes de ser publicada. No caso de dados de estudos ainda não publicados,

a ACGIH® requer autorização escrita dos autores do estudo garantindo permissão para a ACGIH® (1) **usar**, (2) **citar** na "Documentação", e (3) **pedido** de uma terceira parte, **liberar** a informação. Essas três permissões devem ser especificadas em uma autorização por escrito. (veja exemplo de declaração de permissão na nota de rodapé). O envio eletrônico de todas as informações para o Science Group da ACGIH® pelo endereço eletrônico [science@acgih.org](mailto:science@acgih.org), aumenta em muito a facilidade e a eficiência com que o Comitê poderá analisar os dados ou os comentários.

**2. Minuta de "Documentação":** São designados um ou mais membros do Comitê competente, para a tarefa de coletar informações e dados (literatura científica, rever resultados de estudos não publicados apresentados para análise e também para desenvolver uma minuta da "Documentação" de TLV® ou BEI®. A minuta da "Documentação" é uma avaliação crítica da literatura científica relevante para a recomendação de um determinado TLV® ou BEI®; no entanto, não é uma revisão crítica ampla ou exaustiva da literatura científica. Destaque especial é dado aos trabalhos que mencionem níveis de efeito adverso mínimo ou nenhum efeito adverso à saúde em animais ou trabalhadores expostos, que tratem da reversibilidade de seus efeitos ou, no caso de um BEI®, que avaliem a absorção de uma substância química e forneçam determinante(s) aplicável(is) como um índice de absorção. Quando há dados disponíveis sobre seres humanos, dá-se ênfase especial a eles. Esta minuta da "Documentação", com o TLV®/BEI® proposto é, então, revista e criticada por outros membros do Comitê e, finalmente, por todo o Comitê. Tal procedimento frequentemente resulta em várias revisões da minuta da "Documentação", antes da aprovação por todo o Comitê, do TLV® ou BEI® proposto e de sua "Documentação". A minuta da "Documentação" não fica disponível para o público durante este estágio de desenvolvimento do processo, não sendo liberada até que chegue ao estágio de Notas de Alterações Pretendidas (NAP). A autoria "Documentação" não é divulgada.

### 3. Nota de Alterações Pretendidas (NAP):

**[Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL):** Na seção de Agentes Físicos do livro de TLVs® e BEIs® usa-se, além do termo Nota de Alteração Pretendida, o termo Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL). Com NIAL segue o mesmo processo de desenvolvimento da Nota de Alteração Pretendida, para os fins desta visão geral, utiliza-se apenas o termo Nota de Alteração Pretendida - NAP].

Após a aprovação, por todo o Comitê, da minuta da "Documentação" e das respectivas propostas de TLV® ou BEI®, essa "Documentação" e valores propostos são recomendados à Diretoria da ACGIH® para ratificação como uma Nota de Alteração Pretendida - NAP. Se houver ratificação, cada TLV® ou BEI® proposto será publicado na seção de Notas de Alterações Pretendidas — NAP — nos Relatórios Anuais dos Comitês

e BEIs<sup>®</sup>, que são publicados no Newsletter Today! On-line, que é dado aos membros da ACGIH<sup>®</sup>, e que também pode ser adquirido no endereço <http://www.acgih.org/store>. Simultaneamente, a minuta "Documentação" se torna disponível por meio do Customer Service GIH<sup>®</sup>, ou on-line, no endereço <http://www.acgih.org/store>. Todas as alterações contidas nos Relatórios Anuais são incorporadas ao livro sobre TLVs<sup>®</sup> e BEIs<sup>®</sup>, que geralmente fica disponível, ao público em fevereiro ou março de cada ano. O TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup> proposto é considerado pela ACGIH<sup>®</sup> como uma tentativa de limite por aproximadamente um ano após a ratificação das Notas de Alterações Pretendidas — NAP da Diretoria da ACGIH<sup>®</sup>. Durante esse período, as pessoas interessadas em como os membros da ACGIH<sup>®</sup>, são convidados a fornecer comentários substanciais, preferencialmente na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas antes de ser publicada, sobre os TLVs<sup>®</sup> ou BEIs<sup>®</sup> propostos, contidos nas NAP. Para os dados provenientes de estudos ainda não publicados, a ACGIH<sup>®</sup> requer autorização escrita dos autores do estudo garantindo permissão para a ACGIH<sup>®</sup> (1) usar, (2) citar a documentação, e (3) a pedido de uma terceira parte, liberar a informação. Essas três permissões devem estar declaradas e especificadas em uma autorização escrita. (Veja exemplo de declaração de permissão na seção de Rodapé, ao final desta seção.) Os comentários mais efetivos e valiosos são aqueles que se referem a pontos específicos contidos no esboço da documentação. Se necessário, são feitas as alterações e atualizações na minuta da "Documentação". Se o Comitê encontrar ou receber dados substanciais que mudem a sua opinião científica concernente a uma Nota de Alterações Pretendidas (NAP) para um TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup>, e possivelmente alterar as estimativas ou notações propostas para o TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup>, o Comitê pode revisar a(s) proposta(s) e recomendar à Diretoria da ACGIH<sup>®</sup> que seja retido na Nota de Alterações Pretendidas.

**Importante:** O período para comentários sobre a minuta da "Documentação" para Nota de Alteração Pretendida (NAP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite - NIAL e de seus respectivos TLV(s)<sup>®</sup>, notações, BEI(s)<sup>®</sup>, está limitado a um período fixo de 6 meses, a partir de primeiro de janeiro até 31 de julho de cada ano. A ACGIH<sup>®</sup> reestruturou o período para comentários em 1º janeiro de 2007, a fim de assegurar que todos os comentários recebidos por ela a tempo de serem considerados pelo Comitê antes da reunião de outono (outono nos EUA, que corresponde ao trimestre do ano). Devido ao tempo necessário para a revisão, avanço e considerações adequadas dos comentários durante as reuniões, qualquer comentário recebido após o prazo de 31 de julho não será considerado em conta nesse ano para as deliberações do Comitê no tocante à adoção de uma NAP ou NIAL. Como praxe, a ACGIH<sup>®</sup> revisa os comentários submetidos à sua apreciação, referentes às substâncias químicas e agentes físicos da lista "Em Estudo", bem como às NAPs e

NIALs ou aos valores adotados atualmente de BEI(s)<sup>®</sup> ou TLV(s)<sup>®</sup>. Todos os comentários recebidos após 31 de julho serão analisados na íntegra no ano seguinte. A minuta da "Documentação" estará disponível para revisão durante todo o período de seis meses.

*A ACGIH<sup>®</sup> prefere que os comentários a ela submetidos sejam limitados a 10 páginas, incluindo o sumário executivo. Os comentários apresentados podem incluir anexos dos materiais citáveis que não serão considerados como parte da limitação de 10 páginas. Seria muito útil estruturar os comentários da seguinte forma:*

- A. **Sumário Executivo** — Apresentar um sumário executivo com, no máximo, 250 palavras.
- B. **Relação de Recomendações/Ações** — Identificar, em uma lista vertical, recomendações/ações específicas requeridas.
- C. **Fundamentação** — Apresentar fundamentos que justifiquem cada recomendação/ação requerida.
- D. **Material citável** — Fornecer material citável para comprovar a fundamentação.

O procedimento acima, destacado em itálico, é solicitado para permitir à ACGIH<sup>®</sup> revisar os comentários mais eficiente e produtivamente.

**4. TLV<sup>®</sup>/BEI<sup>®</sup> e "Documentação" Adotada:** Se o Comitê não encontrar nem receber nenhuma evidência significativa que altere sua opinião científica sobre uma Nota de Alteração Pretendida para um TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup>, poderá, então, aprovar sua recomendação para adoção pela diretoria da ACGIH<sup>®</sup>. Uma vez aprovado pelo Comitê e posteriormente ratificado pela Diretoria, o TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup> é publicado como adotado nos Relatórios Anuais dos Comitês sobre TLVs<sup>®</sup> e BEIs<sup>®</sup> e no livro anual de TLVs<sup>®</sup> e BEIs<sup>®</sup>, e a minuta da "Documentação" é finalizada para a publicação formal.

**5. Desconsideração do TLV<sup>®</sup>:** Em qualquer ponto do processo, o Comitê pode decidir não continuar com o desenvolvimento de um TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup> e deixar de deliberar sobre ele. Agentes químicos ou físicos que foram desconsiderados podem, por nova decisão, ser recolocados na lista Em Estudo (etapa 1 acima).

Há vários pontos importantes a serem considerados ao longo de todo o processo acima mencionado:

- i. O método apropriado de uma parte interessada contribuir para o processo de um TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup> consiste em encaminhar literatura publicada que tenha sido revisada por outros cientistas, antes de ser publicada. A ACGIH<sup>®</sup> também recomenda enfaticamente que as partes interessadas publiquem seus estudos e não se baseiem em estudos não publicados como base de colaboração com o processo de TLV<sup>®</sup> ou BEI<sup>®</sup>. Além disso, o melhor momento para o envio de comentários para a ACGIH<sup>®</sup> é nos primeiros es-

gios do processo de desenvolvimento do TLV® e BEI®, preferencialmente quanto a substância ou agente está na lista "Em Estudo".

ii. Um outro local para a apresentação de novos dados é um simpósio "workshop" patrocinado pela ACGIH® que possibilite uma plataforma para discussão pública e interpretação científica. A ACGIH® incentiva a colaboração da comunidade na sugestão de tópicos para simpósios, incluindo sugestões sobre formato, patrocinadores e conferencistas. A ACGIH® utiliza critérios rígidos para a determinação da conveniência de um simpósio. Um critério-chave é que esse simpósio deve ser a forma mais eficaz de fornecer, ao Comitê, informações que possam contribuir com os pareceres científicos usados para redigir a "Documentação" e para estabelecer os respectivos TLVs® ou BEIs®. Um tema para simpósio deveria ser gerido enquanto a substância ou agente estivesse "Em Estudo", uma vez que o desenvolvimento de um simpósio requer tempo, comprometimento e recursos consideráveis. O envio de sugestões de temas para simpósios quando uma substância já está na Nota de Alterações Pretendidas poderá ser considerado, mas geralmente já será muito tarde para o processo de decisão. Um tema de simpósio não será considerado favoravelmente caso seus propósitos não ofereçam um fórum para debate de opiniões sobre dados existentes. O Simpósio deve ter como base, de preferência, pesquisas em andamento, incertezas científicas sobre os dados atualmente disponíveis, ou outras razões de ordem científica. As sugestões de temas para um simpósio devem ser enviadas ao Science Group da ACGIH® ([science@acgih.org](mailto:science@acgih.org)).

iii. A ACGIH® recebe, periodicamente, solicitações da comunidade que desejam efetuar uma apresentação para um Comitê sobre substâncias ou assuntos específicos. Tais solicitações são atendidas apenas em caráter excepcional. Apesar de haver várias razões para esse posicionamento, a principal delas é que o Comitê se concentra em dados científicos e publicados, e não em dados apresentados em fóruns privados. Um Comitê poderá entender a esse tipo de solicitação quando os dados forem significativamente novos, tiverem recebido revisão científica, quando essa apresentação for o melhor veículo para o fornecimento das informações e estas se mostrarem essenciais para as deliberações do comitê. A apresentação não é um fórum de debates de opiniões sobre dados existentes. A fim de permitir ao Comitê uma avaliação desse tipo de solicitação, os membros da comunidade devem apresentar seu pedido por escrito, contendo, no mínimo, os seguintes elementos: (a) uma descrição detalhada da apresentação; (b) uma demonstração clara do motivo de esta informação ser importante para as deliberações do Comitê; e (c) uma demonstração clara do motivo de a reunião ser o método necessário da entrega das informações. A solicitação deve ser enviada ao Science Group da ACGIH® ([science@acgih.org](mailto:science@acgih.org)).

O Comitê pode, também, tomar a iniciativa de contatar especialistas externos (a) para uma reunião com o Comitê destinada a discutir assuntos

específicos ou a obter mais conhecimentos sobre um determinado assunto e (b) a fornecer colaborações escritas ou revisão da "Documentação". Isso é feito apenas quando necessário, e não como uma prática rotineira.

iv. A ACGIH® não se compromete a endossar considerações sobre um TLV® ou BEI® novo ou revisado, dependendo do resultado de pesquisas propostas ou em andamento.

**Datas importantes a serem levadas em conta em cada calendário anual do processo de desenvolvimento do TLV® e BEI®**

#### Primeiro Trimestre:

- São publicados o Relatório Anual de TLV® e BEI® e o livro de TLV® e BEI®

#### O ano todo:

- Aceitam-se comentários do público.\*
- Reunião dos comitês

\*Nota: Recomenda-se que os comentários sejam submetidos, o mais cedo possível, e preferencialmente antes de 31 de julho, a fim de haver tempo suficiente para a adequada consideração/revisão. Isso é particularmente importante no caso de um TLV®/BEI® constante da Nota de Intenção de Adoção de Limite - NIAL.

**Aviso importante:** O período para comentários sobre a minuta da "Documentação" para uma Nota de Alteração Pretendida (NAP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) e de seus respectivos TLV(s)®/notação(ões), ou BEI(s)®, estão limitados a um período fixo de 6 meses a partir de primeiro de fevereiro até 31 de julho de cada ano. A ACGIH® reestruturou o período para comentários em 1º janeiro de 2007, a fim de assegurar que todos eles sejam recebidos por ela a tempo de serem considerados pelo Comitê competente antes da reunião de outono (outono no EUA, que corresponde ao 3º trimestre do ano).

#### Terceiro Trimestre

- Publicação no endereço eletrônico (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>) da lista "Em Estudo" com duas séries.

#### Último Trimestre\*\*:

- Votação dos Comitês de TLV®/BEI® dos TLVs®/BEIs® propostos para Nota de Alterações Pretendidas ou adoção final.
- Diretoria da ACGIH® ratifica as recomendações do Comitê de TLV®/BEI®.

\*\*Nota: Essas ações geralmente ocorrem no início do quarto trimestre, mas podem ocorrer durante outros períodos do trimestre ou do ano.

**Nota Final:** Exemplo de declaração garantindo permissão para a ACGIH® usar, citar e divulgar estudos não publicados:

[Nome], [autor ou patrocinador do estudo] concede permissão para a ACGIH® usar e citar os documentos abaixo listados, e divulgá-los integra

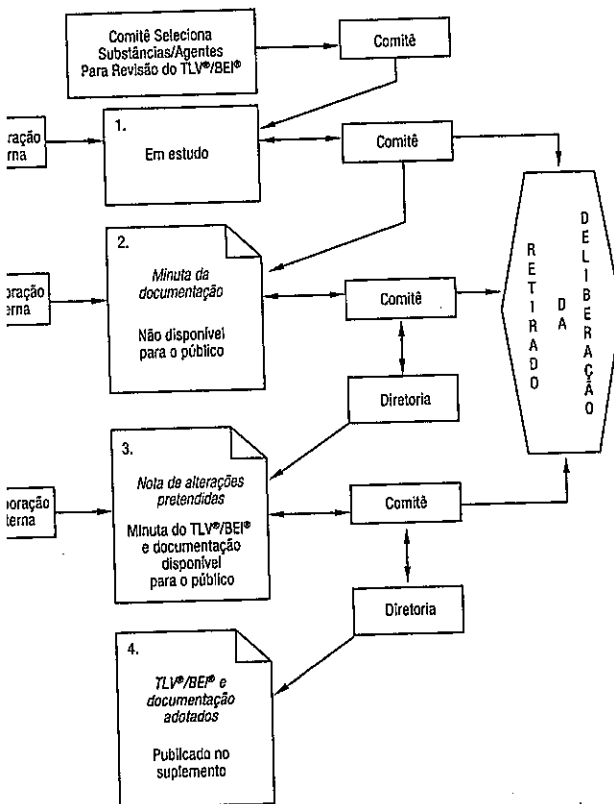
Processo de Desenvolvimento

para pessoas não pertencentes à ACGIH® mediante solicitação. A permissão para divulgação do documento inclui a licença para tirar cópias, se necessário.

Exemplo: Joseph D. Doe, PhD, co-autor do estudo, concede a permissão à ACGIH® usar e citar o documento abaixo listado, e divulgá-lo independentemente para pessoas não pertencentes à ACGIH®. A permissão para divulgação do documento inclui a licença para tirar cópias, se necessário. Status of Quartz Status on Pharmacokinetics of Intratracheally Instilled Silicate in Rats, March 21, 2003

A declaração deve ser assinada por pessoa autorizada a dar tal permissão e deve incluir informações para contato, tais como título e endereço.

Revisão em 31 de janeiro de 2008.



URA 1. Processo de Desenvolvimento TLV®/BEI® uma visão geral.

20 de dezembro de 2004

INFORMAÇÕES "ON-LINE" SOBRE OS TLVS® E BEIS®

No esforço de tornar mais transparente o processo de estabelecimento dos limites de exposição (TLVs®) e índices biológicos de exposição (BEIs®) e de facilitar a compreensão dos fundamentos e limitações dos TLVs® e BEIs®, por parte dos membros da ACGIH®, dos órgãos governamentais reguladores, e dos grupos industriais, a ACGIH® mantém em seu site, no endereço [www.acgih.org/TLV/](http://www.acgih.org/TLV/), a Seção de Informações "online" sobre os TLVs® / BEIs® (TLV® / BEI® Resources Section).

A Seção de Informações sobre os TLVs® / BEIs® está dividida em oito categorias, cada uma contendo informações claras e concisas. São elas:

- Política de Conflitos de Interesse** — pertinente à Diretoria, aos Presidentes de Comitês e aos membros do Comitê (incluindo membros consultores), destina-se a garantir a integridade e credibilidade de programas e atividades da ACGIH®. A política, bem como a revisão e supervisão da ACGIH®, desempenham um papel importante na proteção dos programas e atividades da ACGIH® contra influências indevidas. ([www.acgih.org/TLV/COIPolicy.htm](http://www.acgih.org/TLV/COIPolicy.htm)).
- Nota de Alterações Pretendidas (NAP)** — uma lista de ações propostas pelos Comitês de TLVs® para Substâncias Químicas, TLVs® para Agentes Físicos e BEIs®. Esta Nota proporciona uma oportunidade para comentários do público. Os valores permanecem na NAP por aproximadamente um ano, após terem sido ratificados pela Diretoria da ACGIH®. As propostas devem ser consideradas como valores experimentais durante o período em que permanecerem na NAP. Se o Comitê não encontrar nem receber nenhum dado significativo que altere sua opinião científica em relação a um TLV® ou BEI® que esteja na NAP, poderá, então, aprovar a recomendação para adoção pela Diretoria da ACGIH®. Se o Comitê encontrar ou receber dados substanciais que alterem a sua opinião científica em relação a um TLV® ou BEI® que esteja na NAP, poderá alterar sua recomendação para a Diretoria da ACGIH® de forma que ele possa ser mantido ou retirado da NAP. [Nota: Na seção de Agentes Físicos deste livro, o termo Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) é usado adicionalmente à Nota de Alteração Pretendida (NAP). Para os fins deste processo de revisão, apenas o termo NAP é utilizado.]
- Declaração de Política sobre TLV®/BEIs®** — declara o que são os TLVs® e os BEIs® e como devem ser usados. Embora os TLVs® e os BEIs® realmente contribuam para um aperfeiçoamento geral na proteção do trabalhador, o usuário deverá reconhecer as restrições e limitações inerentes a seu uso adequado e assumir a responsabilidade por tal uso. ([www.acgih.org/TLV/PolicyStmnt.htm](http://www.acgih.org/TLV/PolicyStmnt.htm)).

**Declaração de Princípios sobre os TLVs® / BEIs®** — expressa a posição da ACGIH® sobre o processo de TLVs® e BEIs®. A ACGIH® está orgulhosa do impacto positivo que os TLVs® e os BEIs® têm sobre os trabalhadores do mundo inteiro, e apóia o trabalho árduo de seus Comitês para tornar o processo mais transparente e acessível. Esta seção é apresentada na íntegra na página ix. ([www.acgih.org/TLV/PosStmt.htm](http://www.acgih.org/TLV/PosStmt.htm)).

**Processo de Desenvolvimento dos TLVs® / BEIs®** — dá uma visão geral do processo pelo qual os Comitês passam quando estabelecem um TLV® ou BEI®. Esta seção é apresentada na íntegra na página xiv. ([www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm](http://www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm)).

**Manuais de Operações dos Comitês** — arquivos pdf dos Manuais de Operação dos Comitês de Limites de Exposição para Substâncias Químicas, Limites de Exposição para Agentes Físicos e de Índices Biológicos de Exposição. Cada Manual cobre determinadas áreas, tais como, a missão do Comitê, filiação ao Comitê, composição do Comitê, comunicação externa e interna com o Comitê, fluxo de informações, procedimentos para o desenvolvimento de workshops e simpósios etc. ([www.acgih.org/TLV/OpsManual.htm](http://www.acgih.org/TLV/OpsManual.htm)).

**Processo de Apresentações de TLV®/BEI®** — são disponibilizadas apresentações em Power Point sem acompanhamento da Conferência Anual "American Industrial Hygiene Conference and Exposition (AIHce)". Estes fóruns são abertos a todos os participantes da AIHce e têm como foco o processo usado pela ACGIH® e pelos seus Comitês de TLV®, BEI® e Bioaerossol. Essas apresentações estão disponíveis no site da ACGIH® ([www.acgih.org/TLV/Presentation.htm](http://www.acgih.org/TLV/Presentation.htm)).

**Lista Em Estudo** — contém substâncias, agentes e temas que estão sendo considerados pelos Comitês. Cada Comitê solicita dados, comentários e sugestões que possam auxiliá-los em suas deliberações sobre substâncias, agentes e assuntos que estejam na lista de "Em Estudo" ([www.acgih.org/TLV/Studies.htm](http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm)). Além disso, cada Comitê solicita recomendações para novos estudos de substâncias químicas, agentes físicos, e assuntos de interesse para a higiene ocupacional e para as comunidades de saúde ocupacional.

## ADIÇÕES E REVISÕES DE 2008

*Todas as notas de rodapé, abreviaturas e definições relativas às matérias deste livro encontram-se na parte interna da capa de fundo da publicação e, também, no marcador de páginas oferecido como cortes pela ABHO®.*

### Seção de Substâncias Químicas

- Foi feita uma revisão da seção de Limite de Exposição — Exposição Curta Duração (TLV—STEL) constante da Introdução deste livro.
- Foi feita uma revisão da Notação "Pele" constante da seção Definições e Notações.
- Foram adotados os TLVs® propostos das seguintes substâncias, que em 2007 estavam incluídos na "Nota de Alterações Pretendidas" — NAP

Alumínio metálico e compostos insolúveis	Iodo e iodatos
Benomil	Borracha natural, látex
Butenos, todos os isômeros	Cloreto de polivinila (PVC)
Isobuteno	1,1,1,2-Tetracloro-2,2-difluoroeta
Carbaril	1,1,1,2-Tetracloro-1,2-difluoroeta
Hidroquinona	Thiram
Indeno	Anidrido trimelítico

- Foram retirados os TLVs® adotados e a "Documentação" das seguintes substâncias [veja também Anexo G]:

Alumínio e compostos, como Al	Esmeril
Óxido de alumínio	Trifenil amina

- Foi colocado na seção de Nota de Alterações Pretendidas — NAP seguinte Anexo novo:  
Anexo H: Método de Cálculo Recíproco para Certos Vapores de Solventes de Hidrocarbonetos Refinados
- Foram incluídas, na Nota de Alterações Pretendidas (NAP), propostas de revisão dos limites (TLVs®) adotados para as seguintes substâncias:

Bromofórmio	Etilenoimina
Cloreto de tionila	Ferbam
Cresol	Fosfato de dibutila
Dietanolamina	Metil paration
Endosulfan	Propilenoimina
Etanol	4,4'-Tiois(6-terc-butil-m-cresol)

## ✓ — Adições e Revisões

proposta a retirada das seguintes substâncias da "Documentação" dos TLVs®, por insuficiência de dados ou por estarem listadas com a entrada:

óxido de chumbo  
óxido de borracha

Nafta VM & P

As seguintes substâncias permaneceram na Nota de Alterações Pretendidas, mas com revisão dos TLVs® ou das notações de outra entrada:

óxido de enxofre  
Metil estireno

Pentóxido de vanádio

Foram mantidos, na Nota de Alterações Pretendidas, os TLVs® anteriormente propostos para as seguintes substâncias:

argila e compostos  
sulfeto de hidrogênio  
etil isobutil cetona  
óleo mineral

Cimento Portland

Sulprofós

Talco

Tolueno-2,4- ou 2,6-diisocianato

As substâncias a seguir continuam na Nota de Alterações Pretendidas (NAP) como retiradas, até o momento em que sua substituição seja adotada:

Óleo mineral, névoas [veja a entrada para óleo mineral na NAP]  
Sabão [veja a entrada para talco na NAP]

"Documentação" da seguinte substância foi atualizada, mas sem alteração do TLV® recomendado. Veja o Suplemento 2008 da "Documentação" dos TLVs® e BEIs®, 7ª Edição.

Gasóleo, combustível

### Revisão dos Índices Biológicos de Exposição (BEIs®)

Foram adotadas as propostas de BEIs®, que estavam na Nota de Alterações Pretendidas de 2007, para as seguintes substâncias:

Tetrahydrofurano

Tricloroetileno

Foram colocadas, na Nota de Alterações Pretendidas, propostas de revisões dos BEIs® das seguintes substâncias:

Disulfeto de carbono

Tetracloroetileno

determinada e verificada a impossibilidade prática para os seguintes testes:

Alumínio

Ácido perfluorooctanóico [PFOA]

### Seção de Agentes Físicos

Foram adotados os seguintes agentes que apareciam nas Notas de Alterações Pretendidas de 2007 como revisão/adoção:

- Radiação Visível e Infravermelho Próximo  
- Lasers

Na seção de Campos e Radiações Eletromagnéticas, foram propostas alterações dos TLVs® para o seguinte:

- Campos magnéticos estáticos

- Radiação de Radiofrequência e Microonda — A razão desta Nota de Alteração Pretendida é acrescentar a Nota 9 ao TLV® e também a seção intitulada "Efeitos da Interferência de Radiofrequência em Equipamentos e Dispositivos Médicos" à "Documentação".

- Lasers — A razão desta NAP é revisar o TLV® referente a fator de correção Cc para comprimentos de onda entre 1200-1400 µm

A "Documentação" do seguinte agente físico foi atualizada, mas sem alteração do TLV® recomendado. Veja o Suplemento 2008 da "Documentação" dos TLVs® e BEIs®, 7ª Edição.

Radiação Ultravioleta

**Contaminantes de Origem Biológica Veiculados pelo Ar**  
Não houve nenhuma informação nova em 2008.

### Em Estudo

O leitor é incentivado a revisar as listas "Em Estudo", que aparecem ao final de cada seção desta publicação. Cada Comitê solicita informações, em especial dados, que possam ajudar em suas deliberações relativas às substâncias, agentes e temas. Comentários e sugestões, acompanhados por evidências significativas, na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas antes de ser publicada, devem ser enviados em formato eletrônico, para o Science Group, da ACGIH®, pelo endereço eletrônico [science@acgih.org](mailto:science@acgih.org). Além disso, os Comitês solicitam recomendações para outras substâncias, agentes e assuntos que sejam relativos à Higiene Ocupacional e à saúde ocupacional da comunidade. Para uma discussão detalhada sobre esse procedimento e os métodos de envio de colaborações para a ACGIH®, consulte, por favor, o "Processo de Desenvolvimento do TLV®/BEI® da ACGIH®" nas primeiras páginas deste livro e no site da ACGIH® (<http://www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm>).

A lista Em Estudo é publicada anualmente no dia primeiro de fevereiro no site da ACGIH® ([www.acgih.org/TLV/Studies.htm](http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm)), no Relatório Anual da ACGIH®, e posteriormente, no livro anual dos TLVs® e BEIs®. Como complementação, a lista Em Estudo é atualizada em 31 de julho em uma lista de duas séries.

As entradas da Série 1 representam as substâncias químicas ou agentes físicos que **podem** ser colocados como Nota de Alterações Pretendidas (NAP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) no próximo ano, em função do seu estágio no processo de desenvolvimento.

A Série 2 consiste naquelas substâncias químicas ou agentes físicos que **não serão** transferidos, mas permanecerão na Lista em Estudo no ano seguinte ou dela serão retirados.

A lista atualizada permanecerá na forma de duas séries pelo restante do ano. A ACGIH® continuará com a prática de atualizar a Lista em Estudo todo 2º de fevereiro e de estabelecer a lista de duas séries todo dia 31 de julho. As substâncias e temas listados são os de 1º de janeiro de 2008. Após essa data, para encontrar uma lista atualizada, consulte, por favor, o site da ACGIH® (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>).

**Aviso Importante** - O período para comentários sobre a minuta da "Documentação" para Nota de Alteração Pretendida (NAP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite – NIAL e de seus respectivos TLV(s)®, notação(ções), ou BEI(s)® está limitado a um período fixo de 6 meses, a partir de primeiro de fevereiro até 31 de julho de cada ano. A ACGIH® reestruturou o período para comentários em 1º janeiro de 2007, a fim de assegurar que todos sejam recebidos por ela a tempo de serem considerados pelo Comitê competente antes da reunião de outono (outono nos EUA, que corresponde ao 3º trimestre do ano). Devido ao tempo necessário para a revisão, avaliação e considerações adequadas dos comentários durante as reuniões, quaisquer comentários recebidos após o prazo de 31 de julho não serão levados em conta nesse ano para as deliberações do Comitê no tocante à possível adoção de uma NAP ou NIAL. Como praxe, a ACGIH® revisa todos os comentários submetidos à sua apreciação, referentes às substâncias químicas e agentes físicos da lista "Em Estudo", bem como às NAPs e NIALs ou aos valores adotados atualmente de BEI(s)® ou TLV(s)®. Todos os comentários recebidos após 31 de julho serão analisados na íntegra no ano seguinte. A minuta da "Documentação" estará disponível para revisão durante todo o período de seis meses. A ACGIH® prefere que os comentários a ela submetidos sejam limitados a 10 páginas, incluindo o sumário executivo. Os comentários apresentados podem incluir anexos dos materiais citáveis que não serão considerados como parte da limitação de 10 páginas. Seria muito útil estruturar os comentários da seguinte forma:

1. **Sumário Executivo** — Apresentar um sumário executivo com, no máximo, 250 palavras.

2. **Relação de Recomendações/Ações** — Identificar, em uma listagem vertical, recomendações/ações específicas requeridas.

3. **Fundamentação** — Apresentar fundamentos que justifiquem cada recomendação/ação requerida.

4. **Material citável** — Fornecer material citável para comprovar a fundamentação. O procedimento acima, destacado em itálico, é solicitado para permitir à ACGIH® revisar os comentários mais eficiente e produtivamente.

# 2008

## Limites de Exposição para Substâncias Químicas em Ambientes de Trabalho

Adotado pela ACGIH®  
com Alterações Pretendidas

### Sumário

Membros do Comitê .....	02
Introdução .....	02
Informações Gerais .....	02
Definição dos TLVs® .....	02
Tipos de TLVs® .....	04
Digressão sobre os Limites .....	02
Limite Média-Ponderada (TWA) e STEL versus	
Limite Valor Teto (C) .....	07
Misturas .....	07
Variação nas Condições de Trabalho e nas Jornadas de Trabalho .....	02
Aplicação dos TLVs® em Condições Não Usuais .....	02
Jornadas de Trabalho Não Usuais .....	02
Unidades dos TLVs® .....	02
Informações ao Usuário .....	10
Referências e Textos Selecionados .....	11
Limites de Exposição (TLVs®) Adotados .....	12
Nota de Alterações Pretendidas 2008 .....	62
Substâncias Químicas e Outros Assuntos em Estudo .....	72
Definições e Notações .....	72
Anexos Adotados	
A - Carcinogenicidade .....	82
B - Partículas (Insolúveis ou de Baixa Solubilidade) não Especificadas de Outra Maneira (PNOS) .....	84
C - Critério de Amostragem Seletivo por Tamanho de Partículas para Material Particulado em Suspensão no Ar .....	85
D - Espécies de Árvores Comercialmente Importantes Suspeitas de Induzir a Sensibilização .....	90
E - Limites de Exposição (TLVs®) para Misturas .....	91
F - Conteúdo Mínimo de Oxigênio .....	94
G - Substâncias cujos TLVs® e "Documentação" Adotados foram Retirados por Razões Diversas, inclusive por Insuficiência de Dados, Reagrupamento etc. ....	100

mbros

**COMITÊ DE TLVs® PARA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS 2007**

ordon, PhD — Presidente  
 Demers, PhD — Vice-Presidente  
 S. Beckett, MD, MPH  
 Jensen, PhD, DABT  
 .. Bigelow, PhD, CIH, ROH  
 J. Caldwell, PhD, CIH, DABT  
 M. Casserly, PhD, CIH  
 ght Culver, MD  
 ah Glass, PhD, MA, MSc  
 Greaves, MD  
 ry L. Kedderis, PhD  
 I L. Kennedy, Jr., DABT  
 A. Macys, MS, CIH, DABT  
 C. May, ScD., CIH, PE  
 i N. McDougal, PhD  
 D. Naumann, PhD, DABT (também AIHA WEEL Committee Liaison)  
 il Rubin, MD, MPH  
 lle M. Schaper, PhD  
 s D. Sivin, PhD  
 t Spirtas, DrPH  
 eth K. Weisburger, ScD, PhD  
 (Bill) Wells, Jr., PhD, CIH, CSP

*ACGIH® também reconhece a contribuição das seguintes pessoas:*

Dr. Helmut Greim — German MAK Commission Liaison  
 ynn Taylor Mckernan, ScD, CIH - ACGIH® Bloomfield Awardee  
 i Talaska, PhD, CIH — BEI® Committee Liaison

## INTRODUÇÃO ÀS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

### Informações gerais

Os limites de exposição (TLVs®)<sup>1</sup> são recomendações para serem utilizadas por higienistas ocupacionais profissionais. Os valores apresentados neste livro são propostos para serem usados apenas como guias ou recomendações, a fim de auxiliar na avaliação e controle dos riscos potenciais à saúde nos locais de trabalho, e não para outros usos (p. ex., na avaliação ou controle da poluição do ar da comunidade, na estimativa do potencial tóxico para exposições contínuas ou ininterruptas, ou outras jornadas prolongadas, como prova ou contestação da existência de uma doença ou de uma condição física de um indivíduo). Além disso, estes valores não são uma linha divisória entre condições seguras e perigosas e não devem ser utilizados por pessoas que não estejam treinadas na disciplina de Higiene Ocupacional. Os limites de exposição (TLVs®) não são padrões reguladores ou de consenso.

Nota dos Editores: O ano aproximado em que a "Documentação" atual teve a última revisão significativa e, se necessário, atualização, é apresentado em seguida do número CAS de cada entrada adotada na lista alfabética, por exemplo, Aldrin [309-00-2] (2006). O leitor é orientado a verificar a seção "Cronologia do TLV®" em cada "Documentação" para um breve histórico das recomendações e notações do TLV®.

### Definição dos TLVs®

Os limites de exposição (TLVs®) referem-se às concentrações das substâncias químicas dispersas no ar e representam condições às quais, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde.

Todos aqueles que utilizam os TLVs® **DEVEM** consultar a última "Documentação" dos TLVs® da ACGIH® (TLV® Documentation) a fim de assegurar-se de que entenderam as bases do TLV® e as informações usadas em seu desenvolvimento. A quantidade e a qualidade das informações que estão disponíveis para cada substância química variam com o passar do tempo.

Não se pode pressupor que substâncias químicas com TLVs® equivalentes (i.é, mesmo valores numéricos) tenham efeitos toxicológicos similares ou potência biológica similar. Neste livro, há colunas contendo os limites de exposição (TLVs®) para cada substância (isto é, concentrações no ar em partes por milhão [ppm] ou miligramas por metro cúbico [mg/m<sup>3</sup>] e contendo os efeitos críticos produzidos pela substância química. Estes efeitos críticos formam a base dos TLVs®.

A ACGIH® reconhece que existirá variação considerável no nível de resposta biológica a uma determinada substância química, independentemente da concentração no ar. Na verdade, os TLVs® não representam



uma linha fina de separação entre um ambiente de trabalho saudável e não saudável, ou um ponto no qual ocorrerá um dano à saúde. Os TLVs® não protegerão adequadamente todos os trabalhadores. Algumas pessoas podem apresentar desconforto, ou até efeitos adversos mais sérios à saúde quando expostos a substâncias químicas em concentrações iguais ou até mesmo inferiores aos limites de exposição. Há inúmeras possibilidades para o aumento da suscetibilidade a uma substância química, incluindo idade, sexo, características étnicas, fatores genéticos (predisposição), estilo de vida (por ex., dieta, fumo, abuso do álcool ou de outras drogas), medicamentos e condições médicas pré-existentes (por ex., agravamento de asma ou doença cardiovascular). Alguns indivíduos podem-se tornar mais suscetíveis a uma ou mais substâncias químicas após exposições anteriores (por ex., trabalhadores sensibilizados). A suscetibilidade aos efeitos de substâncias químicas pode ser alterada durante diferentes períodos do desenvolvimento fetal e no decorrer de toda a vida reprodutiva dos indivíduos. Algumas alterações na suscetibilidade podem também ocorrer em diferentes níveis de trabalho (por ex., trabalho leve versus trabalho pesado) ou de atividade — situações em que haja o aumento da demanda cardiopulmonar. Além disso, variações na temperatura (por ex., calor ou frio extremo) e na umidade relativa podem alterar uma resposta do indivíduo a um tóxico. Na análise da "Documentação" para qualquer TLV® deve-se ter em mente que outros fatores podem modificar as respostas biológicas.

Apesar de os TLVs® se referirem aos níveis de exposição no ar da substância química, podem ocorrer exposições dérmicas nos ambientes de trabalho (veja "Pele" na **Seção Definições e Notações**, página 75).

Três categorias de limites de exposição (TLVs®) são aqui especificadas: Limite de Exposição - Média Ponderada pelo Tempo (TWA ou LE-MP); Limite de Exposição - Exposição de Curta Duração (STEL); e Limite de Exposição - Valor -Teto (TLV-C ou LE-Teto). Para a maioria das substâncias, um limite média ponderada (TWA ou LE-MP) sozinho ou com um STEL é relevante. Para algumas substâncias (por ex., gases irritantes), somente o limite valor teto é aplicável. Se qualquer um destes tipos de TLVs® é excedido, presume-se a existência de um risco potencial para aquela substância.

**Limite de Exposição - Média Ponderada pelo Tempo (TLV-TWA ou LE-MP):** A concentração média ponderada no tempo, para uma jornada normal de 8 horas diárias e 40 horas semanais, à qual, acredita-se, que a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente exposta, dia após dia, durante toda a vida de trabalho, sem sofrer efeitos adversos à saúde. Embora em algumas situações o cálculo da concentração média para uma semana de trabalho, possa ser mais apropriado que a concentração de um dia, a ACGIH® não oferece orientação no tocante a este tipo de exposição.

**Limite de Exposição - Exposição de Curta Duração (TLV-STE)** É um limite de exposição média ponderada em 15 minutos, que não ser ultrapassado em qualquer momento da jornada de trabalho, m que a concentração média ponderada (TWA) em 8 horas esteja dentro limites de exposição-média ponderada (TLV-TWA ou LE-MP). O TLV- é a concentração a qual, acredita-se, que os trabalhadores possam expostos continuamente por um período curto sem sofrer: 1) irritação; são tissular crônica ou irreversível; 3) efeitos tóxicos dose-dependente 4) narcose em grau suficiente para aumentar a predisposição a acide impedir auto-salvamento ou reduzir significativamente a eficiência n trabalho. O TLV-STEL não protegerá necessariamente contra esses efeito o TLV-TWA diário for excedido. O TLV-STEL não é um limite de expo independente, isolado, mas sim um limite suplementar ao limite de e sição média ponderada (TLV-TWA), nos casos em que são reconhe efeitos agudos para substâncias cujos efeitos tóxicos primários são d tureza crônica. Exposições acima do TLV-TWA, mas abaixo do TLV-S devem ter duração inferior a 15 minutos, e devem ocorrer não mais quatro vezes ao dia. Deve existir um intervalo mínimo de 60 minutos as exposições sucessivas nesta faixa. Pode-se recomendar um pei médio, diferente dos 15 minutos, desde que garantido por observaçã efeitos biológicos.

**Limite de Exposição - Valor Teto (TLV-C)** — É a concentração não deve ser excedida durante nenhum momento da exposição no tr lho. Se medições instantâneas não estiverem disponíveis, a amostra deverá ser realizada pelo período mínimo de tempo suficiente para d tar a exposição no Limite de Exposição-Valor Teto (TLV-C) ou acima d

A ACGIH® acredita que os TLVs® baseados em irritação física nãc vem ser considerados menos obrigatórios que aqueles baseados em c físico. Há evidências crescentes de que a irritação física pode iniciar, f recer ou acelerar os efeitos adversos à saúde pela interação com ot agentes químicos ou biológicos, ou por outros mecanismos.

**Digressões acima dos Limites de Exposição (Valores Máximos Permissíveis)**

Para muitas substâncias com limite média-ponderada (TLV-TWA), existe um TLV-STEL. Todavia, as digressões acima do TLV-TWA devem controladas, mesmo quando o TLV-TWA de 8 horas está dentro dos lim recomendados. Os limites de digressão (valores máximos permissíveis) aplicam-se àqueles TLV-TWAs que não possuam TLV-STELs.

*digressões nos níveis de exposição do trabalhador podem ex-  
ter três vezes o TLV-TWA, por um período total máximo de 30  
ntos, durante toda a jornada de trabalho diária e, em hipótese  
uma, podem exceder cinco vezes o TLV-TWA. Deve-se garantir,  
retanto, que o TLV-TWA adotado não seja ultrapassado.*

Abordagem aqui é a de que a digressão máxima recomendada acima  
Limite de Exposição — Média Ponderada (TLV-TWA) deve estar relaciona-  
do com a variabilidade geralmente observada nos processos industriais.  
Na revisão de numerosas investigações de Higiene Ocupacional realiza-  
das pelo National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH  
(Leidel et al. (1975), descobriram que as avaliações de exposição de  
curta duração tinham geralmente distribuição lognormal.

Apesar de uma discussão completa da teoria e das propriedades da  
distribuição lognormal não se enquadrar no objetivo desta seção, apresen-  
ta-se aqui, a seguir, uma breve descrição de alguns termos importantes. A me-  
dia aritmética em uma distribuição lognormal é o antilog da  
média geométrica dos valores das amostras. A distribuição é assimétrica e  
o desvio-padrão geométrico ( $m_g$ ) é sempre menor que a média aritmética por um  
valor que depende do desvio-padrão geométrico. Na distribuição lognormal  
o desvio-padrão geométrico ( $sd_g$ ) é o antilog do desvio-padrão dos valores  
aritméticos das amostras e 68,26% de todos os valores estão situados  
entre  $m_g/sd_g$  e  $m_g \times sd_g$ .

Se os valores da exposição de curta duração de uma dada situação têm  
um desvio-padrão geométrico de 2,0 (dois), 5% de todos os valores excede-  
rão 3,13 vezes a média geométrica. Se um processo apresenta variabili-  
dade maior que essa, o controle deste processo não está sendo adequado  
e devem ser feitos esforços para restabelecer o controle.

Esta abordagem é uma simplificação considerável do conceito da distri-  
buição lognormal da concentração, mas é considerada mais conveniente.  
Se as digressões da exposição acima do TLV-TWA forem mantidas dentro  
dos limites recomendados, o desvio-padrão geométrico das concentra-  
ções avaliadas estará próximo de 2,0 e a meta de recomendações estará  
facilmente cumprida. Reconhece-se que o desvio-padrão geométrico de algu-  
mas exposições comuns nos locais de trabalho pode exceder 2,0 (Buringh  
Lanting, 1991). Se tais distribuições são conhecidas e os trabalhado-  
res não ficam expostos a um risco maior de efeitos adversos à saúde, a  
recomendação recomendada sobre o limite deve ser modificada com base nos  
dados específicos do local de trabalho. Quando se dispõe de dados toxico-  
ológicos para estabelecer um TLV-STEL ou um TLV-C para uma substância  
específica, estes valores têm prioridade sobre o limite de digressão.

## Limite de Exposição — Média Ponderada (TLV-TWA) e STEL versus Limite de Exposição — Valor Teto (TLV-C)

Uma substância pode ter certas propriedades toxicológicas que reque-  
ram o uso de um TLV-C (Limite de Exposição — Valor Teto) em vez de um  
TLV-STEL ou um limite de digressão acima do TLV-TWA. O valor até o qual  
os limites de exposição podem ser excedidos por curtos períodos, sem  
efeitos adversos à saúde, depende de vários fatores, tais como: natureza  
do contaminante, possibilidade de as concentrações muito altas — mesmo  
que por curtos períodos — produzirem intoxicação aguda, de os efeitos se-  
rem cumulativos, frequência com que ocorrem altas concentrações e dura-  
ção de tais períodos. Todos os fatores devem ser levados em consideração  
para se concluir se existe ou não uma condição de risco à saúde.

Apesar de a concentração média ponderada pelo tempo (TWA) repre-  
sentar o método mais satisfatório e prático para monitorar contaminantes  
do ar, a fim de verificar a conformidade com os limites de exposição, exis-  
tem certas substâncias para as quais este método não é adequado. Nes-  
se grupo, encaixam-se as substâncias que têm ação predominantemente  
rápida, cujo TLV® mais apropriado é baseado neste tipo determinado de  
resposta. As substâncias com esse tipo de resposta rápida são mais bem  
controladas por um limite-teto (TLV-C) que não deve ser excedido. Está  
implícito nestas definições que o método de amostragem para determinar  
a não-conformidade com os limites deve ser diferente para cada grupo.  
Conseqüentemente, uma amostragem única e rápida, que é aplicável a um  
limite-teto, não é adequada ao limite média ponderada (TLV-TWA). Nesse  
caso, é necessário um número suficiente de amostras para permitir a deter-  
minação da concentração média ponderada pelo tempo para todo um ciclo  
completo de operação ou para toda a jornada de trabalho.

Enquanto o limite-teto impõe um limite bem definido que as concen-  
trações de exposição não podem ultrapassar, o limite de exposição-média  
ponderada (TLV-TWA) requer um limite máximo explícito para as digres-  
sões que sejam permitidas acima dos limites de exposição-média ponde-  
rada recomendados.

## Misturas

Deve-se dar atenção especial, também, à aplicação dos TLVs® para de-  
terminar os riscos à saúde que podem estar associados com exposições a  
misturas de duas ou mais substâncias. Uma breve discussão das conside-  
rações básicas, envolvidas no desenvolvimento dos TLVs® para misturas e  
os métodos utilizados para este desenvolvimento, acrescida de exemplos  
específicos, é apresentada no Anexo E.

## Variações nas Condições e nas Jornadas de Trabalho

### Aplicação dos TLVs® para Condições Ambientais Não-Usuais

Quando os trabalhadores estão expostos aos contaminantes no ar, a temperatura e pressões substancialmente diferentes daquelas existentes nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) (25°C e 760 mm de Hg), deve-se tomar cuidado ao comparar os resultados da amostragem com os TLVs® aplicáveis. Para aerossóis, a concentração média ponderada pelo tempo (TWA) (calculada usando volumes de amostragem não ajustados para a CNTP) deve ser comparada diretamente com os TLVs® aplicáveis publicados no livro TLVs® e BEIs®. Para gases e vapores, há diversas opções para comparar os resultados do ar-amostrado aos TLVs®, opções essas que são apresentadas em detalhes por Stephenson e Lillquist (2001). Um método que tem abordagem conceitual simples é o seguinte: 1) determinar a concentração de exposição, expressa em termos de massa por volume, no local de amostragem, usando o volume da amostra não ajustado para as CNTP, 2) se necessário, converter o TLV® para  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ou outra medida de massa por volume) usando o volume molar de 4,4 L/mol, e 3) comparar a concentração de exposição ao TLV®, ambos em unidades de massa por volume.

Existem algumas premissas quando se comparam resultados de amostragens obtidas em condições atmosféricas não-usuais com os TLVs®. Uma delas é que o volume de ar inspirado pelo trabalhador durante o dia e trabalho não é significativamente diferente em condições moderadas de temperatura e pressão se comparado ao das CNTP (Stephenson e Lillquist, 2001). Outra premissa referente aos gases e vapores é que a dose absorvida é correlacionada à pressão parcial do composto inalado. Os resultados da amostragem feita em condições não-usuais não pode ser facilmente comparado com os TLVs® publicados, e deve-se tomar extremo cuidado se os trabalhadores estiverem expostos a pressões ambientais muito altas ou muito baixas.

### Jornadas de Trabalho Não-Usuais

A aplicação dos TLVs® a jornadas de trabalho extremamente diferentes da jornada convencional de 8 horas por dia, 40 horas por semana, requer uma avaliação específica, a fim de garantir, a esses trabalhadores, a mesma proteção dada aos trabalhadores de jornadas convencionais. Jornadas semanais curtas podem levar o trabalhador a ter mais de um emprego, talvez com exposições similares, e pode resultar em superexposição, mesmo se nenhuma das exposições, separadamente, resultar em superexposição.

Muitos modelos matemáticos de ajuste para jornadas de trabalho não-usuais têm sido descritos. Em termos dos princípios toxicológicos, o seu objetivo geral é identificar a dose que assegure que o pico diário ou semanal de carga do corpo não exceda aquele que ocorre durante uma jornada normal de 8 horas/dia, 5 dias por semana. Uma revisão abrangente das

abordagens de ajuste dos limites de exposição ocupacional para jornadas não-usuais é apresentada no livro "Patty's Industrial Hygiene" (Paustenbach, 2000). Outros textos selecionados sobre este assunto incluem La et al. (2003), Brodeur et al. (2001), Caldweel et al. (2001), Eide (2001), Verma (2000), Rouch (1978), e Hickey and Reist (1977).

Outro modelo que trata das jornadas de trabalho não-usuais é o "modelo Brief e Scala" (1986), que é explicado em detalhes no livro "Patty's Industrial Hygiene" (Paustenbach, 2000). Este modelo reduz o TLV® proporcionalmente ao aumento de exposição e à redução do tempo de recuperação (isto é, tempo de não-exposição). O modelo é voltado geralmente para aplicação a jornadas de trabalho superiores a 8 horas por dia ou a 40 h por semana. O modelo não deve ser utilizado para justificar concentrações muito elevadas como se fossem "permitidas" para exposições curtas (por exemplo, exposições a 8 vezes o TLV-TWA para uma hora de exposição e exposição zero no restante da jornada). Nesses casos, deveriam ser usadas as limitações gerais de digressão do TLV-TWA e os limites para exposição de curta duração TLV-STELs, evitando-se o uso inadequado do modelo para jornadas ou períodos muito curtos de exposição.

O modelo "Brief e Scala" é mais fácil de usar que alguns dos modelos mais complexos, baseados em ações farmacocinéticas. A aplicação desses modelos complexos geralmente requer conhecimento da meia-vida biológica de cada substância, e alguns deles exigem dados adicionais. Outro modelo desenvolvido pela Universidade de Montreal e pelo Instituto de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST), utiliza o método Haber para calcular o ajuste dos limites de exposição (Brodeur et al., 2001). Este método gera valores próximos aos obtidos pelos modelos fisiologicamente baseados em farmacocinética (PBPK).

Como os limites ajustados não têm o benefício do uso histórico e da observação de longo prazo, recomenda-se uma supervisão médica durante o uso inicial do TLV® ajustado. Além disso, devem-se evitar exposições desnecessárias dos trabalhadores, mesmo se um modelo mostra que as exposições estão dentro dos valores "permitidos". Modelos matemáticos não devem ser utilizados para justificar exposições mais elevadas que as necessárias.

### Unidades dos TLVs®

Os TLVs® são expressos em ppm ou  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Uma substância química inalada pode ser um gás, vapor ou um aerossol.

- Gás é uma substância química cujas moléculas se movem livremente no espaço em que estão confinadas (por ex., cilindro/tanque) em condições normais de temperatura e pressão. Os gases não assumem forma ou volume.
- Vapor é a fase gasosa de uma substância química que, nas condições normais de temperatura e pressão - CNTP, está no estado líquido ou sólido. A quantidade de vapor emitida por uma substância química é inversamente proporcional à pressão de vapor e é função da temperatura e pressão.

## Introdução

erosol é uma suspensão de partículas sólidas ou de gotículas líquidas em um meio gasoso. Outros termos utilizados para descrever um aerosol são: poeira, névoa, fumo, neblina, fibra, fumaça e "smog". Os aerosóis podem ser caracterizados pelo seu comportamento aerodinâmico e pelo(s) local(is) de deposição no trato respiratório humano.

Os TLVs® para aerosóis são normalmente fixados em termos de massa de substância química no ar por volume. Esses TLVs® são expressos em mg/m³.

Os TLVs® para gases e vapores são estabelecidos em partes de vapor e gás por milhão de partes do ar contaminado por volume (ppm), mas também podem ser expressos em mg/m³. Para conveniência do usuário, os limites também referenciam pesos moleculares. A equação de conversão de ppm para mg/m³, onde 24,45 é igual ao volume molar do ar em condições normais de temperatura e pressão (CNTP - 25°C e 760 mm de mercúrio), é a seguinte:

$$\text{em ppm} = \frac{(\text{TLV em mg/m}^3) (24,45)}{(\text{peso molecular da substância em gramas})}$$

$$\text{em mg/m}^3 = \frac{(\text{TLV em ppm}) (\text{peso molecular da substância em gramas})}{24,45}$$

Ao converter valores expressos como um elemento (por exemplo, como Ni), deve-se utilizar o valor molecular do elemento, e não o do composto inteiro.

Ao fazer conversões para substâncias com pesos moleculares variáveis, devem ser estimados ou assumidos pesos moleculares adequados (veja "Documentação" do TLV®).

## Informações ao Usuário

Cada TLV® é suportado por uma ampla "Documentação". É imprescindível consultar a última "Documentação" para a aplicação do TLV®.

Exemplares adicionais do livro TLVs® e BEIs® em inglês e da "Documentação" dos Limites de Exposição e Índices Biológicos de Exposição, em vários volumes, que é utilizada como base para este livro, estão disponíveis na ACGIH®. Está disponível, também, "Documentação" para cada TLV® individualmente. Consulte a website da ACGIH® ([www.acgih.org/sto](http://www.acgih.org/sto)) para obter informações adicionais e verificar a disponibilidade destas publicações.

Exemplares adicionais do livro TLVs® e BEIs® em português estão disponíveis na ABHO, [www.abho.org.br](http://www.abho.org.br)

## Referências e Textos Selecionados:

- Brief RS; Scala RA: Occupational health aspects of unusual work schedules: a review of Exxon's experiences. *Am Ind Hyg Assoc J* 47(4):199-202 (1986).
- Brodeur J; Vyskocil A; Tardif R; et al.: Adjustment of permissible exposure values to unusual work schedules. *Am Ind Hyg Assoc J* 62:584-594 (2001).
- Buringh E; Lanting R: Exposure variability in the workplace: its implications for the assessment of compliance. *Am Ind Hyg Assoc J* 52:6-13 (1991).
- Caldwell DJ; Armstrong TW; Barone NJ; et al.: Lessons learned while compiling a quantitative exposure database from the published literature. *Appl Occup Environ Hyg* 16(2):174-177(2001).
- Eide I: The application of 8-hour occupational exposure limits to non-standard work schedules offshore. *Ann Occup Hyg* 34(1):13-17 (1990).
- Hickey JL; Reist PC: Application of occupational exposure limits to unusual work schedules. *Am Ind Hyg Assoc J* 38(11):613-621 (1977).
- Lapare S; Brodeur J; Tardif R: Contribution of toxicokinetic modeling to the adjustment of exposure limits to unusual work schedules. *Am Ind Hyg Assoc J* 64(1):17-23 (2003).
- Leidel NA; Busch KA; Crouse WE: Exposure measurement action level and occupational environmental variability. DHEW (NIOSH) Pub No. 76-131; NTIS Pub. No. PB-267-509. U.S. National Technical Information Service, Springfield, VA (December 1975)
- Paustenbach DJ: Pharmacokinetics and Unusual Work Schedules. In: *Patty's Industrial Hygiene*, 5th ed., Vol. 3, Part VI, Law, Regulation, and Management, Chap. 40, pp. 1787-1901, RL Harris, Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York (2000).
- Roach SA: Threshold limit values for extraordinary work schedules. *Am Ind Hyg Assoc J* 39(4):345-348 (1978).
- Stephenson DJ; Lillquist DR: The effects of temperature and pressure on airborne exposure concentrations when performing compliance evaluations using ACGIH TLVs and OSHA PELs. *Appl Occup Environ Hyg* 16(4):482-486 (2001).
- Verma DK: Adjustment of occupational exposure limits for unusual work schedules. *Am Ind Hyg Assoc J* 61(3):367-374 (2000).

Todas as notas relativas aos assuntos da seção de Substâncias Químicas deste livro são apresentadas nos Anexos desta seção ou na contracapa posterior. As abreviaturas e notas de rodapé, constantes da contracapa, também são apresentadas no marcador de páginas oferecido pela ABHO.

A ACGIH® não assume nenhuma responsabilidade quanto ao uso dos TLVs®

Nota do Tradutor: As abreviaturas utilizadas na coluna Base de TLV estão na seção Notação e Definições. As abreviaturas referentes à coluna Notações referem-se na página interna da capa posterior do livro e no marcador de página da ABHO

Substância [ Nº CAS ]	VALORES ADOTADOS 2008			
	TWA	STEL	Notações	Peso Mol. Base do TLY <sup>o</sup>
Acetaldeído [75-07-0] (1992)	—	C 25 ppm	A3	44,05 Irr TRS e olhos
Acetato de benzila [140-11-4] (1990)	10 ppm	—	A4	150,18 Irr TRS
Acetato de n-butila [123-86-4] (1995)	150 ppm	200 ppm	—	116,16 Irr olhos e TRS
Acetato de sec-butila [105-46-4] (1965)	200 ppm	—	—	116,16 Irr olhos e TRS
Acetato de terc-butila [540-88-5] (1965)	200 ppm	—	—	116,16 Irr olhos e TRS
Acetato de 2-butoxietila [EGBEA] [112-07-2] (2000)	20 ppm	—	A3	160,2 Hemólise
Acetato de etila [141-78-6] (1979)	400 ppm	—	—	88,10 Irr olhos e TRS
Acetato de 2-etoxietila [DEEMG] [111-15-9] (1981)	5 ppm	—	Pele; BEI	132,16 Dano reprodutivo masculino
Acetato de sec-hexila [108-84-9] (1963)	50 ppm	—	—	144,21 Irr olhos e TRS
Acetato de isobutila [110-19-0] (1966)	150 ppm	—	—	116,16 Irr olhos e TRS
Acetato de isopropila [108-21-4] (2001)	100 ppm	200 ppm	—	102,13 Irr olhos e TRS; compr SNC
Acetato de metila [79-20-9] (1992)	200 ppm	250 ppm	—	74,08 Dor de cabeça; Irr olhos e TRS; dano nervo ocular

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY <sup>o</sup>
Acetato de 2-metoxietila [EGMEA] [110-49-6] (2005)	0,1 ppm	—	Pele	118,13	Efe hematológico; efe reprodutivo
Acetato de n-propila [109-60-4] (1962)	200 ppm	250 ppm	—	102,13	Irr olhos e TRS
Acetato de pentila, todos isômeros [628-63-7; 626-38-0; 123-92-2; 625-16-1; 624-41-9; 620-11-1] (1997)	50 ppm	100 ppm	—	130,20	Irr TRS
Acetato de vinila [108-05-4] (1992)	10 ppm	15 ppm	A3	86,09	Irr olhos, pele e TRS; compr SNC
Acetileno [74-86-2] (1990)	—	asfixiante simples <sup>(b)</sup>	—	26,02	Asfixia
Acetofenona [98-86-2] (1990)	10 ppm	—	—	120,15	Irr olhos
Acetona [67-64-1] (1996)	500 ppm	750 ppm	A4; BEI	58,05	Irr TRS e olhos; compr CNS, efe hematológico
Acetona clardrina [75-86-5], como CN (1991)	—	C 5 mg/m <sup>3</sup>	Pele	85,10	Irr TRS; dor de cabeça; hipoxia; cianose
Acetonitrila [75-05-8] (1996)	20 ppm	—	Pele; A4	41,05	Irr TRI
Ácido acético [64-19-7] (2003)	10 ppm	15 ppm	—	60,00	Irr TRS e olhos, func pulm
Ácido acetoilsalicílico (Aspirina) [50-78-2] (1977)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	180,15	Irr pele e olhos
Ácido acrílico [79-10-7] (1986)	2 ppm	—	Pele; A4	72,06	Irr TRS



Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Pele	27.03	Várias
Ácido bromídrico - ver brometo de hidrogênio					
Ácido cianídrico, e sais de Cianetos, como CN (1991)		C 4,7 ppm	Pele		
Ácido cianídrico [74-90-8]					
Sais de Cianeto [692-01-8; 151-50-8; 143-33-3]		C 5 mg/m <sup>3</sup>	Pele		
Ácido clorídrico - ver cloreto de hidrogênio					
Ácido 2-cloropropiônico [598-78-7] (1988)	0,1 ppm		Pele	108,53	Dano reprodução masculino
Ácido dicloroacético [79-43-6] (2002)	0,5 ppm		Pele; A3	128,9	Irr olhos e TRS; dano testicular
Ácido 2,2-dicloropropiônico [75-99-0] (1997)	5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>ST</sup> )		A4	142,37	Irr olhos e TRS
Ácido 2-etil hexanóico [149-57-5] (1998)	5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>ST</sup> )			144,24	Efeite teratogênico
Ácido fluorídrico - ver fluoreto de hidrogênio					
Ácido fórmico [64-18-6] (1965)	5 ppm	10 ppm		46,02	Irr olhos, pele e TRS
Ácido fosfórico [7664-38-2] (1992)	1 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>		98,00	Irr olhos, pele e TRS
Ácido metacrilico [79-41-4] (1992)	20 ppm			86,09	Irr olhos e pele
Ácido monocloraacético [79-11-8] (2005)	0,5 ppm( <sup>ST</sup> )		Pele, A4	94,5	Irr TRS
Ácido nítrico [7637-37-2] (1992)	2 ppm	4 ppm		63,02	Irr olhos e TRS; corrosão dental

VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Ácido oxálico [144-62-7] (1992)	1 mg/m <sup>3</sup>	2 mg/m <sup>3</sup>		90,04	Irr olhos, pele e TRS
Ácido picrico [88-89-1] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>			229,11	Sens pele; dermatite; irr olhos
Ácido propiônico [79-09-4] (1977)	10 ppm			74,08	Irr olhos, pele e TRS
Ácido sulfúrico [7664-93-8] (2000)	0,2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>ST</sup> )		A <sub>2</sub> <sup>M</sup>	98,08	Função pulmonar
Ácido teraftálico [100-21-0] (1990)	10 mg/m <sup>3</sup>			166,13	
Ácido tioglicólico [68-11-1] (1992)	1 ppm		Pele	92,12	Irr olhos e pele
Ácido tricloroacético [76-03-8] (1992)	1 ppm		A3	163,39	Irr olhos e TRS
Acetilamida [79-06-1] (2003)	0,03 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>ST</sup> )		Pele; A3	71,08	SNC compr
Acetilato de n-butila [141-32-2] (1996)	2 ppm		SEN; A4	128,17	Irr olhos, pele e TRS
Acetilato de etila [140-88-5] (1986)	5 ppm	15 ppm	A4	100,11	Irr olhos, TRS e G; compr SNC; sen pele
Acetilato de 2-hidroxipropila [999-61-1] (1997)	0,5 ppm		Pele; SEN	130,14	Irr olhos e TRS
Acetilato de metila [96-33-3] (1987)	2 ppm		Pele; A4; SEN	86,09	Irr olhos; dano olhos; irr pele e TRS
Acrilonitrila [107-13-1] (1997)	2 ppm		Pele; A3	53,05	SNC compr; irr TRI
Acroleína [107-02-8] (1995)		C 0,1 ppm	Pele; A4	56,06	Irr TRS e olhos; Edema pulm; enfisema pulm
Adiponitrila [111-89-3] (1990)	2 ppm		Pele	108,10	Irr TRS a TRI
Aguarás mineral (varcos) [8052-41-3] (1980)	100 ppm			140,00	Dano olhos, pele e rins; náusea; compr SNC



Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso mol.	Base do TLV
p-Anisidina [104-94-9] (1979)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>M</sub>	123,15	MeHb-emia
Antimônio [7440-36-0] e compostos, como Sb (1979)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	121,75	Irr TRI e pele
ANTU [86-86-4] (1990)	0,3 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	202,27	Efe. tóxicos; náusea
Argônio [7440-37-1] (1990)	—	Asfixiante simples <sup>(b)</sup>	(BEI)	39,95	Asfixia
‡ Arseniato de chumbo [3687-31-8], como Pb <sub>3</sub> (AsO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (1990)	{0,15mg/m <sup>3</sup> }	{—}	(BEI)	{347,13}	{Dano GI; compr SNC; dano rins; efe hematológico}
Arseniato de Galio [1303-00-0] (2004)	0,0003 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>(b)</sup> )	—	A3	144,64	Irr TRI
Arsênico, [7440-38-2] e compostos inorgânicos, como As (1990)	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	A1; BEI	74,92	Câncer do pulmão
Arsina [7784-42-1] (2006)	0,005 ppm	—	—	Vários	—
Asbesto, todas as formas [1332-21-4] (1994)	0,1 fcc ( <sup>(f)</sup> )	—	A1	77,95	Compr. SNP, SV; Fígado; Rins
Asfalto (betume), fumos [8052-42-4], como aerossol solúvel em benzeno (1999)	0,5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>(f)</sup> )	—	A4; BEI <sub>P</sub>	NA	Pneumoconiose; câncer do pulmão;
Atrazine [1912-24-9] (1985)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	216,06	mesotelioma

VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV <sup>a</sup>
Ázida de sódio [26628-22-8], (1992)	—	0,29 mg/m <sup>3</sup>	A4	65,02	Compr card; dano pulmão
como azida de sódio	—	0,11 ppm	A4	—	—
como vapor de ácido hidrazóico	0,2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>(m)</sup> )	—	Pele; SEN; A4; BEI <sub>A</sub>	317,34	Inib colinesterase
Azinhofos-metil [86-50-0] (1999)	—	—	—	—	—
Bário [7440-39-3] e compostos solúveis, como Ba (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	137,30	Irr olhos, pele e GI; estim músculos
* Benomil [17804-35-2] (2007)	1 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>(b)</sup> )	—	SEN; A3	290,32	(Irr olhos)
Benzeno [71-43-2] (1996)	0,5 ppm	2,5 ppm	Pele; A1; BEI	78,11	Leucemia
Benzidina [92-87-5] (1979)	— <sup>(A)</sup>	—	Pele; A1	184,23	Câncer de bexiga
Benzol(a)antraceno [56-55-3] (1990)	— <sup>(A)</sup>	—	A2; BEI <sub>P</sub>	228,30	Câncer de pele
Benzol(b)fluoranteno [205-99-2] (1990)	— <sup>(A)</sup>	—	A2; BEI <sub>P</sub>	252,30	Câncer
Benzol(a)pireno [50-32-8] (1990)	— <sup>(A)</sup>	—	A2; BEI <sub>P</sub>	252,30	Câncer
‡ Berílio [7440-41-7] e compostos, como Be	{0,002 mg/m <sup>3</sup> }	{0,01 mg/m <sup>3</sup> }	{—}; A1	9,01( )	{Câncer (Pulmão); Berilose}
Bifenil [92-52-4] (1979)	0,2 ppm	—	—	154,20	Função pulmonar
Bissulfato de sódio [7631-90-5] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	104,07	Irr olhos, pele e TRS



Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
*Borracha natural, latex [9006-04-6] (2007)					
como Proteínas Totais	0,0001 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; SEN	Vários	Sen pele
Boratos, compostos inorgânicos [1330-43-4; 1303-96-4; 10043-35-3; 12179-04-3] (2004)	2 mg/m <sup>3</sup>	6 mg/m <sup>3</sup>	A4	Vários	Irr TRS
Bromacil [314-40-9] (1976)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A3	261,11	Efe tireóide
Bromoeto de etila [74-96-4] (1990)	5 ppm	—	Pele; A3	108,98	Dano fígado; compr SNC
Bromoeto de hidrogênio [10035-10-6] (2001)	—	C 2 ppm	—	80,92	Irr TRS
Bromoeto de metila [74-83-9] (1994)	1 ppm	—	Pele; A4	94,95	Irr pele e TRS
Bromoeto de vinila [593-60-2] (1996)	0,5 ppm	—	A2	106,96	Câncer de fígado
Bromo [7726-95-6] (1991)	0,1 ppm	0,2 ppm	—	159,81	Irr TRS; dano pulmão; Irr TRI
‡ Bromofórmio [75-25-2] (1988)	0,5 ppm	—	(Pele); A3	252,80	(Irr TRS; dano fígado)
1-Bromopropano [106-94-5] (2003)	10 ppm	—	—	122,99	Dano fígado; dano embrionofetal; neurotoxicidade;
1,3-Butadieno [106-99-0] (1994)	2 ppm	—	A2	54,09	Câncer
Butano, todos os isômeros [106-97-8; 75-28-5]	ver hidrocarbonetos Alifáticos gasosos: Alcanos (C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> )				

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
*Butenos, todos os isômeros [106-98-9; 107-01-7; 590-18-1; 624-64-6; 25167-67-3]	250 ppm	—	—	58,11	et sobre o peso do corpo
Isobuteno [115-11-7] (2007)	250 ppm	—	A4	—	irr TRS; et sobre peso do corpo.
n-Butil mercaptana [109-79-5] (1968)	0,5 ppm	—	—	90,19	Irr TRS
n-Butilamina [109-73-9] (1985)	—	C 5 ppm	Pele	73,14	Dor de cabeça; Irr olhos e TRS
o-sec Butileno [89-72-5] (1977)	5 ppm	—	Pele	150,22	Irr olhos, pele e TRS
p-terc-Butilolueno [98-51-1] (1990)	1 ppm	—	—	148,18	Irr olhos e TRS; náusea
2-Butóxi etanol (EBMEG)[111-76-2] (1996)	20 ppm	—	A3	118,17	Irr olhos e TRS
Cádmio [7440-43-9] e compostos, como Cd (1990)	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	A2; BEI	112,40	Dano rins
	0,002 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>m</sup> )	—	A2; BEI	Vários	
Carbeto clorado [8001-35-2] (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup>	Pele; A3	414,00	Convulsão SNC; dano fígado
Cânfora, sintética [76-22-2] (1990)	2 ppm	3 ppm	A4	152,23	Irr olhos e TRS; anosmia
Caolim [1332-58-7] (1990)	2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>alc</sup> )	—	A4	—	Pneumoconiose
Caprolactama [105-60-2] (1987)	5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>ap</sup> )	—	A5	113,16	Irr TRS
Captao [2425-06-1] (1990)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4	349,06	Irr pele
Captao [133-06-2] (1999)	5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>m</sup> )	—	SEN; A3	300,60	Irr pele

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
*Carbairil [63-25-2] (2007)	0,5 mg/m <sup>3</sup> (T <sub>10</sub> )	—	Pele; A4; BEI <sub>k</sub>	201,20	irrit. ox. inestável; dano repto e embrionário.
Carbureto de silício [409-21-2] (1999)	—	40,10	—	—	—
Não-fibroso	10 mg/m <sup>3</sup> (E)	—	—	—	irrit. TRS
	3 mg/m <sup>3</sup> (E)	—	—	—	irrit. TRS
Fibroso (incluindo filamentos)	0,1 f/cc <sup>3</sup>	—	A2	—	Mesotelioma; câncer
Carboturano [1563-66-2] (2001)	0,1 mg/m <sup>3</sup> (T <sub>10</sub> )	—	A4; BEI <sub>k</sub>	221,30	irrit. col. inestável
Carvão, poeiras (1995)	—	—	—	—	—
Anticão	0,4 mg/m <sup>3</sup> (E)	—	A4	—	Dano pulmão; Fibrose pulmonar
Bitumoso	0,9 mg/m <sup>3</sup> (E)	—	A4	—	Dano pulmão; Fibrose pulmonar
Catecol [120-80-9] (1985)	5 ppm	—	Pele; A3	110,11	irrit. olhos e TRS; dermatite
Cellulose [9004-34-6] (1985)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	NA	irrit. TRS
Cereais, poeira (aveia, cevada, trigo) (1985)	4 mg/m <sup>3</sup> (E)	—	—	NA	Bronquite; irrit. TRS; função pulmonar
Ceteno [463-51-4] (1982)	0,5 ppm	1,5 ppm	—	42,04	irrit. TRS; edema pulmonar
Citumbo [7439-92-1] e compostos inorgânicos, como Pb (1981)	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	AS; BEI	207,20	Compr. SNC; compr. SNP; efe. hematológico
Chumbo tetraetil [78-00-2], como Pb (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4	323,45	Compr. SNC

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Chumbo tetraetil [75-74-1], como Pb (1992)	0,15 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	267,33	Compr. SNC
Cianamida [420-04-2] (1974)	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	42,04	irrit. olhos e pele
Cianamida de cálcio [156-62-7] (1973)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	80,11	irrit. olhos e TRS
Cianeto de hidrogênio veja ácido cianídrico	—	—	—	—	—
Cianoceto de etila [7085-85-0] (1995)	0,2 ppm	—	—	125,12	irrit. pele e TRS
2-Cianoceto de metila [137-05-3] (1995)	0,2 ppm	—	—	111,10	irrit. olhos e TRS
Cianogênio [460-19-5] (1966)	10 ppm	—	—	52,04	irrit. olhos e TPL
Ciclohexano [110-82-7] (1964)	100 ppm	—	—	84,16	Compr. SNC
Ciclohexanol [108-93-0] (1979)	50 ppm	—	Pele	100,16	irrit. olhos; Compr. SNC
Ciclohexanona [108-94-1] (1990)	20 ppm	50 ppm	Pele; A3	98,14	irrit. olhos e TRS
Ciclohexeno [110-83-8] (1964)	300 ppm	—	—	82,14	irrit. olhos e TRS
Ciclohexilamina [108-91-8] (1990)	10 ppm	—	A4	99,17	irrit. olhos e TRS
Ciclorita [121-82-4] (1994)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4	222,26	Dano fígado
Ciclopentadieno [542-92-7] (1963)	75 ppm	—	—	66,10	irrit. olhos e TRS
Ciclopentano [287-92-3] (1978)	600 ppm	—	—	70,13	irrit. olhos, pele e TRS; Compr. SNC
Cinexatin [113121-70-5] (1990)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	385,16	irrit. TRS; efe. peso do corpo; dano rins

## VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
‡ Cimento Portland [65997-15-1] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup> (6)	—	(-)	—	(Irritação; dermatite)
Cipodol [2971-90-6] (1972)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	192,06	Irr TRS
Clordane [57-74-9] (1985)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	409,80	Dano fígado
Cloreto de alúmina [107-05-1] (1990)	1 ppm	2 ppm	A3	76,50	Olhos e Irr TRS; dano fígado e rins
Cloreto de amônio - fumos [12125-02-9] (1970)	10 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	—	53,50	Irr TRS e olhos
Cloreto de benzila [100-44-7] (1990)	1 ppm	—	A3	126,58	Irr olhos, pele e TRS
Cloreto de benzila [98-88-4] (1992)	—	C 0,5 ppm	A4	140,57	Irr TRS e olhos
Cloreto de benzofenona [98-88-4] (1992)	—	C 0,3 ppm	—	61,48	Edema pulmonar, Irr olhos, pele e TRS
Cloreto de cianogênio [506-77-4] (1977)	—	C 0,3 ppm	—	112,95	Irr TRS
Cloreto de cloracetila [79-04-9] (1988)	0,05 ppm	0,15 ppm	Pele	154,92	Irr pele e TRS
Cloreto de cromila [14977-61-8] (1990)	0,025 ppm	—	—	107,54	(Câncer pele; Irr olhos)
Cloreto de dimetil carbonila [79-44-7] (2006)	0,005 ppm	—	Pele; A2	135,03	Irr olhos, pele e TRS
Cloreto de enxofre [10025-67-9] (1986)	—	C 1 ppm	—	64,52	Dano fígado
Cloreto de etila [75-00-3] (1992)	100 ppm	—	Pele; A3	36,47	Irr TRS
Cloreto de hidrogênio [7647-01-0] (2000)	—	C 2 ppm	A4	50,49	compr. SNC; dano fígado e rins; dano testicular, etc teratogênico
Cloreto de metila [74-87-3] (1992)	50 ppm	100 ppm	Pele; A4	—	—

## VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
* Cloreto de polivinila (PVC) [9002-86-2] (2007)	1 mg/m <sup>3</sup> (6)	—	A4	Vários	Pneumoconiose; Irr TRS; alteração da função pulmonar
‡ Cloreto de itonila [7719-09-7] (1992)	—	(C 1 ppm)	—	118,98	(Irr olhos e TRS)
Cloreto de vinila [75-01-4] (1997)	1 ppm	—	A1	62,50	Câncer de pulmão; dano fígado
Cloreto de vinilideno [75-35-4] (1992)	5 ppm	—	A4	96,95	Dano fígado e rins
Cloreto de zinco (fumos) [7646-85-7] (1992)	1 mg/m <sup>3</sup>	2 mg/m <sup>3</sup>	—	136,29	Irr TRS e TRI
Cloro [7782-50-5] (1986)	0,5 ppm	1 ppm	A4	70,91	Irr olhos e TRS
Cloroacetaldeído [107-20-0] (1990)	—	C 1 ppm	—	78,50	Irr olhos e TRS
2-Cloroacetofenona [532-27-4] (1990)	0,05 ppm	—	A4	154,59	Irr olhos, pele e TRS
Cloroacetona [78-95-5] (1986)	—	C 1 ppm	Pele	92,53	Irr olhos e TRS
Clorobenzeno [108-90-7] (1988)	10 ppm	—	A3; BEI	112,56	Dano fígado
o-Clorobenzilideno malonitrila [2686-41-1] (1990)	—	C 0,05 ppm	Pele; A4	188,61	Irr TRS; sen pele
Clorobrometano [74-97-5] (1979)	200 ppm	—	—	129,39	Compr SNC; dano fígado
Clorodifenil (42% de Cloro) [53469-21-9] (1979)	1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	266,50	Dano fígado; Irr olhos; Cloracne
Clorodifenil (54% de Cloro) [11097-69-1] (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	328,40	Irr TRS; Cloracne; dano fígado
Cloroformo [75-09-1] (1988)	1000 ppm	—	A4	86,47	Compr SNC; asfúxia; sens card

Substância [ N° CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
o-Clorestireno [2039-87-4] (1972)	50 ppm	75 ppm	—	138,60	Compr SNC; neuropatia periférica
Ciclofornio [67-66-3] (1990)	10 ppm	—	A3	119,38	Dano fígado; dano embrion/fetal; compr. SNC
1-Cloro, 1-nitropropano [600-25-9] (1971)	2 ppm	—	—	123,54	Irr olhos; edema pulmonar
Clorpenitilfluoretano [76-15-3] (1978)	1000 ppm	—	—	154,47	Sens card
1-Cloro-2-propanol [127-00-43] e					
2-Cloro-1-propanol [78-89-7] (1999)	1 ppm	—	Pele; A4	94,54	Dano fígado
Cloropictina [76-08-2] (1990)	0,1 ppm	—	A4	164,39	Irr olhos; edema pulmonar
Cloropifos [2921-88-2] (2000)	0,1 mg/m <sup>3</sup> (ppm)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	350,57	Inib colinesterase
β-Ciclopreno [126-99-8] (1990)	10 ppm	—	Pele	88,54	Irr olhos e TRS
o-Clorotolueno [95-49-8] (1971)	50 ppm	—	—	126,59	Irr olhos, pele e TRS
Cobalto [7440-48-4], e				58,93	
compostos inorgânicos, como Co (1993)	0,02 mg/m <sup>3</sup>	—	A3; BEI	Vários	Asma; Função pulmonar; efe miocárdial
Cobalto carbonila [10210-68-1], como Co (1990)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	341,94	Edema pulmonar; dano baço
Cobalto hidrocarbonila [16842-03-8], como Co (1990)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	171,98	Edema pulmonar; dano pulmão

## VALORES ADOTADOS

Substância [ N° CAS]	Notações		Peso Mol.	Base do TLV*
	TWA	STEL		
Cobre [7440-50-8] (1990)	0,2 mg/m <sup>3</sup> → 0,176	—	63,55	(Irritação; Gi; Febre dos Fumos Metálicos)
Fumos	1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
Poeiras e névoas, como Cu	0,05 mg/m <sup>3</sup> (ppm)	—	362,8	Inibição da colinesterase
Coumaphos [56-72-4] (2005)	—	—	—	—
‡ Cresol (todos os isômeros) [1319-77-3];				
95-48-7; 108-39-4; 105-44-5], (1979)	(5 ppm)	—	108,14	(Irr olhos, pele e TRS)
Críseno [218-01-9] (1990)	— <sup>(1)</sup>	—	228,30	Câncer
Cromato de terc-bulita,				
como CrO <sub>3</sub> [1189-85-1] (1960)	—	C 0,1 mg/m <sup>3</sup>	230,22	Irr pele e TRI
Cromato de cálio [13765-19-0], como Cr (1999)	0,001 mg/m <sup>3</sup>	—	156,09	Câncer pulmão
Cromato de chumbo [7758-97-6], como Pb	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	323,22	Dano reprodutivo masculino;
(1990) como Cr	0,012 mg/m <sup>3</sup>	—	—	efe teratogênico; vasoconstrição
Cromato de estrôncio [7789-06-2], como Cr (1999)	0,0005 mg/m <sup>3</sup>	—	203,61	Câncer
Cromatos de zinco [13530-65-9];				
11103-86-9; 37300-23-5], como Cr (1992)	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	Vários	Câncer nasal
				A1

## — Valores Adotados

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Cromita - processamento do minério (Cromato), como Cr	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	A1	—	Câncer pulmonar
Cromo, [7440-47-3] e compostos inorgânicos, como Cr (1991)					
Metal e compostos de Cr III	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Vários	Irr pele e TRS
Compostos de Cr VI solúveis em água,	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	A1; BE1	Vários	Irr TRS; câncer
Compostos de Cr VI insolúveis	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	A1	Vários	Câncer pulmão
Crotoraldeído [4170-30-3] (1995)	—	C 0,3 ppm	Pele; A3	70,09	Irr olhos e TRS
Cruformato [299-86-5] (1971)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4; BE1A	291,71	Inib colinesterase
Cumeno [98-82-8] (1997)	50 ppm	—	—	120,19	Irr olhos, pele e TRS; compr SNC
2,4 D [94-75-7] (1990)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	221,04	Irr pele e TRS
DDT [50-29-3] (1979)	1 mg/m <sup>3</sup>	—	A3	354,50	Dano fígado
Decaborano [17702-41-9] (1979)	0,05 ppm	0,15 ppm	Pele	122,31	Conv SNC; decréscimo cognitivo
Demeton [8065-48-3] (1998)	0,05 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>100</sup> )	—	Pele; BE1A	258,34	Inib colinesterase
Demeton-S-methyl [919-86-8] (1998)	0,05 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>100</sup> )	—	Pele; SEN; A4; BE1A	230,3	Inib colinesterase
Diacetona álcool [123-42-2] (1979)	50 ppm	—	—	116,16	Irr olhos e TRS

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
α,α-Diamina m-xileno [1477-55-0] (1992)	—	C 0,1 mg/m <sup>3</sup>	Pele	136,20	Irr olhos, pele e GI
Diazinon [333-41-5] (2000)	0,01 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>100</sup> )	—	Pele; A4; BE1A	304,36	Inib colinesterase
Diazometano [334-88-3] (1970)	0,2 ppm	—	A2	42,04	Irr olhos e TRS
Diborano [19287-45-7] (1990)	0,1 ppm	—	—	27,69	Irr TRS; dor de cabeça
Dibrometo de etileno [106-93-4] (1980)	—	—	Pele; A3	187,88	
2-N-Dibutilaminoetanol [102-81-8] (1980)	0,5 ppm	—	Pele; BE1A	173,29	Irr olhos e TRS
Diclopentadieno [77-73-6] (1979)	5 ppm	—	—	132,21	Irr olhos, TRI e TRS
Dicloro eto propileno [78-87-5] (2005)	10 ppm	—	SEN; A4	112,99	Irr TRS; efe peso do corpo
o-Diclorobenzeno [95-50-1] (1990)	25 ppm	50 ppm	A4	147,01	Irr olhos e TRS; dano fígado
p-Diclorobenzeno [106-46-7] (1990)	10 ppm	—	A3	147,01	Irr olhos; dano rins
3,3'-Diclorobenzidina [91-94-1] (1990)	— <sup>(1)</sup>	—	Pele; A3	253,13	Câncer bexiga; irr olhos
1,4-Dicloro-2-buteno [764-41-0] (1990)	0,005 ppm	—	Pele; A2	124,99	Irr olhos e TRS
Diclorodifluorometano [75-71-8] (1979)	1000 ppm	—	A4	120,91	Sens card
1,3-Dicloro-5,5-dimetilhidantoina [118-52-5] (1979)	0,2 mg/m <sup>3</sup>	0,4 mg/m <sup>3</sup>	—	197,03	Irr TRS
1,1-Dicloroetano [75-34-3] (1977)	100 ppm	—	A4	98,97	Irr olhos e TRS; dano fígado e rins
				98,98	Dano fígado; náusea

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
1,2-Dicloroetileno, todos os isômeros [540-59-0; 156-59-2; 156-60-5] (1990)	200 ppm	—	—	96,95	Compr SNC; Irr olhos
Diclorofluoretano [75-43-4] (1977)	10 ppm	—	—	102,92	Dano fígado
Diclorometano [75-09-2] (1997)	50 ppm	—	A3; BEI	84,93	COHb-emia; Compr SNC;
1,1-Dicloro-1-nitroetano [594-72-9] (1978)	2 ppm	—	—	143,96	Irr TRS
1,2-Dicloropropano (Dicloroacetileno) [7572-29-4] (1992)	—	C 0,1 ppm	A3	94,93	Náusea; Compr. SNP
1,3-Dicloropropeno [542-75-6] (2003)	1 ppm	—	Pele, A3	110,98	Dano fígado
Diclorotetrafluoreto [76-14-2] (1979)	1000 ppm	—	A4	170,93	Função pulmonar
Diclorvos (DDVP) [62-73-7] (1998)	0,1 mg/m <sup>3</sup> <sup>8FW</sup>	—	Pele; SEN; A4; BEI <sub>A</sub>	220,98	Inib colinesterase
Diclorotos [141-66-2] (1998)	0,05 mg/m <sup>3</sup> <sup>8FW</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	237,21	Inib colinesterase
Dieldrin [60-57-1] (1994)	0,25 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele, A4	380,93	Dano fígado; conv SNC
Diesel, combustível [68334-30-5; 68476-30-2; 68476-31-3; 68476-34-6; 77650-28-3], como hidrocarbonetos totais (2007)	100 mg/m <sup>3</sup> <sup>8FW</sup>	—	Pele, A3	Vários	Dermatite
† Ditalanilina [111-42-2] (1992)	(2 mg/m <sup>2</sup> )	—	Pele( )	105,14	(Dano fígado e rins; dor de cabeça)

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Diethylamina [109-89-7] (1992)	5 ppm	15 ppm	Pele; A4	73,14	Irr olhos e TRS
2-Dietilaminoetanol [100-37-8] (1991)	2 ppm	—	Pele	117,19	Irr TRS; conv SNC
Dietilcetona [98-22-0] (1995)	200 ppm	300 ppm	—	86,13	Irr TRS; compr SNC
Dietileno triamina [111-40-0] (1985)	1 ppm	—	Pele	103,17	Irr olhos e TRS
Difenilamina [122-39-4] (1990)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	163,24	Dano fígado e rins; efe hematológico
Difluordibromometano [75-61-6] (1982)	100 ppm	—	—	209,83	Irr TRS; dano fígado; compr SNC
Difluoreto de oxigênio [7783-41-7] (1983)	—	C 0,05 ppm	—	54,00	Dor de cabeça; edema pulmonar; Irr TRS
Dihidroclorato de piperazina [142-64-3] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	159,05	Irr olhos e pele; sens pele; asma
Disobutyl cetona [108-83-8] (1979)	25 ppm	—	—	142,23	Irr olhos e TRS
Dissocianato de isoflora [4098-71-9] (1985)	0,005 ppm	—	—	222,30	Sens resp
Disopropilamina [108-18-9] (1979)	5 ppm	—	Pele	101,19	Irr TRS; dano olhos
N,N-Dimetilacetamida [127-19-5] (1990)	10 ppm	—	Pele; A4; BEI	87,12	Dano fígado; dano embrion/fetal
Dimetilamina [124-40-3] (1989)	5 ppm	15 ppm	A4	45,08	Irr TRS; dano GI
Dimetilamina [N,N-Dimetilamina] [121-69-7] (1990)	5 ppm	10 ppm	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	121,18	MetHb-emia
Dimetiloxsilano [14657-34-2] (1991)	0,5 ppm	1,5 ppm	—	104,20	Irr olhos e TRS; Dor de Cabeça
Dimetilformamida [68-12-2] (1979)	10 ppm	—	Pele; A4; BEI	73,09	Dano fígado

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Dimetilato [131-11-3] (2005)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	194,19	Irr olhos e TRS
1,1-Dimetilhidrazina [57-14-7] (1993)	0,01 ppm	—	Pele; A3	60,12	Irr TRS; câncer nasal
Dinitrato de etileno glicol (DNEG) [628-96-6] (1980)	0,05 ppm	—	Pele	152,06	Vasodilatação; Dor de cabeça
Dinitrato de propileno glicol [6423-43-4] (1980)	0,05 ppm	—	Pele; BEI <sub>u</sub>	166,09	Dor de cabeça; compr SNC
Dinitrobenzeno, (todos os isômeros)					
[528-29-0; 99-65-0; 100-25-4; 25154-54-5] (1979)	0,15 ppm	—	Pele; BEI <sub>u</sub>	168,11	Melh-embia; dano olhos
Dinitro-o-cresol [534-52-1] (1979)	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	198,13	Basal Metab
3,5-Dinitro-o-toluenamida [148-01-6] (2006)	1 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	225,16	Danos fígado
Dinitrotolueno [25321-14-6] (1993)	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3; BEI <sub>u</sub>	182,15	Compr card; efe reprodutivo
1,4-Dioxano [123-91-1] (1996)	20 ppm	—	Pele; A3	88,10	Dano fígado
Dioxathion [78-34-2] (2001)	0,1 mg/m <sup>3</sup> †	—	Pele; A4; BEI <sub>u</sub>	456,54	Inib colinesterase
Dióxido de carbono [124-38-9] (1983)	5000 ppm	30000 ppm	—	44,01	Asfixia
Dióxido de cloro [10049-04-4] (1891)	0,1 ppm	0,3 ppm	—	67,46	Irr TRI; Bronquite
‡ Dióxido de enxofre [7446-09-5] (1982)	(2 ppm)	(5 ppm)	A4	64,07	Irr (TRS) e TRI
1,3-Dioxolano [646-06-0] (1997)	20 ppm	—	—	74,08	Efe hematológico
Dióxido de nitrogênio [10102-44-0] (1978)	3 ppm	5 ppm	A4	46,01	Irr TRS e TRI

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Dióxido de titânio [13463-67-7] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	79,90	Irr TRI
Dióxido de vinilciclohexano [106-87-6] (1994)	0,1 ppm	—	Pele; A3	140,18	Dano reprodutivo masculino e feminino
Dipropil cetona [123-19-3] (1978)	50 ppm	—	—	114,80	Irr TRS
Diquat [2764-72-9; 85-00-7; 6385-82-2] (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup> ‡	—	Pele; A4	Vários	Irr TRI; catarata
	0,1 mg/m <sup>3</sup> §	—	Pele; A4		Irr TRI; catarata
Dissulfeto de alil propila [2179-59-1] (2001)	0,5 ppm	—	SEN	148,16	Irr TRS e olhos
Dissulfeto de carbono [75-15-0] (2005)	1 ppm	—	Pele; A4	76,14	Compr SNP
Dissulfeto de dimetila [624-92-0] (2006)	0,5 ppm	—	Pele	94,2	Irr TRS; danos SNC
Disulfiram [97-77-6] (1979)	2 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	296,54	Vasodilatação; náusea
Disulfoton [298-04-4] (2000)	0,05 mg/m <sup>3</sup> ¶	—	Pele; A4; BEI <sub>u</sub>	274,38	Inib colinesterase
Duron [330-54-1] (1974)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	233,10	Irr TRS
Divinil benzano [1321-74-0] (1990)	10 ppm	—	—	130,19	Irr TRS
Dodecilt mercaptana [112-55-0] (2001)	0,1 ppm	—	SEN	202,4	Irr TRS
‡ Endosulfan [115-29-7] (1990)	(0,1 mg/m <sup>3</sup> )	—	Pele; A4	406,95	(Dano fígado; compr SNC; dano rins)
Endrin [72-20-8] (1979)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4	380,93	Dano fígado; compr SNC; dor de cabeça

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Epilidrina [106-89-8] (1994)	0,5 ppm	—	Pele, A3	92,53	Irr TRS; reprodução masculina
EPN [2104-64-5] (2000)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	323,31	Inib colinesterase
Estantio [7440-31-5], como Sn (1992)					
Metal	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	118,69	
Compostos inorgânicos e óxido, exceto hidreto de estanho	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	Pneumoconiose; Irr olhos e TRS; dor de cabeça; náusea
Compostos orgânicos	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,2 mg/m <sup>3</sup>	Pele; A4	Vários	Vários
Estearatos <sup>6)</sup> (1985)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Vários	Irr olhos, pele e TRS
Estireno, monômero [100-42-5] (1996)	20 ppm	40 ppm	A4; BEI	104,16	Compr SNC; Irr TRS; neuropatia periférica
Estriquina [57-24-8] (1992)	0,15 mg/m <sup>3</sup>	—	—	334,40	Compr SNC
Etilano [74-84-0]					
† Etilano [64-17-5] (1979)	(1000 ppm)	(—)	(A4)	46,07	(Irr olhos e TRS; compr SNC)
Etanolamina [141-43-5] (1985)	3 ppm	6 ppm	—	61,08	Irr olhos e pele
Éter ali glicídico (EAG) [106-92-3] (1995)	1 ppm	—	A4	114,14	Irr TRS; dermatite; Irr olhos e pele;
Éter n-Butil glicídico (EGB) [2426-08-6] (2002)	3 ppm	—	Pele; SEN	130,21	Dano testicular
Éter bis-(Clorometílico) [542-88-1] (1979)	0,001 ppm	—	A1	114,96	Câncer pulmão

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Éter bis (2-dimetilaminoetil) (1997) (EBAE) [3093-62-3]	0,05 ppm	0,15 ppm	Pele	160,26	Irr olhos, pele e TRS
Éter dicloroetilico [111-44-4] (1985)	5 ppm	10 ppm	Pele; A4	143,02	Irr olhos e TRS; náusea
Éter diglicídico (EDG) [2238-07-5] (2006)	0,01 ppm	—	A4	130,14	Irr TRS e olhos; danos repr. homem
Éter etil terc-butílico (EETB) [637-92-3] (1997)	5 ppm	—	—	102,18	Função pulmonar; dano testicular
Éter etílico [60-29-7] (1966)	400 ppm	500 ppm	—	74,12	compr SNC; Irr TRS
Éter fenílico [101-84-8], vapor (1979)	1 ppm	2 ppm	—	170,20	Irr olhos e TRS; Náusea
Éter fenil glicídico (EFG) [122-60-1] (1992)	0,1 ppm	—	Pele; A3; SEN	150,17	Dano testicular
Éter isopropil glicídico (EIG) [4016-14-2] (1979)	50 ppm	75 ppm	—	116,18	Irr olhos e TRS; dermatite
Éter isopropílico [108-20-3] (1979)	250 ppm	310 ppm	—	102,17	Irr olhos e TRS
Éter isopropílico de monoetileno glicol - veja 2-isopropoxietilano [109-59-1]					
Éter metil terc-amílico (TAME) [994-05-8] (1999)	20 ppm	—	—	102,2	Compr SNC; dano embriofetal
Éter metil terc-butílico (MTBE) [1634-04-4] (1999)	50 ppm	—	A3	88,17	Irr TRS; dano rins
Éter metílico de clorometila [107-30-2] (1979)	— <sup>1)</sup>	—	A2	80,50	Câncer pulmão
Éter metílico de dipropilenoglicol (DPGME) [34590-94-8] (1979)	100 ppm	150 ppm	Pele	148,20	Irr olhos e TRS; compr SNC



## Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Etilí amil cetona [541-85-5] (2006)	10 ppm	—	—	128,21	Neurotoxicidade
Etilí butil cetona [106-35-4] (1995)	50 ppm	75 ppm	—	114,19	compr SNC; Irr olhos e pele
Etilí mercaptana [75-08-1] (2003)	0,5 ppm	—	—	62,13	Irr TRS; compr SNC
N-Etilí morfolina [100-74-3] (1985)	5 ppm	—	Pele	115,18	Irr TRS; Dano olhos
Etilamina [75-04-7] (1991)	5 ppm	15 ppm	Pele	45,08	Irr olhos e pele; dano olhos
Etilbenzeno [100-41-4] (1998)	100 ppm	125 ppm	A3; BEI <sub>A</sub>	106,16	Irr olhos e TRS; compr SNC
Etileno [74-85-1] (2001)	200 ppm	—	A4	28,05	Asfixia
Etileno clorídrico [107-07-3] (1985)	—	C 1 ppm	Pele; A4	80,52	Compr SNC; dano fígado e rins
Etileno diamina [107-15-3] (1990)	10 ppm	—	Pele, A4	60,10	—
Etileno glicol [107-21-1] (1992)	—	C 100 mg/m <sup>3</sup> (M)	A4	62,07	Irr olhos e TRS
Etileno norborneno [162-19-75-3] (1971)	—	C 5 ppm	—	120,19	Irr olhos e TRS
† Etilenoimína [151-56-4] (1979)	(0,5 ppm)	(—)	Pele; A3	43,08	(Bronquite; Irr olhos, pele e TRS)
Etilon [563-12-2] (2000)	0,05 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	384,48	Inib colinesterase
2-Etoxi-etanol [EEMEG] [110-90-5] (1981)	5 ppm	—	Pele; BEI	90,12	Dano reprod masculino; dano embriofetal
Farmínia (poelras) (2001)	0,5 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	SEN	—	Asma; Irr TRS; Bronquite
Fenamiphos [22224-92-6] (2005)	0,05 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	303,40	Inib colinesterase

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
N-Fenil- β -naltilamina [135-88-6] (1992)	—	—	A4	219,29	Câncer
o-Fenileno diamina [95-54-5] (1988)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	A3	108,05	Anemia
m-Fenileno diamina [108-45-2] (1988)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	108,05	Dano fígado; Irr pele
p-Fenileno diamina [106-50-3] (1988)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	108,05	Irr TRS; Sensibilização pele
Fenitiosilina [638-21-1] (1992)	—	C 0,05 ppm	—	110,10	Dermatite; efe hematológico; dano testicular
Fenilhidrazina [100-63-0] (1988)	0,1 ppm	—	Pele; A3	108,14	Anemia; Irr pele e TRS
Fenil mercaptana [108-98-5] (2001)	0,1 ppm	—	Pele	110,18	Compr SNC; Irr olhos e pele
Fenol [108-95-2] (1992)	5 ppm	—	Pele; A4; BEI	94,11	Irr TRS; dano pulmão; compr SNC
Fenotiazina [92-84-2] (1988)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	199,26	Fotosen olhos; Irr pele
Fensulfotión [115-90-2] (2004)	0,01 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	308,35	Inibição da colinesterase
Fenthion [55-38-9] (2005)	0,05 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	278,34	Inibição da colinesterase
† Ferbam [14484-64-1] (1990)	(10 mg/m <sup>3</sup> )	—	A4	416,50	(Irr olhos e TRS)
Ferro, sais solúveis, como Fe (1990)	1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	Irr pele e TRS
Ferro diciclopentadienila como Fe [102-54-5] (1990)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	186,03	Dano fígado
Ferro, óxido (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) [1309-37-1] (2005)	5 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	A4	159,70	Pneumoconiose

3,08

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Ferrovanádio, poeira [12604-58-9] (1990)	1 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Irr olhos, TRI e TRS
Fibras Vitreas Síntéticas (1999)					
Fibras de vidro de filamento contínuo	1 f/cc (F)	—	A4	—	Irr TRS
Fibras de vidro de filamento contínuo	5 mg/m <sup>3</sup> 0	—	A4 <sup>+</sup>	—	Irr TRS
Fibras de lá de vidro	1 f/cc (F)	—	A3	—	—
Fibras de lá de rocha	1 f/cc (F)	—	A3	—	—
Fibras de escória mineral	1 f/cc (F)	—	A3	—	—
Fibras de vidro finalidades especiais	1 f/cc (F)	—	A3	—	—
Fibras cerâmicas refratárias	0,2 f/cc (F)	—	A2	—	Fibrose Pulmonar; função punitonar
Flúor [7782-41-4] (1970)	1 ppm	2 ppm	—	38,00	Irr olhos, pele e TRS
Fluoracetato de sódio [62-74-8] (1992)	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	100,02	Compr SNC; compr cardi; náusea
Fluoretos, como F (1979)	2,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4; BEI	Vários	Dano ossos; fluorose
Fluoreto de carbonila [353-59-4] (1990)	2 ppm	5 ppm	—	66,01	Irr TRI; dano ossos
Fluoreto de hidrogênio [7684-39-3], como F (2004)	0,5 ppm	C 2 ppm	Pele, BEI	20,01	Irr TRS; Irr TRI; Irr olhos e pele; fluorose
Fluoreto de perclonila [7616-94-6] (1982)	3 ppm	6 ppm	—	102,46	Irr TRS e TRI; MeHb-emia; fluorose
Fluoreto de sulfúria [2699-79-8] (1992)	5 ppm	10 ppm	—	102,07	Compr SNC

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Fluoreto de vinila [75-02-5] (1996)	1 ppm	—	A2	46,05	Câncer fígado; dano fígado
Fluoreto de vinilideno [75-38-7] (1996)	500 ppm	—	A4	64,04	Dano fígado
Fonofos [944-22-9] (2005)	0,01 mg/m <sup>3</sup> (m)	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	246,32	Inibição da colinesterase
Forate [298-02-2] (2002)	0,05 mg/m <sup>3</sup> (m)	—	Pele; BEI <sub>A</sub>	260,40	Inib colinesterase
Formaldeído [50-00-0] (1987)	—	C 0,3 ppm	SEN; A2	30,03	Irr olhos e TRS
Formamida [75-12-7] (1985)	10 ppm	—	Pele	45,04	Irr olhos e pele; dano fígado e rins
Formiato de etila [109-94-4] (1970)	100 ppm	—	—	74,08	Irr olhos e TRS
Formiato de metila [107-31-3] (1962)	100 ppm	150 ppm	—	60,05	Irr olhos, TRS e TRI
† Fosfato de dibutil [107-66-4] (1965)	(1 ppm)	(2 ppm)	(—)	210,21	(Irr TRS; dor de cabeça)
Fosfato de dibutil lenila [2528-36-1] (1987)	0,3 ppm	—	Pele; BEI <sub>A</sub>	266,26	Inib colinesterase; Irr TRS
Fosfato de tributil [126-73-8] (1992)	0,2 ppm	—	BEI <sub>A</sub>	266,32	Náusea; dor de cabeça; Irr olhos e TRS
Fosfato de trietila [115-86-6] (1992)	3 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	326,28	Inib colinesterase
Fosfato de triortocresila [78-30-8] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	368,37	Inib colinesterase
Fosfina [7803-51-2] (1992)	0,3 ppm	1 ppm	—	34,00	Irr TRS; Dor de cabeça; Irr GI; compr SNC
Fosfito de trimetila [121-45-9] (1990)	2 ppm	—	—	124,08	Irr olhos; Inib colinesterase
Fósforo [amaréto] [12185-10-3] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	123,92	Irr TRI, TRS e GI; dano fígado

## Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY <sup>®</sup>
Fosfênio [75-44-5] (1992)	0,1 ppm	—	—	98,92	ir TRS; edema pulmonar; enfisema pulmonar
Fialato de dibutila [84-74-2] (1990)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	278,34	Dano testicular; ir. Olhos e TRS
Fialato de di(2-etilhexila) (DOP) [117-81-7] (1996)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A3	390,54	ir TRI
Fialato de dietila [84-86-2] (1996)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	222,23	ir TRS
m-Ftalodinitrila [826-17-5] (1974)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	128,14	ir olhos e TRS
Furfural [98-01-1] (1978)	2 ppm	—	Pele; A3; BEI	96,08	ir olhos e TRS
Gás natural [8006-14-2]	—	ver hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcanos [C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> ]	—	—	ir olhos e TRS; compr SNC
Gasolina [86290-81-5] (1990)	300 ppm	500 ppm	A3	—	ir TRS
Glicerina, névoas [56-81-5] (1990)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	92,09	ir TRS
Glicól [556-52-5] (1993)	2 ppm	—	A3	74,08	ir olhos, pele e TRS
Gloxal [107-22-2] (1999)	0,1 mg/m <sup>3</sup> ppm	—	SEN; A4	58,04	ir TRS; metaplasia da laringe
GLP (gás liquefeito do petróleo) [684-76-85-7]	—	ver hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcanos [C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> ]	—	—	ir olhos e TRS; compr SNC; ir pele
Glutaraldeído [111-30-8], ativado e não-ativado (1998)	—	C 0,05 ppm	SEN; A4	100,11	ir olhos e TRS; compr SNC; ir pele

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY <sup>®</sup>
Gratite (todas as formas, exceto fibras de grafite) [7782-42-5] (1988)	2 mg/m <sup>3</sup> ppm	—	—	—	Pneumoconiose
Grãos, poeira (aveia, trigo, cevada)	4 mg/m <sup>3</sup>	—	—	NA	Bronquite; ir. TRS; função pulmonar
Hálio [7440-58-6] e compostos como HI (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	178,49	ir olhos e TRS; dano fígado
Halothane [151-67-7] (1979)	50 ppm	—	A4	197,39	Dano fígado; compr SNC, vasodilatação
Hélio [7440-59-7] (1990)	—	Asfixiante simples <sup>(p)</sup>	—	4,00	Asfixia
Heplachlor [76-44-8] e Heptacloro Epóxido [1024-57-3] (1990)	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	373,32	Dano fígado
Heptano, todos os isômeros [142-82-5; 590-35-2; 565-59-3; 108-08-7; 591-76-4; 569-34-4] (1979)	400 ppm	500 ppm	—	100,20	compr SNC; ir TRS
Hexaclorobenzeno [118-74-1] (1994)	0,002 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	284,78	Efe porfírico; dano pele; compr SNC
Hexaclorobutadieno [87-68-3] (1979)	0,02 ppm	—	Pele; A3	260,76	Dano rins
Hexaclorociclopentadieno [77-47-4] (1990)	0,01 ppm	—	A4	272,75	ir TRS
Hexaclorotano [67-72-1] (1990)	1 ppm	—	Pele; A3	236,74	Dano fígado e rins
Hexaclorotilaleno [1335-87-1] (1965)	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	334,74	Dano fígado; Cloracne
Hexafluoracetona [684-16-2] (1986)	0,1 ppm	—	Pele	166,02	Dano testicular; dano rins

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Hexafluoropropileno [116-15-4] (2006)	0,1 ppm	--	--	150,02	Danos rins
Hexafluoreto de enxofre [2551-62-4] (1985)	1000 ppm	--	--	146,07	Asfixia
Hexafluoreto de selênio [7783-79-1] (1992)	0,05 ppm	--	--	192,96	Edema Pulmonar
Hexafluoreto de telúrio [7783-80-4] (1992)	0,02 ppm	--	--	241,61	Irr TRI
Hexametileno difisocianato (HDI) [822-06-0] (1985)	0,005 ppm	--	--	168,22	Irr TRS; sens resp
Hexametil fosforamida [680-31-9] (1990)	--	--	Pele; A3	179,20	Câncer TRS
n-Hexano [110-54-3] (1996)	50 ppm	--	Pele; BEI	86,18	Compr SNC; neuropatia periférica; irr olhos
Hexano, outros isômeros (1979)	500 ppm	1000 ppm	--	86,18	Compr SNC; Irr olhos e TRS
1,6-Hexanodiamina [124-09-4] (1990)	0,5 ppm	--	--	116,21	Irr pele e TRS
1-Hexeno [592-41-6] (1999)	50 ppm	--	--	84,16	compr SNC
Hexileno glicol [107-41-5] (1974)	--	C 25 ppm	--	118,17	Irr olhos e TRS
Hidrazina [302-01-2] (1988)	0,01 ppm	--	Pele; A3	32,05	Câncer TRS
Hidreto de Antimônio (Estibina) [7803-52-3] (1990)	0,1 ppm	--	--	124,78	Hemólise; dano rins; Irr TRI
Hidreto de lítio [7580-67-8] (1990)	0,025 mg/m <sup>3</sup>	--	--	7,95	Irr olhos, pele e TRS
hidrocarbonetos Alifáticos gasosos, Alcanos [C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> ] (2001)	1000ppm	--	--	Vários	Sens card; compr SNC

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
Hidrogênio [1333-74-0] (1990)	--	Asfixiante simples <sup>(b)</sup>	--	1,01	Asfixia
* Hidroquinona [123-31-9] (2007)	1 mg/m <sup>3</sup>	--	SEN; A3	110,11	dano olhos; dermatite; náusea; tontura
Hidróxido de cálcio [1305-62-0] (1979)	5 mg/m <sup>3</sup>	--	--	74,10	Irr olhos, pele e TRS
Hidróxido de cério [21351-79-1] (1990)	2 mg/m <sup>3</sup>	--	--	149,92	Irr olhos, pele e TRS
Hidróxido de potássio [1310-58-3] (1992)	--	C 2 mg/m <sup>3</sup>	--	56,10	Irr olhos, pele e TRS
Hidróxido de sódio [1310-73-2] (1992)	--	C 2 mg/m <sup>3</sup>	--	40,01	Irr olhos, pele e TRS
Hidrotolueno Butilado (BHT) [128-37-0] (2001)	2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>3000</sup> )	--	A4	220,34	Irr TRS
*Indeno [95-13-6] (2007)	5 ppm	--	--	116,15	*Dano fígado
lodeto de metila [74-88-4] (1978)	2 ppm	--	Pele	141,95	Dano olhos; compr SNC
Índio [7440-74-6] e compostos, como In (1990)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	--	--	49,00	Edema pulmonar; pneumonite; corrosão dental; mal-estar
*Iodo e Iodetos (2007)	--	--	--	--	--
Iodo [7553-56-2]	0,01 ppm ( <sup>50</sup> )	0,1 ppm ( <sup>50</sup> )	A4	Vários	Hipotireoidismo; Irr TRS
Iodetos	0,01ppm( <sup>50</sup> )	--	A4	Vários	Hipotireoidismo; Irr TRS
Iodofórmio [75-47-8] (1979)	0,6 ppm	--	--	393,78	compr SNC
Isoocianato de metila [624-83-9] (1986)	0,02 ppm	--	Pele	57,05	Irr TRS

Substância [ N° CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Isotrofona [78-59-1] (1992)	—	C 5 ppm	A3	138,21	Irr olhos e TRS; compr SNC; mal-estar; fadiga
Isopropilamina [75-31-0] (1962)	5 ppm	10 ppm	—	59,08	Irr TRS; dano olhos
N-Isopropilamina [768-52-5] (1990)	2 ppm	—	Pele; BE <sub>L</sub>	135,21	Melh-emia
2-Isopropoxietanol [109-59-1] (1990)	25 ppm	—	Pele	104,15	Efe hematológico
Írio [7440-65-5] e compostos, como Y (1986)	1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	88,91	Fibrose pulmonar
Lactato de n-butila [138-22-7] (1973)	5 ppm	—	—	146,19	Dor de cabeça; Irr TRS
Lindano [58-89-9] (1990)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	290,85	Dano fígado; compr SNC
Madeira → Positra (2002)	—	—	NA	—	—
Cedro vermelho do Oeste	0,5 mg/m <sup>30</sup>	—	SEN; A4	—	Asma
Todas as outras espécies	1 mg/m <sup>30</sup>	—	—	—	Função pulmonar;
Carcinogenicidade	—	—	—	—	—
Carvalho e Faia	—	—	A1	—	—
Bétula, Mogno, Teca e Nogueira	—	—	A2	—	—
Todas as outras madeiras	—	—	A4	—	—
Malathion [121-75-5] (2000)	1 mg/m <sup>300</sup>	—	Pele; A4; BE <sub>L</sub>	330,36	Irrib colinesterase

## VALORES ADOTADOS

Substância [ N° CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Manganes [7439-96-5], e (1992)	—	—	—	54,94	compr SNC
compostos inorgânicos	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	—
Manganes ciclopentadienil tricarbontila (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	204,10	Irr pele; compr SNC
[12079-65-1], como Mn	—	—	—	—	—
Mercurio [7439-97-8], como Hg (1991)	—	—	—	200,59	—
Compostos alquídicos (1992)	0,01 mg/m <sup>3</sup>	0,03 mg/m <sup>3</sup>	Pele	Vários	compr SNC e SNP; dano rins
Compostos arílicos	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	Vários	compr SNC; dano rins
Mercurio metálico e formas inorgânicas	0,025 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4; BEI	Vários	compr SNC; dano rins
Metabisulfito de sódio [7681-57-4] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	190,13	Irr TRS
Metaclorato de metila [80-62-6] (1992)	50 ppm	100 ppm	SEN; A4	100,13	Irr olhos e TRS; efe peso do corpo; edema pulmonar
Metano [74-82-8]	—	—	ver Hidrocarbonetos alifáticos, gasosos; Alcanos [C <sub>1</sub> - C <sub>4</sub> ]	—	—
Melano [67-56-1] (1992)	200 ppm	250 ppm	Pele; BEI	32,04	Dor de cabeça; dano olhos
Metil acetileno [74-99-7] (1956)	1000 ppm	—	—	40,07	compr SNC
Metil acetileno-propadieno, mistura (1964)	—	—	—	—	—

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Metilacetonitrila [126-98-7] (1992)	1 ppm	—	Pele	67,09	compr SNC; Irr olhos e pele
Metalal [109-87-5] (1970)	1000 ppm	—	—	76,10	Irr olhos; compr SNC
Metilamina [74-89-5] (1990)	5 ppm	15 ppm	—	31,06	Irr olhos, pele e TRS
Metil n-amil cetona [110-43-0] (1978)	50 ppm	—	—	114,18	Irr olhos e pele
N-Metil anilina [106-61-8] (1992)	0,5 ppm	—	Pele; BEI <sub>M</sub>	107,15	Methb-emia; compr SNC
Metil n-butil cetona [591-78-6] (1995)	5 ppm	10 ppm	Pele; BEI	100,16	Neuropatia periférica; dano testicular
Metilciclohexano [108-87-2] (1992)	400 ppm	—	—	98,19	Irr TRS; compr SNC; dano fígado e rins
Metilciclohexanol [25639-42-3] (1966)	50 ppm	—	—	114,19	Irritação olhos e TRS;
o-Metilciclohexanona [583-60-8] (1970)	50 ppm	75 ppm	Pele	112,17	Irr olhos e TRS; compr SNC
2-Metilclopentadienil manganês (1970)					
tricarbonila [12108-13-3], como Mn	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	218,10	compr SNC; dano pulmão, fígado e rins
Metil clorofórmio [71-55-6] (1992)	350 ppm	450 ppm	A4; BEI	133,42	compr SNC; dano fígado
Metil demeton [6022-00-2] (2006)	0,05 mg/m <sup>3</sup> RFV	—	Pele; BEI <sub>A</sub>	230,30	Inib colinesterase
Metil etil cetona (MEK) [78-93-3] (1992)	200 ppm	300 ppm	BEI	72,10	Irr TRS; compr SNC e SNP
± α-Metil estireno [98-93-9] (1978)	(50 ppm)	(100 ppm)	(—)	118,18	(Irr TRS; compr SNC)

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Metil hidrazina [60-34-4] (1991)	0,01 ppm	—	Pele; A3	46,07	Irr TRS; câncer pulmão; Irr olhos; dano fígado
Metil isocamil cetona [110-12-3] (1979)	50 ppm	—	—	114,20	Irr olhos e TRS; dano fígado e rins; compr SNC
Metil isobutil carbino [108-11-2] (1966)	25 ppm	40 ppm	Pele	102,18	Irr olhos e TRS; compr SNC
± Metil isobutil cetona [108-10-1] (1992)	(50 ppm)	75 ppm	( ) BEI	100,16	(Irr olhos e TRS; dano rins)
Metil isopropil cetona [563-80-4] (1992)	200 ppm	—	—	86,14	Irr olhos e TRS
Metil mercaptana [74-93-1] (2003)	0,5 ppm	—	—	48,11	Dano fígado
1-Metil naftaleno [90-12-0] e					
2-Metil naftaleno [91-57-06] (2006)	0,5 ppm	—	Pele; A4	142,2	Irr TRI; dano pulmão
± Metil paration [298-00-0] (1985)	(0,2 mg/m <sup>3</sup> )	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	263,23	Inib colinesterase
Metil propil cetona [107-87-9] (2006)	—	150 ppm	—	86,17	Irr olhos; função pulmonar
Metil vinil cetona [78-94-4] (1994)	—	C 0,2 ppm	Pele; SEN	70,10	Irr TRS; compr SNC; Irr olhos
Metileno-bis-(4-ciclohexilfosodanato) [5124-30-1] (1985)	0,005 ppm	—	—	262,35	Sens resp; Irr TRI
4,4'-metileno-bis-(2-cloroanilina) (1991)					
(MOCA*) [101-14-4]	0,01 ppm	—	Pele; A2; BEI	267,17	Câncer de bexiga; Methb-emia

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Metileno bisfenil isocianato (MDI) [101-68-8] (1985)	0,005 ppm	—	—	250,26	Sens resp
4,4'-Metileno dianilina [101-77-9] (1992)	0,1 ppm	—	Pele; A3	198,26	Dano fígado
Melomyl [16752-77-5] (1992)	2,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4; BEI <sub>A</sub>	162,20	Inib colinesterase
Metoxicloro [72-43-5] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	345,65	Dano fígado; compr SNC
2-Metoxietanol [EMMEG] [109-86-4] (2005)	0,1 ppm	—	Pele	76,09	Efe hematológico; efe reprodutivo
(2-Metoximetilatox) propanol (DPGME)					
[34590-94-8] (1979)	100 ppm	150 ppm	Pele	148,20	Irr olhos e TRS; compr SNC
4-Metoxifenol [150-76-5] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	124,15	Irr olhos; dano pele
1-Metoxi-2-propanol [PGME] [107-98-2] (1992)	100 ppm	150 ppm	—	90,12	Irr olhos; compr SNC
Meirbutazin [21087-64-9] (1981)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	214,28	Dano fígado; efe hematológico
Merinfos [7786-34-7] (1988)	0,01 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	224,16	Inib colinesterase
Mica [12001-26-2] (1982)	3 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	—	—	Pneumoconiose
Molibdênio [7439-98-7], como Mo (1999)				95,95	
Compostos solúveis	0,5 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	A3	—	Irr TRI
Compostos insolúveis e metal	10 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	—	—	—
	3 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	—	—	—

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Monocrotophos [6923-22-4] (2002)	0,05 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	223,16	Inib colinesterase
Monóxido de carbono [530-08-0] (1989)	25 ppm	—	BEI	28,01	CO-Hb-emia
Morfolina [110-91-8] (1992)	20 ppm	—	Pele; A4	87,12	Dano olhos; Irr TRS
† Nafta VM & P [8032-32-4] (1992)	(300 ppm)	(—)	(A3)	(114,00)	(Irr olhos e TRS; compr SNC)
Naftaleno [91-20-3] (1992)	10 ppm	15 ppm	Pele; A4	128,19	Efe hematológico; Irr olhos e TRS; dano olhos
β-Naftilamina [91-59-8] (1979)	— <sup>A3</sup>	—	A1	143,18	Câncer da Bexiga
Naled [300-76-5] (2002)	0,1 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	Pele; SEN; A4; BEI <sub>A</sub>	360,79	Inib colinesterase
Negro de fumo [1333-86-4] (1985)	3,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	—	—
Nebolio [7440-01-9] (1992)		Asfixiante simples <sup>(3)</sup>		20,18	Asfixia
Nicotina [54-11-5] (1992)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	162,23	Dano GI; compr SNC; compr card
Níquel, como Ni (1996)					
Metal elementar [7440-02-0]	1,5 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	A5	58,71	Dermatite; Pneumoconiose;
Compostos inorgânicos solúveis, (NOS)	0,1 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	A4	Vários	Dano pulmão; câncer nasal
Compostos inorgânicos insolúveis, (NOS)	0,2 mg/m <sup>3</sup> <sup>300</sup>	—	A1	Vários	Câncer do pulmão

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Níquel carbonílica [19468-89-3], como Ni (1980)	0,05 ppm	—	—	170,73	Câncer nasal e do pulmão
Nitrapirín [1929-82-4] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>	A4	230,93	Dano fígado
Nitrato de n-propila [627-13-4] (1962)	25 ppm	40 ppm	BE <sub>10</sub>	105,09	Náusea; dor de cabeça
Nitrato de isobutila [542-56-3] (2000)	—	C 1 ppm <sup>(60)</sup>	A3; BE <sub>10</sub>	103,12	Vasodilatação; MeHb-emia
p-Nitroanilina [100-01-6] (1992)	3 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A4; BE <sub>10</sub>	138,12	MeHb-emia; dano fígado; ir olhos
Nitrobenzeno [98-95-3] (1992)	1 ppm	—	Pele; A3; BE <sub>10</sub>	123,11	MeHb-emia
p-Nitroclorobenzeno [100-00-5] (1985)	0,1 ppm	—	Pele; A3; BE <sub>10</sub>	157,56	MeHb-emia
4-Nitrodifenila [92-93-3] (1992)	— <sup>(4)</sup>	—	Pele; A2	199,20	Câncer da bexiga
Nitroetano [79-24-3] (1979)	100 ppm	—	—	75,07	ir TRS; compr SNC; dano fígado
Nitrogênio [7727-37-9] (1992)	—	—	—	14,01	Asfixia
Nitroglicerina (NG) [55-63-0] (1980)	0,05 ppm	—	Pele	227,09	Vasodilatação
Nitrometano [75-52-5] (1997)	20 ppm	—	A3	61,04	Eta tireóide; ir TRS; dano pulmão
1-Nitropropano [108-03-2] (1992)	25 ppm	—	A4	89,09	ir olhos e TRS; dano fígado
2-Nitropropano [79-46-9] (1992)	10 ppm	—	A3	89,09	Dano fígado; Câncer fígado
N-Nitrosodimetilamina [62-75-9] (1992)	— <sup>(4)</sup>	—	Pele; A3	74,08	Câncer fígado; dano fígado; câncer rins
Nitrotolueno, todos os isômeros (1992)	—	—	—	—	—

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
[88-72-2; 99-09-1; 99-99-0]	2 ppm	—	Pele; BE <sub>10</sub>	137,13	MeHb-emia
5-Nitro-o-toluidina [99-55-8] (2006)	1 mg/m <sup>30)</sup>	—	A3	152,16	Dano fígado
Nonano [111-84-2], todos os isômeros (1992)	200 ppm	—	—	128,26	compr SNC
Ocloronaftaleno [2234-13-1] (1970)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	0,3 mg/m <sup>3</sup>	Pele	403,74	Dano fígado
Octano [111-65-9], todos os isômeros (1979)	300 ppm	—	—	114,22	ir TRS
‡ (Óleo mineral, névoas) (1992)	(5 mg/m <sup>30)</sup>	(10 mg/m <sup>30)</sup>	(—)	(—)	(Pulmões)
p,p'-Oxibis (benzenosulfonil hidrazida)	—	—	—	—	—
[80-51-3] (1997)	0,1 mg/m <sup>30)</sup>	—	—	326,00	Efe teratogênico
Oxicloreto de fósforo [10025-87-3] (1979)	0,1 ppm	—	—	153,35	ir TRS
Óxido de boro [1303-86-2] (1985)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	69,64	ir olhos e TRS
Óxido de cálcio [1305-78-8] (1990)	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	56,08	ir TRS
Óxido de difenila o-clorada [31242-93-0] (1979)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	377,00	Cloracne; dano fígado
Óxido de estanho [75-21-8] (1990)	1 ppm	—	A2	44,05	Câncer; compr SNC
Óxido de magnésio [1309-48-4] (2000)	10 mg/m <sup>30)</sup>	—	A4	40,32	—
Óxido de mesitila [141-79-7] (1992)	15 ppm	25 ppm	—	98,14	ir olhos e TRS; compr SNC



## VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Óxido de propileno [75-56-9] (2000)	2 ppm	—	SEN; A3	58,08	Ir TRS
Óxido de zinco [1314-13-2] (2001)	2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	14 10 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	—	81,37	Febre dos fumos metálicos
Óxido nítrico [10102-43-9] (1992)	25 ppm	—	BE <sub>M</sub>	30,01	Hipoxia/cianose; forma nitrosil-Hb; Ir TRS
Óxido nítrico [10024-97-2] (1986)	50 ppm	—	A4	44,02	compr SNC; efe hematológico; dano embrião/fetal
Ozônio [10028-15-6] (1995)	—	—	—	48,00	Função Pulmonar
Trabalho pesado	0,05 ppm	—	A4	—	—
Trabalho moderado	0,08 ppm	—	A4	—	—
Trabalho leve	0,10 ppm	—	A4	—	—
Trabalho pesado, moderado ou leve (≤ 2 horas)	0,20 ppm	—	A4	—	—
Parafina, cera [fumos] [8002-74-2] (1972)	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—	Ir TRS; náusea
Paraquat [4685-14-7] (1979)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	257,18	Dano pulmão
	0,1 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	—	—	—	—
Paration [56-38-2] (2000)	0,05 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> )	—	Pele; A4; BEI	291,27	Inib colinesterase

## VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Particulados (insolúveis ou de baixa solubilidade) não especificados de outra maneira (PNOS)	Ver anexo B	—	—	—	—
† (Pedra sabão) (1992)	(6 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> ))	(—)	(—)	(—)	(Ir TRI)
	(3 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>1</sup> ))	(—)	(—)	(—)	(—)
Pentaborano [19624-22-7] (1970)	0,005 ppm	0,015 ppm	—	63,17	Conv SNC; Compr SNC
Pentacloreto de iodo [10026-13-8] (1985)	0,1 ppm	—	—	208,24	Ir olhos e TRS
Pentacloreto de bromo [87-86-5] (1992)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3; BEI	286,35	Compr SNC; Ir olhos e TRS; compr card
Pentacloronafateno [1321-64-8] (1970)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	300,40	Dano fígado; Cloracne
Pentacloronitrobenzeno [82-68-8] (1988)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	295,36	Dano fígado
Pentacitrítil [115-77-5] (1970)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	136,15	Ir olhos e TRS
Pentafluoreto de bromo [7789-30-2] (1979)	0,1 ppm	—	—	174,92	Ir olhos, pele e TRS
Pentafluoreto de enxofre [5714-22-7] (1962)	—	C 0,01 ppm	—	254,11	Ir TRS; dano pulmão
Pentano, todos os isômeros (1989)	600 ppm	—	—	72,15	Neuropatia periférica
[78-78-4; 109-66-0; 463-82-1]	—	—	—	—	—

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
† Peróxido de vanádio [1314-82-1], (como V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (fumos ou poeiras) [1992]	(0,05 mg/m <sup>3</sup> ) <sup>new</sup>	—	(A4); BEI	181,90	(Irritação; Pulmões)
Perclorotileno [Tetracloretileno] [127-18-4] (1990)	25 ppm	100 ppm	A3; BEI	165,80	compr. SNC
Perclorometil mercaptano [594-42-3] (1988)	0,1 ppm	—	—	185,87	Irr. olhos e TRS
Perfluorobutil etileno [19430-93-4] (2001)	100 ppm	—	—	246,1	Efe hematológico
Perfluorobutileno [392-21-8] (1988)	—	C 0,01 ppm	—	200,04	Irr. TRS; efe hematológico
Perfluorocianato de amónio [3825-26-1] (1992)	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele; A3	431,00	Dano fígado
Peróxido de benzola [94-36-0] (1990)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	242,22	Irr. olhos e TRS
Peróxido de hidrogénio [7722-84-1] (1990)	1 ppm	—	A3	34,02	Irr. olhos, pele e TRS
Peróxido de metil cetona [1338-23-4] (1992)	—	C 0,2 ppm	—	176,24	Irr. olhos, pele; dano fígado e rins
Persulfatos, como persulfato (1993)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	Irr. pele
Picloram [1918-02-1] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	241,48	Dano fígado e rins
Pindone [83-26-1] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	230,25	Coagulação
Piretro [8003-34-7] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	345(médico)	Dano fígado; Irr. TRI
Prindina [110-86-1] (1992)	1 ppm	—	A3	79,10	Irr. pele; dano fígado e rins

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS ]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
Profosfato de tetraetil (TEPP) [107-49-3] (2006)	0,01 mg/m <sup>3</sup> <sup>new</sup>	—	Pele; BEI <sub>A</sub>	290,20	Inib. colinesterase
Platina [7440-06-4] (1979)	—	—	—	—	—
Metal	1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	195,09	Asma; Irr. TRS
Sais solúveis, como Pt	0,002 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	Asma; Irr. TRS
Prata [7440-22-4] (1992)	—	—	—	—	Agúria
Metal	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	107,87	—
Compostos solúveis, como Ag	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	—	Vários	—
Propano [74-98-6]	— <sup>EU</sup>	—	A3	122,14	Câncer
Propano sulfona [1120-71-4] (1976)	—	—	A3	122,14	Câncer
2-Propanol [67-63-0] (2001)	260 ppm	400 ppm	A4	60,09	Irr. olhos e TRS; compr. SNC
Propileno [115-07-1] (2005)	500 ppm	—	A4	42,08	Asfixia; Irr. TRS
† Propileno imina [75-55-8] (1992)	(2 ppm)	(—)	Pele; A3	57,09	Irr. olhos, pele e TRS
β-Propiolactona [57-57-8] (1992)	0,5 ppm	—	A3	72,06	Câncer pele; Irr. TRS
Propionaldeído [123-38-6] (1998)	20 ppm	—	—	58,1	Irr. TRS
Propoxur [114-26-1] (1992)	0,5 mg/m <sup>3</sup>	—	A3; BEI <sub>A</sub>	209,24	Inib. colinesterase

VALORES ADOTADOS				
Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol. Base do TLY <sup>o</sup>
Querosene [8008-20-6; 64742-81-0] combustível de avião, como vapor de hidrocarbonetos totais (2001)	200 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>30</sup> )	—	Pele; A3	Vários Irr pele; compr SNC; Irr TRS
Quinona [106-51-4] (1970)	0,1 ppm	—	—	108,09 Irr olhos, dano pele
Resina de varela chumbo/estanho, produtos da decomposição térmica (frei) [8050-08-7] (1992)	— <sup>(3)</sup>	—	SEN	NA Sens pele; dermatite; asma
Resorcinol [108-46-3] (1992)	10 ppm	20 ppm	A4	110,11 Irr olhos e pele
Ródio [7440-16-6], como Rh (1981)	—	—	—	102,91
Metal e compostos insolúveis	1 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Vários Metal-Irr TRS; insolúveis-Irr TRI
Compostos solúveis	0,01 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	Vários Asma
Ronnel [299-84-3] (2005)	5 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>30</sup> )	—	A4; BEI <sub>A</sub>	321,57 Inibição da colinesterase
Rolenone (comercial) [83-79-4] (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	391,41 Irr olhos e TRS; compr SNC;
Sacarose [57-50-1] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	342,30 Corrosão dental
Selenio de hidrogênio [7783-07-5] (1990)	0,05 ppm	—	—	80,98 Irr olhos e TRS; náusea

VALORES ADOTADOS				
Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol. Base do TLY <sup>o</sup>
Selênio [7782-49-2] e compostos, como Se (1992)	0,2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	78,96 Irr olhos e TRS
Sesona [136-78-7] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	309,13 Irr GI
Sílica cristalina — $\alpha$ -O <sub>2</sub> [14808-60-7; 1317-95-9] e Cristobalita [1'-1] (2005)	0,025 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>30</sup> )	—	A2	60,09 Fibrose pulmonar; câncer do pulmão
Sulfato de cálcio, sintético não fibroso [1344-95-2] (1988)	10 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>30</sup> )	—	A4	— Irr TRS
Sulfato de etila [78-10-4] (1979)	10 ppm	—	—	208,30 Irr olhos e TRS; dano rins
Sulfato de melila [681-84-5] (1978)	1 ppm	—	—	152,22 Irr TRS; dano olhos
† Solvente de borracha (nelta) [8030-30-6] (1975)	(400 ppm)	(-)	(-)	(97(média) (Irr olhos e TRS; convul SNC)
Subtilisins [1395-21-7; 9014-01-1], como Enzima cristalina ativa (1972)	—	C 0,00006 mg/m <sup>3</sup>	—	— Asma; Irr olhos, TRS e TRI
Sulfamato de amônio [7773-06-0] (1956)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	114,13
Sulfato de bário [7727-49-7] (1983)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	—	233,43 Pneumocoiose

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY <sup>o</sup>
Sulfato de dimetila [77-78-1] (1985)	0,1 ppm	—	Pele; A3	126,10	lrr olhos e pele
† Sulfeto de hidrogênio [7783-06-4] (1990)	(10 ppm)	(15 ppm)	—	34,08	( )
Sulfeto de dimetila [75-18-3] (2001)	10 ppm	—	—	62,14	lrr TRS
Sulfomisturon metil [74222-97-2] (1991)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	364,38	Efe hematológico
Sulfonepp (TEDP) [3699-24-5] (1993)	0,1 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>STEL</sup> )	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	322,30	Inibição da colinesterase
† Sulprofos [35400-43-2] (1992)	(1 mg/m <sup>3</sup> )	—	( ) A4; BEI <sub>A</sub>	322,43	lrr colinesterase
2,4,5-T [93-76-5] (1992)	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	255,49	Compr SNP
† Talco [14807-96-6] (1980)	(2 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>REL</sup> ))	—	A4	—	(lrr TRI)
(sem fibra de asbesto)	(Usar TLY <sup>o</sup> ( <sup>REL</sup> ) do asbesto)	(—)	(A1)	(—)	( )
(com fibra de asbesto)	—	—	—	204,37	Alopecia
Tálho, [7440-28-0] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	Vários	
e compostos solúveis, como Ti	—	—	—	180,95	lrr TRS
Tânalo [7440-25-7], e	—	—	—	—	—
Óxido de tântalo [1314-61-0],	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	441,90	—
Psorais, como Ta (1970)	—	—	—	—	—

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY <sup>o</sup>
Telureto de bismuto,	—	—	—	800,83	Dano pulmão
não ativado [1304-82-1]	10 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	—	—
ativado com Se, como Bi <sub>2</sub> Te <sub>3</sub> (1970)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	—	—
Telúrio [13494-80-9] e compostos (NOS) (1992)	—	—	—	—	—
como Te, excluído telureto de hidrogênio	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	—	127,60	Haltose
† Ternepfos [3383-96-8] (2002)	1 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>REL</sup> )	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	466,46	Inibição da colinesterase
† Terbutos [13071-79-9] (1999)	0,01 mg/m <sup>3</sup> ( <sup>REL</sup> )	—	Pele; A4; BEI <sub>A</sub>	288,45	lrr colinesterase
† Terbentina [8006-64-2] e monoterpenos (2001)	20 ppm	—	SEN; A4	136,00	lrr pele e TRS; compr SNC; dano pulmão
selecionados [80-56-8; 127-91-3; 13466-78-9]	—	—	Vários	Vários	—
† Terfenilas [26140-60-3] (1977)	—	C 5 mg/m <sup>3</sup>	—	230,31	lrr olhos e TRS
Terfenilas hidrogenadas (não-irradiadas)	—	—	—	—	—
[61788-32-7] (1990)	0,5 ppm	—	—	241,00	Dano fígado
Tetrabromo de acetileno [79-27-6] (2005)	0,1 ppm( <sup>REL</sup> )	—	—	345,70	lrr olhos e TRS; edema pulmonar, dano fígado
Tetrabromo de carbono [558-13-4] (1972)	0,1 ppm	0,3 ppm	—	331,65	Dano fígado; lrr olhos, pele e TRS
Tetracloreto de carbono [56-23-5] (1990)	5 ppm	10 ppm	Pele; A2	153,84	Dano fígado

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
*1,1,1,2-Tetracloro-2,2-difluorelano [76-11-9] (2007)	100 ppm	—	—	203,83	dano fígado e rins comp SNC
*1,1,2,2-Tetracloro-1,2-difluorelano [76-12-0] (2007)	50 ppm	—	—	203,83	dano fígado e rins comp SNC
1,1,2,2-Tetracloroelano [79-34-5] (1995)	1 ppm	—	Pele; A3	167,86	Dano fígado
Tetracloronaftaleno [1335-88-2] (1992)	2 mg/m <sup>3</sup>	—	—	265,96	Dano fígado
Tetrafluorelano [116-14-3] (1997)	2 ppm	—	A3	100,20	Dano fígado e rins; câncer fígado e rins
Tetrafluoreto de enxofre [7783-60-0] (1992)	—	C 0,1 ppm	—	108,07	Irr olhos e TRS; dano pulmão
Tetrahidreto de germânio [7782-65-2] (1970)	0,2 ppm	—	—	76,63	Efe hematológico
Tetrahidreto de silício [7803-62-5] (1992)	5 ppm	—	—	32,12	Irr pele e TRS
Tetrahidroturano [109-99-9] (2002)	50 ppm	100 ppm	Pele; A3	72,10	Irr TRS; compr SNC; dano rins
Tetrakis (hidroxymethyl) phosphonium, sais (2002)	—	—	—	—	Irr pele
Cloreto de Tetraquis (hidroximetil) fosfônio [124-64-1]	2 mg/m <sup>3</sup>	—	A4	190,56	—
Sulfato de Tetraquis(hidroximetil) fosfônio [55566-30-8]	2 mg/m <sup>3</sup>	—	SEN; A4	406,26	—
Tetrametil succinonitrila [3333-52-6] (1992)	0,5 ppm	—	Pele	135,20	Dor de cabeça; náusea; conv SNC
Tetranitrometano [509-14-8] (1992)	0,005 ppm	—	A3	196,04	Irr olhos e TRS; câncer TRS
Tetlil [479-45-8] (1984)	1,5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	287,15	Irr TRS
Tetóxido de ósmio [20816-12-0] (1979)	0,0002 ppm	0,0006 ppm	—	254,20	Irr olhos, pele e TRS

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV*
*Thiam [137-26-6] (2007)	0,05 mg/m <sup>3</sup> (ppm)	—	SEN; A4	240,44	Dor de cabeça; Irr olhos, pele e TRS
†4,4'-Tobis (6-terc-butil-m-cresol) [96-69-5] (1992)	[10 mg/m <sup>3</sup> ]	—	A4	358,52	(Dano fígado e rins)
o-Toluidina [119-93-7] (1992)	—	—	Pele; A3	212,28	olhos; cegueira; Irr bexiga; câncer; MeHb-emia
Tolueno [108-88-3] (2006)	20 ppm	—	A4; BEI	92,13	Compr visão; dano reprodutivo feminino; perda gravidez
†Tolueno 2,4 ou 2,6 -diisocianato (1992)	—	—	—	—	—
(ou como mistura) [584-84-9; 91-08-7]	(0,005 ppm)	(0,02 ppm)	( ) SEN; (A4)	174,15	(Sens resp; asma; Irr olhos)
o-Toluidina [95-53-4] (1984)	2 ppm	—	Pele; A3; BEI <sub>M</sub>	107,15	—
m-Toluidina [108-44-1] (1984)	2 ppm	—	Pele; A4; BEI <sub>M</sub>	107,15	Irr olhos, bexiga e rins; MeHb-emia
p-Toluidina [106-49-0] (1984)	2 ppm	—	Pele; A3; BEI <sub>M</sub>	107,15	MeHb-emia
Tribrometo de boro [10294-33-4] (1990)	—	C 1 ppm	—	250,57	Irr TRS
Tricloreto de fósforo [7719-12-2] (1992)	0,2 ppm	0,5 ppm	—	137,35	Irr olhos, pele e TRS
Trichlorophen [52-68-6] (1998)	1 mg/m <sup>3</sup> (10)	—	A4; BEI <sub>A</sub>	257,60	Inib colinesterase
Triclorometil benzeno [98-07-7] (1994)	—	C0,1 ppm	Pele; A2	195,50	Irr TRS, pele e olhos

Valores Adotados

Substância [ Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLY*
1,2,4-Triclorobenzeno [120-82-1] (1975)	—	C 5 ppm	—	181,46	Irr olhos e TRS
1,1,2-Tricloroetano [79-00-5] (1992)	10 ppm	—	Pele; A3	133,41	Compr SNC; dano fígado
Tricloroetileno [79-01-6] (2006)	10 ppm	25 ppm	A2	131,40	Compr SNC; redução das funções cognitivas e toxicidade renal
Triclorofluometano [75-69-4] (1992)	—	C 1000 ppm	A4	137,38	Sens card
Tricloronataleno [1321-65-9] (1970)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	Pele	231,51	Dano fígado; cloroacne
1,2,3-Tricloropropano [96-18-4] (1992)	10 ppm	—	Pele; A3	147,43	Dano fígado e rins; irr olhos e TRS
Tricloroamina [102-71-6] (1990)	5 mg/m <sup>3</sup>	—	—	149,22	Irr olhos e pele
Trietilamina [121-44-8] (1991)	1 ppm	3 ppm	Pele; A4	101,19	compr Visão
Trifluorometano [75-63-8] (1979)	1000 ppm	—	—	148,92	Compr SNC e card
Trifluoreto de boro [7637-07-2] (1962)	—	C 1 ppm	—	67,82	Irr TRI; pneumonite
Trifluoreto de cloro [7790-91-2] (1979)	—	C 0,1 ppm	—	92,46	Irr olhos e TRS; dano pulmão
Trifluoreto de nitrogênio [7783-54-2] (1992)	10 ppm	—	BEI <sub>h</sub>	71,00	MeHb-emia; dano fígado e rins
1,3,5-Triglicidil-s-triazina [2451-62-9] (1994)	0,05 mg/m <sup>3</sup>	—	—	297,25	Dano reprod masculino

## VALORES ADOTADOS

Substância [ Nº CAS]	Notações		Peso Mol.	Base do TLY*
	TWA	STEL		
Trimetilamina [75-50-3] (1990)	5 ppm	15 ppm	59,11	Irr TRS
Trimeil benzeno (mistura de isômeros) [25551-19-7] (1970)	25 ppm	—	120,19	Compr SNC; asma; efe hematológico
2,4,6-Trinitrotolueno [TN] [118-96-7] (1984)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	227,13	MeHb-emia; dano fígado; catarata
Trióxido de antimônio [1309-64-4] (1977) - Produção	— <sup>b)</sup>	—	291,50	Câncer do pulmão; pneumoconiose
Tungstênio [7440-33-7], como W (1978)	—	—	183,85	—
Metal e compostos insolúveis	5 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	Vários	Irr TRI
Compostos solúveis	1 mg/m <sup>3</sup>	3 mg/m <sup>3</sup>	Vários	compr SNC; fibrose pulmonar
Urânio (natural) [7440-61-1] (1992)	—	—	238,03	Dano rins
Compostos solúveis e insolúveis, como U	0,2 mg/m <sup>3</sup>	0,6 mg/m <sup>3</sup>	Vários	—
n-Valeraldeído [110-62-3] (1984)	50 ppm	—	86,13	Irr olhos, pele e TRS
4-Vinilciclohexeno [100-40-3] (1994)	0,1 ppm	—	108,18	Dano reprodutivo feminino e masculino
N-Vinil-2-pirrolidone [88-12-0] (2000)	0,05 ppm	—	111,16	Dano fígado
Vinil tolueno [25013-15-4] (1992)	50 ppm	100 ppm	118,18	Irr olhos e TRS
Warfarin [61-81-2] (1992)	0,1 mg/m <sup>3</sup>	—	308,32	Coagulação

## VALORES ADOTADOS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	Peso Mol.	Base do TLV®
Xileno [1330-20-7] (o,m & p isômeros) [95-47-6; 108-38-3; 106-42-3] (1992)	100 ppm	150 ppm	A4; BEI	106,16	Irr olhos e TRS; danos SNC
Xilidrina (mistura de isômeros) [1300-73-8] (1999)	0,5 ppm <sup>f/m</sup>	—	Pele; A3; BEI <sub>h</sub>	121,18	Dano fígado; Meib-emia
Zircônio [7440-67-7] e compostos, como Zr (1992)	5 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	A4	91,22	

## NOTA DE ALTERAÇÕES PRETENDIDAS (NAP) PARA 2008

Estas substâncias, com seus valores e notações correspondentes, compreendem aquelas para as quais está sendo proposto: (1) Um limite pela primeira vez, (2) uma alteração no limite adotado, (3) a permanência na lista de Alterações Pretendidas; ou (4) a retirada da Documentação e da lista de TLVs® adotados. Em todos os casos, as propostas devem ser consideradas como valores experimentais durante o período em que permanecerem na NAP. Estas propostas foram ratificadas pela Diretoria da ACGIH® e permanecerão na NAP pelo período de aproximadamente um ano após esta ratificação. Se, o Comitê não encontrar nem receber nenhum dado substancial que altere sua opinião identificada a um TLV® constante da Nota de Alterações Pretendidas dos TLV®, poderá aprovar essa recomendação para adoção pela Diretoria da ACGIH®. Se o Comitê encontrar ou receber dados significativos que alterem sua opinião científica sobre um TLV®, constante da NAP, poderá alterar sua recomendação para a Diretoria da ACGIH® a respeito do assunto, recomendando a manutenção ou retirada da NAP.

Para cada uma destas substâncias e seus valores propostos há "Documentação" disponível. Esta nota oferece uma oportunidade para a publicação de comentários sobre tais propostas. Comentários ou sugestões devem ser acompanhados por evidências substanciais na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, e encaminhados, preferencialmente em formato eletrônico, ao "The Science Group" da ACGIH® (science@acgih.org). Favor verificar o Processo de Desenvolvimento dos TLVs®/BEIs® da ACGIH® na website da ACGIH®, (<http://www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm>), que contém informações detalhadas sobre esse procedimento e métodos para colaboração com a ACGIH®, bem como o prazo final para o recebimento de comentários.

## NOTA DE ALTERAÇÕES PRETENDIDAS (NAP) para 2008

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	PESO MOL	Base do TLV®
Arsenito de chumbo [3687-31-8]					
Como Pb <sub>2</sub> (AsO) <sub>2</sub>					
Berílio [7440-41-7] e composto, como Be	0,00005 mg/m <sup>3</sup>	0,0002 mg/m <sup>3</sup>	Pele; SEN; A1	9,01	Sens; doença crônica do berílio compostos, como Be (berilose)
†Bromofórmio [75-25-2]	0,5 ppm	—	A3	252,73	Danos fígado; irr olhos e TRS

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	PESO MOL	Base do TLY*
Cimento Portland [65997-15-1]	1 mg/m <sup>3</sup> (R)	—	A4	—	Função pulmonar, sintomas resp; asma.
† Cresol todos os isômeros [1319-77-3]; 95-48-7; 108-39-4; 106-44-5]	20 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele	108	Irr TRS
† Dielanolamina [111-42-2]	1 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele, A3	105,14	dano ao fígado e rins
† Dióxido de enxofre [7446-09-5]	—	0,25 ppm	A4	64,07	Função pulmonar; Irr TRI
† Endossulfan [115-29-7]	0,1 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele, A4	406,95	Irr TRI, dano ao fígado e rins
† Etanol [64-17-5]	—	1000 ppm	A3	46,07	Irr TRS
† Etilenoimina [151-56-4]	0,05 ppm	0,1 ppm	Pele, A3	43,08	Irr TRS, dano ao fígado e rins
† Ferbam [14484-64-1]	5 mg/m <sup>3</sup> (1)	—	A4	416,50	Compr SNC; ef peso do corpo; dano bago
† Fosfato de dibutila [107-66-4]	5 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele	210,21	Vesicante; Irr de olhos e TRS
† α-Metil estireno [98-83-8]	5 ppm	—	A3	118,18	Câncer; Irr TRS; dano repro feminino; ef peso do corpo; dano fígado
Metil isobutil cetona [108-10-1]	30 ppm	75 ppm	A3	100,16	Compr SNC; Irr; tontura; náuseas; dor de cabeça
† Metil Parathion [298-00-0]	0,02 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele, A4	263,2	Inib colinesterase

Substância [Nº CAS]	TWA	STEL	Notações	PESO MOL	Base do TLY*
† Nafta VM & P [8032-32-4]	—	—	—	—	—
Óleo mineral <sup>†</sup>	—	—	—	—	—
Óleo mineral usado em trabalhos com metais	0,2 mg/m <sup>3</sup> (1)	—	—	—	—
Refinação fraca ou média	—	—	A2	—	—
Alta e severamente refinado	—	—	A4	—	—
Óleo mineral, puro, altamente refinado	5 mg/m <sup>3</sup> (1)	—	A4	—	—
Misturas de óleos minerais	—	—	—	—	—
Retirada da documentação e dos TLVs® adotados; veja entrada nap para óleo mineral	—	—	—	—	—
Retirada da documentação e dos TLVs® adotados; veja entrada nap para talco	—	—	—	—	—
Pedra sabão	—	—	—	—	—
† Pentóxido de vanádio [1314-62-1], como V	0,05 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	A3	181,88	Irr TRS e TRI
† Propilaminina [75-55-8]	0,2 ppm	0,4 ppm	Pele, A3	57,09	Irr TRI, dano fígado
† Solvente de borracha (nafta) [8030-30-6]	—	—	—	—	—
APÊNDICE H: CÁLCULO RECÍPROCO PARA VAPORES DE SOLVENTES DE HIDROCARBONETOS REFINADOS	—	—	—	—	—
Sulfeto de hidrogênio [7783-06-4]	1 ppm	5 ppm	—	34,08	Irr TRS; Compr SNC
Sulprofos [35400-43-2]	0,1 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	Pele, A4; BEI <sup>A</sup>	322,43	Inib colinesterase
Talco [14807-96-8]	1 mg/m <sup>3</sup> (M)	—	A4	—	Fibrose pulmonar; função pulmonar
† 4, 4'-Tobis (6-terc-butil-m-cresol) [96-69-5]	10 mg/m <sup>3</sup> (1)	—	A4	358,54	dano fígado; Irr TRS e TRI



Proposta de adição do seguinte anexo:

## ANEXO H: MÉTODO DE CÁLCULO RECÍPROCO PARA CERTOS APORES DE SOLVENTES DE HIDROCARBONETOS REFINADOS

O Procedimento de Cálculo Recíproco (RCP<sup>1</sup> ou PCR) é um método para derivar limites de exposição ocupacional para solventes de hidrocarbonetos refinados. Esses solventes geralmente são encontrados como misturas originadas pela destilação de petróleo em uma faixa particular e evaporação. Tais misturas se constituem de até 200 componentes de hidrocarbonetos alifáticos (alcanos), cicloalifáticos (cicloalcanos) e aromáticos, com número de carbonos variando de 5 a 15.

O objetivo do Comitê de TLV<sup>®</sup> para Substâncias Químicas consiste em recomendar valores de TLVs<sup>®</sup> para todas as substâncias para as quais haja evidências de efeitos adversos à saúde nas concentrações encontradas nos ambientes de trabalho. Quando existe um conjunto suficiente de evidências para uma determinada substância ou mistura, é estabelecido o TLV<sup>®</sup>. Porém, solventes de hidrocarbonetos geralmente têm composição complexa e variável. O uso da fórmula de cálculo para misturas constante no Anexo E: Valores de Limites de Exposição para Misturas é difícil nesses casos, devido ao grande número de compostos encontrados nessas misturas de petróleo, muitos deles sem um valor de TLV<sup>®</sup> recomendado.

Existem dois aspectos do PCR – a metodologia e os valores de referência de grupos (GGVs<sup>\*\*</sup>). A metodologia tem base na fórmula para os casos especiais encontrada no Anexo para Misturas das edições de TLV<sup>®</sup> e BEIs<sup>®</sup> anteriores a 2004, baseada na *Documentação dos Valores de TLV<sup>®</sup> para Substâncias Químicas, Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição*. A fórmula do PCR calcula um valor único de Limite de Exposição Ocupacional (LEO com base na composição da mistura em massa, nos GGVs e, onde aplicável, nos valores específicos de TLVs<sup>®</sup> para a substância.

Os valores de referência de grupos (GGVs) são categorizados com base na similaridade da composição química e dados toxicológicos. Várias entidades (tanto grupo de empresas como autoridades regulatórias) têm adotado valores de referência de grupos a serem usados com a fórmula recíproca para mistura (RMF<sup>\*\*\*</sup>) (Farmer, 1995; UK HSE, 2000; McKee et al., 2005). Dois exemplos de valores de GGVs publicados podem ser encontrados na Tabela 1. O cálculo do limite de exposição média ponderada no tempo para uma mistura específica (GGV-TWA<sub>mistura</sub>) é feito com base na composição percentual em massa de grupos selecionados mediante o uso

da fórmula recíproca para misturas, dos valores de GGVs das colunas B e C e dos valores de TLV<sup>®</sup> da coluna D encontrados na Tabela 1.

A ACGIH<sup>®</sup> considera esse método aplicável a misturas se os componentes individuais possuem efeitos tóxicos aditivos (i.e., efeitos tóxicos similares sobre os mesmos órgãos-alvo ou mesmo sistema). Os principais efeitos tóxicos dos constituintes de solventes de hidrocarbonetos são a compressão aguda do sistema nervoso central (SNC) (caracterizada por efeito que vão de tontura e náuseas à anestesia) e irritações no trato respiratório e olhos (McKee et al., 2005; ECETOC, 1997).

### Aplicação

O PCR é uma aplicação especial, válida somente para solventes hidrocarbonetos contendo alifáticos saturados (normal, iso-alcanos e cicloalcanos) e aromáticos, com número de carbonos derivados do petróleo de C<sub>5</sub> a C<sub>15</sub> e temperatura de ebulição entre 35 e 329 °C. Não se aplica a combustíveis derivados de petróleo, óleos lubrificantes, ou misturas de solventes para os quais exista um valor de TLV<sup>®</sup> definido. Também não aplica a hidrocarbonetos com toxicidade significativamente maior que a mistura total, como o benzeno (veja limitações).

As misturas formadas inteiramente por compostos que possuam um valor de TLV<sup>®</sup> adotado devem ser tratadas de acordo com o Anexo E. Quando a mistura contiver uma quantidade considerável de componentes para os quais exista um valor de TLV<sup>®</sup> (i.e., quando o uso do valor do TLV<sup>®</sup> resultar em um valor de GGV-TWA mistura menor), esses valores específicos devem ser utilizados para o cálculo de PCR (veja coluna D, tabela 1). Quando existir um valor adotado de TLV<sup>®</sup> para a própria mistura, deverá ser utilizado, sem considerar os cálculos definidos neste anexo.

Digressões acima do valor de GGV-TWA mistura calculado devem ser tratadas de acordo com os procedimentos encontrados na Seção "Intrigão aos TLVs<sup>®</sup>" (ver digressões de Limites de Exposição).

A fórmula para cálculo recíproco para misturas é a seguinte:

$$GGV_{mistura} = \frac{1}{\frac{F_a}{GGV_a} + \dots + \frac{F_n}{GGV_n}}$$

onde:

GGV<sub>mistura</sub> = Limite de Exposição Ocupacional LEO-TWA para a mistura calculado para 8 horas

GGV<sub>a</sub> = Valor de referência (ou TLV<sup>®</sup>) para o grupo (ou componente)

F<sub>a</sub> = Fração mássica no líquido do grupo (ou componente) *a* na mistura hidrocarbonetos (valor entre 0-1)

GGV<sub>n</sub> = Valor de referência (ou TLV<sup>®</sup>) para o *n*-ésimo grupo (ou componente)

F<sub>n</sub> = Fração mássica no líquido do *n*-ésimo grupo (ou componente) *n* na mistura de hidrocarbonetos (valor entre 0-1)

<sup>1</sup>Nota do autor 1: RCP – sigla em inglês para Reciprocal Calculation Method.

<sup>\*\*</sup> Nota do autor 2: GGV – sigla em inglês para Group Guidance Values

<sup>\*\*\*</sup> Nota do autor 3: RMF – sigla em inglês para Reciprocal Mixture Formula

valor de  $GGV_{mistura}$  resultante deve identificar a origem de GGVs utilizados no cálculo (i.e., coluna B ou C).

valor de GGV calculado deve obedecer às seguintes recomendações de arredondamento. Para valores calculados  $< 100 \text{ mg/m}^3$ , arredondar para o múltiplo de 25 mais próximo. Para valores calculados entre  $100$  e  $1000 \text{ mg/m}^3$ , arredondar para o múltiplo de 50 mais próximo e para valores calculados  $> 1000 \text{ mg/m}^3$ , arredondar para o múltiplo de 200 mais próximo.

#### Limitações:

A fórmula recíproca requer que a composição da mistura seja caracterizada, no mínimo, pela composição em percentagem de massa dos componentes encontrados na Tabela 1.

A fórmula recíproca não se aplica a solventes que contenham benzeno, tolueno, ou n-hexano, ou metilnaftaleno, que possuem valores de  $TLV^R$  significativamente inferiores ao GGV ao qual deveriam pertencer e têm propriedades toxicológicas próprias. Sempre que estiverem presentes na mistura, os compostos devem ser medidos e avaliados individualmente, utilizando metodologia encontrada no anexo E, i.e., tratamento independente ou a fórmula aditiva dependendo da base do  $TLV^R$ .

Um cuidado deve ser observado no uso da  $GGV/RMF$  quando a mistura em questão é reconhecida por possuir importantes interações tóxicas de componentes manifestadas ao nível ou abaixo dos níveis de GGV.

O uso da fórmula recíproca deve ser restrito a aplicações em que os pontos de ebulição dos solventes na mistura são relativamente próximos, isto é, de uma faixa de variação menor que  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  (i.e., pressões de vapor aproximadamente dentro de uma ordem de grandeza). O procedimento deve ser utilizado em situações nas quais a composição do líquido seja significativamente diferente da composição do vapor. Quando isso ocorrer, a fórmula recíproca pode ser utilizada substituindo  $F(n)$  na equação pela fração mássica de vapor para cada grupo ( $n$ ) na mistura de hidrocarbonetos, baseada nas medidas de concentrações dos vapores na situação específica.

Os valores do grupo de referência aplicam-se somente a vapores, e não a névoas ou aerossóis. Os procedimentos para cálculo do  $GGV/RMF$  aplicam-se a misturas que contenham olefinas ou outros compostos saturados ou hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs).

#### Exemplo

Um solvente que contenha a seguinte composição em massa é comparado com o valor de grupo de referências apropriado:

Componentes	Percentagem em massa	Grupo de referência Valor ( $\text{mg/m}^3$ )
C7-C8 alcanos e cicloalcanos	45 %	1500
C9-C10 alcanos e cicloalcanos	40 %	1200
C7-C8 aromáticos	9 %	200
Tolueno	6 %	75
Benzeno	$< 1 \%$	-NA-

Com base na coluna B, Tabela 1 (McKee et al., 2005), o  $GGV_{mistura}$  deve ser:

$$GGV_{mistura} = \frac{1}{\frac{0.45}{1500} + \frac{0.40}{1200} + \frac{0.09}{200} + \frac{0.06}{75}} = \frac{1}{0.001884}$$

$$= 531 \text{ (arredondado para } 550 \text{ mg/m}^3\text{)}$$

O tolueno (parte da fração de aromáticos C7-C8) foi adicionado com seu valor de  $TLV^R$ , em lugar do valor de GGV, pois isso faz diferença no valor de  $GGV_{mistura}$ . A exposição a benzeno deve ser avaliada separadamente utilizando-se o  $TLV^R$  para ele estabelecido.

#### Referências:

European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECEC). Occupational exposure limits for hydrocarbon solvents. Special Report No. 13. Brussels, Belgium (1997).

Farmer TH: Occupational hygiene limits for hydrocarbon solvents. *Annals of Occupational Hygiene* 40: 237-242 (1995).

McKee RH; Medeiros AM; Daughtrey WC: A proposed methodology for setting occupational exposure limits for hydrocarbon solvents. *J of Occupational and Environmental Hygiene* 2: 524-542 (2005).

UK Health and safety Executive (UKHSE) EH40/2000. Occupational Exposure Limits (2000).

## SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS E OUTROS ASSUNTOS EM ESTUD

O Comitê de TLVs® para Substâncias Químicas solicita informar especialmente dados, que possam ajudar na deliberação em relação seguintes substâncias e assuntos. Comentários e sugestões, acompanhados por dados que os sustentem substancialmente, na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, devem ser encaminhados em formato eletrônico, ao The Science Group ACGIH® (science@acgih.org). O Comitê também solicita recomendações para substâncias e assuntos adicionais de interesse para a Higiene Ocupacional e para a comunidade de Saúde Ocupacional. Por favor, consultar "Processo de Desenvolvimento dos TLVs® e BEIs® da ACGIH®", disponível na parte inicial deste livro ou no seguinte endereço eletrônico: no site ACGIH®, onde podem ser encontradas informações detalhadas sobre o procedimento e os métodos para colaboração com a ACGIH® (<http://www.acgih.org/DevProcess.htm>).

A lista Em Estudo é publicada anualmente no dia primeiro de fevereiro no site da ACGIH® ([www.acgih.org/TLV/Studies.htm](http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm)), no Relatório Anual da ACGIH® e, posteriormente, no livro anual dos TLVs® e BEIs®. Como complementação, a lista Em Estudo é atualizada em 31 de julho em uma lista de duas séries.

- As entradas da Série 1 representam as substâncias químicas ou agentes físicos que podem ser colocados como Nota de Alterações Pretendidas (NAP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) no próximo ano de função do seu estágio no processo de desenvolvimento.

- A Série 2 consiste naquelas substâncias químicas ou agentes físicos que não serão transferidos, mas que permanecerão na Lista em Estudo no ano seguinte ou dela serão retirados.

A lista atualizada permanecerá na forma de duas séries pelo resto do ano. A ACGIH® continuará com a prática de atualizar a Lista em Estudo todo 1º de fevereiro e de estabelecer a lista de duas séries todo dia 31 de julho.

As substâncias e temas listados a seguir são os de 1º de janeiro de 2008. Após essa data, para encontrar uma lista atualizada, consulte o site da ACGIH® (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>).

Tabela 1 - valores de referência de grupos

A	B	C	D
Grupo de hidrocarboneto	McKee et al. (mg/m <sup>3</sup> )	UK-HSE 40/2000 (mg/m <sup>3</sup> )	ACGIH® TLV® (mg/m <sup>3</sup> )
C5-C6 Alcanos	1500	1800	Pentano, todos isômeros (1770) Hexano, isômeros (1760)
C7-C8 Alcanos	1500	1200	Heptano, todos isômeros (1640) Octano, todos isômeros (1401)
C5-C6 Cycloalcanos	1500	1800	Ciclopentano (1720) Ciclohexano (350)
C7-C8 Cycloalcanos	1500	800	Metilciclohexano (1610)
C7-C8 Aromaticos	200	500	Tolueno (75) Xileno, todos isômeros (434) Etilbenzeno (434)
C9-C15 Alcanos	1200	1200	Nonano, todos isômeros (1050)
C9-C15 Cycloalcanos	1200	800	
C9-C15 Aromaticos*	100	500	Trimetilbenzeno, todos isômeros (123) Naftaleno (52) Cumeno (246)

\*n-Hexano (TLV® - 176 mg/m<sup>3</sup>) e metilnaftaleno (TLV® - 3 mg/m<sup>3</sup>) são significativamente menores que o GGV recomendado. Sempre que presentes na mistura, esses componentes devem ser medidos individualmente e avaliados pela metodologia encontrada no Anexo E, I.e., tratamento independente ou uso da fórmula aditiva dependendo do efeito crítico.



## DEFINIÇÕES E NOTAÇÕES

## Definições

## Documentação

É a publicação-fonte que fornece avaliação crítica das informações e dos científicos pertinentes, com referência às fontes de literatura em que a TLV® ou BEI® se baseia. Veja a discussão em "Processo de Desenvolvimento dos TLVs®/BEIs®". Encontra-se uma "Visão Geral" no começo deste livro. As linhas gerais usadas na preparação da "Documentação" podem ser encontradas no documento intitulado "Operations Manual of the Threshold Limit Values for Chemical Substances (TLV®-CS) Committee", acessível pela internet no seguinte endereço eletrônico: [www.acgih.org/W/OPSMannual.pdf](http://www.acgih.org/W/OPSMannual.pdf).

## Oxigênio Mínimo

Uma atmosfera deficiente em oxigênio (O<sub>2</sub>) é definida como aquela com a pressão pO<sub>2</sub> menor do que 132 mm de mercúrio (NIOSH, 1980). O mínimo requerido de 19,5% de oxigênio ao nível do mar (148 mm de mercúrio O<sub>2</sub>, em ar seco) fornece uma quantidade adequada de oxigênio para a maioria dos trabalhos conhecidos e inclui uma margem de segurança (NIOSH, 1987; McManus, 1999). Estudos de fisiologia pulmonar sugerem que o requisito acima fornece um nível adequado da pressão de oxigênio nos pulmões (pressão alveolar pO<sub>2</sub> de 60 mm de mercúrio) (Silverthorn, 2001; Guyton, 1991; NIOSH, 1976).

Alguns gases e vapores, quando presentes em altas concentrações no trabalho, agem primariamente como um asfixiante simples, sem outros efeitos fisiológicos significativos. Não pode ser atribuído um TLV® a um asfixiante simples, uma vez que o fator limitante é o oxigênio disponível. Atmosferas deficientes em O<sub>2</sub> não fornecem nenhum aviso adequado, e a maioria dos asfixiantes simples é inodora. Em função desse fator, deve ser limitada a concentração do asfixiante, particularmente em altitudes superiores a 524 m, nas quais a pO<sub>2</sub> da atmosfera é menor do que 120 mm de mercúrio. Muitos asfixiantes simples apresentam perigo de explosão. Consulte a "Documentação" para mais informações sobre um asfixiante simples específico.

*Nota: Veja o Anexo F: Conteúdo Mínimo de Oxigênio.*

## Notação

Uma "Notação" é uma designação que aparece como um componente do TLV®, na qual informação específica é apresentada em uma coluna reservada a Notações.

## Lista de Alterações Pretendidas (NAP)

A "Nota de Alterações Pretendidas (NAP)" é uma lista de ações propos-

tas para o ano seguinte pelo Comitê de Substâncias Químicas (TLVs®-Committee). Esta nota dá a oportunidade para comentários do público geral. Os valores permanecem na NAP por aproximadamente um ano pois de serem ratificados pela Diretoria da ACGIH®. As propostas dev ser consideradas valores experimentais durante o período em que ficam na NAP. Se o Comitê não encontrar nem receber nenhum dado significativo que altere sua opinião científica relativa a um TLV® constante da NAP, poderá aprovar sua recomendação para adoção pela Diretoria da ACGIH®. Caso o Comitê encontre ou receba dados substanciais que mudem a opinião científica sobre um TLV® incluído na Nota de Alterações Pretendidas, poderá alterar sua recomendação sobre essa matéria para a Diretoria da ACGIH®, a fim de que seja mantida ou retirada da NAP. Os valores que aparecem entre parênteses, na seção de Valores Adotados, são os que devem ser usados durante o período no qual a alteração proposta para valor ou notação aparecer na NAP.

## Material Particulado/Tamanho da Partícula

Para materiais particulados sólidos e líquidos, os TLVs® são expressos em termos de material particulado "total", exceto quando forem usados os termos massa particulada inalável, torácica ou respirável. A intenção da ACGIH® é substituir todos os TLVs® de material particulado "total" por TLVs® para massa particulada inalável, torácica ou respirável. Incentiva-se o uso de técnicas de amostragem de massa particulada "total" lado a lado à massa particulada inalável, torácica ou respirável, a fim de auxiliar na substituição dos atuais TLVs® de material particulado "total". Para as definições de massa particulada inalável, torácica e respirável, veja o Anexo C: Critério de Amostragem Seletiva por Tamanho de Partículas para Material Particulado em Suspensão no Ar.

## Partículas (insolúveis ou fracamente solúveis) Não Especificadas Outra Maneira (PNOS)

Existem muitos particulados insolúveis de baixa toxicidade, para os quais nenhum TLV® foi estabelecido. A ACGIH® acredita que mesmo os particulados biologicamente inertes, insolúveis ou fracamente solúveis podem apresentar efeitos adversos e sugere que as concentrações não sejam mantidas abaixo de 3 mg/m<sup>3</sup> para partículas respiráveis e 10 mg/m<sup>3</sup> para partículas inaláveis, até que um TLV® seja estabelecido para a substância em particular. No Anexo B, é fornecida uma descrição qualificativa para esta recomendação e o critério para substâncias às quais esta se aplica.

## Base dos TLVs®

Os TLVs® são fundamentados em informações publicamente disponíveis.

izadas em sua respectiva "Documentação". Embora o cumprimento dos requisitos possa prevenir muitos efeitos adversos à saúde, não é possível listar todos os efeitos neste livro. As bases sobre as quais os valores foram estabelecidos poderão ser consultadas no guia para agente (p. ex., proteção contra danos à saúde pode ser fornecido por alguns enquanto ausência significativa de irritação, narcose, tontura ou outras formas de estresse podem ser as bases para outros). Alguns danos à saúde considerados incluem aqueles que reduzem a expectativa de vida, afetam adversamente a função reprodutiva ou o processo de desenvolvimento, comprometem órgãos ou a função tissular ou diminuem a resistência a outras substâncias tóxicas ou doenças.

O conceito de base do TLV<sup>®</sup> representa o(s) efeito(s) adverso(s) em que o TLV<sup>®</sup> é fundamentado. A coluna "Base do TLV<sup>®</sup>" neste livro tem por objetivo fornecer uma referência prática para os sintomas de superexposição e de servir como um guia para determinar se os componentes de uma exposição devem ser considerados com efeitos independentes ou aditivos. Outras informações da coluna Bases do TLV<sup>®</sup> não é um substitutivo para a documentação da "Documentação". Cada "Documentação" constitui um componente crítico para o uso apropriado dos TLV(s)<sup>®</sup> e para a compreensão da base do TLV<sup>®</sup>. Uma lista completa das bases do TLV<sup>®</sup> usada pelo Comitê de Substâncias Químicas para Limites de Exposição pode ser encontrada no Manual de Operações (Operations Manual) online, em [http://www.acgih.org/TLV/TLV-CS\\_Ops\\_Man\\_2006-2-9.pdf](http://www.acgih.org/TLV/TLV-CS_Ops_Man_2006-2-9.pdf).

### Abreviaturas utilizadas

— cardíaco	Inib — inibição
b-emia — Carboxihemoglobinemia	Irr — irritação
Comp — comprometimento	MeHb-emia — metahemoglobinemia
Conv — convulsão	Pulm — pulmonar
— dano	Repro — reprodutivo
— efeitos	Sens — sensibilização
— formação	SNC — sistema nervoso central
— função	SNP — sistema nervoso periférico
— gastrointestinal	TRI — trato respiratório inferior
— hemoglobina	TRS — trato respiratório superior

### Definições/Notas de Rodapé

#### Notas Biológicas de Exposição (BEIs<sup>®</sup>)

A notação "BEI" é indicada na coluna "Notações" quando um BEI<sup>®</sup> (ou BEIs<sup>®</sup>) é(são) também recomendado(s) para a substância. Foram adicionadas três subcategorias à notação "BEI", a fim de ajudar o usuário a identificar aquelas substâncias que usarão apenas o BEI<sup>®</sup> para Pesticidas ou Indutores da Acetilcolinesterase ou Indutores de Metahemoglobina. São as seguintes:

BEI<sub>A</sub> = Ver o BEI<sup>®</sup> para Pesticidas Inibidores da Acetilcolinesterase  
 BEI<sub>M</sub> = Ver o BEI<sup>®</sup> para Indutores da Metahemoglobina  
 BEI<sub>P</sub> = Ver o BEI<sup>®</sup> para Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAHs)

O monitoramento biológico deve ser instituído para essas substâncias a fim de avaliar a exposição total de todas as fontes, incluindo a dérmica, ingestão ou exposição não ocupacional. Veja a seção BEI<sup>®</sup> neste livro e a "Documentação" dos TLVs<sup>®</sup> e BEIs<sup>®</sup> para essas substâncias.

#### Carcinogenicidade

Um cancerígeno é um agente capaz de induzir neoplasmas benignos ou malignos. Evidências de carcinogenicidade decorrem de estudos epidemiológicos, toxicológicos e mecanísticos. São usadas pela ACGIH<sup>®</sup> as categorias específicas (isto é, A1, A2, A3, A4 e A5) para definir as categorias para carcinogenicidade e estão listadas na coluna Notações. Consulte o Anexo A para verificar estas categorias, definições e sua relevância para o ser humano na área ocupacional.

#### Fração Inalável e Vapor (FIV)

A nota de rodapé Fração Inalável e Vapor (FIV) é usada quando o material apresenta pressão de vapor suficiente para estar presente simultaneamente nas fases particulada e de vapor, cada uma contribuindo com uma porção de dose significativa na concentração do limite de exposição (TLV-TWA). Quando a nota de rodapé FIV está assinalada, a proporção de Concentração de Vapor Saturado é considerada no TLV-TWA. O higienista ocupacional também deve considerar tanto a fase de vapor como a fase de partícula na avaliação de exposições em operações de pulverização (spray), processos envolvendo alterações de temperatura que possam alterar o estado físico da matéria, quando uma fração significativa de vapor dissolvida nas partículas de outra substância, ou adsorvido por elas (tais como compostos solúveis em água em ambientes de alto teor de umidade) e na seleção de técnicas de amostragem para coletar os dois estados da matéria (Perez and Soderholm, 1991).

#### Sensibilização

A designação "SEN" na coluna "Notações" refere-se ao potencial de um agente para produzir sensibilização, conforme dados obtidos em seres humanos ou animais. A notação SEN não implica que a sensibilização seja um efeito crítico no qual o TLV<sup>®</sup> está baseado, nem significa que este efeito é a única base para o TLV<sup>®</sup> deste agente. Os dados existentes, referentes à sensibilização, são cuidadosamente considerados na recomendação do TLV<sup>®</sup> para o agente. Os TLVs<sup>®</sup> que se baseiam na sensibilização visam a proteger os trabalhadores da (ou contra a) indução deste efeito. Esses TLVs<sup>®</sup> não pretendem proteger aqueles trabalhadores que já tenham se sensibilizado.

o local de trabalho, podem ocorrer exposições respiratória, dérmica onjuntiva a agentes sensibilizantes. De modo análogo, os agentes ibilizantes podem provocar reações respiratórias, dérmicas ou onras. Atualmente, a notação não distingue a sensibilização envolvendo quer um desses sistemas orgânicos. A ausência de uma notação SEN significa que o agente não tem a capacidade de produzir sensibiliza- mas pode refletir a falta de informações ou de evidências científicas lusivas.

• sensibilização ocorre freqüentemente por um mecanismo imunológi- não deve ser confundida com outras condições ou terminologia, tais o hiper-reatividade, suscetibilidade ou sensibilidade. Inicialmente pode r nenhuma ou pequena resposta ao agente sensibilizante. Entretanto, epois que a pessoa é sensibilizada, a exposição subsequente pode ar respostas intensas mesmo para exposição a baixas concentrações ( abaixo do TLV®). Essas reações podem representar ameaça à vida dem ter início imediato ou retardado. Trabalhadores que tenham se ibilizado a um agente específico podem, também, apresentar reação ada para outros agentes com estruturas químicas similares. A redu- da exposição ao sensibilizante e aos análogos estruturais geralmente iz a incidência das reações alérgicas entre indivíduos sensibilizados. i algumas pessoas sensibilizadas, a única forma de prevenir a respos- unológica específica é evitar completamente a exposição ao agente ibilizante e aos seus análogos estruturais.

Agentes que são potentes sensibilizantes representam um problema acial no local de trabalho. Exposições respiratória, dérmica e conjun- devem ser significativamente reduzidas ou eliminadas por medidas de role no processo e equipamentos de proteção individual. Educação e iamento (por exemplo, revisão dos efeitos potenciais à saúde, procedi- tos de manuseio seguro, informações de emergência) são também ne- sários àqueles que trabalham com agentes sensibilizantes conhecidos. Para informações adicionais sobre o potencial de sensibilização de um nte específico, consultar a "Documentação" do TLV® para esse agente.

### **Pele**

A designação "Pele", na coluna "Notações", refere-se à significativa tribuição potencial da exposição por via cutânea para a exposição total, uindo as membranas mucosas e os olhos, por contato com vapores, idos e sólidos. Nos casos em que estudos de aplicação dérmica têm strado absorção que pode causar efeitos sistêmicos em seguida à ex- ição, deve ser considerada uma notação "Pele". A notação "Pele" tam- n alerta o higienista ocupacional para a possibilidade de ocorrer supe- posição por contato dérmico com líquidos e aerossóis, mesmo que as osições por via respiratória estejam no nível do TLV ou abaixo deste.

A notação "Pele" não se aplica a substâncias químicas que possam jar irritação dérmica. No entanto, ela pode acompanhar uma notação

SEN para as substâncias que causam sensibilização respiratória após exposição por via cutânea. Embora muitos fatores não sejam consider quando da atribuição de uma notação "Pele", o higienista ocupacional- estar ciente de que muitos deles podem aumentar significativamente a tencial de absorção pela pele de uma substância que, em outras circ- tâncias, teria um baixo potencial de absorção por via cutânea. Alg- substâncias podem agir como veículos, pois quando presentes na ou misturadas a outra substância podem promover a absorção desta pele. Alterações dermatológicas, ou até mesmo ferimentos, podem bém facilitar significativamente a penetração de uma substância.

Enquanto os dados quantitativos sobre a absorção pela pele de ga vapores e líquidos pelos trabalhadores forem relativamente limitados o os atuais, a ACGIH® recomenda que a integração dos dados de est- dérmicos agudos e estudos de dose dérmica repetida em animais e res humanos — em conjunto com a capacidade de uma substância quí- ser absorvida — seja usada para decidir sobre a adequação da note "Pele". Em geral, dados disponíveis que indicam que a potencialidad- absorção via mãos e braços durante a jornada de trabalho possa ser si- ficativa, especialmente para substâncias químicas com TLVs® mais bai- poderiam justificar uma notação "Pele". Com base em dados de toxicid- aguda em animais, produtos com uma dose letal dérmica (LD<sub>50</sub>) relat- mente baixa (isto é, 1000 mg/kg de peso do corpo ou menos) dever receber uma notação "Pele". Essa notação também deve ser consider- para as substâncias químicas que penetram facilmente pela pele (ist- que tenham coeficientes de partição maiores do que a mistura octa- água) e quando extrapolações dos efeitos sistêmicos a partir de outras \ de exposição sugerem que a exposição dérmica pode ser importante p a definição da toxicidade. A notação "Pele" não se aplica às substân- químicas que causam irritação ou tenham efeitos corrosivos na ausêr de toxicidade sistêmica.

As substâncias que têm uma notação "Pele" e um baixo TLV® pod- representar problemas especiais para operações que envolvem al- concentrações do contaminante no ar, particularmente em condições i- quais áreas significativas da pele são expostas por um longo período. N- sas condições podem ser necessárias precauções especiais para impe- ou reduzir significativamente, o contato com a pele.

O monitoramento biológico deve ser considerado para determinar a c- tribuição relativa da exposição por via cutânea para a dose total. A ACGI- recomenda uma série de Índices Biológicos de Exposição (BEIs®) adotad- que fornecem uma ferramenta adicional para avaliar a exposição total c- trabalhadores a determinados produtos químicos. A fim de obter mais inf- mações, consulte a seção Absorção Dérmica na "Introdução aos Índic- Biológicos de Exposição", "Documentação dos Índices Biológicos de Ex- sição" (2001) e Leung e Paustenbach (1994). Outros textos selecionad- sobre a absorção pela pele e a notação "Pele" são Sartorelli (2000), Sc-

## Definições e Notações

outros (2000), Wester e Maibach (2000) Kennedy e outros (1993), a-Bergegova e outros (1990) e Scanseti e outros (1988). A validade do uso da notação "Pele" é alertar o leitor para o fato de a transmissão de ar, apenas, ser insuficiente para quantificar a exposição à substância e de ser necessário adotar medidas para prevenir a absorção ativa pela pele.

## Bibliografia e Textos Selecionados

International Conference of Governmental Industrial Hygienists: Dermal absorption. In: Documentation of the Biological Exposure Indices, 7th ed., pp. 21-26. ACGIH®, Cincinnati, OH (2001).

van-Bergerova V; Pierce JT; Droz PO: Dermal absorption potential of industrial chemicals; Criteria for skin notation. Am J Ind Med 17(5): 7-635 (1990).

Wester RC; Maibach HI: Textbook of Medical Physiology, 8th ed. W.B. Sanders Co., Philadelphia, PA (1991).

Maibach HI; Brock WJ; Banerjee AK: Assignment of skin notation for threshold limit values chemicals based on acute dermal toxicity. Appl Occup Environ Hyg 8(1):26-30 (1993).

Maibach HI; Paustenbach DJ: Techniques for estimating the percutaneous absorption of chemicals due to occupational and environmental exposures. Appl Occup Environ Hyg 9(3):187-197 (1994).

Maibach HI; NIOSH: Safety and Health in Confined Spaces. Lewis Publishers, Boca Raton, FL (1999).

NIOSH: U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: A Guide to Industrial Respiratory Protection, DHEW (NIOSH) Pub. N° 76-198. NIOSH, Cincinnati, OH (1976).

NIOSH: U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Working in Confined Spaces. DHHS (NIOSH) Pub. N° 80-106. NIOSH, Cincinnati, OH (1980).

NIOSH: U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH Respirator Decision Logic. DHHS (NIOSH) Pub. N° 87-108. NIOSH, Cincinnati, OH (1987).

NIOSH: Soderholm SC: some chemicals requiring special consideration when deciding whether to sample the particle, vapor, or both phases of an atmosphere. Appl Occup Environ Hyg 6:859-864 (1991).

NIOSH: Corbelli P Dermal risk assessment in occupational medicine. Med Lav 81(3):183-191 (2000).

NIOSH: Scansetti G; Piolatto G; Rubino GF: Skin notation in the context of workplace exposure standards. Am J Ind Med 14(6):725-732 (1988).

NIOSH: Schneider T; Cherrie JW; Vermeulen R; Kromhout H: Dermal exposure assessment. Ann Occup Hyg 44(7):493-499 (2000).

Silverthorn DE: Human Physiology: An Integrated Approach, 2nd ed. Prentice-Hall, New Jersey (2001).

Wester RC; Maibach HI: Understanding percutaneous absorption for occupational health and safety. Int J Occup Environ Health 6(2):86-92 (2000).

Todas as notas relativas aos assuntos da seção de Substâncias Químicas deste livro são apresentadas nos Anexos desta seção ou na contracapa posterior.

As notas constantes da contracapa estão também reproduzidas no marcador de páginas oferecido pela ABHO®.

## ANEXOS ADOTADOS

### ANEXO A: Carcinogenicidade

A ACGIH® tem estado alerta para o aumento do interesse público por substâncias químicas ou processos industriais que possam causar ou contribuir para o aumento do risco de câncer em trabalhadores. Métodos mais sofisticados de bioensaio, bem como o uso de modelos matemáticos sofisticados, que extrapolam os níveis de riscos entre os trabalhadores têm levado a diferentes interpretações de quais substâncias químicas e processos deveriam ser classificados como carcinogênicos humanos e qual deveria ser a exposição máxima. A meta do Comitê de TLVs® para Substâncias Químicas tem sido sintetizar as informações disponíveis, de maneira que possam ser úteis na prática dos Higiениstas Ocupacionais sem sobrecarregá-los com detalhes desnecessários.

Os carcinogênicos estão classificados nas seguintes categorias:

- A1 — *Carcinogênico Humano Confirmado*: O agente é carcinogênico para o ser humano, com base em evidências de estudos epidemiológicos.
- A2 — *Carcinogênico Humano Suspeito*: Dados obtidos de seres humanos são considerados qualitativamente adequados, porém, são constantes ou insuficientes para classificar o agente como carcinogênico humano confirmado; OU o agente é carcinogênico em experimentos com animais, em dose(s), por via(s) de administração, em locais, tipo histológico(s), ou por mecanismo(s) que possam ser considerados relevantes para a exposição do trabalhador. A notação A2 é usada principalmente quando há evidência limitada de carcinogenicidade no homem e evidência suficiente de carcinogenicidade nas experiências em animais, com relevância para os seres humanos.
- A3 — *Carcinogênico Animal Confirmado com Relevância Desconhecida para Seres Humanos*: O agente é carcinogênico em experimentos com animais, em doses relativamente altas, por via(s) de administração, em locais, tipo(s) histológico(s), ou por mecanismo(s) que podem não ser considerados relevantes para a exposição do trabalhador.



trabalhador. Os estudos epidemiológicos disponíveis não confirmam um aumento do risco de câncer em seres humanos expostos. As evidências disponíveis não sugerem que este agente seja um provável causador de câncer em seres humanos, exceto em condições excepcionais de via de ingresso no organismo ou de níveis de exposição.

**Não-classificável como Carcinogênico Humano:** Agentes que, suspeita-se, possam ser carcinogênicos para o ser humano, mas cujos dados existentes são insuficientes para se afirmar isso de forma conclusiva. Experiências *in vitro* em laboratório ou estudos com animais não fornecem indicações de carcinogenicidade suficientes para classificar o agente em uma das outras categorias.

**- Não-suspeito como Carcinogênico Humano:** Não se suspeita que o agente seja carcinogênico para os seres humanos, com base em pesquisas epidemiológicas bem conduzidas em seres humanos. Estes estudos dispõem de quantidade suficiente de históricos confiáveis, de seguimento da exposição por longo período, de doses suficientemente altas, bem como de um controle estatístico adequado para concluir que a exposição ao agente não representa um risco significativo de câncer para o ser humano; OU a evidência que sugere a ausência de carcinogenicidade em experimentos animais é suportada por dados mecanísticos.

As substâncias para as quais não se dispõe de dados sobre carcinogenicidade em seres humanos ou experimentos em animais não têm a designação de carcinogenicidade fixada.

As exposições aos carcinogênicos devem ser mantidas no mínimo. Os trabalhadores expostos aos carcinogênicos A1, sem um limite de exposição (TLV<sup>®</sup>), devem estar adequadamente protegidos para eliminar ao máximo qualquer exposição a eles. Para os carcinogênicos A1 com TLV<sup>®</sup>, para os carcinogênicos A2 e A3, a exposição do trabalhador, por qualquer via de absorção, deve ser cuidadosamente controlada, sendo mantida abaixo do TLV<sup>®</sup>, nos níveis mais baixos possíveis. Para uma descrição mais completa de todas estas denominações, bem como de suas origens, deve-se consultar "Guidelines for the Classification of Occupational Carcinogens" na Introdução às Substâncias Químicas na "Documentation of Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices", da ACGIH<sup>®</sup>.

#### **ANEXO B: Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade) não Especificadas de Outra Maneira [PNOS]**

É objetivo do Comitê de TLVs<sup>®</sup> recomendar limites de exposição (TLVs<sup>®</sup>) para todas as substâncias em relação às quais haja evidências de efeitos adversos em concentrações no ar encontradas nos locais de trabalho. Quando existem evidências suficientes para uma substância específica, um limite de exposição (TLV<sup>®</sup>) é estabelecido. Assim, por definição, as substâncias

para as quais esta recomendação se aplica são aquelas para as quais existe poucos dados. A recomendação no final deste Anexo é sugerida com um guia, e não como um TLV<sup>®</sup>, pois é impossível atender ao nível-padrão de evidências usado para o estabelecimento de um TLV<sup>®</sup>. Além disso, o TLV<sup>®</sup> para as PNOS e seus predecessores foi incorretamente utilizado no passado, tendo sido aplicado a quaisquer partículas não listadas, e não àquelas que seguem o critério apresentado a seguir. As recomendações deste Anexo se aplicam a partículas que:

- Não tenham um limite de exposição (TLV<sup>®</sup>) aplicável;
- Sejam insolúveis ou fracamente solúveis em água (ou, preferencialmente, nos fluidos aquosos do pulmão, se houver dados disponíveis); e
- Tenham baixa toxicidade (isto é, não sejam citotóxicas, genotóxicas ou quimicamente reativas de outra forma com o tecido pulmonar não emitam radiação ionizante, causem imunossensibilização, ou outros efeitos tóxicos que não sejam a inflamação ou o mecanismo "sobrecarga pulmonar").

A ACGIH<sup>®</sup> acredita que as partículas insolúveis, ou fracamente solúveis, mesmo que biologicamente inertes, podem causar efeitos adversos e recomenda que as concentrações ambientais sejam mantidas abaixo de 3 mg/m<sup>3</sup>, para partículas respiráveis, e de 10 mg/m<sup>3</sup>, para partículas inaláveis, até que seja estabelecido um limite de exposição (TLV<sup>®</sup>) para a substância específica.

#### **ANEXO C: Critério de Amostragem por Tamanho-Seletoivo de Partículas para Material Particulado em Suspensão no Ar**

Para as substâncias químicas presentes no ar inalado como suspensões de partículas sólidas ou líquidas, o risco potencial depende do tamanho da partícula, bem como da concentração em massa devido aos efeitos do tamanho da partícula no local de deposição no interior do aparelho respiratório e, 2) à tendência das várias doenças ocupacionais estarem associadas com material depositado em regiões específicas do aparelho respiratório.

A ACGIH<sup>®</sup> vem recomendando, há muitos anos, limites de exposição tamanho-seletoivo de partículas para sílica cristalina, como reconhecimento da associação bem estabelecida entre a silicose e as concentrações de sílica respiráveis. O Comitê de TLVs<sup>®</sup> para Substâncias Químicas está agora reexaminando outras substâncias químicas encontradas sob a forma de partículas em ambientes ocupacionais com o objetivo de definir: 1) a fração tamanho mais estreitamente associada a cada substância com o efeito se-

relacionado; e 2) a concentração de massa dentro desta fração de corte, que deveria representar o limite de exposição (TLV®).

TLVs® por Tamanho-Seletivo das Partículas são expressos em três formas:

1) TLV® para Material Particulado Inalável (MPI-TLVs®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar do trato respiratório.

2) TLV® para Material Particulado Torácico (MPT-TLVs®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados em qualquer lugar interior das vias aéreas dos pulmões e na região de troca de gases.

3) TLV® para Material Particulado Respirável (MPR-TLVs®): para aqueles materiais que oferecem risco quando depositados na região de troca de gases.

As três frações de material particulado, descritas acima, são definidas nos quantitativos de acordo com as seguintes equações: (1-3)

A fração MPI consiste naquelas partículas que são captadas de acordo com a seguinte eficiência de coleta, sem levar em conta a orientação do amostrador relativamente à direção do vento:

$$\text{MPI}(d_{ae}) = 0,5 [1 + \exp(-0,06 d_{ae})]$$

para  $0 < d_{ae} \leq 100 \mu\text{m}$ .

onde:  $\text{MPI}(d_{ae})$  = a eficiência de coleta  
 $d_{ae}$  = diâmetro aerodinâmico da partícula em  $\mu\text{m}$

A fração MPT consiste naquelas partículas que são captadas de acordo com a seguinte eficiência de coleta:

$$\text{MPT}(d_{ae}) = \text{MPI}(d_{ae}) [1 - F(x)]$$

onde:  $F(x)$  = a função de probabilidade cumulativa de uma variável normal padronizada, x

$$x = \frac{\ln(d_{ae}/\Gamma)}{\ln(\Sigma)}$$

$\ln$  = logaritmo natural

$\Gamma = 11,64 \mu\text{m}$

$\Sigma = 1,5$

A fração MPR consiste naquelas partículas que são captadas de acordo com a seguinte eficiência de coleta:

$$\text{MRP}(d_{ae}) = \text{MPI}(d_{ae}) [1 - F(x)]$$

onde  $F(x)$  = tem o mesmo significado acima, mas com  $\Gamma = 4,25 \mu\text{m}$  e  $\Sigma = 1,1$ .

A diferença mais significativa das definições anteriores é o aumento do ponto médio de corte para um amostrador de material particulado respirável de  $3,5 \mu\text{m}$  para  $4,0 \mu\text{m}$ ; isto está de acordo com o protocolo da International Organization for Standardization/European Standardization Committee (ISO/CEN).<sup>(4,5)</sup> Até o momento, não se recomenda nenhuma mudança para as medições de partículas respiráveis usando um ciclone de náilon de 10 mm a uma vazão de 1,7 litros por minuto. Duas análises de dados disponíveis indicam que uma vazão de 1,7 l/min permite ao ciclone de náilon de 10 mm, aproximar a concentração do material particulado que seria medido por um amostrador ideal de partícula respirável, como definido aqui<sup>(6,7)</sup>.

As eficiências de coleta representativas de alguns tamanhos de partículas em cada fração de massa respectiva são mostradas nas Tabelas 1, 2 e 3. A "Documentação" para os respectivos algoritmos representativos das 3 frações de massa é encontrada na literatura<sup>(2-4)</sup>.

Nota do Tradutor: MPI - em inglês a sigla é IPM (Inhalable particulate mass)

MPT - em inglês a sigla é TPM (Thoracic particulate mass)

MPR - em inglês a sigla é RPM (Respirable particulate mass)

TABELA 1 – FRAÇÃO INALÁVEL

Diâmetro Aerodinâmico da Partícula ( $\mu\text{m}$ )	Massa de Particulado Inalável (MPI) Fração Coletada (%)
0	100
1	97
2	94
5	87
10	77
20	65
30	58
40	54,5
50	52,5
100	50

**BELA 2 – FRAÇÃO TORÁCICA**

Diâmetro Aerodinâmico da Partícula (µm)	Massa de Particulado de Penetração Torácico (MPT) Fração Coletada (%)
0	100
2	94
4	89
6	80,5
8	67
10	50
12	35
14	23
16	15
18	9,5
20	6
25	2

**BELA 3 – FRAÇÃO RESPIRÁVEL**

Diâmetro Aerodinâmico da Partícula (µm)	Massa de Particulado Respirável (MPR) Fração Coletada (%)
0	100
1	97
2	91
3	74
4	50
5	30
6	17
7	9
8	5
10	1

**Referências**

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Particle Size-Selective Sampling in the Workplace. ACGIH®, Cincinnati, OH (1985).
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Particle Size-Selective Sampling for Particulate Air Contaminants. JH Vincent, Ed. ACGIH®, Cincinnati, OH (1999).
- Soderholm, SC: Proposed International Conventions for Particle Size-Selective Sampling. Ann. Occup. Hyg. 33:301-320 (1989).
- International Organization for Standardization (ISO): Air Quality-Particle Size Fraction Definitions for Health-Related Sampling. ISO 7708:1995.

ISO, Geneva (1995).

5. European Standardization Committee (CEN): Size Fraction Definition for Measurement of Airborne Particles. CEN EN481:1993. CEN, seís (1993).
6. Bartley, DL: Letter to J. Doull, TLV® Committee, July 9, 1991.
7. Lidén, G; Kenny, LC: Optimization of the Performance of Existing Filterable Dust Samplers. Appl. Occup. Environ. Hyg. 8(4):386-391 (1993).

TEXOS

### ANEXO D: Espécies de Árvores Comercialmente Importantes, Suspeitas de Induzir a Sensibilização

Comum*	Nome em Latim
<b>ÁRVORES MACIAS</b>	
Árvore Sempre-Verde	<i>Sequoia sempervirens</i>
Árvore Ocidental	<i>Thuja occidentalis</i>
Pinheiro	<i>Pinus</i>
Árvore Gigante	<i>Thuja plicata</i>
<b>ÁRVORES DURAS</b>	
Árvore	<i>Fraxinus americana</i>
	<i>Populus</i>
	<i>Fagus</i>
Árvore	<i>Quercus</i>
<b>ÁRVORES TROPICAIS</b>	
Árvore de Mandacaru, massaranduba	<i>Pouteria</i>
Árvore de Zebra	<i>Microberlinia</i>
Árvore de Libano	<i>Antiáris africana, Antiáris toxicara</i>
Árvore da América Central	<i>Myrocarpus fastigiatus</i>
Árvore de Libano	<i>Cedra libani</i>
Árvore da América Central	<i>Juglans olanchana</i>
Árvore de Libano	<i>Dalbergia retusa</i>
Árvore de Libano	<i>Diospyros crassiflora</i>
Árvore de Libano	<i>Caesalpinia</i>
Árvore de Libano	<i>Dalbergia stevensonii</i>
Árvore de Libano	<i>Chlorophora excelsa</i>
Árvore de Libano	<i>Pterocarpus angolensis</i>
Árvore de Libano	<i>Nesorgordonia papaverifera</i>
Árvore de Libano	<i>Terminalia superba</i>
Árvore de Libano	<i>Khaya spp</i>
Árvore de Libano	<i>Tieghemella heckelii</i>
Árvore de Libano	<i>Mansonia altissima</i>
Árvore de Libano	<i>Pterocarpus indicus</i>
Árvore de Libano	<i>Triplachiton scleroxylon</i>
Árvore de Libano	<i>Aucoumea klaineana</i>
Árvore de Libano	<i>Dalbergia nigra</i>
Árvore de Libano	<i>Balfourodendron riedelianum</i>
Árvore de Libano	<i>Gonystylus bancanus</i>
Árvore de Libano	<i>Quillaja saponaria</i>
Árvore de Libano	<i>Euonymus europaeus</i>

#### Nota do Tradutor:

Esta listagem relaciona algumas espécies de árvores que não ocorrem no Brasil e não têm um nome comum em português, por não terem sido

estudadas aqui. Em função disso, para as árvores que não possuem nome comum conhecido em português, estão listados na coluna "Nome Comum" os nomes originais em inglês, existentes na versão original da ACGIH®.

### ANEXO E: Limites de Exposição (TLVs®) para Misturas

A maioria dos limites de exposição é desenvolvida para uma substância química isolada. No entanto, o ambiente de trabalho é frequentemente composto de exposições a múltiplas substâncias químicas, tanto simultânea como seqüencialmente. Recomenda-se que estas exposições múltiplas, nos locais de trabalho, sejam examinadas, para assegurar que a saúde dos trabalhadores não sofra efeitos adversos.

Há vários modos possíveis de interação das substâncias químicas em uma mistura. O efeito aditivo ocorre quando o efeito biológico combinado dos componentes é igual à soma de cada um dos agentes isoladamente. O sinergismo ocorre quando o efeito combinado é maior que a soma dos efeitos de cada um dos agentes. O antagonismo ocorre quando o efeito combinado é menor.

A fórmula geral da ACGIH® para misturas é aplicável ao modelo de efeito aditivo. Ela é utilizada quando se necessita de uma proteção adicional para considerar esse efeito combinado.

A orientação constante deste Anexo não se aplica a substâncias em fases mistas

### Aplicação da Fórmula de Efeito Aditivo para Misturas

A coluna "Base do TLV®", existente na tabela de Valores Adotados, indica o(s) efeito(s) adverso(s) em que o TLV® é baseado. Essa coluna é um recurso que pode ajudar a alertar o leitor para as possibilidades de efeito aditivo em uma mistura de substâncias químicas e para a necessidade de reduzir o TLV® combinado de cada um dos componentes. Observe que a coluna não lista os efeitos prejudiciais do agente, mas apenas o(s) efeito(s) adverso(s) nos quais se basearam os limites de exposição. A "Documentação dos TLV e BEIs®" atualizada deve ser consultada para informações sobre efeitos tóxicos, podendo ser útil na avaliação da exposição a misturas.

Quando duas ou mais substâncias perigosas tiverem efeitos tóxicos similares sobre o mesmo sistema orgânico ou órgão, deverão ser considerados, em primeiro lugar, os seus efeitos combinados, e não os efeitos que teriam individualmente. Na ausência de informações contrárias, substâncias diferentes que produzem o mesmo efeito sobre a saúde e afetam o mesmo órgão ou sistema devem ser consideradas como aditivas.

Isto é, se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

exceder a unidade, o limite de exposição da mistura deverá ser considerado excedido (onde  $C_1$  indica a concentração atmosférica observada e o limite de exposição correspondente; veja exemplo). É essencial que a atmosfera seja analisada tanto qualitativa como quantitativamente, para cada componente presente, a fim de avaliar o limite de exposição para a mistura.

A fórmula aditiva é aplicável a exposições simultâneas a agentes perigosos, com limites Média-Ponderada (TWA), STEL ou Valor-Teto. A base de tempo de cada limite (TWA, STEL ou TETO) deve ser compatível, quando possível. Quando os agentes químicos com o mesmo limite toxicológico não têm um mesmo tipo correspondente de TLV®, pode ser utilizada uma combinação dos tipos de limites de exposição. A tabela lista possíveis combinações de limites de exposição para a fórmula de mistura aditiva. Cálculos múltiplos podem ser necessários.

#### BELA E-1. Combinações Possíveis dos Limites de Exposição na Aplicação da Fórmula Aditiva para Misturas

Limite de Exposição	Agente A	Agente B
Limite Integral ou Curta Duração	TLV-TWA (LT-MP)	TLV-TWA (LT-MP)
Limite Integral	TLV-TWA (LT-MP)	TLV-TETO
Limite de Curta Duração	TLV-STEL	TLV-STEL
Limite de Curta Duração	TLV-TETO	TLV-TETO
Limite de Curta Duração	Digressão acima do limite, quando não há STEL (5 vezes o valor do TLV-TWA)	TLV-TETO ou TLV-STEL
Limite de Curta Duração	TLV-STEL	TLV-TETO

Quando uma substância com um limite STEL ou TETO é misturada com outra substância com um limite-média ponderada (TLV-TWA), mas sem um limite STEL estabelecido, a comparação do limite de curta exposição com o limite de digressão aplicável pode ser adequada. Os limites de digressão são definidos como um valor 5 (cinco) vezes acima do limite-média-ponderada (TLV-TWA). A fórmula corrigida deveria ser:

$$\frac{C_1}{T_{1STEL}} + \frac{C_2}{(T_2)(5)} \leq 1$$

Onde:  $T_{1STEL}$  = TLV-STEL

$T_2$  = o LT-MP (TLV-TWA) do agente sem STEL

O modelo aditivo também se aplica a exposições consecutivas a agentes, ocorridas durante uma jornada única de trabalho. Aquelas substâncias que têm TLV-TWAs (e limites STELs ou de digressão) devem, de maneira geral, ser tratadas da mesma forma que seriam se fossem a mesma substância, incluindo atenção aos períodos de recuperação para os limites STEL e de digressão, como indicado na seção "Introdução aos Agentes Químicos". A fórmula não se aplica a exposições consecutivas a um limite TETO.

#### Limitações e Casos Especiais

Podem ser abertas exceções para a regra acima quando houver uma boa razão para acreditar que os principais efeitos das diferentes substâncias perigosas não são aditivos. Isso pode ocorrer quando nem o efeito toxicológico é similar, nem o órgão atingido é o mesmo para os diversos componentes. Também pode ocorrer quando a interação da mistura causa inibição do efeito tóxico. Nesses casos, o limite de exposição geralmente excedido apenas quando ao menos um elemento da série ( $C_1/T_1$  ou  $C_2$  etc.) apresenta, ele próprio, um valor que excede a unidade.

Outra exceção ocorre quando se suspeita que as misturas tenham um efeito sinérgico. O uso da fórmula geral aditiva pode não oferecer proteção suficiente. Tais casos ainda precisam ser determinados individualmente. Também é possível que ocorram efeitos potencializadores, devido à exposição a tais agentes por outras vias, além da inalação. A potencialização é caracteristicamente observada em altas concentrações e, menos provavelmente, em baixas. Para situações que envolvem efeitos sinérgicos, é possível utilizar uma fórmula aditiva modificada, que ofereça proteção adicional pela incorporação de um fator de sinergismo. Tais tratamentos com TLVs® devem ser usados com cautela, pois as informações quantitativas relativas aos efeitos sinérgicos são escassas.

Deve-se tomar cuidado na consideração de misturas que contêm componentes genotóxicos classificados nas categorias A1, A2 ou A3. Independentemente da aplicação da fórmula para misturas, deve-se evitar a exposição a misturas que contêm carcinogênicos, ou mantê-la no nível mais baixo possível. Veja Anexo A.

A fórmula aditiva se aplica a misturas com um número razoável de agentes, mas não a misturas complexas com muitos componentes. Por exemplo, gasolina, produtos de combustão do diesel, produtos de ter decomposição, cinzas no ar, etc).

#### Exemplo

A exposição de um trabalhador a solventes dispersos no ar foi medida tanto para uma jornada completa de trabalho quanto para uma exposição de curta duração. Os resultados são apresentados na Tabela E-2

Anexos

## Tabela E-2. Exemplo de Resultados

Agente	Resultados da Jornada Integral (TLV-TWA)	Resultados da Curta Duração (TLV-STEL)
acetona	160 ppm (500 ppm)	490 ppm (750 ppm)
acetato de sec-butila	20 ppm (200 ppm)	150 ppm (N/A)
metil etil cetona	90 ppm (200 ppm)	220 ppm (300 ppm)

De acordo com a "Documentação dos TLVs® e BEIs®", essas três substâncias indicam efeitos irritantes sobre o sistema respiratório e devem ser consideradas como aditivas. Acetona e metil etil cetona apresentam também efeitos sobre o sistema nervoso central.

Para análise da jornada integral deveria utilizar a fórmula:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} \leq 1$$

Assim,

$$\frac{160}{500} + \frac{20}{200} + \frac{90}{200} = 0.32 + 0.10 + 0.45 = 0.87$$

O limite da mistura para uma jornada integral não foi excedido.

Para análise para exposição de curta duração deveria utilizar a fórmula:

$$\frac{C_1}{T_{1STEL}} + \frac{C_2}{(T_2)(5)} + \frac{C_3}{T_{3STEL}} \leq 1$$

Assim,

$$\frac{490}{750} + \frac{150}{1000} + \frac{220}{300} = 0.65 + 0.15 + 0.73 = 1.53$$

O limite para exposição de curta duração foi excedido.

## OXÍGENIO: Conteúdo mínimo de Oxigênio

Uma quantidade suficiente de oxigênio deve ser levada aos tecidos para mantê-los vivos e isso varia com: 1) nível de oxigênio no ar inspirado; 2) presença ou ausência de doenças pulmonares; 3) nível de hemoglobina no sangue; 4) cinética da ligação entre o oxigênio e a hemoglobina (função de dissociação da oxi-hemoglobina); 5) função cardíaca; e 6) fluxo sanguíneo local nos tecidos. Na presente discussão, somente o decréscimo de oxigênio no ar inalado será considerado.

O cérebro e o miocárdio são os tecidos mais sensíveis à deficiência de oxigênio. Os sintomas iniciais da deficiência de oxigênio são: aumento da frequência respiratória, aumento do débito cardíaco, e fadiga. Outros sintomas que podem se desenvolver incluem dores de cabeça, diminuição da concentração, da capacidade do raciocínio e da coordenação motora, comprometimento da visão, náusea, inconsciência, crise convulsiva e morte. Porém, podem não ocorrer sintomas antes da inconsciência. O início e a severidade dos sintomas dependem de vários fatores, tais como magnitude da deficiência de oxigênio, duração da exposição, taxa de trabalho, frequência respiratória, temperatura, estado de saúde, idade e aclimatação pulmonar. Os sintomas iniciais — aumento da frequência respiratória e do batimento cardíaco — tornam-se evidentes quando a porcentagem de saturação de oxigênio na hemoglobina é reduzida abaixo de 90%. Em adultos saudáveis, quando essa porcentagem atinge de 80 a 90%, ocorrem ajustes fisiológicos para resistir à hipóxia, porém, em indivíduos com uma saúde comprometida, como em pacientes com enfisema, deve ser prescrita terapia com oxigênio, para concentrações de saturação da hemoglobina abaixo de 90%. Enquanto a pressão parcial de oxigênio  $pO_2$  nos capilares pulmonares se mantiver acima de 60 torr (8 kPa), a hemoglobina estará com saturação acima de 90% e adultos saudáveis manterão os níveis normais de transporte de oxigênio. O nível de  $pO_2$  alveolar de 60 torr (8 kPa) corresponde a  $pO_2$  no ar ambiente igual a 120 torr (16 kPa) (por exemplo 15,8% a 760 torr - Ver Nota do Tradutor 1), devido ao ar retido no espaço morto anatômico das vias respiratórias, ao dióxido de carbono e ao vapor d'água. Para mais informações sobre troca gasosa e fisiologia pulmonar veja também Silverthorn<sup>(1)</sup> e Guyton<sup>(2)</sup>.

O NIOSH<sup>(3)</sup> (National Institute Of Occupational Safety and Health - EUA), usou a  $pO_2$  alveolar de 60 torr como limite fisiológico para estabelecer a atmosfera deficiente em oxigênio, definindo-a como aquela, com  $pO_2$  ambiental, menor que 132 torr<sup>(4)</sup> (17,4% a 760 torr). O requisito mínimo de 19,5% de oxigênio no ar seco, ao nível do mar, ( $pO_2$  de 148 torr ou 20 kPa) proporciona uma quantidade suficiente de oxigênio para a maioria dos trabalhos a serem realizados e inclui uma margem de segurança<sup>(5)</sup>. Esta, entretanto, diminui significativamente com o decréscimo da  $pO_2$  em virtude do aumento da altitude, com a passagem de eventos climáticos de baixa pressão e com o aumento de vapor d'água na atmosfera<sup>(6)</sup>. Assim a 5000 pés (1500 m), a  $pO_2$  na atmosfera pode atingir 120 torr devido à presença de vapor d'água e à passagem de eventos climáticos; em altitudes acima de 8000 pés (2500 m) a  $pO_2$  esperada na atmosfera pode ser inferior a 120 torr.

Os efeitos fisiológicos da deficiência de oxigênio e a variação da  $pO_2$  com a altitude para ar seco contendo 20,948 % de oxigênio são dados na tabela F-1. Não se espera nenhum efeito fisiológico devido à deficiência de oxigênio em adultos saudáveis a pressões parciais de oxigênio superiores a 132 torr (17,4 kPa) ou a altitudes inferiores a 5000 pés (1500 m). Alguns casos de perda de adaptação ao escuro foram relatados em altitudes acima de 5000 pés. Em pressões parciais de oxigênio inferiores a 120 torr (equivalente a altitudes de 7000 pés ou 2100 m ou de cerca de 5000 pés

is levando em conta a presença de vapor d'água e eventos climáticos baixa pressão) trabalhadores não-aclimatados podem apresentar sintomas como aumento da ventilação pulmonar e do débito cardíaco, falta de ordenação, diminuição da concentração e da capacidade de raciocínio. ses sintomas são incompatíveis com as necessidades de segurança no desempenho das tarefas.

Assim sendo, a ACGIH® recomenda uma  $pO_2$  mínima no ambiente de 2 torr (17,4% a 760 torr), que oferece proteção contra gases inertes que uem o oxigênio, processos que consomem oxigênio ou altitudes de até 00 pés (1500 m). A figura F-1 mostra como a  $pO_2$  varia com a altitude destaca o valor mínimo recomendado de 132 torr. Se a  $pO_2$  for menor e 132 torr, ou se for menor que aquela esperada para a altitude do local, nforme dado na tabela F-1, serão recomendadas práticas de trabalho mplementares, tais como avaliação completa do espaço confinado para nificação da causa da baixa concentração de  $O_2$ ; uso de sistemas de nitoramento contínuo integrado a mecanismos de alarme; aclimação r trabalhadores à altitude do trabalho, pois a adaptação à altitude pode puperar 70% da capacidade individual de realizar trabalho; uso de ciclos r trabalho-descanso com taxas de trabalho reduzidas e aumento dos pedos de descanso; treinamento, observação e monitoramento dos trabaadores; acesso fácil e rápido a respiradores com suprimento de oxigênio lequadamente mantidos.

Como os gases que deslocam o oxigênio na atmosfera podem ter opriedades inflamáveis ou provocar efeitos fisiológicos, sua origem e entidade devem ser amplamente investigadas. Alguns gases e vapores, ando presentes em altas concentrações no ar, agem basicamente como ifixiantes simples sem nenhum outro efeito fisiológico significativo. Pode io ser recomendado um TLV® para cada asfixiante simples, uma vez que o fator limitante é o oxigênio disponível. Atmosferas deficientes em oxigêo não possuem propriedades de advertência adequadas e a maioria dos ifixiantes simples é inodora. Isso deve ser levado em consideração na nitação da concentração do asfixiante, particularmente em altitudes sruiores a 5000 pés (1500 m), onde a  $pO_2$  da atmosfera pode ser inferior 120 torr (16kPa).

Tabela-1 Variação da Pressão Barométrica, Pressão Parcial de Oxigênio, e da Porcentagem de Oxigênio Equivalente com Altitude e Efeitos Fisiológicos (adaptado de McManus<sup>(6)</sup>)

Altitude Pés (metros)	Pressão Barométrica torr, ar seco <sup>A</sup> (Kilopascal)	$pO_2$ Equivalente, torr, ar seco 20,948% $O_2$ <sup>B</sup> (kilopascal)	% $O_2$ equivalente, ar seco ao nível do mar <sup>C</sup> (porcenta- gem)	Efeito Fisiológico nos Níveis de $ppO_2$ <sup>D</sup>
0	760	159	20,9	
(0)	(101)	(21,2)		
1000	731	153	20,1	
(305)	(97,4)	(20,4)		
2000	704	147	19,3	
(610)	(93,8)	(19,6)		
3000	677	142	18,7	
(914)	(90,3)	(18,9)		
4000	652	137	18,0	
(1219)	(86,9)	(18,3)		
5000	627	131	17,2	Nenhum em adultos saudáveis
(1524)	(83,6)	(17,5)		
6000	603	126	16,6	Podem ocorrer perda de adaptação ao escuro em elevações superiores a 5000 pés.
(1829)	(80,4)	(16,8)		
7000	580	121	16,0	Aumento da ventilação pulmonar e função cardíaca, falta de coordenação, falta de concentração e diminuição na

10XOS

(2438)	(14,7)	(14,7)	
9000	537	112	14,7
(2743)	(71,6)	(14,9)	
10000	517	108	14,2
(3048)	(68,9)	(14,4)	
11000	498	104	13,7
(3353)	(66,4)	(13,9)	
12000	479	100	13,2
(3658)	(63,8)	(13,3)	
13000	461	98	12,8
(3962)	(61,5)	(12,9)	
14000	443	93	12,2
(4267)	(59,1)	(12,4)	

pulmonar de alta altitude e de edema cerebral.

Fadiga anormal com esforço, coordenação precária, capacidade de raciocínio prejudicada, perturbação emocional.

Respiração prejudicada, capacidade de raciocínio, julgamento e coordenação muito prejudicados, visão tubular.

<sup>A</sup> Calculado para  $P_{\text{atm}} = 760 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em metros}}{2970}} = 760 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em metros}}{915,6}}$

<sup>B</sup> Calculado para  $\rho_{\text{O}_2} = 0,20948 \text{ x } 760 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em pés}}{25970}} = 0,20948 \text{ x } 760 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em metros}}{7911,6}}$

<sup>C</sup> Calculado para  $\rho_{\text{O}_2} = 20,948 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em pés}}{25970}} = 20,948 \text{ x } e^{-\frac{\text{Altitude em metros}}{7911,6}}$

<sup>D</sup> O efeito fisiológico aproximado em adultos saudáveis é influenciado pela duração da deficiência de oxigênio, taxa de trabalho, frequência respiratória, temperatura, estado de saúde, idade e aclimação pulmonar.

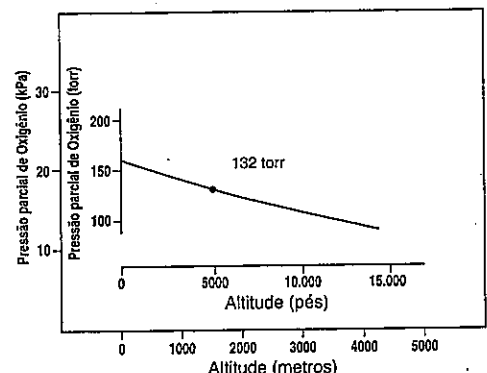
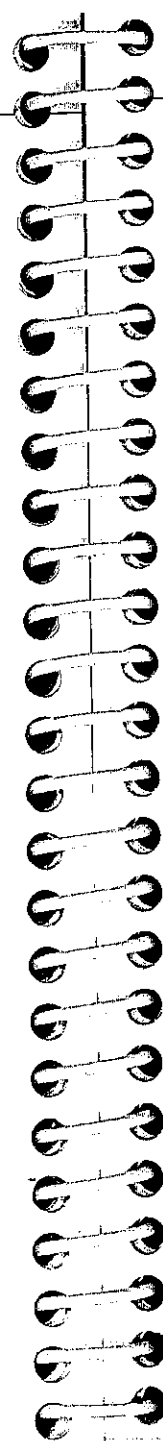


Figura F-1. Variação da pressão parcial de oxigênio ( $p_{\text{O}_2}$ ) (em torr e kPa) com a altitude (em pés e metros) mostrando a pressão parcial de oxigênio recomendada de 132 torr.

**Nota do Tradutor**

1. O original em inglês deste Anexo somente se refere ao parâmetro  $p_{\text{O}_2}$  e não à porcentagem de  $\text{O}_2$ . Porém considerando a maior familiaridade do higienista brasileiro com a porcentagem de  $\text{O}_2$ , são apresentados no texto, entre parênteses, os valores do par %  $\text{O}_2$  & Pressão correspondentes, calculados pela expressão:

$$p_{\text{O}_2} = (\% \text{O}_2 / 100) \times \text{Pressão do local}$$

$$\text{Ex. } 132 \text{ torr} = (x / 100) \times 760 \Rightarrow x = 17,4 \% \text{O}_2$$

**Referências**

1. Silverthorn DE: Human Physiology: An Integrated Approach, 2nd ed. Prentice-Hall, New Jersey (2001).
2. Guyton AC: Textbook of Medical Physiology, 8th ed. W.B. Saunders Co. Philadelphia (1991).
3. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: A Guide to Industrial Respiratory Protection, DHEW (NIOSH) Pub. No. 76-198. NIOSH, Cincinnati, OH (1976).
4. U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: Working in Confined Spaces. DHHS (NIOSH) Pub. No. 80-106. NIOSH, Cincinnati, OH (1979).
5. NIOSH U.S. National Institute for Occupational Safety and Health: NIOSH Respirator Decision Logic. DHHS Pub. No. 87-108. NIOSH, Cincinnati, OH (1987).
6. McManus N: Safety and Health in Confined Spaces. Lewis Publishers Boca Raton, FL (1999).



ANEXO G: Substâncias Cujos TLVs® Permanecerão neste Anexo por um período de 10 anos, a contar do ano em que foram retiradas da lista de TLVs® adotados [As entradas individuais permanecerão neste Anexo por um período de 10 anos, a contar do ano em que foram retiradas da lista de TLVs® adotados]

Substância [CRN]	Ano da Retirada	Motivo
Alumínio [7429-90-5] e compostos, como Al	2008	Incluído no Alumínio, metal e compostos insolúveis
Alumínio, fumos de solda	2004	TLV® retirado em função da remoção do Anexo B
ANEXO B: Substâncias de Composição Variável	2004	Retirada do Anexo, dados insuficientes
B1: Produtos de decomposição do Politetrafluoretileno		B1: Documentação retirada em função da retirada do Anexo
B2: Fumos de Solda (não especificados de outra maneira)		B2: Documentação e TLV® retirados em função da retirada do Anexo
Boratos, leira, sais de sódio	2005	Incluído no Borato, compostos inorgânicos
Butileno [106-97-8]	2004	Atualmente coberto por hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcano [C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ]
Carbonato de Cálcio [471-34-1]	2007	Dados insuficientes
Dinitolímida	2007	Retirada em favor do seu sinónimo 3,5-Dinitro-o-toluamida
Esmeril [1302-74-5]	2008	Incluído no Alumínio, metal e compostos insolúveis
Etano [74-84-1]	2004	Atualmente coberto por hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcano [C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ]
Gás liquefeito de petróleo (GLP) [68476-85-7]	2004	Atualmente coberto por hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcano [C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ]
Isopropanol	2006	Retirada em favor do seu nome IUPAC, 2-Propanol

ANEXO G: Substâncias Cujos TLVs® Permanecerão neste Anexo por um período de 10 anos, a contar do ano em que foram retiradas da lista de TLVs® adotados [As entradas individuais permanecerão neste Anexo por um período de 10 anos, a contar do ano em que foram retiradas da lista de TLVs® adotados]

Substância [CRN]	Ano da Retirada	Motivo
Magnesita [546-93-0]	2006	Dados insuficientes
Metano [74-82-8]	2004	Atualmente coberto por hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcano [C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ]
Óleo vegetal, névoa	2006	Dados insuficientes
Óxido de Alumínio [1344-28-1]	2008	Colocado em conjunto com alumínio, metal e compostos insolúveis
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), poeiras e fumos, como Fe	2006	Incluído no Óxido de Ferro
Particulados (Insolúveis) Não Especificados De Outra Maneira	2003	Dados insuficientes; ver Anexo B
Perflúorotetrafluoretileno [93763-70-3]	2006	Dados insuficientes
Pirotiosfato tetrasódico [7722-88-5]	2006	Dados insuficientes
Propano [74-98-6]	2004	Atualmente coberto por hidrocarbonetos alifáticos gasosos: Alcano [C <sub>1</sub> -C <sub>4</sub> ]
Rouge	2006	Incluído no Óxido de ferro

Substância [CRN]	Ano da Retirada	Motivo
Silica Amorfa — Fumos [69012-64-2]	2006	Dados insuficientes
Silica Amorfa — Fundida [60676-86-0]	2006	Dados insuficientes
Silica Amorfa — Silica precipitada e		
Silica gel [112926-00-8]	2006	Dados insuficientes
Silica Amorfa — Terra diatomácea [61790-53-2]	2006	Dados insuficientes em exposições à substância isoladamente Na maior parte, são co-exposições com sílica cristalina
Silica Cristalina — Cristobalita [14464-46-1]	2006	Incluída em um único TLV® e Documentação, i.é, Silica Cristalina
Silica Cristalina — Quartzo [14808-60-7]	2006	Incluída em um único TLV® e Documentação, i.é, Silica Cristalina
Silica Cristalina — Tridimita [15468-32-3]	2005	Dados insuficientes
Silica Cristalina — Tripoli [1317-95-9]	2006	Dados insuficientes e improvável exposição à substância isoladamente. incluída em um único TLV® e Documentação, i.é, Silica Cristalina
Silício [7440-21-3]	2006	Dados insuficientes
Tetrabromato de acetileno	2006	Retirada em favor do seu nome (LUPAC; ver 1,1,2,2-Tetrabromometano)
Trifenil amina [603-34-9]	2008	Dados insuficientes

# 2008 Índices Biológicos de Exposição

Adotados pela ACGIH®  
com as alterações pretendidas

## Índice

Membros do Comitê .....	104
Introdução aos Índices Biológicos de Exposição .....	105
Determinantes Biológicos de Exposição Adotados .....	111
Nota de Alterações Pretendidas para 2008 .....	119
Substâncias Químicas e outros Assuntos em Estudo .....	120

## COMITÊ DE ÍNDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO 2007

erry K. Lowry, PhD — Presidente  
 enn Talaska, PhD, CIH — Vice-Presidente  
 hn Cocker, PhD  
 ichael S. Morgan, ScD, CIH  
 ena Nylander-French, PhD, CIH  
 ary J. Spies, MPH, CIH, CSP  
 aude Viau, MS, DSc

## Nota dos Tradutores

Com o intuito de ser o mais fiel possível ao texto original, na presente tradução conservaram-se as denominações utilizadas pelos autores.

Tendo em vista a realidade brasileira e as eventuais dificuldades no entendimento e interpretação, torna-se necessário observar a equivalência dos termos como segue:

ACGIH	Legislação Brasileira - (NR-7)
Determinante Biológico de Exposição ( <i>Biological Exposure Determinant</i> )	Indicador Biológico
Índice Biológico de Exposição (BEI) ( <i>Biological Exposure Index - BEI</i> )	Índice Biológico Máximo Permitido (IBMP)
Saúde Ocupacional	Saúde do Trabalhador

## INTRODUÇÃO AOS ÍNDICES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO

O monitoramento biológico nos permite avaliar exposição e risco à de dos trabalhadores. Requer a medida da concentração de uma substância química (determinante) em meios biológicos das pessoas expostas a um indicador da absorção do agente químico. Índices Biológicos de Exposição (BEIs®) são valores guias de orientação para avaliar os resultados do monitoramento biológico. Os BEIs® representam os níveis de determinantes que mais provavelmente serão observados em amostras coletadas de trabalhadores saudáveis que foram expostos a substâncias químicas na mesma intensidade que trabalhadores com exposição por via respiratória no Limite de Exposição (TLV®). As exceções são os BEIs® para substâncias químicas para as quais os TLVs® baseiam-se em proteção contra efeitos não-sistêmicos (por exemplo, irritação ou dificuldade respiratória) e casos em que o monitoramento biológico é desejável, devido ao significativo potencial de absorção por via de penetração adicional (usualmente pele). O monitoramento biológico reflete indiretamente a dose absorvida por um trabalhador exposto a uma dada substância química. O BEI® geralmente indica uma concentração abaixo da qual quase nenhum trabalhador deveria experimentar efeitos adversos à saúde. O determinante do BEI® pode ser a própria substância química, um ou mais metabólitos; ou alteração bioquímica reversível, característica e induzida pela substância química. Na maioria dos casos, a amostra usada para o monitoramento biológico é a urina, o sangue ou o ar exalado. Os BEIs® não devem ser usados como uma medida de efeitos adversos ou para diagnóstico de doença profissional.

O monitoramento biológico pode ajudar o profissional de saúde a detectar e determinar uma exposição e absorção pela pele ou por via dérmica, além da absorção por via respiratória; avaliar a carga corpórea; reconstruir a exposição anterior, caso não disponha de outros meios para estimar a exposição; detectar a exposição não-ocupacional entre trabalhadores; testar a eficácia de equipamento de proteção individual e métodos de controle; e monitorar o modo individual de trabalho.

O monitoramento biológico serve também como um complemento ao monitoramento ambiental através da avaliação da concentração no ar. A existência de um BEI® não indica a necessidade de executar o monitoramento biológico. Para administrar, projetar e interpretar protocolos de monitoramento biológico e a aplicação do BEI® exige-se experiência profissional em saúde ocupacional e consulta à edição atual da Documentação de the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices (ACGIH).

## DOCUMENTAÇÃO

Os BEIs® foram desenvolvidos por consenso pelo comitê, por um processo de análise e avaliação. Os critérios científicos detalhados e a documentação para cada BEI® podem ser encontrados na Documentação

## Introdução

s de Limite de Exposição e Índices Biológicos de Exposição. O material avaliado pelo Comitê de BEIs® inclui dados publicados, que não têm sido revisados por outros cientistas e sejam provenientes de locais de trabalho (por exemplo, estudos de campo), dados de estudos de exposição controlada, e de modelamento farmacocinético apropriado, quando disponíveis. Também são considerados os resultados de pesquisa em animais quando pertinentes. A Documentação fornece informações científicas e as razões científicas utilizadas no estabelecimento de cada BEI®. As informações incluem os métodos analíticos, possíveis fatores de confundimento, recomendações de coleta de amostras, limitações e outras razões pertinentes.

Para recomendar um BEI®, a ACGIH® considera se os dados publicados são de qualidade e quantidade razoáveis e também pode levar em conta dados inéditos, se comprovados. Há numerosos exemplos em que uma análise analítica está disponível para a medida de um determinante biológico, mas as informações publicadas não estão disponíveis ou são inadequadas para determinar um BEI®. Nesses casos, os profissionais de Saúde Ocupacional são incentivados a acumular e comunicar dados de monitoramento biológico, em conjunto com dados de exposição e de saúde.

## Relação entre BEIs® e TLVs®

Determinantes de BEI® são indicadores de absorção de um ou mais agentes químicos. O monitoramento ambiental (do ar) para determinar o BEI indica a "exposição" potencial por inalação de um indivíduo ou grupo. A exposição dentro de um grupo de trabalhadores pode ser diferente para um indivíduo por uma variedade de razões; algumas delas são indicadas a seguir. A maioria dos BEIs® está baseada em uma correlação direta com o TLV® (por exemplo, a concentração do determinante que pode ser tolerada quando a concentração no ar estiver no TLV®). Alguns BEIs® (por exemplo, chumbo) não são derivados do TLV® mas diretamente relacionados ao desenvolvimento de um efeito adverso à saúde. A base de cada BEI é fornecida na Documentação.

Inconsistências podem ser observadas entre as informações obtidas no monitoramento ambiental e no biológico por uma variedade de razões, que incluem fatores relacionados ao trabalho e fatores metodológicos, mas não se limitam a eles. Exemplos são listados abaixo:

Constituição fisiológica e estado de saúde do trabalhador, como composição física, dieta (água e ingestão de lipídios), metabolismo, composição de fluidos corpóreos, idade, gênero, gravidez, medicação e estado clínico de uma doença.

Fatores ligados à exposição ocupacional, como a intensidade do trabalho e sua duração, exposição cutânea, temperatura e umidade relativa do ar, exposição simultânea a outras substâncias químicas e outros hábitos de trabalho.

- Fatores ligados à exposição não-ocupacional, como contaminação do ar de uma comunidade ou da residência, da água e componentes da alimentação, higiene pessoal, hábito de fumar, ingestão de álcool e uso de drogas, exposição a produtos domissanitários, ou ainda exposição a substâncias químicas durante a prática de hobby ou em outro local de trabalho.
- Fatores metodológicos, que incluem contaminação das amostras ou deterioração durante coleta e armazenamento e erro sistemático ou aleatório do método analítico selecionado.
- Ponto de coleta do ar no monitoramento ambiental em relação à zona respiratória do trabalhador.
- Tamanho das partículas, distribuição e biodisponibilidade.
- Eficiência variável dos equipamentos individuais de proteção.

## Coleta de amostras

A concentração de alguns determinantes pode mudar rapidamente. Assim, o horário de coleta da amostra é muito importante e deve ser observado e registrado cuidadosamente. O horário de coleta é especificado no BEI® e é determinado pela duração de retenção do determinante. Substâncias e determinantes que se acumulam podem não exigir um horário de coleta específico. Os horários de coleta de BEI® são:

Horário	Coleta recomendada
1. Antes da jornada.	Pelo menos 16 horas depois de cessada a exposição.
2. Durante a jornada.	A qualquer hora depois de 2 horas de exposição.
3. Final da jornada.	O mais cedo possível depois de cessada a exposição.
4. Final da semana de trabalho	Depois de quatro ou cinco dias úteis sucessivos com exposição.
5. Arbitrário.	A qualquer hora.

## Aceitabilidade de amostras de urina

Amostras de urina que são altamente diluídas ou concentradas geralmente não são adequadas para o monitoramento. A Organização Mundial da Saúde adotou limites aceitáveis em amostras de urina como segue:

Concentração de creatinina: > 0,3 g/L e < 3,0 g/L  
ou  
Gravidade específica: > 1,010 e < 1,030

Devem ser descartadas amostras fora de qualquer uma dessas faixas e outra amostra deve ser coletada. Trabalhadores que fornecem amostras

## — Introdução

urina repetidamente inaceitáveis devem ser encaminhados para avaliação médica.

Alguns BEIs® para determinantes cuja concentração é dependente da duração de urina são expressos em relação à concentração de creatinina. Para outros determinantes, como os excretados por difusão, a correção para duração de urina não é apropriada. Em geral, o melhor critério de correção específico para a(s) substância(s) química(s). Todavia, os dados necessários e suficientes para identificar o melhor critério de correção podem não ser disponíveis à luz das pesquisas atuais. Quando os dados de campo só são disponíveis como ajustados para creatinina, o BEI® continuará sendo expresso em relação à creatinina; em outras circunstâncias, não se recorre à correção e o BEI® será expresso como concentração em urina.

### Garantia de qualidade

Cada aspecto do monitoramento biológico deve ser administrado dentro de um programa efetivo de Qualidade Assegurada (QA). A amostra apropriada deve ser coletada no horário correto, sem contaminação ou perda, com uso de um recipiente adequado. A identificação do doador, tipo de exposição, fonte de exposição e o horário de coleta devem ser registrados. O método analítico usado pelo laboratório deve ter a precisão, sensibilidade e especificidade necessárias para produzir resultados consistentes com o BEI®. Amostras de controles de qualidade apropriadas devem ser incluídas nas análises e o laboratório deve seguir regras de controle de qualidade rotineiras. O laboratório deve participar de programa de proficiência externo.

O profissional de saúde ocupacional deve fornecer ao laboratório amostras de controle conhecidas, em conjunto com amostras de trabalhadores por exemplo: brancos, amostras adquiridas ou contaminadas contendo antídotos conhecidos do determinante, ou amostras divididas e enviadas a diferentes laboratórios).

Essas amostras de controle permitirão que o profissional de saúde ocupacional avalie as condições do laboratório de analisar com precisão o determinante e que passe a confiar na capacidade deste de processar e analisar amostras e elaborar relatórios corretamente. Quando se usam amostras de controle, o determinante adicionado deve estar na mesma matriz química e matriz das amostras comuns a serem analisadas pelo laboratório.

### Exposições

#### "B" = Basal

O determinante pode estar presente em amostras biológicas coletadas de pessoas que não foram ocupacionalmente expostas em uma concentração que poderia afetar a interpretação do resultado. Tais concentrações basais são incorporadas no valor do BEI®.

#### "Nq" = Não-quantitativo

O monitoramento biológico pode ser considerado para esta substância com base na revisão bibliográfica; porém, um BEI® específico não pôde ser determinado devido à insuficiência de dados.

#### "Ne" = Não-específico

O determinante não é específico, sendo também observado depois da exposição a outras substâncias químicas.

#### "Sq" = semiquantitativo

O determinante é um indicador de exposição à substância química, mas a interpretação quantitativa da medida é imprecisa. Este determinante deve ser usado como um teste de triagem, se um teste quantitativo não for viável; ou como um teste de confirmação, se o teste quantitativo não for específico e a origem do determinante estiver em questão.

*Nota:* É essencial consultar a Documentação de BEI® específica antes de elaborar os protocolos de monitoramento biológico e interpretar os BEI®. Além disso, a documentação de cada BEI® agora prevê uma cronologia clara das ações recomendadas para cada BEI® para a substância química em questão.

### Aplicação dos BEIs®

Os BEIs® são planejados como diretrizes a serem usadas na avaliação de riscos potenciais à saúde na prática de Higiene Ocupacional. Os BEI® não indicam uma distinção nítida entre exposições perigosas e não perigosas. Por exemplo, é possível que a concentração de um determinante em um indivíduo exceda o BEI® sem incorrer num risco aumentado à saúde. Quando as determinações em amostras obtidas de um mesmo trabalhador, em diferentes ocasiões, persistentemente excederem o BEI®, deve-se investigar a causa do valor excessivo e tomar providências para reduzir a exposição. Uma investigação também deverá ser realizada se a maioria dos resultados das amostras obtidas de um grupo de trabalhadores do mesmo local de trabalho exceder o BEI®. É desejável que informações relevantes e pertinentes às operações e locais de trabalho sejam registradas.

Devido à natureza variável das concentrações em amostras biológicas, não se deve confiar em resultados de uma única amostra. Providências administrativas normalmente não devem ser baseadas em uma única exposição isolada, mas em avaliações múltiplas, ou em amostras re-coletadas. Pode ser apropriado remover o trabalhador da exposição após um único valor elevado, se houver razões suficientes para acreditar que ocorreu uma exposição significativa. De modo inverso, resultados abaixo do BEI® não indicam, necessariamente, ausência de risco à saúde.

Os BEIs® se aplicam a exposições de 8 horas por dia, 5 dias por semana. Embora diferentes horários de trabalho possam existir em vá-

ações, o Comitê de BEI\* não recomenda que qualquer ajuste ou fator de correção seja aplicado aos BEIs\* (isto é, os BEIs\* devem ser utilizados diretamente listados, sem considerar os horários ou jornadas de trabalho). O uso do BEI\* deve ser feito por profissional de saúde ocupacional especializado. Informações sobre a toxicocinética e a toxicodinâmica são sempre em conta ao estabelecer o BEI\*; assim, algum conhecimento da absorção, metabolismo, acumulação, excreção e efeito(s) é útil no uso do BEI\*. O BEI\* é uma diretriz para o controle de riscos potenciais para o trabalhador e não deve ser usado para outros fins. Os valores estabelecidos são próprios para uso para a população em geral ou para exposições ocupacionais. Os valores de BEI\* não são linhas rígidas entre concentrações seguras e perigosas nem são índices de toxicidade.

## DETERMINANTES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO ADOTADOS

Agente Químico [nº. CAS] e Determinante	Horário de Coleta	BEI	Notações
ACETONA [67-64-1]	Final da jornada	50 mg/L	Ne
ANILINA [62-53-3]			
Anilina* na urina	Final da jornada	--	Nq
Anilina liberada pela hemoglobina no sangue	Final da jornada	--	Nq
p-Aminofenol* na urina	Final da jornada	50 mg/L	B, Ne, Sq
ARSENICO Elementar [7440-38-2] E COMPOSTOS INORGÂNICOS SOLÚVEIS,			
Arsênico inorgânico + metabólitos metilados na urina	Final da semana de trabalho	35 µg As/L	B
BENZENO [71-43-2]			
Ácido S-Fenilmercaptúrico na urina	Final da jornada	25 µg/g creatinina	B
Ácido t-t-mucônico na urina	Final da jornada	500 µg/g creatinina	B
1,3, BUTADIENO [106-99-0]			
1,2-Dihidro-4-(N-acetilcisteinil)-butano na urina	Final da jornada	2,5 mg/L	Sq, B
Mistura de aductos de hemoglobina (Hb) de N-1 e N-2-(hidroxibutilenil) valina no sangue.	Não crítico	2,5 pmol/kg Hb	Sq

DETERMINANTES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO ADOTADOS		
Agente Químico [n.º, CAS] e Determinante	Horário de Coleta	Notações
	BEI	
2-BUTOXIETHANOL [111-76-2]	Final da jornada	-
Ácido Butoacético (BAA) na urina*		200 mg/g creatinina
<b>CÁDMIO E COMPOSTOS INORGÂNICOS</b>		
Cádmio na urina	Não-crítico	B
Cádmio no sangue	Não-crítico	B
<b>CHUMBO [7439-92-1] [ver nota abaixo]</b>		
Chumbo no sangue	Não-crítico	-
30 µg/100ml		
<p>Nota: Mulheres em idade fértil, cujo chumbo no sangue exceda 10 mg/100ml estão em risco de gerar uma criança com chumbo no sangue acima do nível considerado seguro pelos Centro de Controle de Doenças que é de 10 mg/100ml, se a taxa de chumbo no sangue desta criança permanecer elevada, pode estar com um risco elevado de vir a ter déficits cognitivo. O chumbo no sangue destas crianças deve ser cuidadosamente monitorado e medidas de controle devem ser tomadas no sentido de minimizar a exposição ambiental a chumbo por estas crianças. (CDC: Preventing Lead Poisoning in Young Children, October 1991; veja Documentação dos BEI e TLV para chumbo)</p>		
<b>CICLOHEXANOL [108-93-0]</b>		
1,2-Ciclohexanodiol* na urina	Final da jornada e da semana	Nq, Ne
Ciclohexanol* na urina	Final da jornada	Nq, Ne
<b>CICLOHEXANONA [108-94-1]</b>		
1,2-Ciclohexanodiol* na urina	Final da jornada e da semana	Ne, Sq
Ciclohexanol* na urina	Final da jornada	Ne, Sq
80 mg/L		
8 mg/L		
<b>DETERMINANTES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO ADOTADOS</b>		
Agente Químico [n.º, CAS] e Determinante	Horário de Coleta	Notações
	BEI	
<b>CLORO BENZENO [108-90-7]</b>		
4-Clorocatecol total na urina*	Final da jornada e da semana	Ne
p-Clorofenol total da urina*	Final da jornada e da semana	Ne
20 mg/g creatinina		
<b>COBALTO [7440-48-4]</b>		
Cobalto na urina	Final da jornada e da semana	B
Cobalto no sangue	Final da jornada e da semana	B, Sq
15 µg/L		
1 µg/L		
<b>CRÔMO VI (hexavalente), Fumos solúveis em água</b>		
Crômo total na urina	Final da jornada e da semana	-
Crômo total na urina	Aumento durante a jornada	-
25 µg/L		
10 µg/L		
<b>DICLOROMETANO [75-09-2]</b>		
Diclorometano na urina	Final da jornada	Sq
0,3 mg/L		
<b>† DISSULFETO DE CARBONO [75-15-0]</b>		
Ácido 2-tio-tiazolidina-4-carboxílico (TTCA) na urina	Final da jornada	(-)
(5 mg/g creatinina)		
<b>N,N-DIMETILACETAMIDA [127-19-5]</b>		
N-Metilacetamida na urina	Final da jornada e da semana	-
30 mg/g creatinina		

Agente Químico [n°. CAS] e Determinante	Horário de Coleta	BEI	Notações
N,N-DIMETILFORMAMIDA (DMF) [68-12-2]			
N-Metilformamida na urina	Final da jornada	15 mg/L	—
N-Apelli-S - (N-Metilcarbamol) Cistina na urina	Antes da última jornada semanal	40 mg/L	Sq
ESTIRENO [100-42-5]			
Ácidos mandélico + fenilglicólico na urina	Final da jornada	400 mg/g creatinina	Ne
Esitreno no sangue venoso	Final da jornada	0,2 mg/L	Sq
ETILBENZENO [100-41-4]			
Ácidos mandélico + fenilglicólico na urina	Final da jornada e da semana	0,7 g/g creatinina	Ne, Sq
Etilbenzeno no ar exalado final	Não crítico	—	Sq
2-ETOXIETHANOL (EGEE) [110-80-5] e			
2-ETOXIETIL ACETATO (EGEEA) [111-15-9]	Final da jornada e da semana	100 mg/g creatinina	—
Ácido 2-etoxiacético na urina			
FENOL [108-95-2]			
Fenol total na urina*	Final da jornada	250 mg/g creatinina	B, Ne
FLUORETOS			
Fluoretos na urina	Antes da jornada	3 mg/g creatinina	B, Ne
	Final da Jornada	10 mg/g creatinina	B, Ne

DETERMINANTES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO ADOTADOS			
Agente Químico [n°. CAS] e Determinante	Horário de Coleta	BEI	Notações
FURFURAL [98-01-1]			
Ácido furóico total na urina*	Final da jornada	200 mg/L	Ne
n-HEXANO [110-54-3]			
2,5-Hexanodiona <sup>a</sup> na urina	Final da jornada e da semana	0,4 mg/L	—
HIDROCARBONETOS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS (PAHs)			
1-Hidroxipireno* (1-HP) na urina	Final da jornada e da semana	—	Nq
INDUTORES DE METAHEMOGLOBINA			
Melanhemoglobina no sangue	Durante ou final da jornada	1,5% da Hemoglobina	B, Ne, Sq
MERCÚRIO			
Mercurio inorgânico total na urina	Antes da jornada	35 µg/g creatinina	B
Mercurio inorgânico total no sangue	Final da jornada e da semana	15 µg/L	B
METANOL [67-56-1]			
Melanol na Urina	Final da jornada	15 mg/L	B, Ne
METIL CLOROFÓRMIO [71-55-6]			
Metil clorofórmio no ar exalado final	Antes da última jornada semanal	40 ppm	—
Ácido triclorocético na urina	Final da semana	10 mg/L	Ne, Sq
Tricloretanol total na urina	Final da jornada e da semana	30 mg/L	Ne, Sq
Tricloretanol total no sangue	Final da jornada e da semana	1 mg/L	Ne



Agente Químico [nº, CAS] e Determinante	Horário de Coleta	BEI	Notações
METIL N-BUTIL CETONA [591-78-6] 2,5 - Hexanodiona* na urina	Final da jornada e da semana	0,4 mg/L	—
METIL ETIL CETONA (MEK) [78-93-3] MEK na urina	Final da jornada	2 mg/L	—
4,4'-METILENO BIS (2-CLOROANILINA) (MBOCA) [101-14-4] MBOCA total na urina	Final da jornada	—	Nq
METIL ISOBUTIL CETONA (MIBK) [108-10-1] MIBK na urina	Final da jornada	2 mg/L	—
N-METIL - 2 PIRROLIDONA (872-50-4) 5 - Hidroxi-N-metil-2 pirrolidona na urina	Final da jornada	100mg/L	—
2-METOXIETANOL (EGME) [109-86-4] e 2-METOXIETIL ACETATO (EGMA) [110-49-6] Ácido 2-metoxicacético na urina	Final da jornada e da semana	—	Nq
MONÓXIDO DE CARBONO [630-08-0] Carboxihemoglobina no sangue	Final da jornada	3,5% da hemoglobina	B, Ne
Monóxido de carbono (CO) no ar exalado final	Final da jornada	20 ppm	B, Ne

## DETERMINANTES BIOLÓGICOS DE EXPOSIÇÃO ADOTADOS

Agente Químico [nº, CAS] e Determinante	Horário de Coleta	BEI	Notações
NITROBENZENO [98-95-3] p-Nitrofenol total na urina	Final da jornada e da semana	5 mg/g creatinina	Ne
Metahemoglobina no sangue	Final da jornada	1,5 % da hemoglobina	B, Ne, Sq
PARATHION [56-38-2] p-Nitrofenol total na urina	Final da jornada	0,5 mg/g creatinina	Ne
Atividade da colinesterase nas hemácias	Arbitrário	70% da atividade basal individual	B, Ne, Sq
PENTACLOROFENOL (PCP) [87-86-5] PCP total na urina	Antes da última jornada da semana	2 mg/g creatinina	B
PCP livre no plasma	Final da jornada	5 mg/L	B
PENTÓXIDO DE VANÁDIO [1314-62-1] Vanádio na urina	Final da jornada e da semana	50 µg /g creatinina	Sq
PESTICIDAS INIBIDORES DA ACETIL COLINESTERASE Atividade da colinesterase eritrocitária	Arbitrário	70% da atividade basal individual	Ne
2-PROPANOL [87-63-0] Acetona na urina	Final da jornada e da semana	40 mg/L	Ne, B



## SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS E OUTROS ASSUNTOS EM ESTUDO

O Comitê de BEIs® solicita informações, especialmente dados, que possam ser úteis em suas deliberações em relação às seguintes substâncias assuntos. Comentários e sugestões, acompanhados por dados substanciais, devem ser enviados na forma de literatura que tenha sido revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, em formato eletrônico, ao The Science Group da ACGIH® (science@acgih.org). Além disso, o Comitê solicita recomendações para outras substâncias e assuntos de interesse para a Higiene Ocupacional e para as Comunidades de Saúde Ocupacional. Por gentileza, consulte o "Processo de Desenvolvimento do TLV®/BEI®: Uma visão Geral" que aparece no início deste livro, ou no website [www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm](http://www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm) para encontrar uma discussão detalhada dos procedimentos e métodos para fornecer dados à ACGIH®.

A Lista de Substâncias Químicas e Outros Assuntos em Estudo é publicada a cada ano, em 01 de fevereiro, no website da ACGIH® – ([www.acgih.org/TLV/studies.htm](http://www.acgih.org/TLV/studies.htm)), – no relatório anual da ACGIH® e, posteriormente, no livro de TLV®/BEI®. Além disso, a lista é atualizada em 31 de julho como na lista de duas séries:

- As entradas da Série 1 representam as substâncias químicas ou agentes físicos que podem ser colocados como Nota de Alterações Pretendidas (AP) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) no próximo ano, em função do seu estágio no processo de desenvolvimento.

- A Série 2 consiste naquelas substâncias químicas ou agentes físicos que não serão transferidos, mas que permanecerão na Lista em Estudo no ano seguinte ou dela serão retirados.

A lista atualizada permanecerá na forma de duas séries pelo restante do ano. A ACGIH® continuará com a prática de atualizar a Lista em Estudo todo dia 01 de fevereiro e de estabelecer a lista de duas séries todo dia 31 de julho.

As substâncias e assuntos a seguir foram listados em 1 de janeiro de 2008. Após essa data, por favor, consulte a lista atualizada no website [www.acgih.org.TLV/studies.htm](http://www.acgih.org.TLV/studies.htm).

### Substâncias Químicas

Amônio	Pentaclorofenol
Boratos	Pentóxido de Vanádio
Cálcio	Tolueno
Étilacetato	Tolueno Diisocianato
Étilisobutilcetona	Urânio
Methoxietanol e Acetato de	α Metilestireno
Metoxietila	
Óxido Mineral	

### Outros Assuntos

Polimorfismo metabólico  
Efeitos do exercício físico na carga corpórea e no BEI®.  
Consistência da "Documentação" do BEI®.

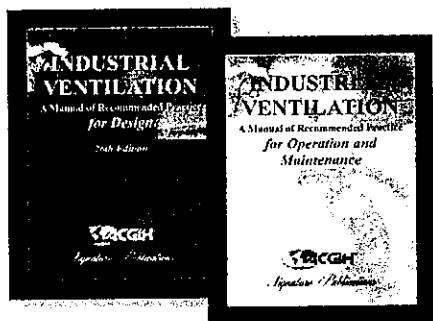
### Estudo de possibilidade prática

Para as substâncias listadas a seguir, o Comitê de BEIs® determinou que na atualidade não é possível, em termos práticos, estabelecer um BEI em virtude de os dados científicos serem inadequados. Entretanto, o Comitê acredita que essas substâncias representam importante risco à saúde dos trabalhadores e, assim, incentiva o envio de novos dados. Estudos de campo e experimentais da relação entre os indicadores biológicos, os riscos à saúde, ou a exposição ambiental são necessários para estabelecer agentes. Um breve sumário da atual inadequação dos dados, incluindo a necessidade de dados para cada uma das substâncias listadas a seguir, está disponível com o The Science Group, ACGIH®.

Substâncias	Data do estudo de possibilidade prática
Ácido 2,4-Diclorofenóxiacético	Março de 1994
Ácido 2-Etil hexanóico	Setembro de 2001
Ácido Perfluorooctanoico (PFOA)	Abril de 2007
Acetonitrila	Março de 1994
Alumínio	Setembro de 2007
Antimônio	Novembro de 1996
Berílio	Setembro de 2002
Boratos Inorgânicos	Outubro de 1995
Cloreto de vinila	Agosto de 2002
Clorpirifós	Outubro de 1996
1,4-Diclorobenzeno	Março de 1994
Formiato de Metila	Setembro de 2005
Hydrazinas	Março de 1994
Manganês	Abril de 1995
Metil n-Butil Cetona	Outubro de 1995
Metil Tércio Butil Éter	Outubro de 1993
Níquel	Novembro de 1996
Selênio	Novembro de 1995
Trimetilbenzeno	Abril de 1999

**NOVOS! A ACGIH® lança dois livros importantes para a compreensão da ventilação industrial.**

**JÁ À VENDA!**



Publicação # 2095  
 N: 978-1-882417-71-1  
 007  
 Preço para sócios: 98,96 dólares + despesas de envio  
 Preço para não sócios: 109,95 dólares + despesas de envio

Publicação # 2106  
 ISBN: 978-1-882417-71-66-7 - ©2007  
 Preço para sócios: 98,96 dólares + despesas de envio  
 Preço para não sócios: 109,95 dólares + despesas de envio

**Compre os dois volumes e economize!**

Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice – 2 Volumes  
 Ventilação Industrial: Um Manual de Práticas Recomendadas – 2 Volumes  
 Publicação # IVM Combo; ©2007  
 Preço para sócios: 179,96 dólares + despesas de envio  
 Preço para não sócios: 199,95 dólares + despesas de envio

**Faça seu pedido hoje: [www.acgih.org/store](http://www.acgih.org/store)**



1330 Kemper Meadow Drive • Cincinnati, Ohio 45240  
 Phone: (513) 742-2020 • Fax: (513) 742-3355 • [www.acgih.org](http://www.acgih.org)

# 2008

## Limites de Exposição para Agentes Físicos nos Ambientes de Trabalho

Adotado pela ACGIH® com Alterações Pretendidas

### Sumário

Membros do Comitê .....	124
Introdução aos Agentes Físicos .....	125
Limites de Exposição (TLVs®) Adotados	
<i>Acústica</i>	
Infra-som e Sons de Baixa Frequência .....	128
Ruído.....	128
Ultra-som.....	132
<i>Campos e Radiações Eletromagnéticas</i>	
Campos Magnéticos Estáticos.....	134
Nota de Alterações Pretendidas .....	134
Campos Magnéticos de Sub-Radiofrequência (30kHz e Abaixo).....	135
Sub-Radiofrequência (30kHz e Abaixo) e Campos Eletrostáticos .....	137
Radiação de Radiofrequência e Microondas .....	139
Nota de Alterações Pretendidas .....	146
Radiação Visível e Infravermelho Próximo .....	155
Radiação Ultravioleta.....	165
Lasers .....	169
Nota de Alterações Pretendidas .....	182
Radiação Ionizante .....	197
O Espectro Eletromagnético e os TLVs® relacionados.....	199
<i>Ergonomia</i>	
Declaração sobre Desordens Músculo-esqueléticos .....	201
Nível de Atividades das Mãos.....	204
Levantamento de Peso .....	207
Vibrações Localizadas (Mão-Braço) .....	212
Vibração de Corpo Inteiro .....	217
<i>Estresse Térmico</i>	
Estresse por Frio (hipotermia).....	226
Sobrecarga Térmica e Sobrecarga Fisiológica por Calor .....	237
Agentes Físicos em Estudo.....	250

**COMITÊ DE TLVS® PARA AGENTES FÍSICOS 2007**

Thomas E. Bernard PhD, CIH – Presidente  
 Mary S. Lopez, PHD, CPE, COL SP – Vice-presidente  
 Thomas J. Armstrong, PhD, CIH  
 Maurice Bitran, PhD  
 Anthony P. Cullen, OD, PhD, DSc  
 John A. Leonowich, PhD  
 Harry Mahar, PhD, CIH  
 William E. Murray, MS  
 Bhawani Prasad Pathak, PhD, ROH, CIH  
 Robert M. Patterson, ScD, CIH  
 David M. Rempel, MD, MPH  
 David H. Sliney, PhD  
 Thomas S. Tenforde, PhD  
 Carla L. Treadwell, MS, CIH, CSP

**CONSULTOR**

Gerald V. Coles, CChem

**INTRODUÇÃO AOS AGENTES FÍSICOS**

Esta seção apresenta os Limites de Exposição (TLVs®) para a exposição ocupacional a agentes físicos de natureza acústica, eletromagnética, ergonômica, mecânica e térmica. Assim como os outros TLVs®, estes limites para agentes físicos fornecem um guia dos níveis de exposição e das condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores saudáveis possa estar repetidamente exposta, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde.

Os órgãos-alvo e os efeitos à saúde dos agentes físicos variam grandemente em função da natureza desses agentes; portanto, os TLVs® não são simples números, mas sim uma integração dos parâmetros medidos do agente, dos seus efeitos em trabalhadores, ou ambos. Como há muitos tipos de agentes físicos, é utilizada uma variedade de disciplinas científicas, de técnicas de detecção e de instrumentação. Assim, é especialmente importante que os TLVs® para agentes físicos sejam aplicados apenas por indivíduos adequadamente treinados e experientes nas técnicas de avaliação e medição correspondentes. Dada a inevitável complexidade de alguns destes TLVs®, deve-se consultar a "Documentação" mais recente dos TLVs® para Agentes Físicos quando forem aplicados.

Devido às grandes variações na suscetibilidade individual, a exposição de um indivíduo aos níveis estabelecidos como TLV®, ou mesmo abaixo desses níveis, pode resultar em desconforto, agravamento de condições preexistentes, ou até mesmo, em alguns casos, em danos físicos. Alguns indivíduos podem também ser hiper-suscetíveis ou incomumente reativos a certos agentes físicos do local de trabalho, por uma variedade de fatores, tais como: predisposição genética, idade, hábitos pessoais (fumo, álcool, ou outras drogas), medicação, ou exposições prévias ou concomitantes. Tais trabalhadores podem não estar adequadamente protegidos dos efeitos adversos decorrentes das exposições a certos agentes físicos no nível do limite de exposição ou mesmo abaixo dele. Um médico de trabalho deve avaliar a extensão da proteção adicional exigida para tais trabalhadores.

Os limites de exposição baseiam-se em informações disponíveis sobre experiência industrial, em estudos experimentais com animais e com humanos, e, quando possível, na combinação dos três, como citado nas respectivas "Documentações".

**Como todos os TLVs®, estes limites destinam-se ao uso na prática de higiene ocupacional e deveriam ser interpretados e aplicados apenas por pessoa treinada nessa disciplina. Não se destinam ao uso, ou por modificação para o uso: 1) à avaliação ou controle dos níveis de agentes físicos na comunidade ou 2) a provar ou refutar uma incapacidade física existente.**

Estes valores são revisados anualmente pela ACGIH® visando a alterações ou adições, à medida que mais informações vão se tornando disponíveis.

oníveis. A ACGIH® examina regularmente os dados relacionados à agenicidade, câncer, efeitos reprodutivos adversos, e outros efeitos de ntes físicos sobre a saúde. São solicitados comentários, acompanhados por literatura que tenha sido revisada por outros cientistas antes de publicada, devendo ser enviados ao Grupo de Ciências - The Science up - da ACGIH® (science@acgih.org).

**A ACGIH® se isenta de qualquer responsabilidade no tocante ao uso dos limites de exposição (TLVs®)**

### as de Alterações Pretendidas

A cada ano, as ações propostas para o ano seguinte são lançadas orma de “Notas de Alterações Pretendidas” (NAP). Esses agentes físicos, com seus valores correspondentes, incluem aqueles para os quais um limite está sendo proposto pela primeira vez (i.é., NIAL), (2) está do proposta uma alteração nos valores adotados, ou (3) é proposta rmanência como NAP, ou (4) retirada da “Documentação”. Em cada o, as propostas devem ser consideradas como valores em análise du- e o período em que permanecerem nas NAP/NIAL. Essas propostas ratificadas pela Diretoria da ACGIH® e permanecerão como NAPs/ Ls por aproximadamente um ano após a ratificação. Se o Comitê não ntrar nem receber nenhum dado significativo que altere sua opinião ífica em relação aos TLVs® para um NAP/NIAL do agente físico, po- i aprovar sua recomendação de adoção para a Diretoria da ACGIH®. o Comitê encontrar ou receber dados significativos que alterem sua ião científica sobre uma NAP/NIAL, poderá alterar sua recomendação retoria da ACGIH®, para que seja mantida ou retirada da NAP.

há “Documentação” disponível para cada um desses agentes físicos e s valores propostos.

Esta nota oferece a oportunidade para comentários sobre tais propos- Comentários e sugestões devem ser acompanhados de evidências stanciais, na forma de literatura revisada e enviada, preferencialmente formato eletrônico, ao Grupo de Ciências - The Science Group - da ãIH® (science@acgih.org). Por favor, consulte o “Processo de Desen- imento dos TLVs® e BEIs® da ACGIH®” no site (<http://www.acgih.org/DevProcess.htm>) que contém uma discussão detalhada sobre este edimento, e os métodos de colaboração com a ACGIH® e o prazo e recebimento dos comentários.

### nições

As categorias de TLVs® usados nesta seção incluem:

a) Limite de Exposição – Média Ponderada no Tempo (TLV-TWA). A

exposição média ponderada no tempo para um dia de trabalho de 8 horas e uma semana de trabalho de 40 horas.

b) Limite de Exposição – Valor-Teto (TLV-C). Limite de exposição que não deve ser excedido nem mesmo por um instante.

### Carcinogenicidade

O Comitê dos Limites de Exposição para Agentes Físicos (TLV®-PA) adotará, se necessário, as designações de carcinogenicidade desenvolvidas pelo Comitê dos Limites de Exposição para Substâncias Químicas (TLV®-CS). Para estas classificações consulte o “Anexo A: Carcinogenicidade”, na seção de Substâncias Químicas deste livro de TLVs® e BEIs®.

### Fatores Químicos e Físicos

Combinações de agentes físicos tais como: calor, radiação ionizante e ultravioleta, umidade, pressão anormal (altitude) e similares, bem como a interação de agentes físicos com substâncias químicas no local de trabalho, podem provocar uma sobrecarga no organismo, de modo que os efeitos da exposição em nível definido do TLV® podem ser alterados. Essa tensão pode atuar adversamente, aumentando a resposta tóxica a uma substância estranha. Embora a maioria dos TLVs® tenha embutidos fatores de segurança como proteção contra efeitos adversos à saúde, quando existem desvios moderados de ambientes normais, os fatores de incerteza para a maioria das exposições não têm magnitude suficiente para compensar desvios exagerados. Em tais circunstâncias, é necessário o parecer de profissional especializado para o ajuste adequado dos TLVs®.

## ACÚSTICA

### RA-SOM E SONS DE BAIXA FREQUÊNCIA

Esses limites representam exposições sonoras às quais, acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente, sem sofrer efeitos adversos que não envolvam a audição.

Exceto para sons impulsivos, com durações inferiores a 2 segundos, níveis de bandas de 1/3 de oitava<sup>(1)</sup> para frequências entre 1 e 80 Hz devem exceder um limite valor-teto de nível de pressão sonora (NPS) de 145 dB. Além disso, o nível global não-ponderado (linear) não deve exceder um limite-teto de 150 dB.

Não há limite de tempo para essas exposições. Entretanto, a aplicação dos TLVs® para ruído e ultra-som, recomendados para prevenir perda auditiva induzida por ruído, poderá promover uma redução aceitável do ruído em relação ao tempo de exposição. Essa redução dependerá da quantidade de atenuação oferecida pela proteção auditiva.

Um critério alternativo, porém ligeiramente mais restritivo, seria a avaliação do nível de pressão sonora em pico, medido com resposta linear ou não-ponderada de um medidor de nível sonoro, não devendo exceder 145 dB para eventos não-impulsivos. O instrumento de medição deve estar de acordo com a norma ANSI S1.4, e a compensação linear, ou não-ponderada, deverá estender-se para baixo, pelo menos até 2 Hz.

*Nota: Sons de baixa frequência na faixa de ressonância do tórax de aproximadamente 50 a 60 Hz podem causar vibração de corpo inteiro. Esse efeito pode causar incômodo e desconforto. O nível de pressão sonora desse tipo de som deve ser reduzido até que o problema desapareça.*

### Referências

American National Standards Institute: Especificação para Filtros Analógicos e Digitais para Bandas de Oitava e Bandas de Oitava Fracionais S1.11-1986 (R1998). ANSI, New York (1998).

### RUÍDO

Estes limites de exposição - TLVs® - referem-se aos níveis de pressão sonora e aos tempos de exposição que representam condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à capacidade de ouvir e entender uma conversa normal. Antes de 1979, os médicos definiam a perda auditiva como um limiar médio de audição superior a 25 decibels (ANSI S3.6-1996)<sup>(1)</sup> a 500, 1000 e 2000 Hertz (Hz). Os limites aqui propostos foram estabelecidos para prevenir uma perda auditiva a altas frequências, tais como 3.000 Hz e 4.000 Hz. Os valores devem ser usados como guia no controle

da exposição a ruído e, devido à suscetibilidade individual, não devem ser considerados como uma linha divisória entre níveis seguros e não perigosos.

É preciso reconhecer que a aplicação dos TLVs® para ruído não protege todos os trabalhadores dos efeitos adversos da exposição ao ruído. O TLV® deve proteger a mediana da população de forma que a perda auditiva média induzida pelo ruído, nas frequências de 0,5, 1, 2 e 3 kHz após 40 anos de exposição, não exceda 2 dB. Um programa de conservação auditiva com todos os seus elementos, incluindo teste audiométrico é necessário quando os trabalhadores estão expostos a níveis de ruído iguais ou superiores ao limite de exposição.

### Ruído Contínuo ou Intermitente

O nível de pressão sonora deve ser determinado por um medidor de nível de pressão sonora ou por um dosímetro, que atenda aos requisitos mínimos da Especificação para Medidores de Nível de Som, S1.4-1986 Tipo S2A<sup>(2)</sup> ou da Especificação para Dosímetros Individuais de Ruído, ambas da American National Standards Institute (ANSI). O equipamento de medição deve ser ajustado selecionando-se o circuito de comperção (A) e o circuito de resposta lenta (SLOW). A duração da exposição não deve exceder os tempos apresentados na Tabela 1. Estes valores aplicam-se ao total da duração da exposição em um dia de trabalho independentemente de a exposição ser contínua ou constituída de várias exposições de curta duração.

Quando a exposição diária ao ruído é composta de dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados seus efeitos combinados, e não os efeitos produzidos por cada um isoladamente. Se a soma das seguintes frações:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

exceder a unidade, então a exposição deverá ser considerada acima do TLV®.  $C_i$  indica o total da duração da exposição a um nível específico de ruído, e  $T_i$  indica a duração total da exposição permitida a este nível. Estas frações aplicam-se às exposições ocupacionais a níveis iguais ou superiores a 80 dB e devem ser usadas no cálculo acima.

Quando são utilizados medidores de nível de pressão sonora, esta medida deve ser aplicada apenas para sons que apresentem níveis estáveis com duração mínima de 3 segundos. Para sons em que essa condição não é cumprida, deve-se usar um dosímetro ou um medidor integrado de nível de pressão sonora. O limite será excedido quando a dose for maior que 100%, obtida em dosímetro ajustado para um nível de critério de 85 dB(A) para 8 horas, e incremento de duplicação de dose de 3 dB ( $q=2$ )

## Acústica

TLV<sup>®</sup> é excedido em um medidor integrador de nível de pressão sonora quando o nível médio de som ultrapassa os valores da Tabela 1.

## Ruído Impulsivo ou de Impacto

Quando se utiliza a instrumentação especificada pela norma ANSI S1.25<sup>(3)</sup> ou IEC 804<sup>(4)</sup>, o ruído impulsivo ou de impacto é automaticamente incluído na medição de ruído. A única exigência é que a faixa de medição seja de 80 a 140 dB(A), e que a faixa de detecção de pulso seja de 63 a 140 dB. Não deve ser permitida nenhuma exposição, para trabalhadores desprotegidos, a níveis de pico acima de 140 dB, medidos no modo de compensação C. Se a instrumentação não permite a medição no modo de compensação C, uma medição linear com nível de pico abaixo de 140 dB pode ser usada para indicar que o nível de pico ponderado no modo de compensação C está abaixo de 140 dB.

TABELA 1 - Limites de Exposição (TLVs<sup>®</sup>) para Ruído<sup>A</sup>

	Duração diária	Nível de Ruído dB(A) <sup>B</sup>
Trabalhadores saudáveis	24	80
	16	82
	8	85
	4	88
	2	91
	1	94
Trabalhadores com problemas auditivos	30	97
	15	100
	7,50 <sup>C</sup>	103
	3,75 <sup>C</sup>	106
	1,88 <sup>C</sup>	109
	0,94 <sup>C</sup>	112
	Trabalhadores com problemas auditivos graves	28,12
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11	139	

<sup>A</sup> Não é permitida nenhuma exposição a ruído contínuo, intermitente ou de impacto quando o nível médio de som ultrapassa os valores da Tabela 1.

<sup>B</sup> Os níveis de pressão sonora em decibéis são medidos com um medidor de níveis de pressão sonora, atendendo aos requisitos mínimos estabelecidos pela American National Standards Institute Specification for Sound Level Meters, S1.4 (1983)<sup>(3)</sup> Tipo

S2A, e ajustado para operar no circuito de compensação A e circuito de resposta lenta (SLOW).

<sup>C</sup> Limitado pela fonte de ruído — não por controle administrativo. É também recomendado o uso de um dosímetro ou medidor integrador de nível de pressão sonora para níveis acima de 120 decibéis.

## Notas:

1. Deve-se usar proteção sempre que os níveis de pico forem superiores a 140 dB(C). O MIL-STD-1474C<sup>(5)</sup> fornece orientação para aquelas situações nas quais deve ser usado um único protetor (inserção ou concha), ou protetores combinados (conjunto de inserção e concha).
2. Exposições a certos agentes químicos podem resultar em perda auditiva. Em situações nas quais possa haver exposição a ruído bem como a monóxido de carbono, chumbo, manganês, estireno, tolueno ou xile no trabalho, recomenda-se a realização de audiometrias periódicas, que devem ser cuidadosamente analisadas. Outras substâncias em estudo para efeitos ototóxicos são: tricloroetileno, dissulfeto de carbono, mercúrio e arsênio.
3. Existem evidências que sugerem que a exposição ao ruído, medida na escala C, acima da média ponderada (TWA) em 8 horas, de 115 dB(C) ou exposição a picos superiores a 155 dB(C), junto ao abdômen de trabalhadoras grávidas, depois do quinto mês de gestação, pode causar perda auditiva no feto.
4. A soma das frações de um dia específico qualquer pode exceder a unidade, desde que a soma das frações em um período de sete dias seja menor ou igual a cinco e que nenhuma dose diária ultrapasse três.
5. A Tabela 1 baseia-se em exposições diárias que incluem períodos fora do local de trabalho para relaxar e dormir. Esses períodos propiciarão uma pequena mudança para o trabalhador recuperar sua audição. Quando o trabalhador, durante períodos superiores a 24 horas, ficar restrito a um espaço ou a um conjunto de espaços que servem simultaneamente como local de trabalho e de descanso e sono, o nível de ruído dos espaços usados para relaxamento e sono deverá ser menor ou igual a 70 dB(A).

## Referências:

- (1) American National Standards Institute: Specification for Audiometers. ANSI S3.6-1996, ANSI, New York (1996).
- (2) American National Standards Institute: Specification for Sound Level Meters. ANSI S1.4-1983 (R1997), ANSI, New York (1997).
- (3) American National Standards Institute: ANSI S1.25-1991, Specification for Personal Noise Dosimeters, ANSI, New York (1991).
- (4) International Electrotechnical Commission: Integrating-Averaging Sound Level Meters. IEC 804, IEC, New York (1985).
- (5) Department of Defense: Noise Limits for Military Materiel (Metric), MIL-STD-1474c, Washington, D.C. (1991).



**ULTRA-SOM**

Estes Limites de Tolerância representam condições às quais, acredita-se a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem efeitos adversos à capacidade auditiva e à compreensão de uma conversa normal. Os limites anteriores para as frequências de 10 kHz a 20 kHz, incluídos para evitar efeitos subjetivos, estão referenciados em uma nota de aviso para a Tabela 1. Os limites de exposição para 8 horas são uma extensão dos limites de exposição para ruído, que consideram 8 horas a 85 dB(A). Os valores-teto podem ser verificados usando um medidor de nível de pressão sonora com resposta lenta e bandas de 1/3 de oitava; valores média-ponderada (TWA) podem ser verificados usando-se um medidor integrador de nível de pressão sonora com bandas de 1/3 de oitavas. Toda a instrumentação deve ter resposta de frequência adequada atender às especificações da norma ANSI S1.4-1983 (R1997)<sup>(1)</sup> e IEC 614<sup>(2)</sup>.

**TABELA 1 - TLVs<sup>®</sup> para Ultra-som**

frequências Centrais de Bandas de 1/3 de Oitava (kHz)	Nível de Banda de 1/3 de Oitava <sup>(3)</sup>		
	Valores Teto	Limite para 8 horas	Valores Teto
10	105 <sup>A</sup>	88 <sup>A</sup>	167
12,5	105 <sup>A</sup>	89 <sup>A</sup>	167
16	105 <sup>A</sup>	92 <sup>A</sup>	167
20	105 <sup>A</sup>	94 <sup>A</sup>	167
25	110 <sup>B</sup>	-	172
31,5	115 <sup>B</sup>	-	177
40	115 <sup>B</sup>	-	177
50	115 <sup>B</sup>	-	177
63	115 <sup>B</sup>	-	177
80	115 <sup>B</sup>	-	177
100	115 <sup>B</sup>	-	177

<sup>A</sup> Pode ocorrer incômodo subjetivo e desconforto em alguns indivíduos para níveis entre 75 e 105 dB para frequências entre 10 kHz e 20 kHz, especialmente se forem de natureza tonal. Pode ser necessária a implementação de proteção auditiva e de medidas de engenharia a fim de prevenir efeitos subjetivos. Sons tonais em frequências inferiores a 10 kHz podem também necessitar de redução até 80 dB.

<sup>B</sup> Estes valores pressupõem que exista a interação humana com água ou outro substrato. Estes limites devem ser elevados em 30 dB quando não há possibilidade de

o ultra-som interagir com o corpo em contato com a água ou qualquer outro meio [Quando a fonte de ultra-som tiver contato direto com o corpo, os valores da tabela não se aplicarão. Deve-se considerar o nível de vibração no osso mastóide]. Devem ser evitados valores de aceleração 15 dB superiores à referência de 1 g rms por duração da exposição ou isolamento do corpo com a respectiva fonte. (g = aceleração devido à força da gravidade, 9,80665 m/s<sup>2</sup>; rms = "root mean square", do inglês, média quadrática/ "valor eficaz").

**Referências:**

- (1) American National Standards Institute: Specification for Sound Level Meters. ANSI S1.4-1983 (R1997). ANSI, New York (1997).
- (2) International Electrotechnical Commission: Integrating-Averaging Sound Level Meters. IEC 614. IEC, New York (1985).
- (3) American National Standards Institute: Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters S1.11-1986 (R1998). ANSI, New York (1998).

## CAMPOS E RADIAÇÕES NÃO-IONIZANTES

### CAMPOS MAGNÉTICOS ESTÁTICOS

Estes TLVs® referem-se a densidades de fluxo magnético estático às quais se acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, dia após dia, sem efeitos adversos à saúde. Estes valores devem ser usados como guias para controle da exposição a campos magnéticos estáticos, e não devem ser considerados como linhas tênues entre níveis seguros e perigosos.

As exposições ocupacionais de rotina não devem exceder a 60 militesla (mT), equivalente a 600 gauss (G), de corpo inteiro ou 600 mT (6000 G) nas extremidades, sobre uma base diária, média ponderada no tempo (TLV-TWA) (T) = 104 G). Os valores-teto recomendados são 2 T para o corpo inteiro e 5 T para as extremidades. Podem existir riscos de segurança de natureza mecânica exercidas pelo campo magnético sobre ferramentas ferromagnéticas e implantes médicos. Usuários de marca-passos cardíacos e dispositivos médico-eletrônicos semelhantes não devem ser expostos a densidades de campo magnético superiores a 0,5 mT (5 G). Também podem ocorrer efeitos adversos a densidades de fluxo mais elevadas, resultantes das forças sobre dispositivos implantados tais como: grampos de sutura, aneurisma, próteses etc.

Estes TLVs® estão sumarizados na Tabela 1.

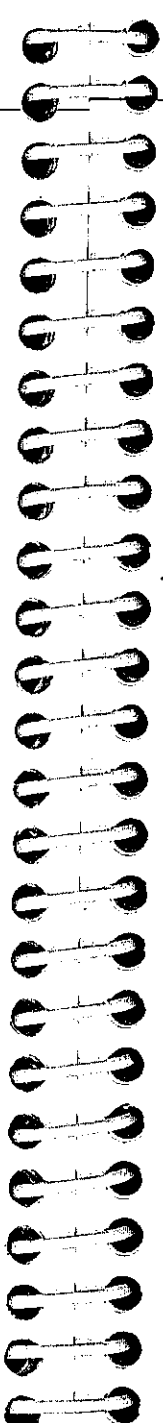
TABELA 1. TLVs® para Campos Magnéticos Estáticos

	TLV-TWA 8 hora	Teto
Corpo inteiro	60 mT	2 T
Extremidade	600 mT	5 T
Usuários de dispositivos médico-eletrônicos	--	0,5 mT

### ALTA DE ALTERAÇÕES PRETENDIDAS

#### CAMPOS MAGNÉTICOS ESTÁTICOS

Estes TLVs® referem-se a densidades de fluxo magnético estático às quais se acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, dia após dia, sem efeitos adversos à saúde. Estes valores devem ser usados como guias para controle da exposição a campos magnéticos estáticos, e não devem ser considerados como linhas tênues entre níveis seguros e perigosos.



As exposições ocupacionais de rotina não devem exceder 2 Tesla (T) no ambiente geral de trabalho, mas podem apresentar valores-teto de 8 T para trabalhadores com treinamento especial, operando em um ambiente de trabalho controlado. O treinamento especial inclui a conscientização sobre os efeitos sensoriais transitórios que podem resultar de movimentação rápida em campos magnéticos estáticos com densidades de fluxo maiores que 2 T. Um ambiente de trabalho controlado é aquele no qual as forças exercidas pelos campos magnéticos estáticos sobre objetos metálicos não criam projéteis potencialmente perigosos. A exposição dos braços e pernas dos trabalhadores no ambiente geral de trabalho não deve exceder 20 T. Usuários de implantes ferromagnéticos ou dispositivos médicos eletrônicos não devem ser expostos a campos magnéticos estáticos acima de 0,5 mT.

Esses TLVs® estão resumidos na Tabela 1.

TABELA 1. TLVs® para Campos Magnéticos Estáticos

Exposição	Valor Teto
Corpo Inteiro (ambiente geral de trabalho)	2 T
Corpo Inteiro (trabalhadores com treinamento especial e ambiente de trabalho controlado)	8 T
Braços e pernas	20 T
Usuários de dispositivos médicos	0,5 mT

### CAMPOS MAGNÉTICOS DE SUB-RADIOFREQUÊNCIA (30 kHz e abaixo)

Estes limites de tolerância se referem a amplitudes de densidade de fluxo magnético (B) de campos magnéticos de sub-radiofrequência (sub-RF) na faixa de frequências de 30 kilohertz (kHz) e abaixo, às quais se acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem efeitos adversos à saúde. Nestes limites, as magnitudes de campo magnético são representadas por valores rms (raiz média quadrática). Estes valores devem ser usados como guias no controle da exposição a campos magnéticos de sub-radiofrequência, e não considerados como uma linha tênue entre níveis seguros e perigosos.

As exposições ocupacionais na faixa de extremamente-baixa-frequência (ELF), que vai de 1Hz a 300 Hz, não devem exceder o valor-teto dado pela equação:

$$B_{TLV} = \frac{60}{f}$$

onde f = frequência em Hz

B<sub>TLV</sub> = densidade de fluxo magnético em militesla (mT).

## Campos e Radiações Não-Ionizantes

a frequências na faixa de 300 Hz a 30 kHz (que incluem a banda de frequência de voz [VF], que vai de 300 Hz a 3 kHz, e a banda de baixa-frequência [VLF], que vai de 3 kHz a 30 kHz), as exposições acionais não devem exceder o valor-teto de 0,2 mT.

Estes valores-teto para frequências de 300 Hz a 30 kHz são definidos para exposições tanto localizadas como de corpo inteiro. Para frequências de 300 Hz, o limite de tolerância para exposição das extremidades do corpo pode ser aumentado por um fator de 10 para mãos e pés e por um fator de 5 para braços e pernas.

A densidade de fluxo magnético de 60 mT/f a 60 Hz corresponde a uma densidade de fluxo magnético máxima permitida de 1 mT. A 30 kHz, o limite de tolerância é 0,2 mT, que corresponde a uma intensidade de campo magnético de 160 Amperes por metro (A/m).

Correntes de contato provenientes do contato com objetos não aterrados que adquiriram uma carga elétrica induzida em um forte campo magnético sub-RF não devem exceder os seguintes níveis no ponto de contato, para evitar respostas de susto ou choques elétricos severos:

1,0 milliampere (mA) para frequências de 1 Hz a 2,5 kHz;  
0,4 mA para frequências de 2,5 a 30 kHz, sendo f a frequência expressa em kHz.

**Notas:**

Este limite de exposição baseia-se na avaliação de dados disponíveis provenientes de pesquisas de laboratório e estudos de exposição humana. As modificações do limite de exposição serão feitas se comprovadas por novas informações. Até o momento, as informações sobre possíveis efeitos à saúde e respostas humanas a campos magnéticos na faixa de frequência de 1 Hz a 30 kHz são insuficientes para permitir o estabelecimento de limite de tolerância para exposições médias ponderadas no tempo.

O limite de exposição pode não proteger trabalhadores que usam marca-passos cardíacos contra interferência eletromagnética no funcionamento do marca-passo. Alguns modelos de marca-passo têm-se demonstrado suscetíveis à interferência por densidades de fluxo magnético tão baixas quanto 0,1 mT, na faixa de frequência de potência (50/60 Hz). É recomendável que, na falta de informações específicas do fabricante sobre interferência eletromagnética, a exposição de pessoas que usam marca-passos ou dispositivos médico-eletrônicos similares seja mantida abaixo ou até 0,1 mT na faixa de frequências da rede de potência.

**TABELA 1. TLVs\* para campos magnéticos de Sub-Radio frequência (30 kHz e abaixo)**

Faixa de Frequências	TLV*
1 a 300 Hz	Exposição de Corpo Inteiro: $\frac{60}{f(*)}$ como valor teto em mT
1 a 300 Hz	Braços e pernas: $\frac{300}{f(*)}$ como valor teto em mT
1 a 300 Hz	Mãos e pés: $\frac{600}{f(*)}$ como valor teto em mT (*sendo f = frequência em Hz)
300 Hz a 30 kHz	Exposição de Corpo Inteiro ou segmental como valor teto: 0,2 mT
1 Hz a 2,5 kHz	Limite de corrente de contato pontual: 1,0 mA
2,5 a 30 kHz	Limite de corrente de contato pontual: 0,4f mA (*sendo f = frequência em kHz)

**SUB-RADIOFREQUÊNCIA (30 kHz e abaixo)  
E CAMPOS ELETROSTÁTICOS**

Estes limites de exposição se referem às magnitudes máximas de campo não-protetido no local de trabalho, compreendendo campos elétricos de sub-radiofrequência (30 kHz e abaixo) e a campos eletrostáticos representando condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem efeitos adversos à saúde. As intensidades de campo elétrico representadas por estes limites de exposição são valores rms (raiz média quadrática). Os valores deveriam ser usados como guias no controle da exposição, e devido à suscetibilidade individual, não são considerados como linhas tênues entre níveis seguros e perigosos. As magnitudes de campo elétrico estabelecidas neste limite de exposição referem-se aos níveis presentes no ar, distante de superfícies condutoras (onde descargas elétricas e correntes de contato podem apresentar riscos significativos).

As exposições ocupacionais não devem exceder a intensidade de campo de 25 kilovolts por metro (kV/m) de 0 Hz (corrente contínua [DC]) a 30 Hz. Para frequências na faixa de 100 Hz a 4 kHz, o valor-teto é dado

$$E_{TLV} = \frac{2,5 \times 10^6}{f}$$

onde  $f$  é a frequência em Hz

$E$  é a intensidade do campo elétrico em volts por metro (V/m).

Para frequências de 4 kHz a 30 kHz, o valor-teto é de 625 V/m. Os valores descritos a seguir para frequências de 0 a 30 kHz são definidos para exposições parciais e de corpo inteiro.

Correntes de contato provenientes do contato com objetos não aterrados que adquiriram uma carga elétrica induzida em um forte campo elétrico sub-RF não devem exceder os seguintes níveis no ponto de contato, para evitar respostas de susto ou choques elétricos severos;

1,0 miliampere (mA) para frequências de 0 a 2,5 kHz;

0,4f mA para frequências de 2,5 a 30 kHz, sendo  $f$  a frequência em kHz.

Os

Estes limites de exposição baseiam-se na limitação de correntes sobre a superfície do corpo e de correntes induzidas internas abaixo dos limites que, acredita-se, sejam capazes de produzir efeitos adversos à saúde. Em estudos de laboratório tem-se demonstrado a ocorrência de certos efeitos biológicos em intensidades de campo elétrico abaixo daquelas permitidas pelo limite de exposição. Contudo, até o presente momento, não existem evidências convincentes de que a exposição ocupacional a estas intensidades de campo resulte em efeitos adversos à saúde. As modificações do limite de exposição serão feitas se corroboradas por novas informações. Até o momento, existem informações insuficientes sobre possíveis efeitos à saúde e respostas humanas a campos elétricos na faixa de frequência de 0 a 30 kHz para permitir o estabelecimento de limite para exposições médias ponderadas no tempo.

Para intensidades de campo superiores a aproximadamente 5 a 7 kV/m podem produzir uma ampla faixa de riscos de segurança tais como reações de susto e descontrole associadas com descargas elétricas, correntes de contato provenientes de condutores não-aterrados, presentes no interior do campo. Além disso, poderão existir riscos de segurança associados com a combustão, ignição de materiais inflamáveis e de dispositivos de espoleta elétrica-explosivos, quando um campo elétrico de alta intensidade estiver presente. Deve-se tomar o cuidado de eliminar objetos não-aterrados, aterrará-los ou então usar roupas isolantes para seu manuseio. É recomendável o uso de dispositi-

vos de proteção (i.e., trajes, luva e isolamento) em todos os campos que excedam a 15 kV/m.

- O TLV® pode não proteger trabalhadores com marca-passos cardíaco contra as interferências eletromagnéticas na função do marca-passos. Alguns modelos de marca-passos cardíacos têm-se mostrado suscetíveis à interferência por campos elétricos na frequência de rede de potência (50/60 Hz) tão baixos quanto 2 kV/m. Recomenda-se que, na ausência de informações específicas do fabricante sobre interferência eletromagnética, a exposição de usuários de marca-passos e de dispositivos médicos-eletrônicos seja mantida igual ou abaixo de 1kV/m.

TABELA 1. TLVs® para Campos Elétricos Estáticos e de Sub-Radiofrequência (30 kHz e abaixo)

Faixa de Frequências	TLV®
0 a 100 Hz	25.000 V/m no ar (valor teto)
100 Hz a 4 kHz	$\frac{2,5 \times 10^6}{f}$ V/m no ar (valor teto) sendo $f$ = frequência em Hz
4 a 30 kHz	625 V/m no ar (valor teto)
0 a 2,5 kHz	Limite de corrente de contato pontual: 1,0 mA
2,5 a 30 kHz	Limite de corrente de contato pontual: 0,4f mA sendo $f$ = frequência em kHz

## ± RADIAÇÃO DE RADIOFREQUÊNCIA E MICROONDA

Estes TLVs® se referem à radiação de radiofrequência (RF) e microonda nas faixas de frequência de 30 quilohertz (kHz) a 300 gigahertz (GHz) e representam condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem efeitos adversos à saúde. Os TLVs®, em termos de raiz média quadrática (rms) da intensidade de campos elétricos (E) e magnéticos (H), de densidade equivalente de potência para ondas planas em campo livre (S), e de correntes induzidas (I) no corpo, que possam estar associadas com a exposição a tais campos, são dadas na Tabela 1 e Figura 1, como uma função da frequência  $f$ , em megahertz (MHz).

- Os TLVs® da Tabela 1, Parte A, referem-se a valores de exposição obtidos por média espacial sobre uma área equivalente à seção transversal vertical do corpo humano (área projetada). No caso de exposição parcial do corpo, os TLVs® podem ser relaxados. Em campos não-uniformes, va-

Campos e Radiações Não-Ionizantes

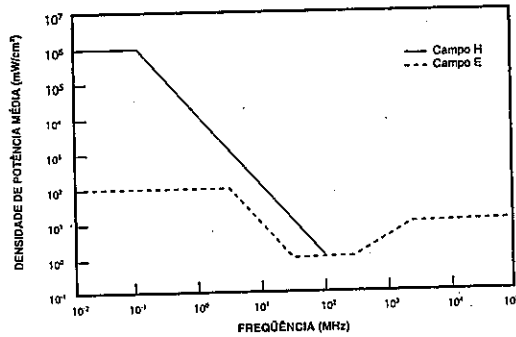


Tabela 1 - TLVs® para Radiofrequência/Microondas

Parte A - Campos Eletromagnéticos<sup>(A)</sup> f = frequência em MHz

Frequência	Densidade de Potência, S (mW/cm <sup>2</sup> )	Intensidade do Campo Elétrico E (V/m)	Intensidade do Campo Magnético H (A/m)	Tempo Médio E <sup>2</sup> ou S (minutos)
30 kHz - 100 kHz		614	163	6
100 kHz - 3 MHz		614	16,3/f	6
3 MHz - 30 MHz		1842/f	16,3/f	6
30 MHz - 100 MHz		61,4	16,3/f	6
100 MHz - 300 MHz	1	61,4	0,163	6
300 MHz - 3 GHz	f/300			6
3 GHz - 15 GHz	10			6
15 GHz - 300 GHz	10			616,000/f

<sup>A</sup> Os valores de exposição em termos de intensidade de campo elétrico e magnético são valores obtidos pela média espacial sobre uma área equivalente da seção vertical que atravessa o corpo humano (área projetada).

Parte B - Correntes de Indução e Contato por Radiofrequência<sup>(B)</sup>

Frequência	Corrente Máxima (mA)			Tempo para a média ponderada
	Através de ambos os pés	Através de qualquer um dos pés	Contato	
30kHz - 100kHz	2000f	1000f	1000f	1 segundo
100kHz - 100MHz	200	100	100	6 minutos

<sup>(B)</sup> Deve-se notar que os limites de corrente acima fornecidos podem não proteger adequadamente contra reações de susto e queimaduras causadas por descargas transientes ao se contatar objeto energizado. Veja outros comentários no texto

<sup>(C)</sup> I em média ponderada para qualquer intervalo de 1 segundo do período de exposição  
<sup>(D)</sup> I em média ponderada sobre um período de 6 minutos (por exemplo, para qualquer um dos: ou contato manual, I<sup>2</sup> menor ou igual a 60.000 mA<sup>2</sup> - minutos, sujeito a um limite valor de 500 mA.

3. As formas de se obter conformidade a estes limites de corrente podem ser estabelecidas pelo usuário dos TLVs® por meios convenientes: uso de luvas de proteção, a proibição do uso de objetos metálicos, treinamento do pessoal para práticas adequadas podem ser suficientes para assegurar a conformidade a estes aspectos dos TLVs®. A avaliação da magnitude das correntes induzidas normalmente exigirá uma medição direta. Entretanto, as medições das correntes induzidas e de campo não serão necessárias se o limite para intensidade de campo elétrico não for excedido, para as frequências entre 0,1 e 0,45 MHz e não exceder os limites mostrados na figura 2 para as frequências acima de 0,45 MHz.

C. Para exposições de campo próximo a frequências inferiores a 300 MHz o TLV® aplicável é dado em termos de intensidade de campo elétrico ou magnético RMS, como mostrado na Tabela 1, Parte A. A densidade de potência de onda plana equivalente (S, em mW/cm<sup>2</sup>) pode ser

JRA 1 - TLVs® para Radiação de Radiofrequência/Microondas nos limites de trabalho (SAR de corpo inteiro < 0,4 W/kg).

Os valores de pico espacial de intensidade de campo podem exceder os TLVs®, e o valor da média espacial se mantiver nos limites especificados. Os TLVs® também podem ser relaxados por referência aos limites da taxa de absorção específica (TAE/SAR) por medições e cálculos apropriados. O acesso às áreas de campo intenso deve ser restrito, de forma a limitar os valores RMS das correntes corporais induzidas por radiofrequência com potencial de eletroestimulação por radiofrequência ("choques", abaixo de 0,1 MHz) ou aquecimento perceptível (de 0,1 MHz em diante), como segue (veja Tabela 1, Parte B):

1. Para indivíduos em pé (sem contato com objetos metálicos), a corrente induzida por radiofrequência no corpo humano, tal como medida através de cada pé, não deve exceder os seguintes valores:

I = 1000f mA para (0,03 < f < 0,1 MHz) como média ponderada sobre 1 segundo  
 I = 100 mA para (0,1 < f < 100 MHz) como média ponderada sobre 6 minutos, tendo como teto um valor de 500 mA.

onde: mA = miliampére

2. Para condições de possível contato com corpos metálicos, a corrente máxima induzida por radiofrequência através de uma impedância equivalente à do corpo humano para condições de contato por pressão, tal como medida como um medidor de corrente de contato, não deve exceder os seguintes valores:

I = 1000f mA para (0,03 < f < 0,1 MHz) como média ponderada sobre 1 segundo  
 I = 100 mA para (0,1 < f < 100 MHz) como média ponderada sobre 6 minutos, tendo como teto um valor de 500 mA]

Campos e Radiações Não-Ionizantes

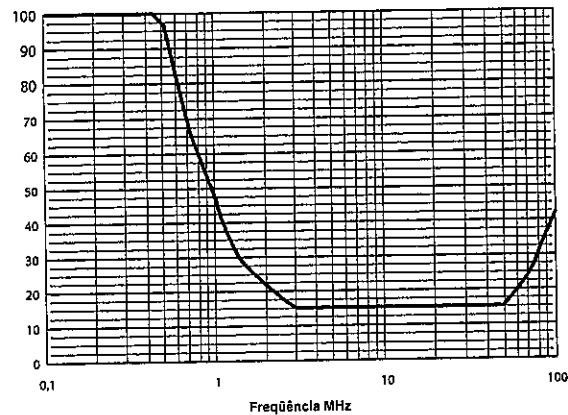
ada a partir dos dados de medição de intensidade de campo como que:

$$S = \frac{E^2}{3770}$$

$E^2$  está em Volts ao quadrado ( $V^2$ ) por metro quadrado ( $m^2$ ) e

$$S = 37,7 H^2$$

$H^2$  é dado em Ampères ao quadrado ( $A^2$ ) por metro quadrado ( $m^2$ ). O ma de blocos da figura 3 pode auxiliar o usuário do TLV® na seleção de ões dos campos H, E e das correntes na ordem correta de precedência.



IRA 2. Porcentagem dos TLVs® em termos de intensidade do camê-trico, em função da frequência, abaixo da qual não são exigíveis ções das correntes induzidas ou de contato, de 0,1 a 100 MHz. (De IEEE 95.1999. (2) Copyright ©1999 IEEE. Todos os direitos reservados.)

ara exposições a campos pulsados cuja duração de pulso é menor ue 100 milissegundos (ms) e de frequências na faixa de 100 kHz a 300 iHz, o TLV®, em termos de densidade de potência de pico para um ico isolado, é dado pela Tabela 1, Parte A, multiplicado pelo tempo de onderação em segundos e dividido por 5, multiplicado pela largura do ulso em segundos, ou seja:

$$TLV^{\circ} \text{ de pico} = \frac{TLV^{\circ} \times \text{Tempo de Ponderação (s)}}{5 \times \text{Largura do Pulso(s)}}$$

Jm máximo de cinco destes pulsos pode ser permitido durante qualquer perío- to igual ao tempo de ponderação. Se há mais do que cinco pulsos em qualquer período de tempo igual ao tempo de ponderação, o TLV® de pico é limitado pelo processo normal de ponderação de tempo. Para durações de pulso maiores

que 100 ms, são aplicáveis cálculos normais de ponderação em tempo. Estes valores devem ser usados como valores-guia na avaliação e controle da e posição à radiação de radiofrequência e microondas e não devem ser encaradi como uma linha divisória entre níveis seguros e perigosos.

Notas:

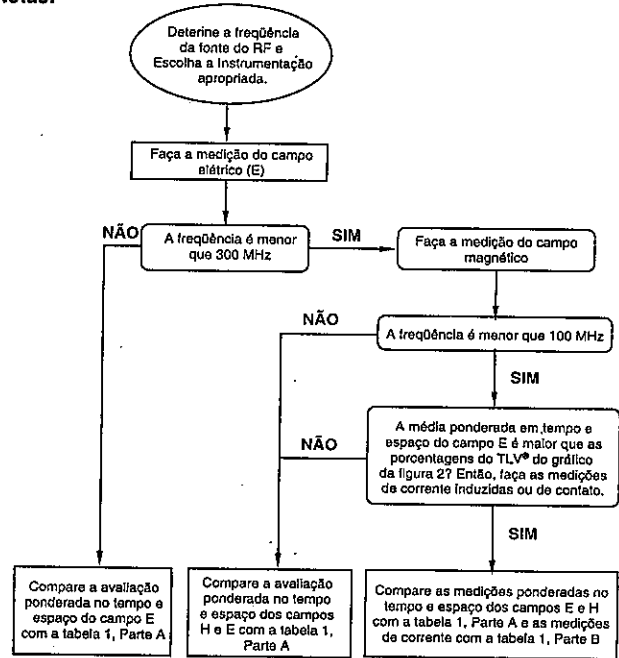


FIGURA 3. Diagrama de blocos para as avaliações dos campos E, H e correntes de indução e contato em ordem de precedência.

1. Acredita-se que os trabalhadores possam ser repetidamente expostos aos campos até os valores destes TLVs®, sem apresentar efeitos adversos à saúde. Apesar disso, não deveriam ser desnecessariamente expostos a níveis mais elevados, próximos aos dos TLVs®, nos casos em que medidas simples evitariam tal exposição.
2. Para campos com multifrequência ou de bandas largas, nos quais há a presença de múltiplas frequências e para as quais há diferentes valores de TLVs®, a fração do TLV® provocada pela exposição em cada frequência (em termos dos campos individuais ou de densidade de potência) deve ser determinada, e a soma de tais frações não deve exceder a unidade.
3. Os TLVs® se referem a valores ponderados no tempo sobre um período de 6 minutos (0,1 h) para frequências abaixo de 15 GHz e sobre períodos mais curtos para frequências mais altas, a intervalos de 10 s a 300

3Hz, como indicado na Tabela 1.

Para frequências entre 100 kHz e 1,5 GHz, o TLV® pode ser relaxado\* se:

a potência radiada for menor ou igual a 7W para frequências de 100 kHz a 450 MHz,

a potência radiada for menor ou igual a  $7 \times (450/f)$  para frequências de 450 MHz a 1,5 GHz. Esta exclusão não se aplica aos dispositivos portados continuamente junto ao corpo. A potência radiada significa a potência emitida pela antena para o espaço livre, na ausência de quaisquer objetos próximos.

Para frequências entre 100 kHz e 6 GHz, o TLV® para intensidade de campos eletromagnéticos pode ser relaxado se:

a. for possível mostrar através de técnicas adequadas, que as condições de exposição produzem taxas de absorção específicas (SAR) abaixo de 0,4 W/kg, como média ponderada para o corpo inteiro e valores de pico espacial SAR que não excede 8 W/kg como média, sobre qualquer porção de 1 grama de tecido (definido como um volume de tecido no formato de um cubo), exceto para as mãos, pulsos, pés e tornozelos, onde o pico espacial não deve exceder 20W/kg como a média sobre quaisquer 10 gramas de tecido (definido como um volume de tecido no formato de um cubo) e

b. as correntes induzidas no corpo estiverem em conformidade com o guia da Tabela 1. Os SAR são ponderados sobre quaisquer períodos de 6 minutos. Acima de 6 GHz, o relaxamento do TLV® pode ser permitido em condições de exposição parcial do corpo. Devem ser reconhecidas regiões do corpo nas quais volumes de 1 ou 10 cm<sup>3</sup> conteriam massas significativamente menores que 1 ou 10 gramas, respectivamente, devido aos espaços vazios (ar). Para essas regiões, a potência absorvida deveria ser dividida pela massa real de tais volumes, para a obtenção do pico espacial da SAR.

Para frequências entre 0,03 e 0,1 MHz, a exclusão do SAR, como acima definido, não se aplicará. Entretanto, o TLV® ainda poderá ser excedido, se puder ser mostrado que o pico de densidade de corrente RMS ponderados sobre qualquer área de 1 cm<sup>2</sup> de tecido e 1 segundo não excede 35f mA/cm<sup>2</sup>, onde f é a frequência em MHz.

A medição da intensidade de campo de RF depende de vários fatores, incluindo as dimensões da ponta de prova e a distância desta à fonte de radiação. Os procedimentos de medição deverão seguir as recomendações dadas em: IEEE C95.1 1999 e NCRP Report No. 119<sup>(9)</sup>.

Todas as exposições deveriam ser limitadas a um máximo (pico) de intensidade de campo elétrico de 100 kV/m.

Radiação de Banda Ultralarga (UWB) é uma modalidade relativamente nova, utilizada para processamento de imagens, comunicações sem fios (voz, dados e vídeo), etiquetas de identificação, crachás, sistemas de segurança patrimonial e outras aplicações. Os sinais de UWB

consistem em pulsos curtos (usualmente < 10 nanosegundos [r tempo de subida rápido (< 200 picosegundos [ps]) que resultam uma banda de frequências muito larga, em termos espectrais. Fins práticos, a UWB pode ser considerada como um sinal que possui uma largura de banda maior que a frequência central. As informações a seguir representam um conjunto de diretrizes para a exposição humana à radiação de UWB, que obedece às recomendações do "Service Electromagnetic Radiation Panel", emitidas em junho de 1999. Para um pulso de UWB, a taxa de absorção específica (SAR) expressa em W/kg de tecido é dada por

$$SAR = S \times PW \times PRF \times 0,25$$

onde: S = densidade de potência de onda plana equivalente (mW/cm<sup>2</sup>)

PW = largura efetiva de pulso (segundos), incluindo o tempo de decaimento

PRF = frequência de repetição de pulso (s<sup>-1</sup>)

0,25 = máxima SAR normalizada (W/kg) por mW/cm<sup>2</sup> no corpo humano, exposto a um campo de RF de 70 MHz

Limitações de exposição são consideradas para duas condições: (A) Exposição a UWB maior que 6 minutos e (B) Exposição a UWB menor que 6 minutos com um SAR maior que 0,4 W/kg, o limite de corpo inteiro permitido pela norma IEEE C95.1 para radiação de radiofrequência emitida em 1991, e revisado em 1999.

*Condição A:* Para exposições maiores que 6 minutos, o SAR é limitado a 0,4 W/kg, ponderado sobre qualquer período de 6 minutos, considerando a uma absorção específica (SA) de 144 J/kg para 6 minutos. A PRF permitida para um pulso de UWB é dada como segue:

$$PRF(s^{-1}) = \frac{144 \text{ J/kg}}{(SA \text{ em J/kg por pulso}) (360s)}$$

*Condição B:* Parte-se de uma premissa conservadora, segundo a qual o tempo de exposição permissível (ET) é inversamente proporcional ao quadrado do SAR em W<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>. ET é dado pela equação que segue

$$ET(s) = \frac{(0,4 \text{ W/kg} \times 144 \text{ J/kg})}{(SAR)^2} = \frac{57,6}{(SAR)^2}$$

#### \* Nota do tradutor

Observar que o texto sugere a dispensa de verificações quantitativas quando superado o conceito TLV® neste caso.

**ências**

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): Figure 2 reprinted with permission from IEEE Std C95.1-1999 IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 30 GHz. Copyright (c) 1999 by IEEE. The IEEE disclaims any responsibility or liability resulting from the placement and use of the diagram in the manner described herein (1999a).

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz. IEEE Std C95.1-1999 (incorporating IEEE Std. C95.1-1991 and IEEE Std. C95.1a-1998). IEEE, New York (April 16, 1999b).

National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP): A Practical Guide to the Determination of Human Exposure to Radiofrequency Fields. Report No. 119, Bethesda, MD (1993).

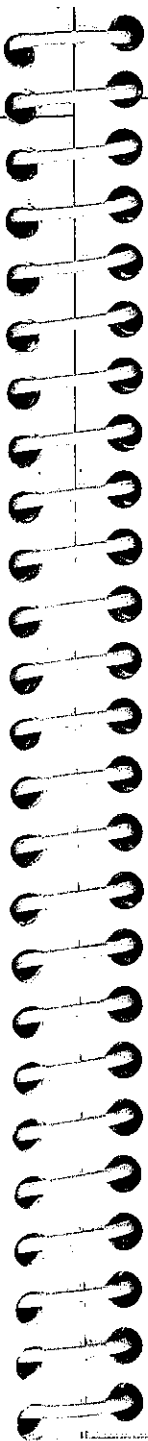
**DE ALTERAÇÕES PRETENDIDAS  
AÇÃO DE RADIOFREQUÊNCIA E MICROONDAS**

A razão desta Nota de Alteração Pretendida é acrescentar a Nota 9 ao item 1 e também a seção intitulada "Efeitos da Interferência de Radiofrequência em Equipamentos e Dispositivos Médicos" à "Documentação". Estes TLVs® se referem à radiação de radiofrequência (RF) e microondas nas faixas de frequência de 30 quilohertz (kHz) a 300 gigahertz (GHz) e representam condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem efeitos adversos à saúde. TLVs®, em termos de raiz média quadrática (rms) da intensidade de campos elétricos (E) e magnéticos (H), de densidade equivalente de potência para ondas planas em campo livre (S), e de correntes induzidas (I) no corpo, que possam estar associadas com a exposição a tais campos, dadas na Tabela 1 e Figura 1, como uma função da frequência f, em hertz (MHz).

Os TLVs® da Tabela 1, Parte A, referem-se a valores de exposição limitados por média espacial sobre uma área equivalente à seção transversal vertical do corpo humano (área projetada). No caso de exposição parcial do corpo, os TLVs® podem ser relaxados. Em campos não-uniformes, valores de pico espacial de intensidade de campo podem exceder os TLVs®, se o valor da média espacial se mantiver nos limites especificados. Os TLVs® também podem ser relaxados por referência aos limites da taxa de absorção específica (TAE/SAR) por medições e cálculos apropriados.

O acesso às áreas de campo intenso deve ser restrito, de forma a limitar os valores RMS das correntes corporais induzidas por radio-frequência com potencial de eletroestimulação por radiofrequência ("choques", abaixo de 0,1 MHz) ou aquecimento perceptível (de 0,1 MHz em diante), como segue (veja Tabela 1, Parte B):

1. Para indivíduos em pé (sem contato com objetos metálicos), a corrente induzida por radiofrequência no corpo humano, tal como medida através de cada pé, não deve exceder os seguintes valores:



$I = 1000f$  mA para  $(0,03 < f < 0,1$  MHz) como média ponderada sobre 1 segundo  
 $I = 100$  mA para  $(0,1 < f < 100$  MHz) como média ponderada sobre 6 minutos, tendo como teto um valor de 500 mA.

onde: mA = miliampère

2. Para condições de possível contato com corpos metálicos, a corrente máxima induzida por radiofrequência através de uma impedância equivalente à do corpo humano para condições de contato por prensão, tal como medida com um medidor de corrente de contato, não deve exceder os seguintes valores:

$I = 1000f$  mA para  $(0,03 < f < 0,1$  MHz) como média ponderada sobre 1 segundo  
 $I = 100$  mA para  $(0,1 < f < 100$  MHz) como média ponderada sobre 6 minutos, tendo como teto um valor de 500 mA

3. As formas de se obter conformidade a estes limites de corrente podem ser estabelecidas pelo usuário dos TLVs® por meios convenientes. O uso de luvas de proteção, a proibição do uso de objetos metálicos ou treinamento do pessoal para práticas adequadas podem ser suficientes para assegurar a conformidade a estes aspectos dos TLVs®. A avaliação da magnitude das correntes induzidas normalmente exigirá uma medição direta. Entretanto, as medições das correntes induzidas e de contato não serão necessárias se o limite para intensidade de campo elétrico, com a média espacial, conforme se encontra na seção A, não for excedido para as frequências entre 0,1 e 0,45 MHz e não exceder os limites mostrados na figura 2 para as frequências acima de 0,45 MHz.

C. Para exposições de campo próximo a frequências inferiores a 300 MHz o TLV® aplicável é dado em termos de intensidade de campo elétrico ou magnético RMS, como mostrado na Tabela 1, Parte A. A densidade de potência de onda plana equivalente (S, em mW/cm²) pode ser calculada a partir dos dados de medição de intensidade de campo como segue:

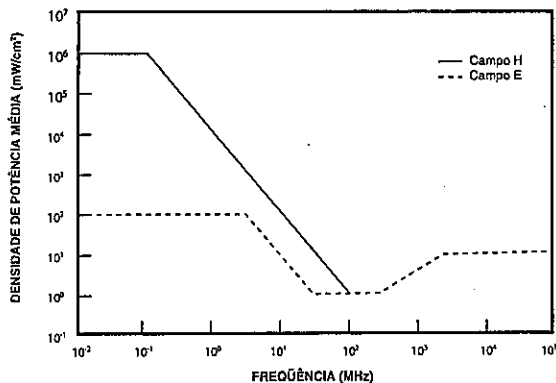
$$S = \frac{E^2}{3770}$$

onde: E² está em Volts ao quadrado (V²) por metro quadrado (m²) e

$$S = 37,7 H^2$$

onde: H² é dado em Ampères ao quadrado (A²) por metro quadrado (m²) O diagrama de blocos da figura 3 pode auxiliar o usuário do TLV® na seleção de medições dos campos H, E e das correntes na ordem correta de precedência.





GURA 1. TLVs® para Radiação de Radiofrequência/ Microondas nos locais de trabalho ( SAR de corpo inteiro < 0,4 W/Kg).

Tabela 1 - TLVs® para Radiofrequência/Microondas

Parte A - Campos Eletromagnéticos<sup>(A)</sup> f = frequência em MHz

Frequência	Densidade de Potência, S (mW/cm <sup>2</sup> )	Intensidade do Campo Elétrico (V/m)	Intensidade do Campo Magnético (A/m)	Tempo Médio E <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> ou S (minutos)
kHz - 100 kHz		614	163	6
0 kHz - 3 MHz		614	16,3/f	6
3 MHz - 30 MHz		1842/f	16,3/f	6
30 MHz - 100 MHz		61,4	16,3/f	6
100 MHz - 300 MHz	1	61,4	0,163	6
300 MHz - 3 GHz	f/300			6
3 GHz - 15 GHz	10			6
15 GHz - 300 GHz	10			616,000/f <sup>1,2</sup>

Os valores de exposição em termos de intensidade de campo elétrico e magnético são valores obtidos pela média espacial sobre uma área equivalente da seção vertical que atravessa o corpo humano (área projetada).

Parte B - Correntes de Indução e Contato por Radiofrequência<sup>(B)</sup>

Frequência	Corrente Máxima (mA)			Tempo para a média ponderada
	Através de ambos os pés	Através de qualquer um dos pés	Contato	
kHz - 100kHz	2000f	1000f	1000f	1 segundo <sup>C</sup>
0kHz - 100MHz	200	100	100	6 minutos <sup>D</sup>

Deve-se notar que os limites de corrente acima fornecidos podem não proteger adequadamente contra reações de susto e queimaduras causadas por descargas transientes ao se contatar um objeto energizado. Veja outros comentários no texto

I em média ponderada para qualquer intervalo de 1 segundo do período de exposição

I em média ponderada sobre um período de 6 minutos (por exemplo, para qualquer um dos pés ou contato manual, I<sup>2</sup> menor ou igual a 60.000 mA<sup>2</sup> - minutos, sujeito a um limite valor-teto de 500 mA.

D. Para exposições a campos pulsados cuja duração de pulso é m que 100 milissegundos (ms) e de frequências na faixa de 100 kHz e GHz, o TLV®, em termos de densidade de potência de pico para pulso isolado, é dado pela Tabela 1, Parte A, multiplicado pelo tempo ponderação em segundos e dividido por 5, multiplicado pela largura do pulso em segundos, ou seja:

$$TLV^{\circ} \text{ de pico} = \frac{TLV^{\circ} \times \text{Tempo de Ponderação (s)}}{5 \times \text{Largura do Pulso(s)}}$$

Um máximo de cinco destes pulsos pode ser permitido durante qualquer período igual ao tempo de ponderação. Se há mais do que cinco pulsos em qualquer período de tempo igual ao tempo de ponderação, o TLV® de pico é limitado pelo processo normal de ponderação de tempo. Para durações de pulso maiores que 100 ms, são aplicáveis cálculos normais de ponderação em tempo.

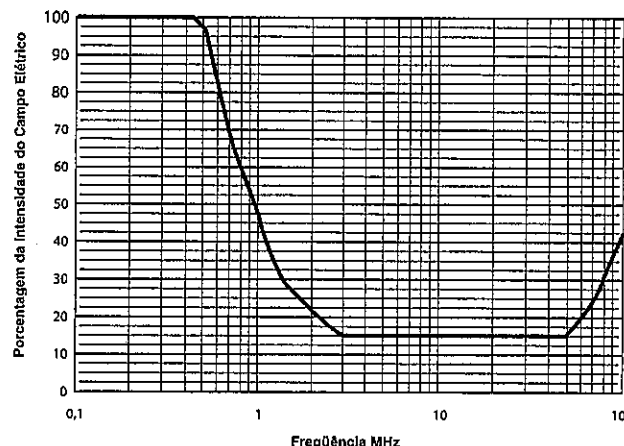


FIGURA 2. Porcentagem dos TLVs® em termos de intensidade do campo elétrico, em função da frequência, abaixo da qual não são exigidas medições das correntes induzidas ou de contato, de 0,1 a 100 MHz. (De IEEE Std C95.1999.<sup>(2)</sup> Copyright ©1999 IEEE. Todos os direitos reservados.)

## - Campos e Radiações Não-ionizantes

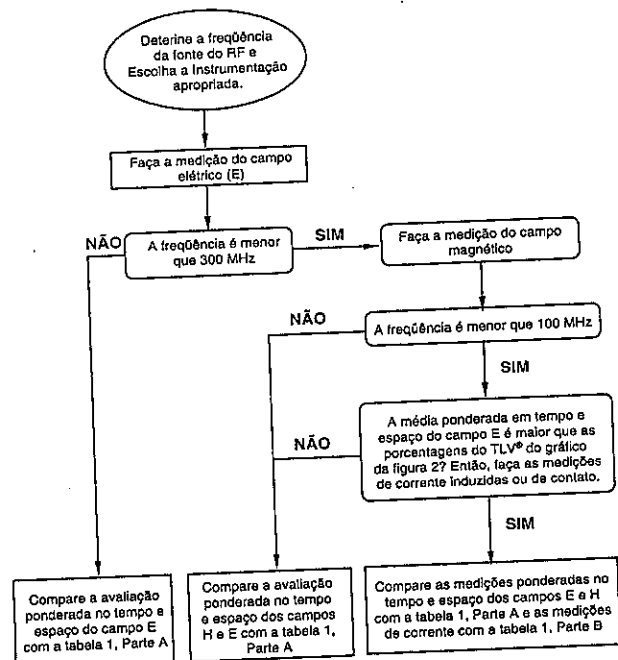


FIGURA 3. Diagrama de blocos para as avaliações dos campos E, H e correntes de indução e contato em ordem de precedência.

## notas:

- Acredita-se que os trabalhadores possam ser repetidamente expostos aos campos até os valores destes TLVs®, sem apresentar efeitos adversos à saúde. Apesar disso, não deveriam ser desnecessariamente expostos a níveis mais elevados, próximos aos dos TLVs®, nos casos em que medidas simples evitariam tal exposição.
- Para campos com multifrequência ou de bandas largas, nos quais há a presença de múltiplas frequências e para as quais há diferentes valores de TLVs®, a fração do TLV® provocada pela exposição em cada frequência (em termos dos campos individuais ou de densidade de potência) deve ser determinada, e a soma de tais frações não deve exceder a unidade.
3. Os TLVs® se referem a valores ponderados no tempo sobre um período de 6 minutos (0,1 h) para frequências abaixo de 15 GHz e sobre períodos mais curtos para frequências mais altas, a intervalos de 10 s a 300 GHz, como indicado na Tabela 1.

4. Para frequências entre 100 kHz e 1,5 GHz, o TLV® pode ser relaxado se:

- a potência radiada for menor ou igual a 7W para frequências de 1 kHz a 450 MHz,
- a potência radiada for menor ou igual a  $7 \times (450/f)$  para frequências de 450 MHz a 1,5 GHz. Esta exclusão não se aplica aos dispositivos portados continuamente junto ao corpo. A potência radiada significa a potência emitida pela antena para o espaço livre, na ausência de quaisquer objetos próximos.

5. Nas frequências entre 100 kHz e 6 GHz, o TLV® para intensidade de campos eletromagnéticos pode ser relaxado se:

- a. for possível mostrar através de técnicas adequadas, que as condições de exposição produzem taxas de absorção específicas (SAI) abaixo de 0,4 W/kg, como média ponderada para o corpo inteiro valores de pico espacial SAR que não excede 8 W/kg como média sobre qualquer porção de 1 grama de tecido (definido como um volume de tecido no formato de um cubo), exceto para as mãos, pulsos, pés e tornozelos, onde o pico espacial não deve exceder 20W/kg como a média sobre quaisquer 10 gramas de tecido (definido como um volume de tecido no formato de um cubo) e

- b. as correntes induzidas no corpo estiverem em conformidade com a guia da Tabela 1. Os SAR são ponderados sobre quaisquer períodos de 6 minutos. Acima de 6 GHz, o relaxamento do TLV® pode ser permitido em condições de exposição parcial do corpo. Deverão ser reconhecidas regiões do corpo nas quais volumes de 1 ou 1 cm<sup>3</sup> conteriam massas significativamente menores que 1 ou 10 gramas, respectivamente, devido aos espaços vazios (ar). Para essas regiões, a potência absorvida deveria ser dividida pela massa real de tais volumes, para a obtenção do pico espacial da SAR.

Para frequências entre 0,03 e 0,1 MHz, a exclusão do SAR, com o limite acima definido, não se aplicará. Entretanto, o TLV® ainda poderá ser excedido, se puder ser mostrado que o pico de densidade de corrente RMS ponderados sobre qualquer área de 1 cm<sup>2</sup> de tecido e 1 segundo não excede  $35f$  mA/cm<sup>2</sup>, onde  $f$  é a frequência em MHz.

6. A medição da intensidade de campo de RF depende de vários fatores incluindo as dimensões da ponta de prova e a distância desta à fonte de radiação. Os procedimentos de medição deverão seguir as recomendações dadas em: IEEE C95.1 1999 e NCRP Report No. 119<sup>(NCRP 1993)</sup>.
7. Todas as exposições deveriam ser limitadas a um máximo (pico) de intensidade de campo elétrico de 100 kV/m.
8. Radiação de Banda Ultralarga (UWB) é uma modalidade relativamente nova, utilizada para processamento de imagens, comunicações sem fio (voz, dados e vídeo), etiquetas de identificação, crachás, sistemas de segurança patrimonial e outras aplicações. Os sinais de UWE

consistem em pulsos curtos (usualmente < 10 nanossegundos [ns]), tempo de subida rápido (< 200 picossegundos [ps]) que resultam em uma banda de frequências muito larga, em termos espectrais. Para fins práticos, a UWB pode ser considerada como um sinal que possui uma largura de banda maior que a frequência central. As informações a seguir representam um conjunto de diretrizes para a exposição humana à radiação de UWB, que obedece às recomendações do "Tri-Service Electromagnetic Radiation Panel", emitidas em junho de 1997. Para um pulso de UWB, a taxa de absorção específica (SAR) expressa em W/kg de tecido é dada por

$$SAR = S \times PW \times PRF \times 0,25$$

onde: S = densidade de potência de onda plana equivalente (mW/cm<sup>2</sup>)

PW = largura efetiva de pulso (segundos), incluindo o tempo de decaimento

PRF = frequência de repetição de pulso (s<sup>-1</sup>)

0,25 = máxima SAR normalizada (W/kg) por mW/cm<sup>2</sup> no corpo humano, exposto a um campo de RF de 70 MHz

Limitações de exposição são consideradas para duas condições: (A) Exposição a UWB maior que 6 minutos e (B) Exposição a UWB menor que 6 minutos com um SAR maior que 0,4 W/kg, o limite de corpo inteiro permitido pela norma IEEE C95.1 para radiação de radiofrequência, emitido em 1991, e revisado em 1999.

**Condição A:** Para exposições maiores que 6 minutos, o SAR é limitado a 0,4 W/kg, ponderado sobre qualquer período de 6 minutos, correspondendo a uma absorção específica (SA) de 144 J/kg para 6 minutos. A PRF permitida para um pulso de UWB é dada como segue:

$$PRF(s^{-1}) = \frac{144 \text{ J/kg}}{(SA \text{ em J/kg por pulso}) (360s)}$$

**Condição B:** Parte-se de uma premissa conservadora, segundo a qual o tempo de exposição permissível (ET) é inversamente proporcional ao quadrado do SAR em W/kg<sup>2</sup>. ET é dado pela equação que segue:

$$ET(s) = \frac{(0,4 \text{ W/kg} \times 144 \text{ J/kg})}{(SAR)^2} = \frac{57,6}{(SAR)^2}$$

Observar que o texto sugere a dispensa de verificações quantitativa, ficando superado o conceito TLV<sup>®</sup> neste caso.

9. Muitos dispositivos utilizados em medicina, manufatura, telecomunicações e transportes são altamente sensíveis a interferências de campos de radiofrequência (ICR). Esse problema tem aumentado como resultado do rápido crescimento no uso de dispositivos de comunicação sem fio, tais como telefones celulares, comunicadores portáteis, transmissor-receptores montados em veículos. O "Center for Disease and Radiological Health" do "Food and Drug Administration", nos Estados Unidos, tem feito um grande esforço no sentido de informar fabricantes sobre a necessidade de tornar os dispositivos imunes, quanto possível, aos efeitos da ICR. Entretanto, problemas oriundos da ICR continuam a ser identificados e podem afetar negativamente o funcionamento de marca-passos cardíacos, desfibriladores, bomba de infusão de medicamentos, monitores de apnéia e de uma variedade de outros dispositivos, como cadeiras de rodas motorizadas. No uso de tais aparelhos, o TLV<sup>®</sup> poderá não proteger contra a ICR. O conceito de equipamento médico sensível à ICR e a entrada de usuários de dispositivos médicos eletrônicos em áreas onde há risco de ICR deve-se restringir a áreas e locais em que os níveis de campos de radiofrequência e microondas com frequências de até 3 GHz não sejam julgados capazes de interferir na operação dos dispositivos médicos, com base nas especificações dos fabricantes (tipicamente, campos abaixo de 10 V/m, que estão em conformidade com os requisitos de imunidade à ICR).

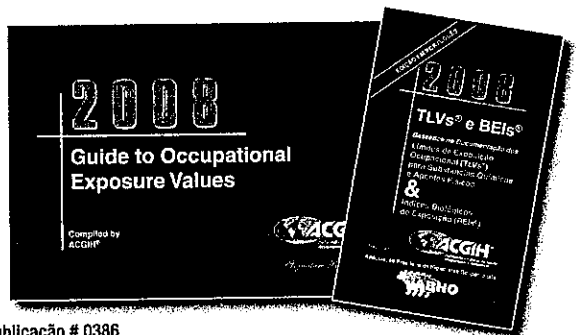
#### \* Nota do tradutor

Observar que o texto sugere a dispensa de verificações quantitativas quando superado o conceito TLV<sup>®</sup> neste caso.

#### Referências

1. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): Figure 2 reprinted with permission from IEEE Std C95.1-1999 IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 30 GHz. Copyright (c) 1999 IEEE. The IEEE disclaims any responsibility or liability resulting from the placement of this document in the described manner (1999a).
2. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 MHz. IEEE C95.1-1999 (incorporating IEEE Std. C95.1-1991 and IEEE Std. C95.1a-1998). New York (April 16, 1999b).
3. National Council on Radiation Protection and Measurements (NCRP): A Practical Guide to the Determination of Human Exposure to Radiofrequency Fields. Report No. 119, Bethesda, MD (1993).

# COMPANHIA PERFEITA



Publicação # 0386  
ISBN: 978-1-882417-80-3  
48 páginas, © 2008  
Preço para sócios: 53,96 dólares +  
despesas de envio  
Preço para não-sócios: 59,95 dólares +  
despesas de envio

Publicação # 0108  
ISBN: 978-1-882417-79-7  
272 páginas, © 2008  
Preço para sócios:  
35,96 dólares + despesas de envio  
Preço para não-sócios:  
39,95 dólares + despesas de envio

## Guia 2008 para Valores e Exposição Ocupacional a companhia perfeita para TLVs® e BEIs®!

Descontos estão disponíveis para aquisição em quantidade.  
Membros da ACGIH® recebem 10% de desconto em qualquer  
publicação da ACGIH®.



Definindo a Ciência da Saúde  
Ocupacional e Ambiental<sup>SM</sup>

Para pedir, visite pelo site [www.acgih.org/store](http://www.acgih.org/store), ou contate o  
representante de atendimento ao cliente da ACGIH no 513-742-2020  
ou [customerservice@acgih.org](mailto:customerservice@acgih.org).

### \* RADIAÇÃO VISÍVEL E INFRAVERMELHO PRÓXIMO

Estes TLVs® se referem a valores de radiação não coerentes (não laser) no espectro visível e infravermelho próximo com comprimentos de onda na faixa de 305 a 3.000 nm aos quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser exposta sem efeitos adversos à saúde. Os valores estão baseados na melhor informação disponível de estudos experimentais. Os TLVs® devem ser usados apenas como guias no controle das exposições à luz, e não devem ser considerados como tênues linhas divisórias entre níveis seguros e perigosos. Para os fins de especificação destes TLVs®, o espectro da radiação óptica foi dividido em regiões como mostrado na figura "O Espectro Eletromagnético e os TLVs® Relacionados da página 199.

### Valores Recomendados

Os TLVs® para exposição ocupacional dos olhos às radiações luminosa de banda larga e infravermelho próximo aplicam-se a exposições em quaisquer jornadas de 8 horas diárias. A Figura 1 é um guia para a aplicação dos TLVs® para fontes de luz visível e infravermelho próximo.

O primeiro passo consiste em determinar se a fonte é de banda larga incluindo um espectro visível de suficiente luminância para considerar as contribuições da luz visível. Se a luminância da fonte for superior a uma candela por centímetro quadrado ( $cd/cm^2$ ), então os TLVs® das Seções 1 e 2 serão aplicados. Havendo baixa luminância e nenhuma fonte especial em jogo, pode não haver risco significativo. Se a fonte possui um componente forte de luz azul tal como um diodo emissor de luz azul (LED), aplica-se a Seção 2. Se a fonte se situa principalmente na faixa do infravermelho próximo, pois usa filtros especiais ou por sua própria natureza (p. ex., LED) as seções 3 e 4 serão aplicadas. Os TLVs® estão divididos em 4 efeitos potenciais à saúde e regiões espectrais correspondentes, como segue:

**Seção 1. Para proteção contra lesão térmica à retina por fonte de luz visível:** Determine a radiação efetiva espectral da lâmpada ( $L_R$ ) em  $W/(cm^2 \cdot sr)$  ( $sr$  = estero radiano), integrando a radiação espectral ( $L_\lambda$ ) em  $W/(cm^2 \cdot sr \cdot nm)$  ponderando-a pela função de risco térmico  $R(\lambda)$ , usando a Equação 1 ou um medidor de luz com um filtro  $R(\lambda)$ . A função  $R(\lambda)$  está mostrada na Figura 2 e seus valores são fornecidos na Tabela 1.

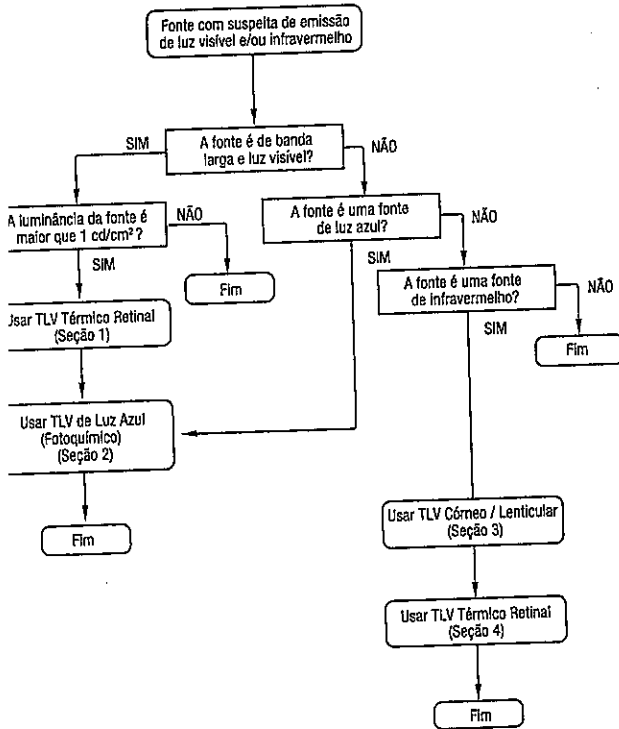


FIGURA 1. Esquema para avaliação de radiação visível e infravermelho próximo.

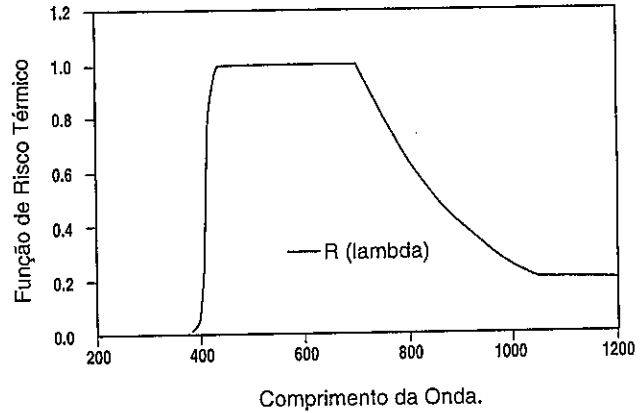


FIGURA 2. Função de Risco Térmico Retinal [R(λ)]

TABELA 1. Funções Ponderadas de Risco Espectral Retinal e de Radiações UV

Comprimento de Onda (nm)	Função de Risco Afático A(λ)	Função de Risco de Luz Azul B(λ)	Função de Risco Térmico Retinal F
305-335	6,00	0,01	-
340	5,88	0,01	-
345	5,71	0,01	-
350	5,46	0,01	-
355	5,22	0,01	-
360	4,62	0,01	-
365	4,29	0,01	-
370	3,75	0,01	-
375	3,56	0,01	-
380	3,19	0,01	0,01
385	2,31	0,0125	0,0125
390	1,88	0,025	0,025
395	1,58	0,050	0,050
400	1,43	0,100	0,100
405	1,30	0,200	0,200
410	1,25	0,400	0,400
415	1,20	0,800	0,800
420	1,15	0,900	0,900
425	1,11	0,950	0,950
430	1,07	0,980	0,980
435	1,03	1,000	1,00

Comprimento da onda (nm)	Função de Risco Afático A( $\lambda$ )	Função de Risco de Luz Azul B( $\lambda$ )	Função de Risco Térmico Retinal R( $\lambda$ )
440	1,000	1,000	1,00
445	0,970	0,970	1,00
450	0,940	0,940	1,00
455	0,900	0,900	1,00
460	0,800	0,800	1,00
465	0,700	0,700	1,00
470	0,620	0,620	1,00
475	0,550	0,550	1,00
480	0,450	0,450	1,00
485	0,400	0,400	1,00
490	0,220	0,220	1,00
495	0,160	0,160	1,00
500	0,100	0,100	1,00
505	0,079	0,079	1,00
510	0,063	0,063	1,00
515	0,050	0,050	1,00
520	0,040	0,040	1,00
525	0,032	0,032	1,00
530	0,025	0,025	1,00
535	0,020	0,020	1,00
540	0,016	0,016	1,00
545	0,013	0,013	1,00
550	0,010	0,010	1,00
555	0,008	0,008	1,00
560	0,006	0,006	1,00
565	0,005	0,005	1,00
570	0,004	0,004	1,00
575	0,003	0,003	1,0
580	0,002	0,002	1,0
585	0,002	0,002	1,0
590	0,001	0,001	1,0
595	0,001	0,001	1,0
600-700	0,001	0,001	1,0
700-1050	-	-	$10^{(700-\lambda)/500}$
050-1400	-	-	0,2

$$L_R \left[ W / (cm^2 sr) \right] = \sum_{380}^{1400} L_\lambda \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (1)$$

Alguns medidores fornecem a energia total emitida em unidades de  $J / (cm^2 sr)$  durante o período amostrado, que é a integral temporal de  $L_R$  sobre esse mesmo período. Portanto, uma expressão alternativa ao TLV<sup>®</sup> de lesão térmica retinal é um limite de dose (chamado DL<sub>R</sub> neste TLV<sup>®</sup>).

Determine o ângulo de mirada ( $\alpha$ ) da fonte em radianos (rad). Para lâmpadas circulares,  $\alpha$  é o diâmetro da lâmpada dividido pela distância de mirada. Se a lâmpada é oblonga,  $\alpha$  é estimado pela média das dimensões mínima e máxima que podem ser visualizadas, dividida pela distância de mirada, de acordo com a Equação 2.

$$\alpha [\text{rad}] = \frac{(l + w)}{2r} \quad (2)$$

Por exemplo, a uma distância de mirada de  $r = 100$  cm, para uma lâmpada de flash tubular de 0,8 cm e comprimento  $l = 5$  cm, o ângulo de mirada  $\alpha$  é de 0,029 rad.

Fontes grandes são aquelas definidas como tendo um ângulo de mirada maior que ( $\alpha$ ) 0,1 rad. Para fontes grandes, as Equações de 3a a 3c definem o TLV<sup>®</sup> para proteção contra lesão térmica retinal em função da duração de exposição ( $t$ ) em segundos [s]. Tais limites também servem como um útil passo de triagem.

Para durações de mirada ( $t$ ) de 1  $\mu s$  ( $10^{-6}$  s) a 0,00063 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 3a for verdadeira. Para durações de pulso menores que 1  $\mu s$ , o TLV<sup>®</sup> é o mesmo que para 1  $\mu s$ . Uma vez que os TLVs<sup>®</sup> de risco térmico retinal para fontes pulsadas assumem um diâmetro de pupila adaptada à obscuridade de 7mm, este limite de exposição pode ser modificado para condições diurnas.

$$L_R \left[ W / (cm^2 sr) \right] \leq \frac{640}{t^{1/4}} \quad \text{ou} \quad (3a) \blacklozenge$$

$$DL_R \left[ J / (cm^2 sr) \right] \leq 640 \cdot t^{0,75}$$

Para durações de mirada entre 0,63 ms (0,00063 s) e 0,25 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 3b for verdadeira.

$$L_R [W/(cm^2 sr)] \leq \frac{16}{t^{0.75}} \text{ ou} \quad (3b) \blacklozenge$$

$$DL_R [J/(cm^2 sr)] \leq 16 \cdot t^{1/4}$$

Para durações de mirada maiores que 0,25 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 3c for verdadeira. Este é um limite baseado em taxa, e não em dose.

$$L_R [W/(cm^2 sr)] \leq 45 \quad (3c) \blacklozenge$$

Fontes pequenas têm um ângulo de mirada ( $\alpha$ ) menor que 0,1 rad. Para fontes pequenas, o risco de lesão térmica retinal depende da duração de exposição e de  $\alpha$ . A interação corresponde a um máximo valor de  $\alpha_{(max)}$  como uma função da duração de mirada ( $t$  [s]).

Para durações de mirada ( $t$ ) de 1  $\mu$ s ( $10^{-6}$  s) a 0,00063 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 3a for verdadeira. Para durações de pulso menores que 1 ms, o TLV<sup>®</sup> é o mesmo que para 1  $\mu$ s. Uma vez que os TLVs<sup>®</sup> de risco térmico retinal para fontes pulsadas assumem um diâmetro de 7mm de pupila adaptada à obscuridade, este limite de exposição pode ser modificado para condições diurnas.

Para durações de mirada entre 0,63 ms (0,00063 s) e 0,25 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 4a for verdadeira.

com  $\alpha < \alpha_{max} = 0.2 \cdot t^{0.5}$  rad,

$$L_R [W/(cm^2 sr)] \leq \frac{3.2}{\alpha \cdot t^{1/4}} \text{ ou} \quad (4a) \blacklozenge$$

$$DL_R [J/(cm^2 sr)] \leq \frac{3.2 t^{0.75}}{\alpha}$$

Para durações de mirada maiores que 0,25 s, uma exposição será aceitável quando a Equação 4b for verdadeira. Este é um limite baseado em taxa e um limite de dose não se aplica.

com  $\alpha < \alpha_{max} = 0.1$  rad,

$$L_R [W/(cm^2 sr)] \leq \frac{4.5}{\alpha} \quad (4b) \blacklozenge$$

Nota: Podem existir circunstâncias individuais especiais nas quais a pupila permanece dilatada (tônica) e as exposições se estendem além dos 0,25 s. Sob tais condições, a Equação 4c é o limite de exposição.

com  $\alpha < \alpha_{max} = 0.1$  rad,

$$L_R [W/(cm^2 sr)] \leq \frac{3.2}{\alpha \cdot t^{1/4}} \quad (4c)$$

**Seção 2. Para proteção contra lesão fotoquímica da retina por exposição crônica a fontes de luz azul [305 <math>\lambda</math> <math>700</math> nm]:** Determine a radiância espectral efetiva integrada da fonte de luz ( $L_B$ ) em  $W/(cm^2 sr)$  integrada a radiância espectral ( $L_\lambda$ ) em  $W/(cm^2 sr nm)$  ponderada pela função de risco de luz azul  $B(\lambda)$  usando a Equação 5 ou um medidor de luz com filtro  $B(\lambda)$ .  $B(\lambda)$  está descrita na Figura 3 e os seus valores são fornecidos na Tabela 1.

$$L_B [W/(cm^2 sr)] = \sum_{305}^{700} L_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (5)$$

Alguns medidores fornecem a energia total emitida em unidades de  $J/(cm^2 sr)$  durante o período amostrado, que é a integral temporal da radiância sobre esse mesmo período.  $L_B$  será a energia total dividida pelo período de amostragem.

Para durações de mirada ( $t$ ) menores que  $10^4$  s (167 min ou aproximadamente 2,8 h) em uma jornada, uma exposição será aceitável quando:

$$L_B \leq \frac{100 [J/(cm^2 sr)]}{t(s)} \quad (6a)$$

Alternativamente, quando  $L_B$  exceder a 0,01  $W/(cm^2 sr)$ , a máxima duração de exposição aceitável  $t_{max}$  em segundos será:

$$t_{max} [s] = \frac{100 [J/(cm^2 sr)]}{L_B} \quad (6b)$$

Para durações de mirada maiores que  $10^4$  s (167 min) em uma jornada, uma exposição será aceitável quando:

$$L_B = [W/cm^2 sr] \leq 10^{-2} \quad (6c)$$

Campos e Radiações Não-Ionizantes

**Risco de luz azul:** Os limites  $L_B$  são maiores que os limites de exposição permissível para radiação laser de 440 nm (ver TLVs<sup>®</sup> devido à necessidade de cautela relacionada aos efeitos de espectro banda estreita dos lasers.

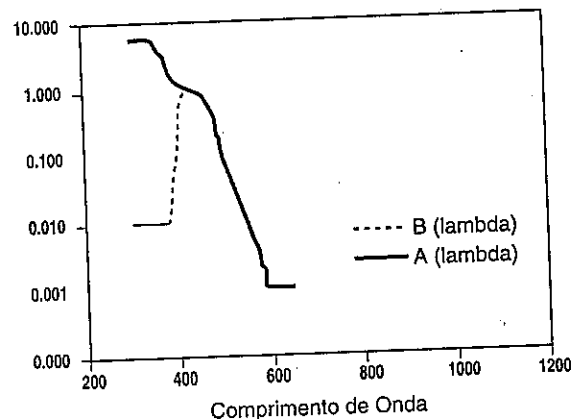
**CASO ESPECIAL PARA ÂNGULOS DE MIRADA PEQUENOS:** Para uma fonte lumínica subentendida um ângulo de mirada menor que 0,011 radianos, os limites acima podem ser relaxados. Determine a irradiância espectral ( $E_\lambda$ ) a partir da função de riscos da luz azul  $B(\lambda)$ :

$$W/cm^2 = \sum_{305}^{700} E_\lambda \cdot B(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (7)$$

Para durações menores que 100 s (1 min, 40 s) em um dia, uma exposição será aceitável quando:

$$\leq \frac{0.01 [J/cm^2]}{t[s]} \quad (8a)$$

Para durações maiores que 100 s (1 min, 40 s) em um dia, uma exposição será aceitável quando:



**FIGURA 3.** Função de Risco de Luz Azul (fotoquímico retinal) para olhos humanos [B(λ)] e função de risco atáxico [A(λ)].

$$t_{max}[s] = \frac{0.01 [J/cm^2]}{E_B} \quad (8b)$$

Para durações de mirada maiores que 10<sup>2</sup> s (1 min, 40s) em um dia, uma exposição será aceitável quando:

$$E_B \leq 10^{-4} [W/cm^2] \quad (8c)$$

**CASO ESPECIAL:** Para a proteção de trabalhadores com cristalino removido (cirurgia de catarata) contra lesões fotoquímicas da retina por exposição crônica: a menos que uma lente intraocular absorvedora de UV tenha sido inserida cirurgicamente no olho, a Função de Risco Atáxico, A(λ) (Tabela 1), deverá ser usada para  $L_B$  e  $E_B$ , como aqui mostrado nas Equações 9a e 9b.

$$L_B [W/(cm^2 sr)] = \sum_{305}^{700} L_\lambda \cdot A(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (9a)$$

$$E_B [W/(cm^2 sr)] = \sum_{305}^{700} E_\lambda \cdot A(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (9b)$$

O valor de  $L_B$  é usado na Equação 6 e o valor de  $E_B$  é usado na Equação 8.

**Seção 3. Para proteção contra lesão térmica da córnea e do cristalino por radiação infravermelha (IR):** Para evitar lesão térmica à córnea e possíveis efeitos tardios sobre a lente ocular (cataratógenese), a irradiância infravermelha total em ambientes quentes (nota da tradução: onde ocorram fontes infravermelhas incandescentes) será calculada como

$$E_{apenas IR} [W/cm^2] = \sum_{770}^{3000} E_\lambda \cdot \Delta\lambda \quad (10)$$

Para durações de exposição (t) menores que 10<sup>3</sup> seg (17 min), uma exposição será aceitável quando:

$$E_{apenas IR} [W/cm^2] \leq \frac{1.8}{t^{0.75}} \quad (11a)$$

Para durações de exposição (t) maiores que 10<sup>3</sup> seg (17 min), uma exposição será aceitável quando:

$$E_{apenas IR} [W/cm^2] \leq 0.01 \quad (11b)$$

**Seção 4. Para proteção de lesão térmica da retina por radiação infravermelha próxima (NIR):** Para uma fonte de infravermelho próximo



associada com uma lâmpada de aquecimento infravermelha ou qualquer outra fonte NIR na qual há ausência de estímulo visual forte (luminância menor que  $10^{-2}$  cd/cm<sup>2</sup>), a radiância total efetiva ( $L_{\text{NIR}}$ ), como vista pelo olho, será a radiância espectral ( $L_{\lambda}$ ) ponderada pela função de risco térmico,  $R(\lambda)$ .

$$L_{\text{NIR}} \left[ \text{W}/(\text{cm}^2 \text{ sr}) \right] = \sum_{770}^{1400} L_{\lambda} \cdot R(\lambda) \cdot \Delta\lambda \quad (12)$$

Para exposições menores que 810 s, uma exposição será aceitável quando:

$$L_{\text{NIR}} \left[ \text{W}/(\text{cm}^2 \text{ sr}) \right] < \frac{3.2}{\alpha \cdot t^{1/4}} \quad (13a) \blacklozenge$$

Este limite é baseado em uma pupila de 7mm de diâmetro (uma vez que pode não existir resposta de aversão devido à ausência de luz) e um detector com campo de visão de 0,011 rad.

Para exposições maiores que 810 s por dia, uma exposição será aceitável quando:

$$L_{\text{NIR}} \left[ \text{W}/(\text{cm}^2 \text{ sr}) \right] \leq \frac{0.6}{\alpha} \quad (13b) \blacklozenge$$

◆ As equações 3, 4 e 13 são empíricas e não são, a rigor, dimensionalmente corretas. Para tornar as equações dimensionalmente corretas, deve-se inserir um fator de correção dimensional  $k$  no numerador do lado direito de cada equação.

## RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Estes TLVs® se referem à radiação ultravioleta (UV) com comprimentos de onda no ar entre 180 e 400 nm, e representam condições às quais acredita-se, a maioria dos trabalhadores saudáveis possa ser repetidamente exposta, sem efeitos agudos adversos à saúde tais como eritema e fotoqueratites. Estes valores para exposição dos olhos e da pele cam-se à radiação UV, proveniente de arcos, descargas gasosas e errupções, fontes incandescentes fluorescentes, e de radiação solar; porém, se aplicam a lasers UV (veja os TLVs® para Laser). Estes valores também não se aplicam à exposição de indivíduos fotossensíveis à radiação UV de indivíduos concomitantemente expostos a agentes fotossensibilizantes (veja a Nota 3). Estas exposições oculares não se aplicam a indivíduos afáticos (privados do cristalino) (Veja Limites de Exposição para Radiação Visível e Infravermelho Próximo). Esses valores devem ser usados como guias no controle da exposição a fontes contínuas, quando a duração da exposição for igual ou superior a 0.1 segundo.

Estes valores devem ser usados como guias no controle da exposição a fontes de radiação UV, e não considerados como uma linha tênue e níveis seguros e perigosos.

### Limites de Exposição

Os TLVs® para exposição ocupacional à radiação UV incidente sobre a pele ou os olhos são os seguintes:

#### Radiação Ultravioleta (180 a 400 nm)

1. A radiação ultravioleta incidente sobre a pele ou os olhos desprotegidos não deveria exceder os valores da Tabela 1 em um período de 8 horas. Os valores são especificados em joules por metro quadrado (J/m<sup>2</sup>) e milijoules por centímetro quadrado (mJ/cm<sup>2</sup>). [Nota: 1 mJ = 10 J/m<sup>2</sup>]
2. O tempo de exposição ( $t_{\text{max}}$ ) em segundos para que se atinja o limite para a radiação UV incidente sobre a pele ou os olhos desprotegidos pode ser calculado dividindo-se 0,003 J/cm<sup>2</sup> pela irradiância (irradiância) efetiva ( $E_{\text{eff}}$ ) em watts por centímetro quadrado (W/cm<sup>2</sup>).

$$t_{\text{max}} = \frac{0,003 \text{ [J/cm}^2\text{]}}{E_{\text{eff}} \text{ [W/cm}^2\text{]}}$$

onde:  $t_{\text{max}}$  = tempo máximo de exposição em segundos  
 $E_{\text{eff}}$  = irradiância efetiva relativa a uma fonte monocromática 270 nm em W/cm<sup>2</sup>

Nota: 1 W = 1 J/s

**ELA 1. TLVs<sup>®</sup> para Radiação Ultravioleta e Eficiência Espectral Relativa**

Comprimento de Onda (nm) <sup>A</sup>	TLV <sup>®</sup> (J/m <sup>2</sup> ) <sup>B</sup>	TLV <sup>®</sup> (mJ/cm <sup>2</sup> ) <sup>B</sup>	Eficiência Espectral Relativa - S(λ)
180	2500	250	0,012
190	1600	160	0,019
200	1000	100	0,030
205	590	59	0,051
210	400	40	0,075
215	320	32	0,095
220	250	25	0,120
225	200	20	0,150
230	160	16	0,190
235	130	13	0,240
240	100	10	0,300
245	83	8,3	0,360
250	70	7,0	0,430
254*	60	6,0	0,500
255	58	5,8	0,520
260	46	4,6	0,650
265	37	3,7	0,810
270	30	3,0	1,000
275	31	3,1	0,960
280*	34	3,4	0,880
285	39	3,9	0,770
290	47	4,7	0,640
295	56	5,6	0,540
297*	65	6,5	0,460
300	100	10	0,300
303*	250	25	0,120
305	500	50	0,060
308	1200	120	0,026
310	2000	200	0,015
313*	5000	500	0,006
315	1,0x10 <sup>4</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	0,003
316	1,3x10 <sup>4</sup>	1,3x10 <sup>3</sup>	0,0024
317	1,5x10 <sup>4</sup>	1,5x10 <sup>3</sup>	0,0020
318	1,9x10 <sup>4</sup>	1,9x10 <sup>3</sup>	0,0016
319	2,5x10 <sup>4</sup>	2,5x10 <sup>3</sup>	0,0012
320	2,9x10 <sup>4</sup>	2,9x10 <sup>3</sup>	0,0010
322	4,5x10 <sup>4</sup>	4,5x10 <sup>3</sup>	0,00067
323	5,6x10 <sup>4</sup>	5,6x10 <sup>3</sup>	0,00054
325	6,0x10 <sup>4</sup>	6,0x10 <sup>3</sup>	0,00050
328	6,8x10 <sup>4</sup>	6,8x10 <sup>3</sup>	0,00044
330	7,3x10 <sup>4</sup>	7,3x10 <sup>3</sup>	0,00041
333	8,1x10 <sup>4</sup>	8,1x10 <sup>3</sup>	0,00037
335	8,8x10 <sup>4</sup>	8,8x10 <sup>3</sup>	0,00034
340	1,1x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>4</sup>	0,00028
345	1,3x10 <sup>5</sup>	1,3x10 <sup>4</sup>	0,00024
350	1,5x10 <sup>5</sup>	1,5x10 <sup>4</sup>	0,00020
355	1,9x10 <sup>5</sup>	1,9x10 <sup>4</sup>	0,00016
355	1,9x10 <sup>5</sup>	1,9x10 <sup>4</sup>	0,00016

Continua

Continuação Tabela 1

Comprimento de Onda (nm) <sup>A</sup>	TLV <sup>®</sup> (J/m <sup>2</sup> ) <sup>B</sup>	TLV <sup>®</sup> (mJ/cm <sup>2</sup> ) <sup>B</sup>	Eficiência Espectral Relativa - S(λ)
360	2,3x10 <sup>5</sup>	2,3x10 <sup>4</sup>	0,00013
365*	2,7x10 <sup>5</sup>	2,7x10 <sup>4</sup>	0,00011
370	3,2x10 <sup>5</sup>	3,2x10 <sup>4</sup>	0,000093
375	3,9x10 <sup>5</sup>	3,9x10 <sup>4</sup>	0,000077
380	4,7x10 <sup>5</sup>	4,7x10 <sup>4</sup>	0,000064
385	5,7x10 <sup>5</sup>	5,7x10 <sup>4</sup>	0,000053
390	6,8x10 <sup>5</sup>	6,8x10 <sup>4</sup>	0,000044
395	8,3x10 <sup>5</sup>	8,3x10 <sup>4</sup>	0,000036
400	1,0x10 <sup>6</sup>	1,0x10 <sup>5</sup>	0,000030

<sup>A</sup> Os comprimentos de onda escolhidos são representativos; outros valores deveriam ser interpolados em comprimentos de onda intermediários.

\* Linhas de emissão do espectro de descarga do mercúrio.

<sup>B</sup> 1 mJ/cm<sup>2</sup> = 10 J/m<sup>2</sup>

3. Para determinar E<sub>eff</sub> de uma fonte de banda larga, ponderada com o pico da curva de efetividade espectral (270 nm), a seguinte fórmula deverá ser utilizada:

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180}^{400} E_{\lambda} S(\lambda) \Delta\lambda$$

onde: E<sub>eff</sub> = irradiância efetiva relativa a uma fonte monocromática com 270 nm em W/cm<sup>2</sup>

E<sub>λ</sub> = irradiância espectral em W/(cm<sup>2</sup> · nm)

S(λ) = efetividade relativa espectral (adimensional)

Δλ = largura de banda em nm

E<sub>eff</sub> também pode ser medida diretamente com um radiômetro UV que possua o recurso de uma resposta espectral que reproduza os valores de efetividade relativa espectral da Tabela 1. Em qualquer dos casos, tais valores podem ser comparados aos valores da Tabela 2.

#### Região Espectral UV-A (315-400 nm)

Além do TLV<sup>®</sup> acima, a exposição dos olhos desprotegidos ao UV-A não deveria exceder os seguintes valores não-ponderados:

1. Uma exposição radiante de 1,0 J/cm<sup>2</sup> para períodos de duração inferior a 1000 s.
2. Uma irradiância de 1,0 mW/cm<sup>2</sup> para períodos de 1000 s ou mais.

Todos os limites definidos para a radiação UV se aplicam a fontes que subentendem um ângulo menor que 80° no ponto de mirada do detector. As fontes que subentendam ângulos maiores devem ser medidas apenas sobre um ângulo de 80 graus.

**Tabela 2. Durações de Exposição Permitidas para Valores de radiação Efetiva de Radiação UV Actínica**

Duração da Exposição Por Dia	Irradiância Efetiva $E_{ef}$ ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )
8 horas.....	0,1
4 horas.....	0,2
2 horas.....	0,4
1 hora.....	0,8
30 minutos.....	1,7
15 minutos.....	3,3
10 minutos.....	5
5 minutos.....	10
1 minuto.....	50
30 segundos.....	100
10 segundos.....	300
1 segundo.....	3000
0,5 segundo.....	6000
0,1 segundo.....	30000

Notas:

A probabilidade de desenvolvimento de câncer de pele depende de uma variedade de fatores tais como: a pigmentação da pele, o histórico de queimaduras solares causticantes (severas, com bolhas) e a dose acumulada de UV.

Trabalhadores que executam atividades a céu aberto, em latitudes menores que  $\pm 40$  graus, podem estar expostos a níveis acima dos TLVs<sup>®</sup>, em períodos tão curtos quanto 5 minutos, em torno do meio-dia, durante o verão.

A exposição à radiação ultravioleta concomitantemente com a exposição tópica ou sistêmica a uma variedade de produtos químicos, incluindo alguns medicamentos, pode resultar em eritema cutâneo em exposições abaixo do TLV<sup>®</sup>. Deve-se suspeitar de hipersensibilidades, se os trabalhadores apresentam reações cutâneas quando expostos a doses abaixo do TLV<sup>®</sup> ou quando expostos a níveis que não causarão um eritema perceptível no mesmo indivíduo, no passado. Entre as centenas de agentes que podem causar hipersensibilidade à radiação ultravioleta, estão certas plantas e produtos químicos tais como alguns antibióticos (p.ex., tetraciclina e sulfatiazol), alguns antidepressivos (p.ex., imipramina e sinequan), alguns diuréticos, cosméticos, drogas antipsicóticas, destilados do alcatrão, alguns corantes e óleo de limão.

O ozônio ( $\text{O}_3$ ) é produzido no ar por fontes que emitem radiação UV em comprimentos de onda abaixo de 250 nm. Consulte o TLV<sup>®</sup> de Agentes Químicos para ozônio.

## ‡ LASERS

Estes TLVs<sup>®</sup> são para exposição a radiação laser em condições quais, acredita-se, quase todos os trabalhadores possam ser repetidamente expostos, sem efeitos adversos à saúde. Os TLVs<sup>®</sup> devem ser usados como guias no controle das exposições, e não devem ser considerados como linhas tênues entre níveis seguros e perigosos. Eles se baseiam em melhores informações disponíveis de estudos experimentais. Na prática, os riscos para os olhos e a pele podem ser controlados pela adoção de medidas de controle apropriadas para cada classificação de laser.

### Classificação dos Lasers

A maioria dos lasers tem um rótulo afixado pelo fabricante, que define a sua classe de risco. Normalmente, não é necessário determinar as irradiancias do laser ou as exposições radiantes para comparação com os TLVs<sup>®</sup>. O potencial para exposições perigosas pode ser minimizado com a aplicação de medidas de controle que são apropriadas para a classificação de risco do laser. As medidas de controle são aplicáveis a todas as classes de lasers, exceto à Classe 1. Tais medidas, além de outras informações de segurança para o laser, podem ser encontradas na publicação ACGIH<sup>®</sup>, "A Guide for Control of Laser Hazards", e nas séries ANSI<sup>®</sup> publicadas pelo "Laser Institute of America".

### Aberturas-Limite

Para comparação com os TLVs<sup>®</sup> nesta seção, a irradiancia do laser ou a exposição radiante é ponderada sobre a abertura-limite, apropriada para a região espectral e duração da exposição. Se o diâmetro do feixe laser é menor do que aquele da abertura-limite, pode-se calcular a irradiancia efetiva do feixe laser ou a exposição radiante, dividindo a potência ou energia do feixe laser pela área da abertura-limite. As aberturas-limite estão listadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Aberturas-Limite Aplicáveis aos TLVs<sup>®</sup> de Laser**

Região Espectral	Duração	Olho	Pele
180 nm – 400 nm	1 ns a 0,25 s	1 mm	3,5 m
180 nm – 400 nm	0,25 s a 30 ks	3,5 mm	3,5 m
400 nm – 1400 nm	10 <sup>-4</sup> ns a 0,25 s	7 mm	3,5 m
400 nm – 1400 nm	0,25 s a 30 ks	7 mm	3,5 m
1400 nm – 0,1 mm	10 <sup>-5</sup> ns a 0,25 s	1 mm	3,5 m
1400 nm – 0,1 mm	0,25 s a 30 ks	3,5 mm	3,5 m
0,1 mm – 1,0 mm	10 <sup>-5</sup> ns a 30 ks	11 mm	11 m

## Exposições a Pulsos Repetidos

Quando os lasers de varredura de onda contínua como os lasers de pulso repetitivo podem produzir condições de exposição a pulsos repetidos.

Os TLV® para visão dentro do feixe, que são aplicáveis a comprimentos de onda entre 400 e 1400 nm e à exposição de pulso único (duração de pulso  $t$ ) são modificados, neste caso, por um fator de correção determinado pelo número de pulsos existentes na exposição. No primeiro lugar, calcula-se o número de pulsos ( $n$ ) em uma exposição esperada; esse número é a frequência de repetição de pulso multiplicada pela duração da exposição. Geralmente, na prática, as exposições podem variar de 0,25 segundos (s) para uma fonte de laser brilhante, até 10 s para uma fonte infravermelha. O valor do TLV® corrigido, com base nos pulsos, é:

$$TLV_{pulsos} = (n^{-1/4}) (TLV_{pulsos} \text{ para pulso único}) \quad (1)$$

Esta abordagem se aplica somente às condições de lesão térmica, isto é, a todas as exposições a comprimentos de onda superiores a 700 nm e a muitas exposições a comprimentos de onda menores. Para comprimentos de onda menores ou iguais a 700 nm, o TLV® corrigido determinado pela equação acima se aplica somente se a irradiância média não excede o TLV® para exposição contínua. A irradiância média (isto é, a exposição acumulada total para  $nt$  segundos) não deverá exceder a exposição radiante dada na Tabela 2 para exposições com duração variando entre 10 segundos e  $T_1$ .

Para informações complementares relevantes, é recomendável que o usuário dos TLV® para radiação laser consulte a publicação "Guide for Control of Laser Hazards" — 4ª. Edição, 1990, publicada pela ACGIH®.

TABELA 2. TLV® para Exposição Ocular Direta (visão dentro do feixe) a Raios Laser

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t) segundos	TLV®
UVC	180 nm a 280 nm*	$10^{-2}$ a $3 \times 10^{-4}$	3 mJ/cm <sup>2</sup>
UVB	280 nm a 302 nm	"	3 mJ/cm <sup>2</sup>
	303 nm	"	4 mJ/cm <sup>2</sup>
	304 nm	"	6 mJ/cm <sup>2</sup>
	305 nm	"	10 mJ/cm <sup>2</sup>
	306 nm	"	16 mJ/cm <sup>2</sup>
	307 nm	"	25 mJ/cm <sup>2</sup>
	308 nm	"	40 mJ/cm <sup>2</sup>
	309 nm	"	63 mJ/cm <sup>2</sup>
	310 nm	"	100 mJ/cm <sup>2</sup>
	311 nm	"	160 mJ/cm <sup>2</sup>
	312 nm	"	250 mJ/cm <sup>2</sup>
313 nm	"	400 mJ/cm <sup>2</sup>	
314 nm	"	630 mJ/cm <sup>2</sup>	
UVA	315 nm a 400 nm	$10^{-2}$ a 10	$0,56 t^{1/4}$ J/cm <sup>2</sup>
	315 nm a 400 nm	10 a $10^3$	1,0 J/cm <sup>2</sup>

não exceder  $0,56 t^{1/4}$  J/cm<sup>2</sup> para  $t \leq 10$  segundos

TABELA 2. TLVS® para Exposição Ocular. *Exposição Ocular*

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®	
LUZ	400 nm a 700 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$15 \text{ nJ/cm}^2$	
	400 nm a 700 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 \text{ } \mu\text{J/cm}^2$	
	400 nm a 700 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-1} \text{ } \mu\text{J/cm}^2$	
	400 nm a 700 nm	$18 \times 10^{-6}$ a 10	$1,8 \text{ } \mu\text{J/cm}^2$	
	400 nm a 450 nm	10 a 100	$10 \text{ mJ/cm}^2$	
	450 nm a 500 nm	10 a $T_1$	$1 \text{ mW/cm}^2$	
	450 nm a 500 nm	$T_1$ a 100	$10 C_B \text{ mJ/cm}^2$	
	400 nm a 500 nm	$100$ a $3 \times 10^4$	$0,1 C_B \text{ mW/cm}^2$	
	500 nm a 700 nm	$10$ a $3 \times 10^4$	$1,0 \text{ mW/cm}^2$	
	-----			
	IV-A	700 nm a 1050 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$15 C_A \text{ nJ/cm}^2$
		700 nm a 1050 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_A \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		700 nm a 1050 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$0,5 C_A \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		700 nm a 1050 nm	$18 \times 10^{-6}$ a 10	$1,8 C_A \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		700 nm a 1050 nm	$10$ a $3 \times 10^4$	$C_A \text{ mW/cm}^2$
		1050 nm a 1400 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_C \times 10^{-1} \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		1050 nm a 1400 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$27,0 C_C \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		1050 nm a 1400 nm	$10^{-9}$ a $50 \times 10^{-6}$	$5,0 C_C \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		1050 nm a 1400 nm	$50 \times 10^{-6}$ a 10	$9,0 C_C \text{ } \mu\text{J/cm}^2$
		1050 nm a 1400 nm	$10$ a $3 \times 10^4$	$5,0 C_C \text{ mW/cm}^2$
-----				
			NTE $1,0 \text{ J/cm}^2$	
			NTE $100 \text{ mW/cm}^2$	

TABELA 2. TLVS® para Exposição Ocular Direta (visão dentro do feixe - fonte pontual) a Raios Laser (continuação)

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®
IV - B e C	1,401 $\mu\text{m}$ a 1,5 $\mu\text{m}$	$10^{-14}$ a $10^{-3}$	$0,1 \text{ J/cm}^2$
	1,401 $\mu\text{m}$ a 1,5 $\mu\text{m}$	$10^{-3}$ a 10	$0,56 \text{ t}^{1/4} \text{ J/cm}^2$
	1,501 $\mu\text{m}$ a 1,8 $\mu\text{m}$	$10^{-14}$ a 10	$1,0 \text{ J/cm}^2$
	1,801 $\mu\text{m}$ a 2,6 $\mu\text{m}$	$10^{-14}$ a $10^{-3}$	$0,1 \text{ J/cm}^2$
	1,801 $\mu\text{m}$ a 2,6 $\mu\text{m}$	$10^{-3}$ a 10	$0,56 \text{ t}^{1/4} \text{ J/cm}^2$
	2,601 $\mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	$10^{-14}$ a $10^{-7}$	$10 \text{ mJ/cm}^2$
	2,601 $\mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	$10^{-7}$ a 10	$0,56 \text{ t}^{1/4} \text{ J/cm}^2$
	1,400 $\mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	$10$ a $3 \times 10^4$	$100 \text{ mW/cm}^2$

\*Ozônio ( $\text{O}_3$ ) é produzido no ar por fontes emissoras de radiação ultravioleta (UV) de comprimentos de onda abaixo de 250 nm. Consulte o TLV® do ozônio na lista de TLVS® para Substâncias Químicas.

#### Notas da Tabela 2

$C_A = \text{Fig. 1}$ ;  $C_B = 1$  para  $\lambda = 400$  a  $\leq 450 \text{ nm}$ ;  $C_B = 10^{0,02(\lambda - 450)}$  para  $\lambda = 450$  a  $600 \text{ nm}$ ;  $C_C = 1,0$  para  $700$  a  $1150 \text{ nm}$ ;  $C_C = 10^{0,018(\lambda - 1150)}$  para comprimentos de onda maiores que  $1150 \text{ nm}$  e menores que  $1200 \text{ nm}$ ;  $C_C = 8,0$  de  $1200$  a  $1300 \text{ nm}$ ;  $C_C = 8 + 10^{0,04(\lambda - 1300)}$  de  $1300$  a  $1400 \text{ nm}$ .

$T_1 = 10 \text{ s}$  para  $\lambda = 400$  a  $450 \text{ nm}$ ;  $T_1 = 10 \times 10^{0,02(\lambda - 500)}$  para  $\lambda = 450$  a  $500 \text{ nm}$ ;  $T_1 = 10 \text{ s}$  para  $\lambda = 500$  a  $700 \text{ nm}$ .

Para fontes intermediárias ou grandes (por ex., arranjos de diodo laser) em comprimentos de onda entre  $400 \text{ nm}$  e  $1400 \text{ nm}$ , os TLVS® para visua-

Ângulo de Mirada	Designação de Tamanho da fonte	Fator de Correção $C_E$
$\alpha \leq \alpha_{\min}$	Pequena	$C_E = 1$
$\alpha_{\min} < \alpha \leq \alpha_{\max}$	Intermediária	$C_E = \alpha / \alpha_{\min}$
$\alpha > \alpha_{\max}$	Grande	$C_E = \alpha_{\max} / \alpha_{\min} = 3,33$ para $t \leq 0,625$ ms; = $133,33 t^{1/4}$ para $0,625$ ms $< t < 0,25$ s = $66,7$ para $t \geq 0,25$ s

O ângulo designado como  $\alpha_{\max}$  corresponde ao ponto no qual os TLYs® podem ser expressos como uma radiancia constante e a última equação pode ser reescrita nos termos de radiancia L.

$$L_{TLY} = (3,81 \times 10^5) \times (TLY_{\text{fonte pontual}}) J/(cm^2 \cdot sr) \text{ para } t < 0,625 \mu s \text{ para } 400 < \lambda < 700 \text{ nm}$$

$$L_{TLY} = 7,6 t^{1/4} J/(cm^2 \cdot sr) \text{ para } 0,625 \text{ ms} < t < 0,25 \text{ s para } 400 < \lambda < 700 \text{ nm}$$

$$L_{TLY} = 4,8 W/(cm^2 \cdot sr) \text{ para } t > 100 \text{ s para } 400 < \lambda < 700 \text{ nm.}$$

A Figura 5 ilustra os TLYs® para fontes grandes expressas em termos de radiancia. A abertura de medição deve ser colocada a uma distância de 100 mm ou mais da fonte. Para a irradiação de uma grande superfície, os TLYs® reduzidos para exposição da pele aplicam-se como indicado nas notas de rodapé de "IRB & C", Tabela 4.

TABELA 3. TLYs® para Condições de Visualização de Fontes Extensas de Laser

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLY®
Luz	400 a 700 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_E 10^{-8} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_E t^{0,75} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_E 10^{-7} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$18 \times 10^{-6}$ a $0,7$	$1,8 C_E t^{0,75} \times 10^{-3} J/cm^2$
Limites Duais para exposição laser de 400 a 600 nm, para $t > 0,7$ s			
Fotoquímica			
Para $\alpha \leq 11$ mrad, a MPE é expressa como radiancia e exposição radiante *			
400 a 600 nm		0,7 a 100	$C_B \times 10^{-2} J/cm^2$
400 a 600 nm		$100 a 3 \times 10^4$	$C_B \times 10^{-4} W/cm^2$
Para $\alpha > 11$ mrad, a MPE é expressa como radiancia e radiancia integrada*			
400 a 600 nm		$0,7 a 1 \times 10^4$	$100 C_B J/(cm^2 \cdot sr)$
400 a 600 nm		$1 \times 10^4 a 3 \times 10^4$	$C_B \times 10^{-2} W/(cm^2 \cdot sr)$
E			
Térmica			
400 a 700nm		0,7 a $T_2$	$1,8 C_E t^{0,75} \times 10^{-3} J/cm^2$
400 a 700nm		$T_2 a 3 \times 10^4$	$1,8 C_E T_2^{0,25} \times 10^{-3} W/cm^2$

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®	
IV - A	700 nm a 1050 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_A C_E \times 10^{-8} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_A C_E t^{0,75} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A C_E \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$18 \times 10^{-6}$ a $T_2$	$1,8 C_A C_E t^{0,75} \times 10^{-3} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$T_2$ a $3 \times 10^4$	$1,8 C_A C_E T_2^{-0,25} \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_C C_E \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$27,0 C_C C_E t^{0,75} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-9}$ a $50 \times 10^{-6}$	$5,0 C_C C_E \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$50 \times 10^{-6}$ a $T_2$	$9,0 C_C C_E t^{0,75} \times 10^{-3} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$T_2$ a $3 \times 10^4$	$9,0 C_C C_E T_2^{-0,25} \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$	
				NTE 1,0 J/cm <sup>2</sup>
				NTE 1,0 J/cm <sup>2</sup>

\* Para fontes que subentendam ângulos maiores que 11 mrad, o limite também pode ser expresso como uma radiancia integrada  $L_p = 100 \text{ CB J/}(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$  para  $0,7 \text{ s} \leq t < 10^4 \text{ s}$  e  $L_e = C_B \times 10^{-2} \text{ W/}(\text{cm}^2 \cdot \text{sr})$  para  $t \geq 10^4 \text{ s}$  medidos através de um ângulo cônico limitador  $\gamma$ .

TABELA 3. TLVs® para Condições de Visualização de Fontes Extensas de Laser (continuação)

Estes correspondem a valores de  $\text{J/cm}^2$  para  $10 \text{ s} \leq t < 100 \text{ s}$  e  $\text{W/cm}^2$  para  $t \geq 100 \text{ s}$  tal como medidos através de um cone limitador de ângulo  $\gamma$ .

$$\gamma = 11 \text{ mrad para } 0,7 \text{ s} \leq t < 100 \text{ s}$$

$$\gamma = 1,1 \times t^{0,5} \text{ mrad para } 100 \text{ s} \leq t < 10^4 \text{ s}$$

$$\gamma = 110 \text{ mrad para } 10^4 \text{ s} \leq t < 3 \times 10^4 \text{ s}$$

$T_2 = 10 \times 10^{(\alpha-1,5)/0,85}$  para  $\alpha$  expresso em mrad para  $\lambda = 400$  a  $1400 \text{ nm}$

Para duração de exposição "t", o ângulo máximo  $\alpha_{\text{max}}$  é definido como:

$$\alpha_{\text{max}} = 5 \text{ mrad para } t \leq \text{para } 0,625 \text{ ms}$$

$$\alpha_{\text{max}} = 200 t^{0,5} \text{ mrad para } 0,625 \text{ ms} < t < 0,25 \text{ s, e}$$

$$\alpha_{\text{max}} = 100 \text{ mrad para } t \geq 0,25 \text{ s}$$

$$\alpha_{\text{min}} = 1,5 \text{ mrad}$$

Campos e Radiações Não-Ionizantes

A 4. TLVs® para Exposição da Pele a Raios Laser

Comprimento de onda	Exposição (t) segundos	TLV®
180 nm a 400 nm	$10^{-9}$ a $10^4$	Igual ao da Tabela 2
400 nm a 1400 nm	$10^{-9}$ a $10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$
400 nm a 1400 nm	$10^{-7}$ a 10	$1,1 C_A \sqrt[4]{t} \text{ J/cm}^2$
400 nm a 1400 nm	10 a $3 \times 10^4$	$0,2 C_A \text{ W/cm}^2$
1,401 $\mu\text{m}$ a $10^3 \mu\text{m}$	$10^{-14}$ a $3 \times 10^4$	Igual ao da Tabela 2

O  $\text{O}_3$  é produzido no ar por fontes emissoras de radiação ultravioleta de comprimentos de onda abaixo de 250 nm. Consulte o TLV® na lista de TLVs® para Substâncias Químicas.  
 0 para  $\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$ ; vide Figura 2 para  $\lambda = 700$  a  $1400 \text{ nm}$

comprimentos de ondas maiores que  $1400 \text{ nm}$ , para seções transversais cujas áreas ultrapassem os  $100 \text{ cm}^2$ , o TLV® para exposições superior a 10 segundos é:

$$\text{TLV}^\circ = (10.000/A_s) \text{ mW/cm}^2$$

$A_s$  é a área irradiada da pele para  $100$  a  $1000 \text{ cm}^2$ , e o TLV® é de  $1 \text{ mW/cm}^2$  para áreas maiores que  $1000 \text{ cm}^2$  e é de  $100 \text{ mW/cm}^2$  para áreas menores que  $100 \text{ cm}^2$ .

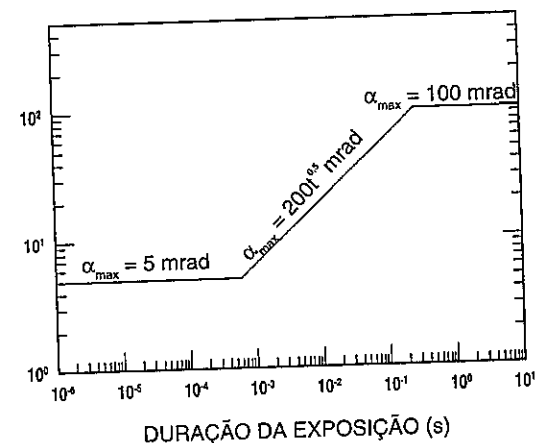


FIGURA 1. Variação de  $\alpha_{\text{max}}$  com a duração a exposição.

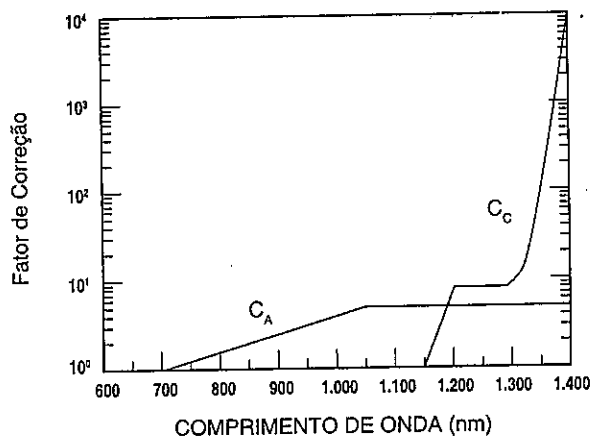


FIGURA 2. Fator de correção do TLV® para  $\lambda = 700 - 1400 \text{ nm}^*$  (\* para  $\lambda = 700 - 1049 \text{ nm}$ ,  $C_A = 10^{[0,002(\lambda-700)]}$ ; para  $\lambda = 1050 - 1400 \text{ nm}$ ,  $C_A = 5$ . Para  $\lambda \leq 1150$ ,  $C_C = 1$ ; para  $\lambda = 1150 - 1200$ ,  $C_C = 10^{[0,018(\lambda-1150)]}$ ; para  $\lambda = 1200 - 1300$ ,  $C_C = 8$ ; e para  $\lambda = 1200 - 1300$ ,  $C_C = 8 + 10^{[0,04(\lambda-1300)]}$ ).

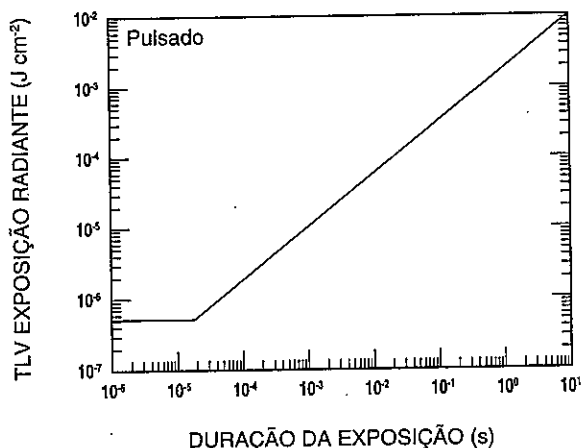


FIGURA 3a. TLV® para visão intrafeixe (direta) de uma fonte laser (400 - 700 nm).



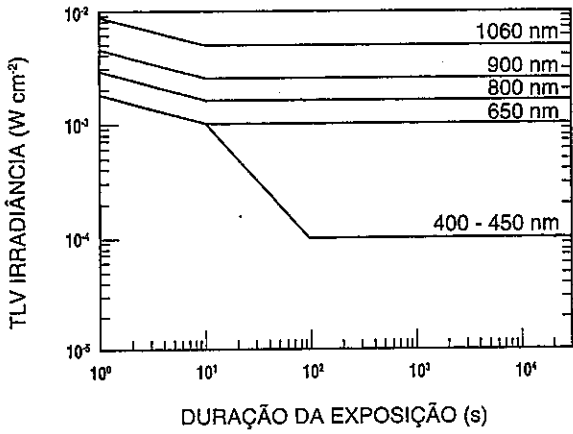


FIGURA 3b. TLV® para visão intrafeixe (direta) de uma fonte laser CW (400 - 1400nm)

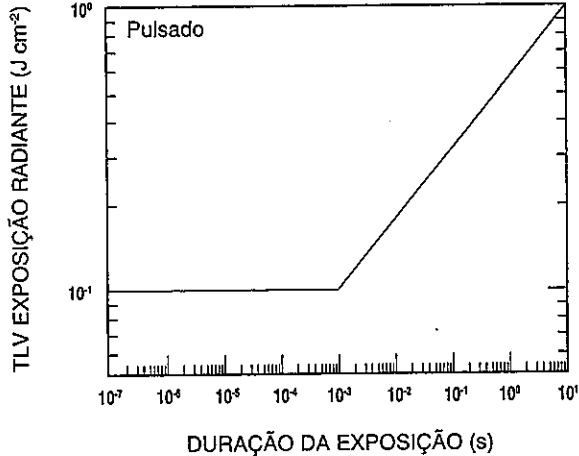


FIGURA 4a. TLV® para exposição a laser de pele e olhos para radiação infravermelha distante (comprimentos de onda maiores que 1,4 μm).

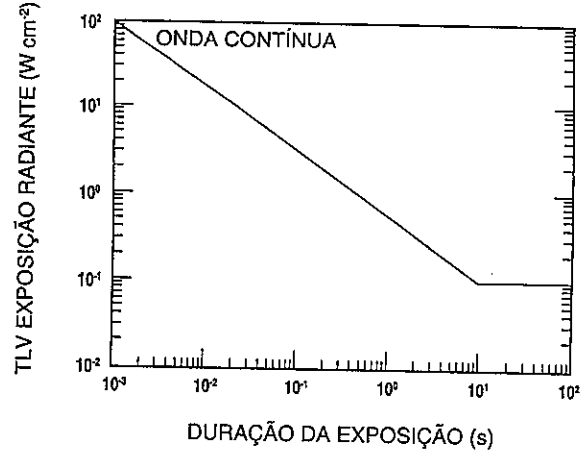


FIGURA 4b. TLV® para exposição a laser de pele e olhos para radiação infravermelha distante (comprimentos de onda maiores que 1,4 μm).

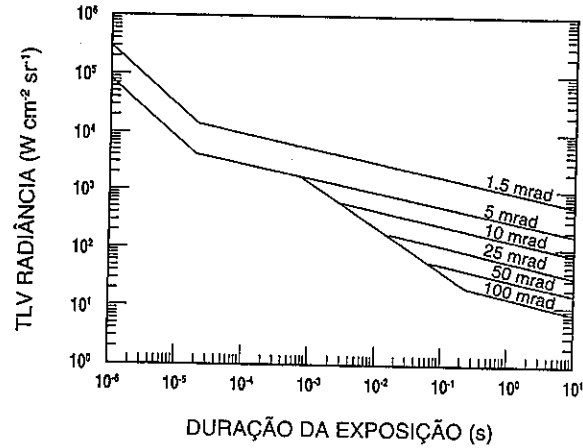


FIGURA 5. TLV® em termos de radiância para exposição a fontes externas de laser na faixa de comprimentos de onda de 400 a 700 nm.

## DE ALTERAÇÕES PRETENDIDAS

### SERS

razão desta NAP consiste em revisar o TLV<sup>®</sup> para o fator de correção  $C_c$  para os comprimentos de onda entre 1200-1400  $\mu\text{m}$ . Estes TLVs<sup>®</sup> para exposição à radiação laser em condições às quais, acredita-se que todos os trabalhadores possam ser repetidamente expostos, sem efeitos adversos à saúde. Os TLVs<sup>®</sup> devem ser usados como guias para o controle das exposições, e não devem ser considerados como linhas divisórias entre níveis seguros e perigosos. Os TLVs<sup>®</sup> se baseiam nas melhores informações disponíveis de estudos experimentais. Na prática, os dados para os olhos e a pele podem ser controlados pela adoção de medidas de controle apropriadas para cada classificação de laser.

### Classificação dos Lasers

A maioria dos lasers tem um rótulo afixado pelo fabricante, que descreve sua classe de risco. Normalmente, não é necessário determinar as características do laser ou as exposições radiantes para comparação com os TLVs<sup>®</sup>. O potencial para exposições perigosas pode ser minimizado com a adoção de medidas de controle que sejam apropriadas para a classe de risco do laser. As medidas de controle são aplicáveis a todas as classes de lasers, exceto à Classe 1. Tais medidas, além de outras informações de segurança para o laser, podem ser encontradas na publicação da NIH<sup>®</sup>, "A Guide for Control of Laser Hazards", e nas séries ANSI Z136, publicadas pelo "Laser Institute of America".

### Aberturas-Limite

Para comparação com os TLVs<sup>®</sup> nesta seção, a irradiância do feixe laser, ou a exposição radiante, é ponderada sobre a abertura-limite, apropriada para a região espectral e duração da exposição. Se o diâmetro do feixe laser é menor do que aquele da abertura-limite, pode-se calcular a irradiância efetiva do feixe laser, ou a exposição radiante, dividindo-se a potência ou energia do feixe laser pela área da abertura-limite. As aberturas-limite estão listadas na Tabela 1.

### Tamanho da Fonte e Fator de Correção $C_c$

As considerações a seguir aplicam-se apenas a comprimentos de onda na região de risco retinal, 400 – 1400 nanometro (nm). Normalmente, um laser é uma fonte pequena, que se aproxima de uma fonte pontual e subtendendo um ângulo de mirada menor que  $\alpha_{\text{min}}$ , que é 1,5 mrad para todos os valores de  $t$ . Entretanto, qualquer fonte que subtenda um ângulo  $\alpha$  maior que  $\alpha_{\text{min}}$  e seja medida a partir do olho do observador, é tratada como uma "fonte intermediária" ( $\alpha_{\text{min}} < \alpha \leq \alpha_{\text{max}}$ ) ou como uma fonte "grande" ou "extensa" ( $\alpha > \alpha_{\text{max}}$ ). Para uma duração de exposição " $t$ ", o ângulo  $\alpha_{\text{max}}$  é definido como:

$$\begin{aligned} \alpha_{\text{max}} &= 5 \text{ mrad para } t \leq 0,625 \text{ ms} \\ \alpha_{\text{max}} &= 200 \cdot t^{0,5} \text{ mrad para } 0,625 \text{ ms} < t < 0,5 \text{ s} \\ \alpha_{\text{max}} &= 100 \text{ mrad para } t \geq 0,25 \text{ s} \\ \alpha_{\text{min}} &= 1,5 \text{ mrad} \end{aligned}$$

A figura 1 ilustra a dependência de  $\alpha_{\text{max}}$  em relação ao tempo. Se a fonte é oblonga,  $\alpha$  é determinado pela média aritmética entre a maior e menor dimensões observáveis.

### Fatores de Correção A, B, C ( $C_A$ , $C_B$ , $C_C$ )

Os TLVs<sup>®</sup> para exposições oculares da Tabela 2 devem ser utilizados como apresentados para todos os comprimentos de onda. Os TLVs<sup>®</sup> para comprimentos de onda entre 700 e 1049 nm devem ser incrementados pelo fator  $C_A$  (a fim de levar em conta a absorção reduzida da melanina conforme apresentado na Figura 2. Para certos tempos de exposição, no caso de comprimentos de onda entre 400 e 600 nm, um fator de correção  $C_B$  será aplicado (para levar em conta a sensibilidade reduzida de lesão retinal). O fator de correção  $C_C$  é aplicado para a região entre 1150 e 1400 nm, a fim de levar em conta a absorção pré-retinal do meio intraocular.

Os TLVs<sup>®</sup> para exposição da pele são dados na Tabela 4. Os TLVs<sup>®</sup> devem ser aumentados pelo fator  $C_A$ , como mostrado na figura 2, para comprimentos de onda entre 700 nm e 1400 nm. Para ajudar na determinação de durações de exposição que requeiram cálculos de potência fracionárias, podem ser usadas as Figuras 3a, 3b, 4a e 4b.

### Exposição a Pulsos Repetidos

Tanto os lasers de varredura de onda contínua como os lasers de pulso repetitivo podem produzir condições de exposição a pulsos repetitivos.

Os TLVs<sup>®</sup> para visão dentro do feixe, que são aplicáveis a comprimentos de onda entre 400 e 1400 nm e à exposição de pulso único (de duração de pulso  $t$ ) são modificados, neste caso, por um fator de correção determinado pelo número de pulsos existentes na exposição. Em primeiro lugar

Calcula-se o número de pulsos ( $n$ ) em uma exposição esperada; esse número é a frequência de repetição de pulso (Hz), multiplicada pela duração da exposição. Geralmente, na prática, as exposições podem variar de 0,25 segundos (s) para uma fonte de luz brilhante, até 10 s para uma fonte infravermelha. O valor do TLV<sup>®</sup> corrigido, com base nos pulsos, é:

$$\text{TLV}^{\circ} = (n^{-1/4}) (\text{TLV}^{\circ} \text{ para pulso único}) \quad (1)$$

Esta abordagem se aplica somente às condições de lesão térmica, isto é, todas as exposições a comprimentos de onda superiores a 700 nm e a muitas exposições a comprimentos de onda menores. Para comprimentos de onda menores ou iguais a 700 nm, o TLV<sup>®</sup> corrigido determinado pela equação acima se aplica somente se a irradiância média não excede o TLV<sup>®</sup> para exposição contínua. A irradiância média (isto é, a exposição acumulada total para  $n$  segundos) não deverá exceder a exposição recomendada na Tabela 2 para exposições com duração variando entre 10 segundos e  $T_1$ .

Para informações complementares relevantes, é recomendável que o usuário dos TLV<sup>®</sup> para radiação laser consulte a publicação "A Guide for Control of Laser Hazards" — 4ª Edição, 1990, publicada pela ACGIH<sup>®</sup>.

Tabela 1. Aberturas-Limite Aplicáveis aos TLVs<sup>®</sup> de Laser

Região Espectral	Duração	Olho	Pele
180 nm - 400 nm	1 ns a 0,25 s	1 mm	3,5 mm
180 nm - 400 nm	0,25 s a 30 ks	3,5 mm	3,5 mm
400 nm - 1400 nm	$10^{-4}$ ns a 0,25 s	7 mm	3,5 mm
400 nm - 1400 nm	0,25 s a 30 ks	7 mm	3,5 mm
1400 nm - 0,1 mm	$10^{-5}$ ns a 0,25 s	1 mm	3,5 mm
1400 nm - 0,1 mm	0,25 s a 30 ks	3,5 mm	3,5 mm
0,1 mm - 1,0 mm	$10^{-5}$ ns a 30 ks	11 mm	11 mm

TABELA 2. TLVs<sup>®</sup> para Exposição Ocular Direta (visão dentro do feixe — fonte pontual) a Raios Laser

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV <sup>®</sup>
UVC	180 nm a 280 nm*	$10^{-9}$ a $3 \times 10^{-4}$	3 mJ/cm <sup>2</sup>
UVB	280 nm a 302 nm	"	3 mJ/cm <sup>2</sup>
	303 nm	"	4 mJ/cm <sup>2</sup>
	304 nm	"	6 mJ/cm <sup>2</sup>
	305 nm	"	10 mJ/cm <sup>2</sup>
	306 nm	"	16 mJ/cm <sup>2</sup>
	307 nm	"	25 mJ/cm <sup>2</sup>
	308 nm	"	40 mJ/cm <sup>2</sup>
	309 nm	"	63 mJ/cm <sup>2</sup>
	310 nm	"	100 mJ/cm <sup>2</sup>
	311 nm	"	160 mJ/cm <sup>2</sup>
	312 nm	"	250 mJ/cm <sup>2</sup>
UVA	313 nm	"	400 mJ/cm <sup>2</sup>
	314 nm	"	630 mJ/cm <sup>2</sup>
	315 nm a 400 nm	$10^{-2}$ a 10	0,56 t <sup>1/4</sup> J/cm <sup>2</sup>
	315 nm a 400 nm	10 a 10 <sup>3</sup>	1,0 J/cm <sup>2</sup>
	315 nm a 400 nm	$10^3$ a $3 \times 10^4$	1,0 mW/cm <sup>2</sup>

não exceder 0,56 t<sup>1/4</sup>  
J/cm<sup>2</sup> para t ≤ 10  
segundos

Campos e Radiações Não-Ionizantes

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®	
LUZ	400 nm a 700 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	15 n J/cm <sup>2</sup>	
	400 nm a 700 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	2,7 C <sub>A</sub> <sup>0,75</sup> J/cm <sup>2</sup>	
	400 nm a 700 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	5,0 x $10^{-1}$ µJ/cm <sup>2</sup>	
	400 nm a 700 nm	$18 \times 10^{-6}$ a 10	1,8 C <sub>A</sub> <sup>0,75</sup> mJ/cm <sup>2</sup>	
	400 nm a 450nm	10 a 100	10 mJ/cm <sup>2</sup>	
	450 nm a 500 nm	10 a T <sub>1</sub>	1 mW/cm <sup>2</sup>	
	450 nm a 500 nm	T <sub>1</sub> a 100	10 C <sub>B</sub> mJ/cm <sup>2</sup>	
	400 nm a 500 nm	100 a 3 x 10 <sup>4</sup>	0,1 C <sub>B</sub> mW/cm <sup>2</sup>	
	500 nm a 700nm	10 a 3 x 10 <sup>4</sup>	1,0 mW/cm <sup>2</sup>	
	IV-A	700 nm a 1050 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	15 C <sub>A</sub> nJ/cm <sup>2</sup>
		700 nm a 1050 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	2,7 C <sub>A</sub> <sup>0,75</sup> J/cm <sup>2</sup>
		700 nm a 1050 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	0,5 C <sub>A</sub> µJ/cm <sup>2</sup>
		700 nm a 1050 nm	$18 \times 10^{-6}$ a 10	1,8 C <sub>A</sub> <sup>0,75</sup> mJ/cm <sup>2</sup>
		700 nm a 1050 nm	10 a 3 x 10 <sup>4</sup>	C <sub>A</sub> m W/cm <sup>2</sup>
		1050 nm a 1400 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	1,5 C <sub>C</sub> x $10^{-1}$ µJ/cm <sup>2</sup>
1050 nm a 1400 nm		$10^{-11}$ a $10^{-9}$	27,0 C <sub>C</sub> <sup>0,75</sup> J/cm <sup>2</sup>	
1050 nm a 1400 nm		$10^{-9}$ a $50 \times 10^{-6}$	5,0 C <sub>C</sub> µJ/cm <sup>2</sup>	
1050 nm a 1400 nm		$50 \times 10^{-6}$ a 10	9,0 C <sub>C</sub> <sup>0,75</sup> mJ/cm <sup>2</sup>	
1050 nm a 1400 nm		10 a 3 x 10 <sup>4</sup>	5,0 C <sub>C</sub> mW/cm <sup>2</sup>	
			NTE 1,0 J/cm <sup>2</sup>	
			NTE 100 mW/cm <sup>2</sup>	

TABELA 2. TLVs® para Exposição Ocular Direta (visão dentro do feixe - fonte pontual) a Raios Laser (continuação)

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®
IV -B e C	1,401 µm a 1,5 µm	$10^{-14}$ a $10^{-3}$	0,1 J/cm <sup>2</sup>
	1,401 µm a 1,5 µm	$10^{-3}$ a 10	0,56 t <sup>1/4</sup> J/cm <sup>2</sup>
	1,501 µm a 1,8 µm	$10^{-14}$ a 10	1,0 J/cm <sup>2</sup>
	1,801 µm a 2,6 µm	$10^{-14}$ a $10^{-3}$	0,1 J/cm <sup>2</sup>
	1,801 µm a 2,6 µm	$10^{-3}$ a 10	0,56 t <sup>1/4</sup> J/cm <sup>2</sup>
	2,601 µm a 10 <sup>3</sup> µm	$10^{-14}$ a $10^{-7}$	10 mJ/cm <sup>2</sup>
	2,601 µm a 10 <sup>3</sup> µm	$10^{-7}$ a 10	0,56 t <sup>1/4</sup> J/cm <sup>2</sup>
	1,400 µm a 10 <sup>3</sup> µm	10 a 3 x 10 <sup>4</sup>	100 mW/cm <sup>2</sup>

\*Ozônio (O<sub>3</sub>) é produzido no ar por fontes emissoras de radiação ultravioleta (UV) de comprimentos de onda abaixo de 250 nm. Consulte o TLV® do ozônio na lista de TLVs® para Substâncias Químicas.

Notas da Tabela 2

C<sub>A</sub> = Fig. 1; C<sub>B</sub> = 1 para λ = 400 a ≤ 450 nm; C<sub>B</sub> = 10<sup>0,02(λ-450)</sup> para λ = 450 a 600 nm; C<sub>C</sub> = 1,0 para 700 a 1150 nm; C<sub>C</sub> = 10<sup>[0,0184(λ-1150)]</sup> para comprimentos de onda maiores que 1150 nm e menores que 1200 nm; C<sub>C</sub> = 8,0 de 1200 a 1250 nm; C<sub>C</sub> = 7 + 10<sup>0,04(λ-1250)}</sup> de 1250 a 1400 nm.  
 T<sub>1</sub> = 10 s para λ = 400 a 450 nm; T<sub>1</sub> = 10 x 10<sup>0,02(λ-550)}</sup> para λ = 450 a 500 nm; T<sub>1</sub> = 10s para λ = 500 a 700 nm.

Para fontes intermediárias ou grandes (por ex., arranjos de diodo laser) em comprimentos de onda entre 400nm e 1400nm, os TLVs® para visualização intrafeixe podem ser aumentados pelo fator de correção C<sub>F</sub> (use a Tabela 3), contanto que α corda de arco angular a da fonte (medida do

Notas da Tabela 2 (continuação)

Ângulo de Mirada	Designação de Tamanho da fonte	Fator de Correção C <sub>E</sub>
$\alpha \leq \alpha_{\min}$	Pequena	C <sub>E</sub> = 1
$\alpha_{\min} < \alpha \leq \alpha_{\max}$	Intermediária	C <sub>E</sub> = $\alpha/\alpha_{\min}$
$\alpha > \alpha_{\max}$	Grande	C <sub>E</sub> = $\alpha_{\max}/\alpha_{\min} = 3,33$ para $t \leq 0,625$ ms; = $133,33 t^{1/4}$ para $0,625$ ms $< t < 0,25$ s = 66,7 para $t \geq 0,25$ s

O ângulo designado como  $\alpha_{\max}$  corresponde ao ponto no qual os TLVs® podem ser expressos como uma radiancia constante e a última equação pode ser reescrita nos termos de radiancia L.

$L_{TLV} = (3,81 \times 10^5) \times (TLV_{\text{fonte pontual}}) J/(cm^2 \cdot sr)$  para  $t < 0,625 \mu s$  para  $400 < \lambda < 700$  nm  
 $L_{TLV} = 7,6 t^{1/4} J/(cm^2 \cdot sr)$  para  $0,625$  ms  $< t < 0,25$  s para  $400 < \lambda < 700$  nm  
 $L_{TLV} = 4,8 W/(cm^2 \cdot sr)$  para  $t > 100$  s para  $400 < \lambda < 700$  nm.

A Figura 5 ilustra os TLVs® para fontes grandes expressas em termos de radiancia. A abertura de medição deve ser colocada a uma distância de 100 mm ou mais da fonte. Para a irradiação de uma grande superfície, os TLVs® reduzidos para exposição da pele aplicam-se como indicado nas notas de rodapé de "IRB & C", Tabela 4.

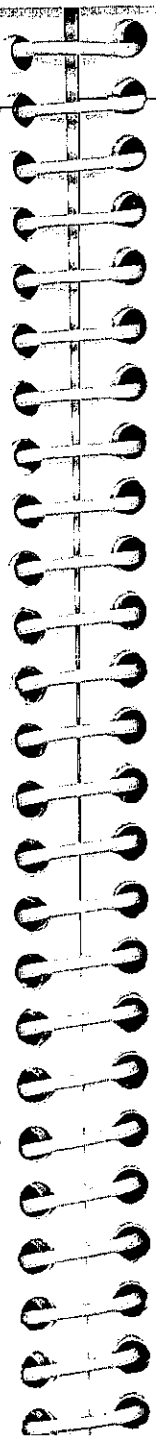


TABELA 3. TLVs® para Condições de Visualização de Fontes Extensas de Laser

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t)segundos	TLV®
Luz	400 a 700 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_E 10^{-8} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_E t^{0,75} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_E 10^{-7} J/cm^2$
	400 a 700 nm	$18 \times 10^{-6}$ a 0,7	$1,8 C_E t^{0,75} \times 10^{-3} J/cm^2$
Limites Duais para exposição laser de 400 a 600 nm, para $t > 0,7$ s			
Fotoquímica	400 a 600 nm	Para $\alpha \leq 11$ mrad, a MPE é expressa como radiancia e exposição radiante *	$C_B \times 10^{-2} J/cm^2$
		0,7 a 100	$C_B \times 10^{-4} W/cm^2$
	400 a 600 nm	Para $\alpha > 11$ mrad, a MPE é expressa como radiancia e radiancia integrada *	$100 C_B J/(cm^2 \cdot sr)$
		0,7 a $1 \times 10^4$	$C_B \times 10^{-2} W/(cm^2 \cdot sr)$
Térmica	400 a 700nm	E	
		400 a 700nm	$1,8 C_E t^{0,75} \times 10^{-3} J/cm^2$
400 a 700nm	$T_2$ a $3 \times 10^4$	$1,8 C_E T_2^{0,25} \times 10^{-3} W/cm^2$	

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposições (segundos)	TLV*	
IV - A	700 nm a 1050 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_A C_E \times 10^{-8} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$2,7 C_A C_E t^{0,75} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$10^{-9}$ a $18 \times 10^{-6}$	$5,0 C_A C_E \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$18 \times 10^{-6}$ a $T_2$	$1,8 C_A C_E t^{0,75} \times 10^{-3} \text{ J/cm}^2$	
	700 nm a 1050 nm	$T_2$ a $3 \times 10^4$	$1,8 C_A C_E T_2^{-0,25} \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-13}$ a $10^{-11}$	$1,5 C_C C_E \times 10^{-7} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-11}$ a $10^{-9}$	$27,0 C_C C_E t^{0,75} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$10^{-9}$ a $50 \times 10^{-6}$	$5,0 C_C C_E \times 10^{-6} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$50 \times 10^{-6}$ a $T_2$	$9,0 C_C C_E t^{0,75} \times 10^{-3} \text{ J/cm}^2$	
	1050 nm a 1400 nm	$T_2$ a $3 \times 10^4$	$9,0 C_C C_E T_2^{-0,25} \times 10^{-3} \text{ W/cm}^2$	
				NTE $1,0 \text{ J/cm}^2$
				NTE $1,0 \text{ J/cm}^2$

\* Para fontes que subtendam ângulos maiores que 11 mrad, o limite também pode ser expresso como uma radiação integrada  $L_p = 100 \text{ CB J/cm}^2 \cdot \text{sr}$  para  $0,7 \text{ s} \leq t < 10^4 \text{ s}$  e  $L_e = C_B \times 10^{-2} \text{ W/(cm}^2 \cdot \text{sr)}$  para  $t \geq 10^4 \text{ s}$  medidos através de um ângulo cônico limitador  $\gamma$ .

TABELA 3. TLVs\* para Condições de Visualização de Fontes Extensas de Laser (continuação)

Estes correspondem a valores de  $\text{J/cm}^2$  para  $10 \text{ s} \leq t \leq 100 \text{ s}$  e  $\text{W/cm}^2$  para  $t \geq 100 \text{ s}$  tal como medidos através de um cone limitador de ângulo  $\gamma$ .

$$\gamma = 11 \text{ mrad para } 0,7 \text{ s} \leq t < 100 \text{ s}$$

$$\gamma = 1,1 \times t^{0,5} \text{ mrad para } 100 \text{ s} \leq t < 10^4 \text{ s}$$

$$\gamma = 110 \text{ mrad para } 10^4 \text{ s} \leq t < 3 \times 10^4 \text{ s}$$

$T_2 = 10 \times 10^{(\alpha-1,5)/98,5}$  para  $\alpha$  expresso em mrad para  $\lambda = 400$  a  $1400 \text{ nm}$

Para duração de exposição "t", o ângulo máximo  $\alpha_{\text{max}}$  é definido como:

$$\alpha_{\text{max}} = 5 \text{ mrad para } t \leq \text{para } 0,625 \text{ ms}$$

$$\alpha_{\text{max}} = 200 t^{0,5} \text{ mrad para } 0,625 \text{ ms} < t < 0,25 \text{ s, e}$$

$$\alpha_{\text{max}} = 100 \text{ mrad para } t \geq 0,25 \text{ s}$$

$$\alpha_{\text{min}} = 1,5 \text{ mrad}$$

**TABELA 4. TLVs® para Exposição da Pele a Raios Laser**

Região do Espectro	Comprimento de onda	Exposição (t) segundos	TLV®
UVA <sup>A</sup>	180 nm a 400 nm	$10^{-9}$ a $10^4$	Igual ao da Tabela 2
	400 nm a 1400 nm	$10^{-9}$ a $10^{-7}$	$2 C_A \times 10^{-2} \text{ J/cm}^2$
VISÍVEL e	400 nm a 1400 nm	$10^{-7}$ a 10	$1,1 C_A \sqrt[4]{t} \text{ J/cm}^2$
	400 nm a 1400 nm	$10$ a $3 \times 10^4$	$0,2 C_A \text{ W/cm}^2$
IV-A	1,401 µm a $10^3$ µm	$10^{-14}$ a $3 \times 10^4$	Igual ao da Tabela 2

IV-B e C<sup>B</sup> de comprimentos de onda abaixo de 250 nm. Consulte o TLV®

<sup>A</sup> Ozônio (O<sub>3</sub>) é produzido no ar por fontes emissoras de radiação ultravioleta (UV) do ozônio na lista de TLVs® para Substâncias Químicas. C<sub>A</sub> = 1.0 para λ = 400 - 700 nm; vide Figura 2 para λ = 700 a 1400 nm

<sup>B</sup> Para comprimentos de ondas maiores que 1400 nm, para seções transversais de raios cujas áreas ultrapassem os 100 cm<sup>2</sup>, o TLY® para exposições de duração superior a 10 segundos é: TLY® = (10.000/A<sub>e</sub>) mW/cm<sup>2</sup>

na qual A<sub>e</sub> é a área irradiada da pele para 100 a 1000 cm<sup>2</sup>, e o TLY® é de 10 mW/cm<sup>2</sup> para áreas maiores que 1000 cm<sup>2</sup> e é de 100 mW/cm<sup>2</sup> para áreas irradiadas menores que 100 cm<sup>2</sup>.

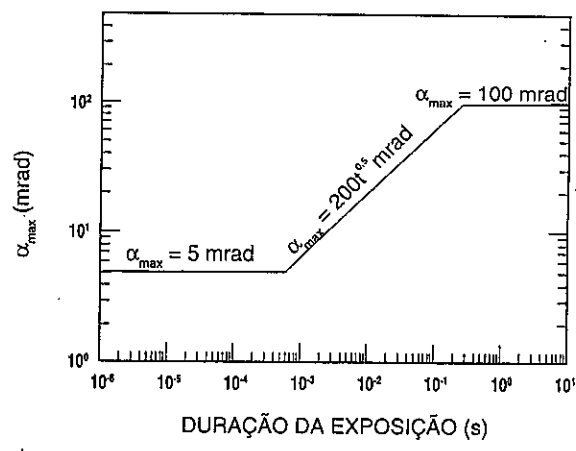


FIGURA 1. Variação de α<sub>Max</sub> com a duração a exposição.

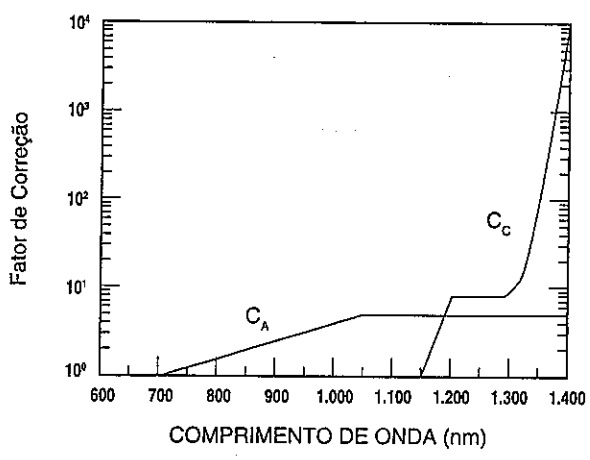


FIGURA 2. Fator de correção do TLV® para λ = 700 - 1400 nm\* (\*para λ = 700 - 1049 nm, C<sub>A</sub> = 10<sup>[0,002(λ-700)]</sup>; para λ = 1050 - 1400 nm, C<sub>A</sub> = 5. Para λ ≤ 1150, C<sub>C</sub> = 1; para λ = 1150 - 1200, C<sub>C</sub> = 10<sup>[0,018(λ-1150)]</sup>; para λ = 1200 - 1250, C<sub>C</sub> = 8; e para λ = 1250 - 1400, C<sub>C</sub> = 7 + 10<sup>[0,04(λ-1250)]</sup>).

Campos e Radiações Não-Ionizantes

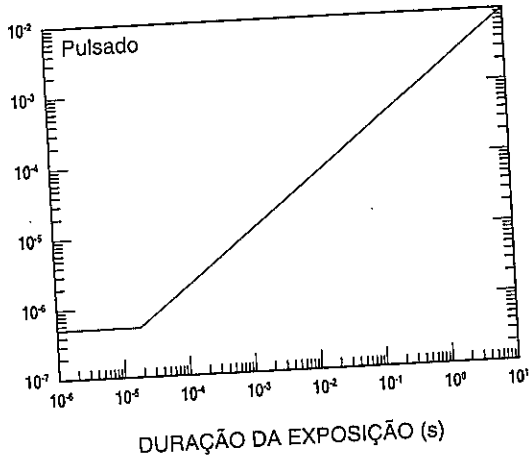


FIGURA 3a. TLV<sup>®</sup> para visão intrafeixe (direta) de uma fonte laser CW (400 - 700 nm).

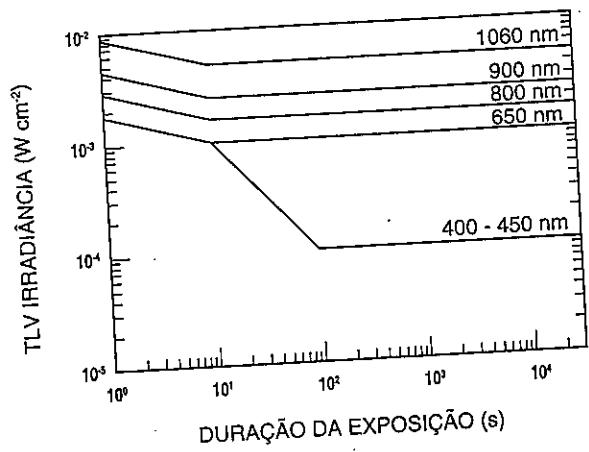


FIGURA 3b. TLV<sup>®</sup> para visão intrafeixe (direta) de uma fonte laser CW (400 - 1400nm)

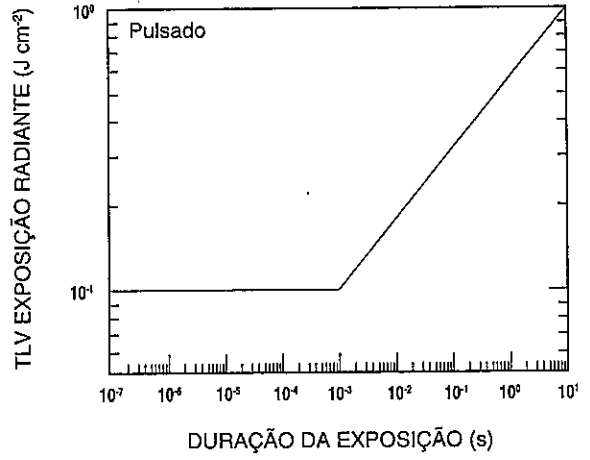


FIGURA 4a. TLV<sup>®</sup> para exposição a laser de pele e olhos para radiação infravermelha distante (comprimentos de onda maiores que  $1,4\mu\text{m}$ ).

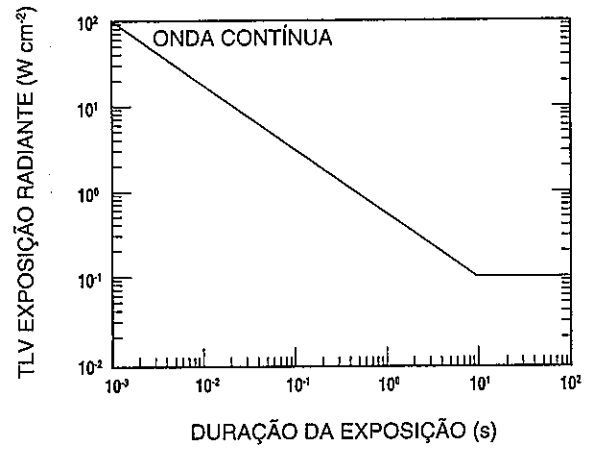


FIGURA 4b. TLV<sup>®</sup> para exposição a laser de pele e olhos para radiação infravermelha distante (comprimentos de onda maiores que  $1,4\mu\text{m}$ ).



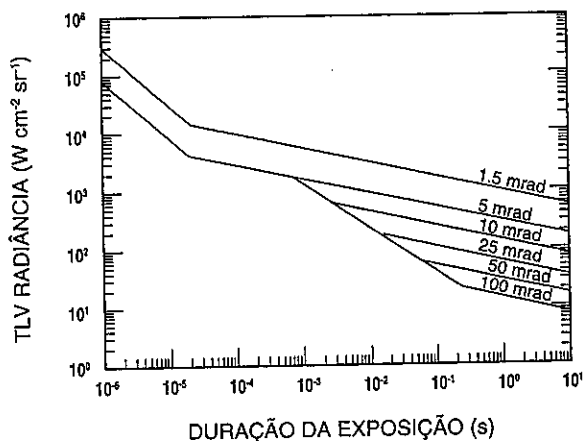


FIGURA 5. TLV<sup>®</sup> em termos de radiância para exposição a fontes extensas de laser na faixa de comprimentos de onda de 400 a 700 nm.

## RADIAÇÕES IONIZANTES

O Comitê de TLVs<sup>®</sup> para agentes físicos aceita as diretrizes para exposição ocupacional da Comissão Internacional sobre Proteção Radiológica (ICRP)<sup>(1)</sup>. As radiações ionizantes incluem radiação corpuscular (p.e. partículas alfa e partículas beta emitidas por materiais radioativos, e nêutrons de aceleradores e reatores nucleares) e radiação eletromagnética (p.ex., raios gama emitidos por materiais radioativos e Raios X de aceleradores de elétrons e máquinas de Raios X), com energia superior a 12 elétrons-volts (eV), correspondendo a um comprimento de onda inferior aproximadamente, 100 nanômetros (nm).

O princípio norteador da proteção radiológica é evitar todas as exposições desnecessárias à radiação. A ICRP tem princípios estabelecidos para proteção radiológica:

- *A justificção de uma prática de trabalho:* nenhuma prática de trabalho envolvendo exposição a radiações ionizantes deve ser adotada a menos que produza benefícios suficientes aos indivíduos expostos ou à sociedade, capazes de compensar o dano que causa.
- *A otimização de uma prática de trabalho:* todas as exposições a radiações ionizantes devem ser mantidas tão baixas quanto seja razoavelmente exequível (ALARA), levando-se em conta fatores sociais e econômicos.
- *Os limites de dose individual:* a dose de radiação de todas as fontes presentes não deve exceder os limites de dose prescritos na Tabela 1.

Os guias da tabela 1 são os limites de dose recomendados pela ICRP para exposições ocupacionais. O princípio ALARA é recomendado para manter as doses de radiação e as exposições tão abaixo dos guias quanto for praticável. Na publicação da ICRP, "General Principles for the Radiation Protection of Workers", encontra-se um relato abrangente dos princípios para a proteção dos trabalhadores contra as radiações ionizantes, bem como a orientação necessária a fim de implementar esses princípios<sup>(2)</sup>.

### Referências

1. International Commission on Radiological Protection: Information available at: <http://www.icrp.org/index.html>.
2. International Commission on Radiological Protection: ICRP Publication 75: General Principles for the Radiation Protection of Workers. In: ICRP 27(1): 1-60 (1997).
3. National Council on Radiation Protection and Measurements: Information available at: <http://www.ncrp.com>.

**ELA 1. Guias para Exposição a Radiações Ionizantes**

de Exposição	Guia
Efetiva	
em único ano	50 mSv (milisievert) <sup>A</sup>
Média sobre 5 anos	20 mSv por ano
Equivalente Anual para:	
Cristalino	150 mSv
Pele	500 mSv
Mãos e pés	500 mSv
Exposição do Embrião/Feto, uma vez	
em gravidez seja constatada	
Dose equivalente mensal <sup>B</sup>	0,5 mSv
Dose para a superfície do	
abdômen da mulher (tronco inferior)	2 mSv para o período
Incorporação de radionuclídeo	remanescente de gravidez
	1/20 do Limite de
	Incorporação Anual (LIA)
Efeitos de Decaimento do Radônio	
	4 Nível de Trabalho
	-Mês (NTM)

<sup>A</sup>nSv = 1 rem  
<sup>B</sup>na das exposições interna e externa, excluindo, porém, doses de fontes naturais, como recomendado pelo NCRP<sup>(3)</sup>

O Espectro Eletromagnético e os TLYs<sup>®</sup> relacionados

Radiação Não-Ionizante		Radiação Ionizante					
Região*	Sub-Radiofrequência	Radiofrequência	Microonda	Infravermelho	Visível	Ultravioleta	Raios-X
Banda de Onda	ELF			IV-C	IV-B   IV-A	UV-A   UV-B   UV-C	
Comprimento de onda	1000km	10km	1m	3µm	1,4µm	400nm	100nm
Frequência	300Hz	30kHz	300MHz	300GHz			
TLY <sup>®</sup> Aplicável	Sub-radiofrequência	Radiofrequência e Microonda		Infravermelho próximo e Visível	Ultravioleta		Radiação Ionizante

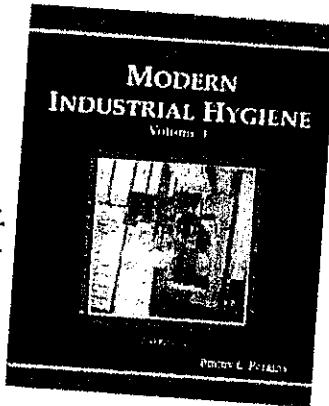
\*Os limites entre as regiões são adotados por convenção e não devem ser considerados como linhas divisórias absolutas

NOVA EDIÇÃO!

# MODERN INDUSTRIAL HYGIENE

Volume 1 -  
Recognition and  
Evaluation of  
Chemical Agents,  
2nd Edition

*Jimmy L. Perkins, Editor*



Compre  
os 2 volumes  
e economize!

Modern Industrial Hygiene — 2 Volumes

Publicação # Conjunto MIH; Preço para sócios: 161,96 dólares  
+ despesas de envio

Preço para não sócios: 179,95 dólares + despesas de envio; ©2008

### O Conjunto inclui:

*Modern Industrial Hygiene, Volume 1, 2ª Edição*  
— *Recognition and Evaluation of Chemical Agents*

Publicação # 9833; Preço para sócios: 89,96 dólares + despesas de envio  
Preço para não sócios: 99,95 dólares + despesas de envio;  
ISBN: 978-1-882417-75-9; ©2008; 1.088 páginas

*Modern Industrial Hygiene, Volume 2 — Biological Aspects (Aspectos Biológicos)*

Publicação # 02-014; Preço para sócios: 89,96 dólares + despesas de envio  
Preço para não sócios: 99,95 dólares + despesas de envio;  
ISBN: 978-1-882417-48-3; ©2003; 800 páginas



Para fazer o pedido, visite [www.acgih.org/store](http://www.acgih.org/store), ou entre em contato com um Representante de Serviço ao Consumidor pelo número 513-742-2020 ou neste endereço eletrônico: [customerservice@acgih.org](mailto:customerservice@acgih.org)

## ERGONOMIA

Ergonomia é o termo aplicado ao campo que estuda e projeta a interface homem-máquina, a fim de prevenir doenças, acidentes e melhorar o desempenho no trabalho. Visa a garantir que as ocupações e tarefas de trabalho sejam projetadas de forma compatível com as capacidades dos trabalhadores. A ACGIH® reconhece que alguns agentes físicos desempenham um papel importante na Ergonomia. A força e a aceleração são abordadas, em parte, nos limites relacionados à vibração em mãos e braços (HAV) e a vibração de corpo inteiro (WBV). Fatores de estresse térmico são considerados, em parte, nos limites de sobrecarga térmica. A força é também um agente causal importante nas lesões decorrentes do levantamento de pesos. Outras considerações ergonômicas importantes incluem: duração do trabalho, repetição, estresses de contato, postura e questões psicossociais.

### DECLARAÇÃO DE DISTÚRBIOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS RELACIONADOS AO TRABALHO

A ACGIH® reconhece os distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho (DME/MSD) como um importante problema no âmbito da saúde ocupacional, que pode ser gerenciado por meio de um programa de ergonomia de saúde e segurança. O termo "distúrbios músculo-esqueléticos" refere-se aos distúrbios crônicos dos músculos, tendões e nervos, causados por movimentos repetitivos, movimentos rápidos, forças intensas, estresses de contato, posturas extremas, vibração e/ou baixas temperaturas. Outros termos comumente utilizados incluem os distúrbios por tração cumulativa (DTC/CTDs), lesões ou doenças por movimentos repetitivos (LMR/LER/RMIs), lesões ou doenças por distensão repetitiva (LDR/RSI). Alguns desses distúrbios se enquadram em critérios de diagnóstico estabelecidos, tais como: síndrome do túnel do carpo ou tendinites. Outros distúrbios músculo-esqueléticos podem ser manifestados por dores não específicas. Alguns desconfortos transitórios são conseqüências normais do trabalho e, portanto, inevitáveis, mas a persistência do desconforto, após o dia de trabalho, ou interferências com as atividades de trabalho ou a rotina diária não devem ser consideradas como resultado aceitável do trabalho.

### Estratégias de controle

A incidência e a severidade dos distúrbios músculo-esqueléticos são mais bem controladas por meio de um programa de ergonomia integrado. Os principais elementos do programa incluem:

- reconhecimento do problema;
- avaliação de atividades suspeitas quanto a possíveis fatores de risco;
- identificação e avaliação dos fatores causais;

## Ergonomia

envolvimento de trabalhadores como participantes ativos e inteiramente informados e medidas apropriadas à saúde, para trabalhadores que desenvolvem distúrbios músculo-esqueléticos.

Programas gerais de controle deverão ser implementados quando o DME/MSD for identificado. Incluem: educação dos trabalhadores, supervisores, engenheiros, e gerentes; relato adiantado dos sintomas pelos trabalhadores e vigilância e avaliação progressiva da doença, da saúde e dos dados médicos.

Os controles específicos em tarefas são direcionados aos indivíduos com DME/MSD e incluem controles de engenharia e administrativos. A ação de proteção individual pode ser apropriada em algumas circunstâncias limitadas.

Entre os controles em nível de engenharia para eliminar ou reduzir os riscos de risco do trabalho podem ser considerados:

- Utilização de métodos de engenharia, como, por exemplo, estudo de tempos e análise de movimentos para eliminar movimentações e esforços desnecessários;
- uso de suporte mecânico para eliminar ou reduzir esforços exigidos para segurar ferramentas e objetos de trabalho;
- seleção ou projeto de ferramentas que reduzam os esforços exigidos e os tempos necessários de utilização das ferramentas e melhoria das posturas;
- fornecimento de estações de trabalho ajustáveis pelo usuário que reduzam os esforços e melhorem as posturas e
- implementação de programas de manutenção e controle da qualidade que reduzam forças e esforços desnecessários, principalmente aqueles associados a trabalhos adicionais sem muita importância.

Os controles administrativos reduzem o risco por meio da redução do tempo de exposição e da divisão da exposição entre um grupo maior de trabalhadores. Os exemplos incluem:

- Implementação de normas de trabalho que permitam, aos trabalhadores, fazer pausas ou realizar alongamentos, quando necessário, pelo menos uma vez a cada hora;

Realocação de tarefas de trabalho (por exemplo, utilizar rotação de trabalhadores e dilatação do trabalho), de forma que o trabalhador não gaste tempo todo do turno de trabalho em tarefas de alta demanda.

Devido à natureza complexa dos distúrbios músculo-esqueléticos, não existe um enfoque único que se adapte a todas as situações para reduzir

a incidência e severidade dos casos. Os seguintes princípios se aplicam à seleção das providências:

- controles de engenharia e administrativos apropriados sofrem variações de indústria para indústria e de empresa para empresa;
- é necessário o parecer de profissionais informados para selecionar as medidas de controle apropriadas e
- DME/MSD associados ao trabalho tipicamente requerem períodos de semanas ou meses para recuperação. Medidas de controle devem ser avaliadas de forma adequada para determinar a sua efetividade.

## Fatores não-ocupacionais

Não é possível eliminar todos os distúrbios músculo-esqueléticos por meio das medidas de controle de engenharia e administrativas. Existem fatores individuais e organizacionais que podem influenciar a probabilidade de um indivíduo apresentar distúrbios músculo-esqueléticos. Alguns casos podem estar associados a fatores não-ocupacionais, tais como:

- Artrites reumatóides
- Distúrbios endocrinológicos
- Trauma agudo
- Obesidade
- Gravidez
- Idade
- Gênero
- Nível da condição física
- Lesões anteriores
- Diabetes
- Atividades recreativas ou de laser

Os TLVs® recomendados podem não proporcionar proteção a pessoas nessas condições e/ou exposições. Medidas de engenharia e administrativas podem auxiliar na eliminação de barreiras ergonômicas para indivíduos com condições de predisposição e, assim, ajudar a minimizar a incapacidade.

## Cronologia das declarações:

- 1995: Proposta "Declaração Relativa ao Levantamento de Pesos"
- 1996: Adotada com a alteração do nome para "Declaração músculo – esquelética".
- 2000: Alterações editoriais.
- 2004: Alterações editoriais.

## NÍVEL DE ATIVIDADE DAS MÃOS

Embora os distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho possam ocorrer em diversas regiões do corpo (incluindo ombros, pescoço, torso e extremidades inferiores), o foco dos TLVs<sup>®</sup> é em relação às mãos, pulsos e antebraço.

O TLV<sup>®</sup> mostrado na figura 1 baseia-se em estudos epidemiológicos, psicofisiológicos e biomédicos, e está proposto para uma "mono tarefa" realizada por quatro ou mais horas por dia. Uma atividade mono tarefa envolve um conjunto de movimentos e esforços similares, feitos repetidamente, como, por exemplo, trabalho em uma linha de montagem ou utilização de teclado e mouse. O TLV<sup>®</sup> considera especificamente o nível médio de atividade das mãos ou NAM (HAL) e o pico de força da mão, apresentando condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, sem a ocorrência de efeitos adversos à saúde.

O NAM (HAL) baseia-se na frequência de esforços das mãos e no ciclo de trabalho (distribuição do trabalho e períodos de recuperação). O NAM (HAL) pode ser determinado com a avaliação de observadores treinados, utilizando a escala mostrada na figura 2, ou utilizando as informações sobre a frequência de esforços e a razão trabalho/restabelecimento, conforme descrito na tabela 1.

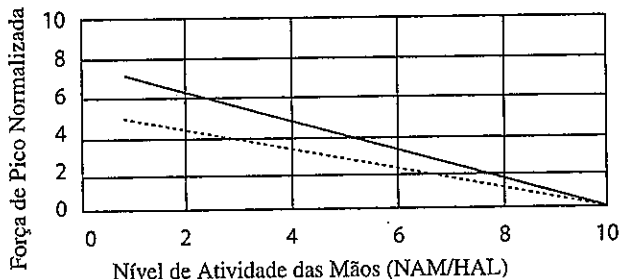


FIGURA 1. TLV<sup>®</sup> para redução de distúrbios músculo-esqueléticos baseados na "Atividade das Mãos" (NAM/HAL) e Pico de Força das mãos. A linha superior define o TLV<sup>®</sup>. A linha inferior é o Limite de Ação para o qual se recomenda controle geral.

0	2	4	6	8	10
Mão ociosa a maioria do tempo; sem esforços regulares	Consistente, evidente, longas pausas; ou movimentos muito lentos	Lenta, movimento estável/ esforços; pausas curtas frequentes	Movimento estável/ esforço; pausa infrequente	Movimento rápido e estável/ esforços; sem pausas regulares	Movimento rápido, estável/ dificuldade em manter ritmo ou esforço contínuo

FIGURA 2. O Nível de Atividade das Mãos (0 a 10) pode ser classificado utilizando o guia acima

Nota do tradutor: \*HAL: Hand activity level (Nível de Atividade das Mãos; NAM).

TABELA 1. Nível de Atividade das Mãos (0 a 10), está relacionado frequência de esforço e ciclo de atividade (% do ciclo de trabalho que a força é maior do que 5% do máximo)

Frequência (esforço/s)	Período (s/esforço)	Ciclo de atividade (%)				
		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

### Notas:

1. Arredondar valores em torno do NAM/HAL para o número inteiro próximo
2. Usar a figura 2 para obter os valores de NAM/HAL fora daqueles listados na tabela.

A força de pico das mãos está normalizada numa escala de 0 a 10, e corresponde de 0% a 100% da força de referência aplicada à população. A força de pico pode ser determinada por avaliações de um observador treinado classificadas por trabalhadores, utilizando a escala de Borg (veja a "Documentação" do TLV<sup>®</sup> para definição), ou medida com instrumentação, por exemplo com medidores de força ou eletromiografia. Em alguns casos, pode ser utilizada com o uso de métodos biomecânicos. Os requisitos da força de pico podem ser normalizados, dividindo-se a força requerida para uma tarefa pela capacidade de esforço de trabalho de uma população para aquela atividade. A linha contínua na figura 1 representa combinações de força e nível

de das mãos associados com uma prevalência significativamente alta de distúrbios músculo-esqueléticos. Medidas de controle apropriadas devem ser utilizadas, de modo que a força para um dado nível de atividade das mãos esteja abaixo da linha superior contínua da figura 1. É possível especificar um TLV\* que proteja todos os trabalhadores, em todas as situações, sem afetar profundamente as taxas de trabalho. Portanto, um limite de ação é prescrito no qual se recomendam controles adicionais, incluindo vigilância.

### Exemplo

Selecione um período de trabalho que represente uma atividade média. O período selecionado deve incluir vários ciclos de trabalho completos. As imagens podem ser feitas para fins de documentação e para facilitar a classificação do trabalho por outras pessoas. Classifique o nível de atividade das mãos, utilizando a escala mostrada na figura 2. As classificações independentes de tarefas e a discussão dos resultados por três ou mais pessoas podem auxiliar na produção de classificações mais precisas do que as feitas individualmente. Observe a tarefa para identificar esforços vigorosos e as posturas correspondentes. Avalie as posturas e as forças, utilizando a classificação feita por observadores, classificação de trabalhadores, análise biomecânica ou instrumentação. A força de pico normalizada é a força de pico exigida, dividida pela força máxima representativa para uma postura multiplicada por 10.

### Consideração de outros fatores

O julgamento profissional deve ser utilizado para reduzir exposições abaixo dos limites de ação recomendados nos TLVs® (HAL), se um ou mais dos seguintes fatores estiverem presentes:

- posturas não-neutras prolongadas, tais como flexão do pulso, extensão, desvio do pulso ou rotação dos antebraços;
- estresses de contato;
- baixas temperaturas ou
- vibração

Será preciso adotar medidas de controle adequadas sempre que os TLVs® forem excedidos ou for detectada uma incidência elevada de distúrbios músculo-esqueléticos.

## LEVANTAMENTO DE PESO

Os TLVs® recomendados referem-se a condições de levantamento de peso no local de trabalho, às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, dia após dia, sem o desenvolvimento de distúrbios no dorso e braços, associados às tarefas de elevação repetitiva, relacionados ao trabalho.

Existem fatores de risco individuais e organizacionais que podem aumentar a probabilidade de que um indivíduo venha vivenciar distúrbios nos ombros e na região lombar.

### TLVs relativos ao levantamento de peso

Os TLVs® consistem em três tabelas com limites de peso em quilogramas (kg) para duas mãos e tarefas de mono-elevação dentro de um ângulo de 30 graus, a partir do plano sagital (neutro). Uma tarefa de mono-elevação é aquela em que as cargas são similares e os pontos iniciais e de destino são repetidos, sendo essa a única tarefa de levantamento de peso realizada no dia. Outras tarefas manuais de manuseio de matérias, tais como transportar, puxar ou empurrar não são consideradas neste TLV® e, em tais casos, deve-se tomar cuidado na aplicação dos TLVs® nessas circunstâncias.

Esses limites (tabelas 1 a 3) são apresentados para tarefas de levantamento definidas por sua duração, inferior ou superior a 2 horas por dia, e por sua frequência, expressa em número de levantamentos por hora, conforme qualificado nas Notas de cada tabela.

**Na presença de quaisquer fatores ou condições de trabalho listados a seguir, é necessária a avaliação de um profissional para reduzir o limite de peso abaixo dos valores recomendados nos TLVs®:**

- Alta frequência de levantamento de peso: > 360 elevações por hora.
- Turnos de trabalho estendidos: levantamentos de peso diário por período superior a 8 horas.
- Alta assimetria: levantamento de peso superior a 30°, fora do plano sagital.
- Movimentos de levantamento rápidos e movimentos com torção (exemplo: de um lado para o outro).
- Levantamento com uma mão.
- Postura corporal inferior forçada, como, por exemplo, levantamento de peso quando o trabalhador estiver sentado ou ajoelhado.
- Umidade e calor elevados (veja os TLVs® para sobrecarga e estresse térmico).
- Elevação de objetos instáveis (Exemplo: líquidos com centro de massa deslocado ou ausência de coordenação ou levantamentos compartilhados igualmente por várias pessoas).
- Acoplamento inadequado das mãos: ausência de empunhaduras, dispositivos de acionamento ou outros pontos para segurar.

- Piso instável (por exemplo, incapacidade de suportar o corpo com ambos os pés enquanto ereto).
- Durante ou imediatamente após a exposição à vibração de corpo inteiro, em situações iguais ou superiores ao TLV® para esse agente (veja a "Documentação" atual do TLV® relativo à Vibração de Corpo Inteiro).

### Instruções aos usuários

1. **Leia a documentação sobre os TLVs®** para levantamento de peso, a fim de entender as bases e limitações desses TLVs®.
2. **Determine se a duração da tarefa é inferior ou igual a 2 horas por dia ou superior a 2 horas por dia.** A duração da tarefa corresponde ao período total utilizado pelo trabalhador no desempenho da tarefa em um dia.

**TABELA 1. TLVs® para tarefas com levantamento:**  
 ≤ 2 horas por dia, com número de elevações por hora ≤ 60  
 OU  
 > 2 horas por dia, com número de elevações por hora ≤ 12

Zona Vertical	Zona horizontal <sup>A</sup>		
	Próxima: < 30 cm	Intermediária: de 30 a 60 cm	Afastados <sup>B</sup> : > 60 a 80 cm
Limite de alcance <sup>C</sup> ou de 30 cm acima do ombro até 8 cm abaixo da altura do ombro	16 kg	7 kg	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>
Altura da articulação dos dedos <sup>E</sup> até abaixo do ombro	32 kg	16 kg	9 kg
Metade da altura da tíbia ao tornozelo <sup>E</sup>	18 kg	14 kg	7 kg
Altura do piso até a metade da tíbia	14 kg	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>

#### Notas de rodapé para as tabelas de 1 a 3:

- A. Distância entre o ponto médio dos ossos internos do tornozelo e a carga.
- B. Tarefas de levantamento de peso não devem ser iniciadas para uma distância de alcance horizontal maior do que 80cm do ponto médio entre os ossos internos do tornozelo (figura 1).
- C. Tarefas rotineiras de levantamento de peso não devem ser conduzidas a partir de alturas superiores a 30cm acima do ombro ou maiores do que 180 cm acima do nível do piso (figura 1)
- D. Tarefas rotineiras de levantamento de peso não devem ser conduzidas nas situações apontadas nas regiões sombreadas da tabela, marcadas com o texto "Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo". Embora as evidências disponíveis não permitam a identificação de limites de peso seguros para a região sombreada, pode-se obter a avaliação de um profissional para determinar se os levantamentos de pesos leves não freqüentes podem ser seguros.
- E. Referências anatômicas para altura das articulações dos dedos pressupõem que o trabalhador está numa posição ereta, com os braços estendidos ao lado do corpo.

**A 2. TLVs® para tarefas com levantamento:**  
**2 horas por dia, com número de elevações por hora > 12 e ≤ 30**  
**OU**  
**2 horas por dia, com número de elevações por hora > 60 e ≤ 360**

Zona Vertical	Zona horizontal <sup>A</sup>		
	Próxima: < 30 cm	Intermediária: de 30 a 60 cm	Afastados <sup>B</sup> : > 60 a 80 cm
Limite de alcance <sup>C</sup> ou 30 cm acima do ombro até 8 cm abaixo altura do ombro	14 kg	5 kg	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>
Altura da articulação dos dedos <sup>E</sup> até abaixo do ombro	27 kg	14 kg	7 kg
Metade da altura da tibia ao tornozelo <sup>F</sup>	16 kg	11 kg	5 kg
Altura do piso até a metade da tibia	9 kg	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>

Veja notas da tabela 1

**ELA 3. TLVs® para tarefas com levantamento:**  
**2 horas por dia com número de elevações por hora > 30 e ≤ 360**

Zona Vertical	Zona horizontal <sup>A</sup>		
	Próxima: < 30 cm	Intermediária: de 30 a 60 cm	Afastados <sup>B</sup> : > 60 a 80 cm
Limite de alcance <sup>C</sup> a partir de 30 cm acima até 8 cm abaixo da altura do ombro	11 kg	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>
Altura da articulação dos dedos <sup>E</sup> até abaixo do ombro	14 kg	9 kg	5 kg
Metade da altura da tibia ao tornozelo <sup>F</sup>	9 kg	7 kg	2 kg
Altura do piso até a metade da tibia	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>	Limite de segurança desconhecido para levantamento de peso repetitivo <sup>D</sup>

Veja notas da tabela 1

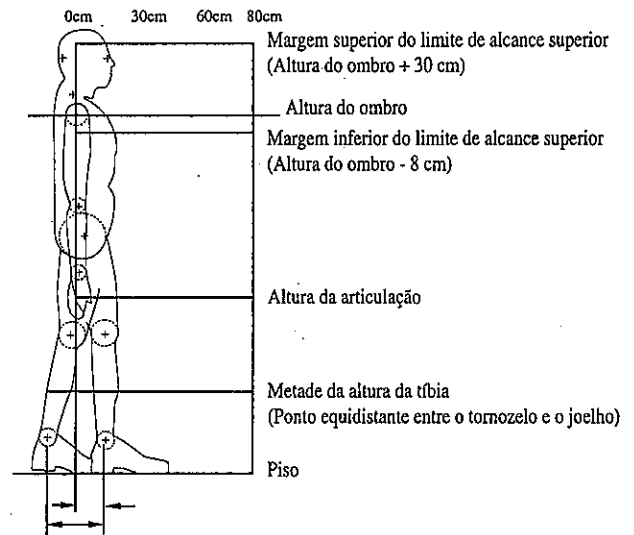


FIGURA 1. Representação gráfica da localização da mão

- Determine a frequência de levantamento de peso como o número de levantamentos que o trabalhador executa por hora.
- Utilize a[s] tabela[s] de TLVs® que corresponde[m] à duração e frequência de levantamento de peso da tarefa.
- Determine a zona de altura do levantamento (Figura 1), com base na localização das mãos no início do levantamento.
- Determine a localização horizontal do levantamento (Figura 1) por meio da medição da distância horizontal, a partir do ponto médio que liga os ossos internos do tornozelo ao ponto médio entre as mãos no início do levantamento.
- Determine o TLV® em quilogramas para a tarefa de levantamento, conforme apresentado na célula da tabela que corresponde às zonas de levantamento vertical e horizontal na tabela apropriada, com base na frequência e duração.
- Considere o controle do peso na destinação. Se o peso for posicionado no seu destino de forma controlada (isto é, devagar, ou colocado intencionalmente), repita os passos de 5 a 7, utilizando o ponto de destino em lugar do ponto de início. O TLV® é representado pelo limite mais baixo dos dois.



## VIBRAÇÕES LOCALIZADAS (MÃO-BRAÇO)

Os TLVs<sup>®</sup> da Tabela 1 referem-se a níveis e durações de exposição a componentes de aceleração que representam condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa ser repetidamente exposta, dia após dia, sem evoluir para além do Estágio 1 do Sistema de Classificação do Encontro de Estocolmo para Dedos Brancos Induzidos por Vibração (VWF), também denominado de Fenômeno de Raynaud, de Origem Ocupacional (Tabela 2). Como há uma carência de relacionamento dose-resposta para o VWF, estas recomendações foram obtidas de dados epidemiológicos de atividades de silvicultura, mineração e metalurgia-mecânica. Os valores devem ser usados como guias no controle da exposição à vibração de mãos e braços; porém, devido às variações na suscetibilidade individual, não devem ser considerados como uma linha divisória entre níveis seguros e perigosos.

Deve-se reconhecer que o controle da síndrome de vibração em mãos e braços (SVMB/HAVS), nos ambientes de trabalho, não ocorrerá simplesmente pela especificação e atendimento destes limites de exposição. O uso de: 1) ferramentas com características antivibratórias; 2) luvas antivibração; 3) práticas adequadas de trabalho que permitam manter aquecidos as mãos e o corpo do trabalhador, bem como minimizar o acoplamento mecânico entre o trabalhador e a ferramenta vibratória, e 4) um programa de supervisão médica conscienciosamente aplicado, serão TODOS necessários para eliminar a SVL dos ambientes de trabalho.

**Tabela 1. Limites para a exposição da mão em qualquer das direções  $X_h$ ,  $Y_h$  ou  $Z_h$**

Duração Total da Exposição Diária <sup>(a)</sup>	Valores do componente de aceleração dominante <sup>(b)</sup> , rms, frequência ponderada, que não devem ser excedidos $a_{Kv}$ ( $a_{Kv,eq}$ )	
	$m/s^2$	$g^{(c)}$
	4 horas e menos de 8	4
2 horas e menos de 4	6	0,61
1 hora e menos de 2	8	0,81
menos de 1 hora	12	1,22

<sup>(a)</sup> o tempo total em que a vibração entra na mão por dia, seja contínua, seja intermitentemente.

<sup>(b)</sup> usualmente, um dos eixos é dominante sobre os demais. Se um ou mais dos eixos de vibração exceder a exposição total diária, o TLV<sup>®</sup> estará excedido.

<sup>(c)</sup>  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

## Notas para a Tabela 1

1. O circuito de ponderação fornecido na figura 2 é considerado o mais disponível para a ponderação de componentes de aceleração. É tanto, estudos sugerem que a ponderação a frequências mais altas (acima de 16 Hz) pode não incorporar um fator de segurança suficiente e deve-se tomar CUIDADO quando forem utilizadas ferramentas componentes de alta frequência.
2. Exposições agudas a componentes com as mesmas características de medição e valores acima da Tabela 1, por períodos de tempo eventuais (por exemplo, um dia por semana ou vários dias dentro de um período de duas semanas) não serão necessariamente mais danosos.
3. Exposições agudas a componentes com as mesmas características de medição e o triplo da magnitude da tabela 1 produzirão provavelmente os mesmos efeitos à saúde, após 5 ou 6 anos de exposição.

**Tabela 2 - Sistema de Classificação para HAVS/SVL do Encontro de Estocolmo para Sintomas Vasculares Periféricos e Sensorial Induzidos pelo Frio**

Avaliação Vascular		
Estágio	Grau	Descrição
0	....	Sem crises.
1	Suave	Crises ocasionais afetando somente a ponta de um ou mais dedos.
2	Moderado	Crises ocasionais afetando as falanges distal e média (raramente também a próxima) de um ou mais dedos.
3	Severo	Crises frequentes afetando TODAS as falanges da maioria dos dedos.
4	Muito Severo	Como o estágio 3, com mudanças tróficas de pele da ponta dos dedos.

Nota: A graduação é feita separadamente para cada mão, p. ex., 2L(2)/1R(1) = estágio 2 na mão esquerda para 2 dedos, estágio 1 na mão direita para 1 dedo.

## Avaliação Sensorial (sensório-neural)

Estágio	Sintomas
0SN	Exposto à vibração, mas sem sintomas.
1SN	Adormecimento intermitente, com ou sem formigamento.
2SN	Adormecimento intermitente ou persistente, percepção sensorial reduzida.
3SN	Adormecimento intermitente ou persistente, redução na discriminação tátil e/ou destreza manipulativa.

Nota: Graduação separada para cada mão.

## Ergonomia

o fim de amenizar os efeitos adversos da exposição a vibrações, os trabalhadores deverão ser aconselhados a evitar a exposição contínua, sendo pausas de 10 minutos por hora contínua de exposição. Devem ser utilizadas práticas adequadas de trabalho, que devem incluir instruções aos trabalhadores para que: empreguem força mínima e pegada, de acordo com a operação segura de cada equipamento ou processo; mantenham mãos e corpo aquecidos e secos; evitem o fumo; utilizem equipamentos e luvas antivibratórias quando possível. Como regra geral, as luvas são mais eficientes no amortecimento de vibrações de alta frequência.

Um transdutor de medição de vibração, em conjunto com o dispositivo de fixação à fonte de vibração, deve pesar menos de 15 gramas e ter uma sensibilidade transversal inferior a 10%.

A medição de vibrações impulsivas, de grande deslocamento, repetitivas, tais como as produzidas por ferramentas pneumáticas percussivas, por meio de vários tipos de acelerômetros piezoelétricos (subamortecidos) está sujeita a erro. A inserção de um filtro mecânico passa-baixas adequado entre o acelerômetro e a fonte de vibração, com uma frequência de corte de 1500 Hz ou superior (e sensibilidade transversal inferior a 10%), pode ajudar a eliminar leituras incorretas. Deverão ser registrados a marca e modelo de todos os equipamentos de medição, bem como o valor do componente de aceleração dominante(eixo) avaliado segundo a ponderação na frequência prevista, em valores rms.

### bração Localizada Contínua, Intermitente, Impulsiva ou de Impacto

A medição da vibração deve ser realizada de acordo com os procedimentos e instrumentação especificados pela norma internacional ISO 349(1986)<sup>(1)</sup> ou ANSI S3.34-1986, homônima, abaixo sumarizada:

A aceleração de uma manopla ou peça vibratória deve ser determinada em três direções mutuamente ortogonais, em um ponto próximo ao ponto no qual a vibração entra na mão (ponto de acoplamento). As direções serão preferivelmente aquelas definidas pelo sistema de coordenadas biodinâmico, podendo, porém, ser as definidas por um sistema basicêntrico relacionado ao primeiro, com sua origem na interface entre a mão e a superfície vibratória (Figura 1), de forma a acomodar diferentes configurações de manoplas ou peças sob trabalho. Um transdutor pequeno e leve deve ser montado, de modo a registrar com precisão um ou mais componentes ortogonais da fonte vibratória na faixa dos 5 aos 1500 Hz. Cada componente deve receber ponderação em frequência por um circuito de ponderação com características de ganho específicas para instrumentação

de medição de exposição humana à vibração, para que se levem em conta as mudanças do risco da vibração com a frequência (Figura 2).

A avaliação da vibração deve ser feita para CADA direção ( $X_h, Y_h, Z_h$ ), visto que a vibração é uma grandeza vetorial (possui magnitude e direção). Em cada direção, a magnitude da vibração durante a operação normal da ferramenta portátil, máquina ou peça com que se trabalha, deve ser expressa pela raiz média quadrática (valor RMS) do componente ponderado de aceleração, nas unidades metros por segundo ao quadrado ( $m/s^2$ ), ou unidades gravitacionais(g) em que o componente de maior valor servirá de base para a avaliação da exposição.

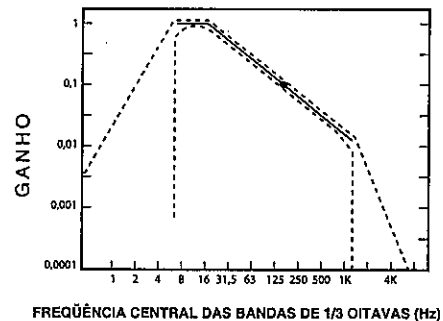


FIGURA 1. Características de ganho do filtro de compensação usado para componentes de aceleração ponderada (linha contínua). As tolerâncias de filtro (linha tracejada) são aquelas contidas no ISO 5349 e ANSI S3.34-1986.

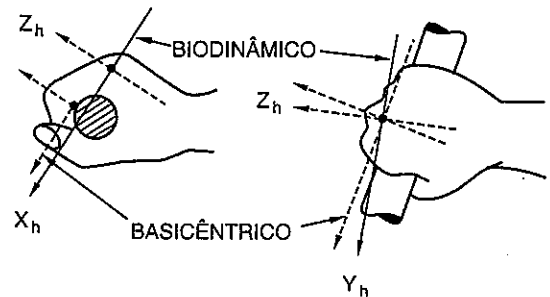


FIGURA 2. Sistemas biodinâmico e basicêntrico de coordenadas para a mão, mostrando as direções dos componentes de aceleração (ISO 5349<sup>(1)</sup> e ANSI S3.34-1986<sup>(2)</sup>)

Para cada direção medida, deve ser utilizada integração linear para as ações de duração extremamente curta ou que variem substancialmente tempo. Se a exposição total diária à vibração em uma dada direção for composta de várias exposições a diferentes acelerações rms, então a aceleração equivalente, ponderada em frequência para aquela direção deverá ser determinada de acordo com a seguinte equação:

$$a_{K_{eq}} = \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (a_{K_i})^2 T_i \right]^{1/2}$$

$$= \sqrt{\left( a_{K_1} \right)^2 \frac{T_1}{T} + \left( a_{K_2} \right)^2 \frac{T_2}{T} + \dots + \left( a_{K_n} \right)^2 \frac{T_n}{T}}$$

onde:  $T = \sum_{i=1}^n T_i$

= duração diária total da exposição

= iésimo, componente da aceleração rms, ponderado em frequência com duração  $T_i$

Os cálculos podem ser computados por instrumentação comercial disponível para vibração humana.

**Referências:**

- ) International Standards Organization: ISO 5349 (1986) "Guia para a Medição e Avaliação da Exposição Humana à Vibração Transmitida à Mão". ISO, Geneva (1986).
- ) American National Standards Institute: ANSI S3.34-1986: "Guia para a Medição e Avaliação da Exposição Humana à Vibração Transmitida à Mão". ANSI, New York (1986).

**VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO**

Os TLVs® das Figuras 1 e 2 (tabulados nas Tabelas 1 e 2) referem-se à vibração de corpo inteiro induzida mecanicamente (VCI). Representam valores rms da aceleração, as magnitudes e o tempo de duração aos quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente posta, com o risco mínimo de ter dores nas costas, sofrer efeitos adversos a elas, ou de apresentar incapacidade de operar adequadamente veículos terrestres. O sistema de coordenadas biodinâmicas ao qual os TLVs® aplicam é apresentado na Figura 3. Estes valores devem ser usados como guia no controle da exposição à vibração de corpo inteiro, mas devido à suscetibilidade individual, não devem ser considerados como uma linha definida de separação entre níveis seguros e níveis perigosos.

**Notas:**

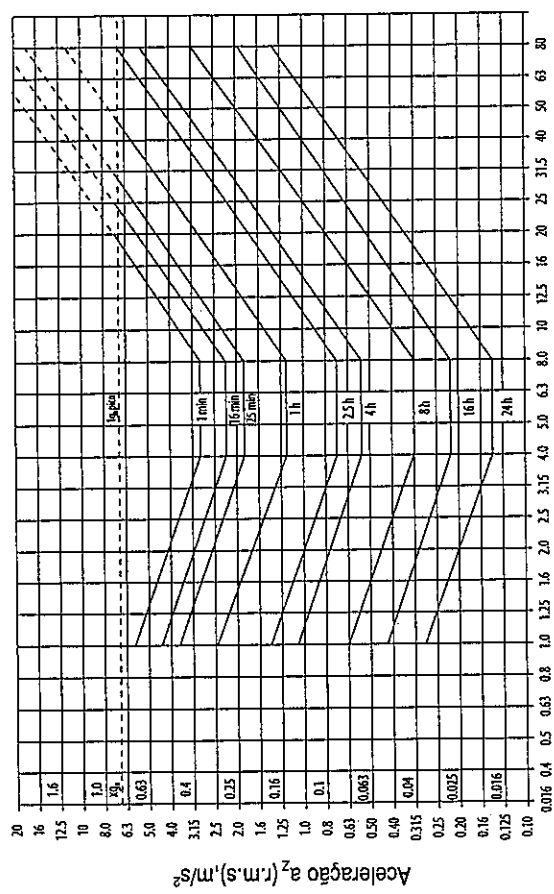
1. A aceleração das vibrações é um vetor cuja magnitude é expressa em unidade m/s<sup>2</sup>. A aceleração gravitacional "g" é igual a 9,81 m/s<sup>2</sup>.
2. Nas Figuras 1 e 2, é apresentada uma família de curvas em função do tempo de exposição diário. Elas indicam que a ressonância de vibração humana ocorre na faixa de frequência de 4 a 8 Hz para o eixo Z e na faixa de frequência de 1 a 2 Hz para os eixos X e Y, estando definidos os eixos na Figura 3.
3. As medições de vibração de corpo inteiro (VCI) e os cálculos do tempo de exposição equivalentes para exposições interrompidas, em certos níveis da aceleração rms variam consideravelmente no decorrer do tempo, devem ser feitos de acordo com a ISO 2631 ou a ANSI S3.1979(1,2)
4. Os TLVs® são válidos para fatores de crista de vibração iguais ou inferiores a 6. O fator de crista é definido como a relação entre a aceleração rms e a de pico, medida na mesma direção, em um período de um minuto, para qualquer um dos eixos ortogonais X, Y e Z. Quando o fator de crista exceder 6, o TLV® subestimará os efeitos da VCI, devendo, portanto, ser usado com cuidado.
5. O TLV® não é proposto para uso em construções fixas (veja AT S3.29-1983)<sup>(3)</sup>, em estruturas de plataformas marítimas ou em barcos.
6. Um procedimento resumido para as medições de VCI e a análise dos dados são apresentados a seguir<sup>(4)</sup>:
  - a) Para cada ponto de medição, são feitas medidas de aceleração r

ergonomia

contínua e simultânea nos 3 eixos ortogonais e registradas por pelo menos um minuto, junto às coordenadas biodinâmicas apresentadas na Figura 3.

Três acelerômetros muito leves, cada um deles com sensibilidade no eixo transversal inferior a 10%, são fixados perpendicularmente a um tubo metálico leve, sendo o conjunto colocado no centro de um disco de borracha rígida (segundo SAE, J1013)<sup>(6)</sup>. O peso total do disco, tubo, acelerômetros e cabos não deve exceder 10% do peso total do objeto a ser medido. As medições são feitas com o veículo em operação, colocando o disco de borracha contendo os acelerômetros acoplados ao equipamento de medição sobre o assento do motorista e debaixo de suas nádegas.

É necessário efetuar, para cada eixo, uma análise espectral de Fourier, em bandas de um terço de oitava (1 a 80 Hz), para comparação com a Figura 1 ou 2, conforme o caso.



Frequência ou frequência central das bandas de 1/3 de oitava, Hz

Figura 1 - Limites da aceleração longitudinal ( $a_z$ ) em função da frequência e tempo de exposição. Adaptado da ISO 2631<sup>(1)</sup>.

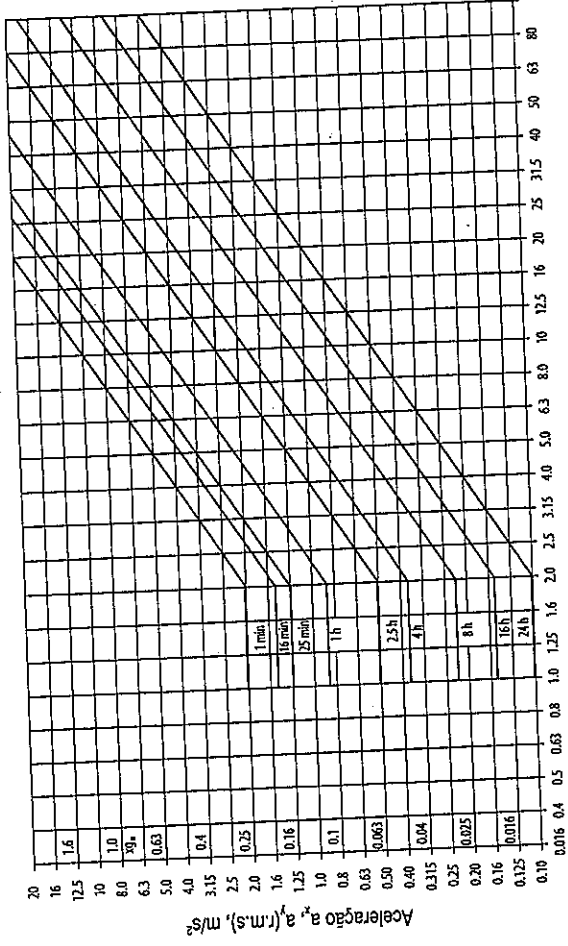


Figura 2 - Limites da aceleração transversal ( $a_x, a_y$ ) em função da frequência e tempo de exposição. Adaptado da ISO 2631(1)



TABELA 1 - Valores numéricos para a aceleração de vibração em direção longitudinal,  $a_z$  (direção pé-cabeça) [ver figura 1]. Os valores definem o TLY<sup>90</sup> em termos dos valores rms (raiz média quadrática) em uma única frequência pura de vibração (senoidal) ou de valores rms para vibração distribuída em bandas de terços de oitava. (Adaptado da ISO 2631)

Frequência Hz	Aceleração, $m/s^2$								
	Tempos de Exposição								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2,5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
1,0	0,280	0,383	0,63	1,06	1,40	2,36	3,55	4,25	5,60
1,25	0,250	0,338	0,56	0,95	1,26	2,12	3,15	3,75	5,00
1,6	0,224	0,302	0,50	0,85	1,12	1,90	2,80	3,35	4,50
2,0	0,200	0,270	0,45	0,75	1,00	1,70	2,50	3,00	4,00
2,5	0,180	0,239	0,40	0,67	0,90	1,50	2,24	2,65	3,55
3,15	0,160	0,212	0,355	0,60	0,80	1,32	2,00	2,35	3,15
4,0	0,140	0,192	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
5,0	0,140	0,192	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
6,3	0,140	0,192	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
8,0	0,140	0,192	0,315	0,53	0,71	1,18	1,80	2,12	2,80
10,0	0,180	0,239	0,40	0,67	0,90	1,50	2,24	2,65	3,55
12,5	0,224	0,302	0,50	0,85	1,12	1,90	2,80	3,35	4,50
16,0	0,280	0,383	0,63	1,06	1,40	2,36	3,55	4,25	5,60
20,0	0,355	0,477	0,80	1,32	1,80	3,00	4,50	5,30	7,10
25,0	0,450	0,605	1,0	1,70	2,24	3,75	5,60	6,70	9,00
31,5	0,560	0,765	1,25	2,12	2,80	4,75	7,10	8,50	11,2
40,0	0,710	0,955	1,60	2,65	3,55	6,00	9,00	10,6	14,0
50,0	0,900	1,19	2,0	3,35	4,50	7,50	11,2	13,2	18,0
63,0	1,120	1,53	2,5	4,25	5,60	9,50	14,0	17,0	23,0

21- Os valores definem o TLV® em termos dos valores rms (traiz media quadrática) de valores rms para vibração distribuída em bandas de terços de oitava. (adaptado da ISO 2631)

Frequência Hz	Aceleração, m/s <sup>2</sup>								
	24 h	16 h	8 h	4 h	Tempos de Exposição 2,5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
1,0	0,100	0,135	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
1,25	0,100	0,135	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
1,6	0,100	0,135	0,224	0,355	0,50	0,85	1,25	1,50	2,0
2,0	0,100	0,135	0,224	0,450	0,63	1,06	1,60	1,90	2,5
2,5	0,125	0,171	0,280	0,450	0,80	1,32	2,00	2,36	3,15
3,15	0,160	0,212	0,355	0,560	0,80	1,70	2,50	3,0	4,0
4,0	0,200	0,270	0,450	0,710	1,0	1,70	2,50	3,0	4,0
5,0	0,250	0,338	0,560	0,900	1,25	2,12	3,15	3,75	5,0
6,3	0,315	0,428	0,710	1,12	1,60	2,65	4,00	4,75	6,3
8,0	0,40	0,54	0,900	1,40	2,0	3,35	5,0	6,0	8,0
10,0	0,50	0,675	1,12	1,80	2,5	4,25	6,3	7,5	10,0
12,5	0,63	0,855	1,40	2,24	3,15	5,30	8,0	9,5	12,5
16,0	0,80	1,06	1,80	2,80	4,0	6,70	10,0	11,8	16,0
20,0	1,00	1,35	2,24	3,55	5,0	8,5	12,5	15,0	20,0
25,0	1,25	1,71	2,80	4,50	6,3	10,6	15,0	19,0	25,0
31,5	1,60	2,12	3,55	5,60	8,0	13,2	20,0	23,6	31,5
40,0	2,00	2,70	4,50	7,10	10,0	17,0	25,0	30,0	40,0
50,0	2,50	3,38	5,60	9,00	12,5	21,2	31,5	37,5	50,0
63,0	3,15	4,28	7,10	11,2	16,0	26,5	40,0	45,7	63,0
80,0	4,00	5,4	9,00	14,0	20,0	33,5	50,0	60,0	80,0

d) Se a aceleração rms de qualquer dos picos do espectro for igual ou superior aos valores apresentados na Figura 1 ou na Figura 2 para o período pertinente, o TLV® estará excedido para aquele tempo de exposição. O eixo que contém o pico espectral mais alto que intersecciona a curva de menor tempo de exposição é o eixo dominante e que determina a máxima exposição diária permitida.

7. O total da aceleração rms ponderada para cada eixo pode ser calculado usando a equação 1, com os fatores adequados de ponderação, apresentados na Tabela 3. Para o eixo X (para os eixos Y e Z se aplicam equações e definições análogas), a equação é:

$$A_{wx} = \sqrt{\sum (W_{fx} A_{fx})^2} \quad (1)$$

onde:  $A_{wx}$  = total da aceleração rms ponderada para o eixo X;

$W_{fx}$  = fator de ponderação para o eixo X em cada banda de frequência de 1/3 de oitava, de 1 a 80 Hz;

$A_{fx}$  = valor da aceleração rms para o espectro do eixo X em cada banda de frequência de 1/3 de oitava, de 1 a 80 Hz.

8. Se a aceleração nos eixos de vibração tem magnitudes similares, conforme determinado pela equação 1, o movimento combinado dos três eixos pode ser maior que qualquer um dos componentes e, possivelmente, afetaria o desempenho do operador do veículo<sup>(1,2)</sup>. Os resultados de cada um dos componentes, determinados pela equação 1,

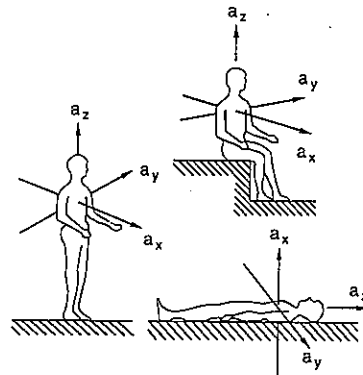


FIGURA 3. Sistema de coordenadas biodinâmicas para medição da aceleração (adaptado da ISO 2631).

$a_x, a_y, a_z$  = aceleração na direção dos eixos x, y e z; eixo x = tórax às costas; eixo y = ombro a ombro; eixo z = cabeça aos pés

dem ser usados na equação 2 para calcular a resultante  $A_{wt}$ , que é a ponderação bal de todas as acelerações rms,  $A_{wt}$ :

$$A_{wt} = \sqrt{(1,4A_{wx})^2 + (1,4A_{wy})^2 + (A_{wz})^2} \quad (2)$$

fator de 1,4, multiplicando os valores dos totais de aceleração rms ponderada dos os X e Y, é a razão entre o valor longitudinal e os transversais das curvas de igual zposta, nas faixas de maior sensibilidade de resposta humana.

Comissão Européia (CE) recomenda agora 0,5 m/s<sup>2</sup> como um nível de ação para a jornada de 8 horas por dia, para o total da aceleração rms ponderada. Este lor pode ser comparado com os resultados da equação 2.

Durante a jornada de trabalho, podem ocorrer múltiplas vibrações de choque, de curta duração e grande amplitude, com fatores de crista maiores que 6. Nesses casos, o TLV<sup>8</sup> pode não oferecer proteção (Nota 4). Outros métodos de cálculo, que incluem o "conceito da 4<sup>a</sup>. Potência", podem ser recomendados nestas circunstâncias.

ABELA 3 - Fatores Relativos de Ponderação para faixa de frequência de máxima nsibilidade de aceleração<sup>a</sup> para as curvas de resposta das Figuras 1 e 2 (Adaptado a ISO 2631)

Frequência Hz	Fatores de Ponderação para	
	Vibrações Longitudinais Z (Figura 1)	Vibrações Transversais X, Y (Figura 2)
1,0	0,50	1,00
1,25	0,56	1,00
1,6	0,63	1,00
2,0	0,71	1,00
2,5	0,80	0,80
3,15	0,90	0,63
4,0	1,00	0,50
5,0	1,00	0,40
6,3	1,00	0,315
8,0	1,00	0,25
10,0	0,80	0,20
12,5	0,63	0,16
16,0	0,50	0,125
20,0	0,40	0,10
25,0	0,315	0,08
31,5	0,25	0,063
40,0	0,20	0,05
50,0	0,16	0,04
63,0	0,125	0,0315
80,0	0,10	0,025

<sup>a</sup> 4 a 8 Hz no caso de  $\pm a$ , ressonância de vibração

<sup>b</sup> 1 a 2 Hz no caso de  $\pm a$ , ou  $a$ , ressonância de vibração

10. Os controles da vibração de corpo inteiro (VCI) podem incluir o uso de assentos com suspensão a ar, cabinas com suspensão, manutenção dos sistemas de suspensão dos veículos, calibração adequada do

pneu e controle remoto dos equipamentos vibratórios. Também úteis para o controle da vibração a utilização de bancos com desca para os braços, apoio lombar e ajuste do assento e do apoio para costas.

11. As práticas adequadas de trabalho apresentadas a seguir também dem ser úteis para os trabalhadores que operam veículos<sup>(7,8)</sup>:

- Evitar levantar peso ou curvar-se, imediatamente após a exposição
- Usar movimentos simples, com o mínimo de rotação ou torção, sair do veículo.

## Referências

- International Standards Organization: ISO 2631/1: Evaluation of Hur Exposure to Whole-Body Vibration. ISO, Geneva (1985).
- American National Standards Institute: ANSI S3.18: Guide for the E luation of Human Exposure to Whole-Body Vibration. ANSI, New Y (1979).
- American National Standards Institute: ANSI S3.29: Guide for the E luation of Human Exposure to Whole-Body Vibration in Buildings. AN New York (1983).
- Wasserman, D.: Human Aspects of Occupational Vibration. Else Publishers. Amsterdam (1987).
- Society of Automotive Engineers. SAE J1013: Measurement of Wh Body Vibration of the Seated Operator of Off Highway Work Machin SAE, Warrendale, PA (August 1992).
- Griffin, M.: Handbook of Human Vibration. Academic Press, Lonc (1990).
- Wilder, D.: The Biomechanics of Vibration and Low Back Pain. Am Ind. Med. 23:577-588 (1993).
- Wilder, D.; Pope, M.; Frymoyer, J.: The Biomechanics of Lumbar D Herniation and the Effect of Overload and Instability. J. Spinal Disord 1:16-32 (1988).

## ESTRESSE TÉRMICO

### ESTRESSE POR FRIO (HIPOTERMIA)

Os limites para exposição (TLVs®) ao frio são propostos para proteger trabalhadores dos efeitos mais graves da sobrecarga por frio (hipotermia) bem como de outros danos à saúde ocasionados por ele e para definir condições de trabalho com exposições a frio às quais, acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa estar repetidamente exposta sem sofrer efeitos adversos à saúde. O objetivo do TLV® é impedir que a temperatura do corpo caia abaixo dos 36°C (96,8°F) e prevenir lesões pelas extremidades do corpo (a temperatura interna é a temperatura do núcleo do corpo determinada por métodos convencionais de medição da temperatura retal). Para uma exposição única e ocasional a um ambiente frio é permitido que a temperatura interna do corpo chegue, no máximo, a 35°C (95°F). Além de fornecer condições para a proteção total do corpo, é também objetivo dos limites de exposição proteger contra lesões por todas as partes do corpo, em especial, as mãos, os pés e a cabeça.

#### Introdução

Exposições fatais ao frio entre os trabalhadores, têm sido, na maioria das vezes, resultado de uma exposição acidental, envolvendo dificuldades de acesso a uma pessoa evadir-se do local com baixas temperaturas do ar ambiente, imersão em água com baixa temperatura. O único aspecto mais importante das baixas temperaturas, que constitui uma ameaça à vida, é a queda da temperatura interna do corpo. Os sintomas clínicos apresentados pelas vítimas de hipotermia são mostrados na Tabela 1. Os trabalhadores devem sempre estar protegidos da exposição ao frio de forma a evitar que a temperatura interna do corpo caia abaixo de 36°C (96,8°F); temperaturas do corpo inferiores a esta poderão resultar em redução da atividade mental, redução da capacidade de tomar decisões racionais, ou perda da consciência com risco de vida.

Dores nas extremidades do corpo podem ser o primeiro sintoma ou aviso de perigo para a tensão pelo frio. Durante a exposição ao frio, os tremores atingem intensidade máxima quando a temperatura do corpo cai abaixo dos 35°C (95°F). Os tremores devem ser considerados como um aviso de perigo para os trabalhadores, e a exposição ao frio deve ser interrompida imediatamente, sempre que os trabalhadores apresentarem o sintoma de tremor forte. O trabalho físico e mental é limitado quando ocorre o forte tremor.

Uma vez que a exposição prolongada ao ar frio, ou a imersão prolongada em água fria, a temperaturas bem acima do ponto de congelamento pode levar à hipotermia perigosa, deve-se garantir a proteção do corpo inteiro.

1. Sempre que os trabalhadores executarem atividades expostos a temperaturas inferiores a 4°C (40°F), deve ser fornecida a eles roupa isolante seca, para manter a temperatura interna do núcleo do corpo acima de 36°C (96,8°F). [A taxa de resfriamento do vento e de refrigeração do ar são fatores críticos. A taxa de resfriamento do vento é definida como a perda de calor do corpo, expressa em watts por metro quadrado, e é uma função da temperatura do ar e da velocidade do vento sobre o corpo exposto.]. Quanto maior for a velocidade do ar e quanto maior for a temperatura da área de trabalho, maior deverá ser o valor de isolamento da roupa protetora necessária. A Tabela 2 apresenta um quadro de temperaturas equivalentes de resfriamento, em função da temperatura de bulbo seco do ar e da velocidade do ar. A temperatura equivalente deve ser utilizada para estimar o efeito combinado do vento e das temperaturas baixas do ar sobre a pele exposta, ou para determinar os requisitos de isolamento da roupa para manter a temperatura do núcleo do corpo.

TABELA 1 - Sintomas Clínicos Progressivos de Hipotermia\*

Temperatura Interna		Sinais Clínicos
°C	°F	
37,6	99,6	Temperatura retal "normal"
37	98,6	Temperatura oral "normal"
36	96,8	Taxa metabólica aumenta para compensar as perdas de calor
35	95,0	Tremor máximo
34	93,2	Vítima consciente e com resposta, com pressão arterial normal
33	91,4	Hipotermia severa abaixo desta temperatura
32	89,6	Consciência diminuída; dificuldade de tomar a pressão sanguínea; dilatação da pupila, mas ainda reagindo à luz; cessa o calafrio
31	87,8	
30	86,0	Perda progressiva da consciência; aumento da rigidez muscular; pulso e pressão arterial difíceis de determinar; redução da frequência respiratória
29	84,2	
28	82,4	Possível fibrilação ventricular, com irritabilidade miocárdica
27	80,6	Parada do movimento voluntário; as pupilas não reagem à luz; ausência de reflexos profundos e superficiais
26	78,8	Vítima raramente consciente
25	77,0	Fibrilação ventricular pode ocorrer espontaneamente

continua



continuação

**ABELA 1 - Sintomas Clínicos Progressivos de Hipotermia\***

temperatura Interna		Sinais Clínicos
°C	°F	
24	75,2	Edema pulmonar
22	71,6 } 69,8 }	Risco máximo de fibrilação ventricular
21		
20	68,0	Parada cardíaca
18	64,4	Vítima de hipotermia acidental mais baixa de recuperar
17	62,6	Eleetroencefalograma isoeletrico
9	48,2	Vítima de hipotermia por resfriamento artificial mais baixa de recuperar

Situações relacionadas de forma aproximada com a temperatura interna do núcleo do corpo. Reprodução da revista de janeiro de 1982, "American Family Physician", publicada pela American Academy of Family Physicians.

A menos que ocorram situações excepcionais, não é provável o aparecimento de lesões por frio em outras partes do corpo, que não as mãos, pés e cabeça, sem o aparecimento de sintomas iniciais de hipotermia. Trabalhadores idosos ou com problemas circulatórios exigem precauções adicionais de proteção contra o frio. O uso de roupa com isolamento extra e/ou uma redução do período de exposição estão entre as precauções especiais que devem ser consideradas. As medidas preventivas a serem adotadas dependerão da condição física do trabalhador e deveriam ser determinadas com orientação de um médico com conhecimento dos fatores estressantes do frio e do estado clínico do trabalhador.

TABELA 2 - Poder de Resfriamento do Vento sobre o Corpo Exposto, Expresso como Temperatura Equivalente (em condições de calma)\*

Velocidade estimada do vento (mph)	Leitura da Temperatura Real (°F)											
	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
em calma	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
5	48	37	27	16	6	-5	-15	-26	-36	-47	-57	-68
10	40	28	16	4	-9	-24	-33	-46	-58	-70	-83	-95
15	36	22	9	-5	-18	-32	-45	-58	-72	-85	-99	-112
20	32	18	4	-10	-25	-39	-53	-67	-82	-96	-110	-121
25	30	16	0	-15	-29	-44	-59	-74	-88	-104	-118	-133
30	28	13	-2	-18	-33	-48	-63	-79	-94	-109	-125	-140
35	27	11	-4	-20	-35	-51	-67	-82	-98	-113	-129	-145
40	26	10	-6	-21	-37	-53	-69	-85	-100	-116	-132	-148
(Velocidades do vento maiores que 64 km/h têm pequeno efeito adicional)	<b>POUCO PERIGOSO</b> Em < horas com a pele seca. Perigo máximo de falsa sensação de segurança	<b>PERIGO CRESCENTE</b> Perigo de que o corpo exposto se congele em um minuto.	<b>MUITO PERIGOSO</b> congelar em 30 segundos.									

\* Desenvolvido pelo U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine, Natick, MA.

□ Temperatura equivalente de resfriamento que requer roupa seca para manter a temperatura do corpo acima de 36°C (96,8°F), para TLV® de exposição ao frio

## Prevenção e Controle

Não deve ser permitida a exposição contínua da pele exposta, quando a temperatura e a velocidade do ar resultam em uma temperatura equivalente de  $-32^{\circ}\text{C}$  ( $-25,6^{\circ}\text{F}$ ). O congelamento dos tecidos superficiais ou danos só ocorrerá à temperatura abaixo de  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $30,2^{\circ}\text{F}$ ), independentemente da velocidade do vento.

A temperaturas de  $2^{\circ}\text{C}$  ( $35,6^{\circ}\text{F}$ ) ou menos, é imprescindível que se enjete, aos trabalhadores que entram na água ou fiquem com as roupas molhadas, trocá-las de imediato e receber o tratamento para hipotermia. Na Tabela 3, são apresentados os limites de exposição recomendados ( $v_s^{\text{re}}$ ) para trabalhadores adequadamente vestidos para os períodos de trabalho a temperaturas abaixo do ponto de congelamento.

É necessária proteção especial para as mãos a fim de preservar a destreza manual e, assim, prevenir acidentes:

Para trabalhos de precisão com as mãos descobertas por mais de 10 a 20 minutos em um ambiente com temperatura abaixo de  $16^{\circ}\text{C}$  ( $60,8^{\circ}\text{F}$ ), devem ser adotadas medidas especiais para manter as mãos do trabalhador aquecidas. Para tanto, poderão ser usados jatos de ar quente, aquecedores radiantes (elétricos ou por combustão), ou placas de contato aquecidas. A temperaturas inferiores a  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $30,2^{\circ}\text{F}$ ), as partes metálicas da ferramenta e as barras de controle devem ser cobertas com material isolante térmico.

Os trabalhadores devem usar luvas, sempre que a temperatura do ar cair abaixo de  $16^{\circ}\text{C}$  ( $60,8^{\circ}\text{F}$ ), para trabalho sedentário;  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39,2^{\circ}\text{F}$ ), para trabalho leve;  $-7^{\circ}\text{C}$  ( $19,4^{\circ}\text{F}$ ), para trabalho moderado, se não for necessária a destreza manual.

Para evitar um congelamento de contato, os trabalhadores devem usar luvas anticontato.

Quando estão ao alcance das mãos superfícies frias a temperaturas inferiores a  $-7^{\circ}\text{C}$  ( $19,4^{\circ}\text{F}$ ), o trabalhador deve ser alertado para evitar qualquer contato acidental da pele exposta com estas superfícies.

Se a temperatura do ar for  $-17,5^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ), ou menos, as mãos devem estar protegidas por luvas mitene. O controle das máquinas e ferramentas para uso nestas condições deve ter sido projetado para permitir sua manipulação sem necessidade de remover as luvas mitene.

Quando o trabalho é realizado em ambientes com temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39,2^{\circ}\text{F}$ ) ou inferior, deve ser fornecida proteção adicional para o corpo inteiro. Os trabalhadores devem usar roupa protetora adequada para o nível de frio e a atividade física exercida:

Se a velocidade do ar no local de trabalho é aumentada por vento, correntes de ar, ou equipamentos de ventilação artificial, o efeito de

resfriamento do vento deve ser reduzido pela colocação de anteparos na área de trabalho, ou pela utilização de roupa corta-vento, facilmente removível.

- Quando se realiza apenas trabalho leve e a roupa pode ficar molhada no local de trabalho, a parte externa da roupa em uso deve ser do tipo impermeável à água. Em situação semelhante, porém em trabalhos mais pesados, a parte externa da roupa deveria ser repelente à água, devendo ser trocada sempre que molhada. A parte externa da vestimenta deve permitir fácil ventilação, de modo a prevenir o umedecimento das camadas internas pela sudorese. Quando o trabalho é realizado alternadamente em ambientes frios e ambientes com temperaturas normais ou em ambientes quentes, antes de entrar na área fria, o trabalhador deve se certificar de que sua roupa não está molhada em decorrência do suor. Se a vestimenta estiver úmida ou molhada, o trabalhador deverá trocá-la por roupa seca, antes de entrar na área fria. Os trabalhadores devem trocar, a intervalos regulares durante o dia, as meias e quaisquer outras palmilhas removíveis, ou usar botas impermeáveis que evitem a absorção da umidade. A frequência ideal de troca deve ser determinada empiricamente, podendo variar de acordo com as características individuais, com o tipo de sapato usado e com a quantidade de suor dos pés, que varia de indivíduo para indivíduo.
- Na impossibilidade de proteger suficientemente as áreas expostas do corpo, de modo a prevenir a sensação de frio excessivo ou enregelamento, devem ser fornecidos artigos de proteção que contribuam para o aquecimento.
- Se as roupas disponíveis não fornecem proteção adequada para prevenir a hipotermia ou o enregelamento, o trabalho deve ser modificado ou suspenso até que roupas adequadas estejam disponíveis ou até que haja melhoria nas condições climáticas.
- Os trabalhadores que manuseiam líquidos voláteis (gasolina, álcool ou fluidos de limpeza) a temperaturas do ar inferiores a  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39,2^{\circ}\text{F}$ ) devem tomar cuidados especiais para evitar molhar as roupas ou luvas com esses líquidos, devido ao risco adicional de danos decorrentes do frio em função do resfriamento por evaporação. Deve ser tomado um cuidado especial para os efeitos particularmente agudos dos respingos de "líquidos criogênicos" ou daqueles líquidos que tenham ponto de ebulição pouco acima da temperatura ambiente.

## Regime de Trabalho-Aquecimento

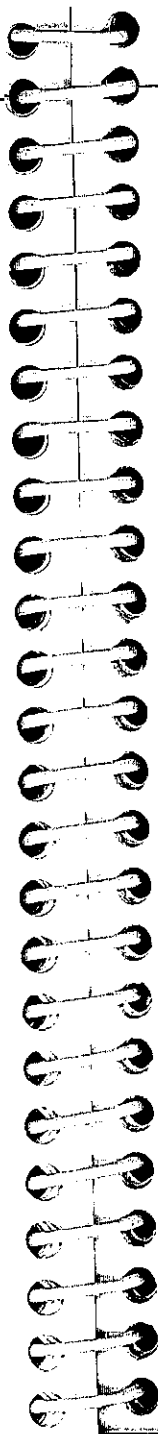
Se o trabalho é executado continuamente em local frio com Temperatura Equivalente de Resfriamento (TER) de  $-7^{\circ}\text{C}$  ( $19,4^{\circ}\text{F}$ ) ou abaixo, devem estar disponíveis abrigos aquecidos para aquecimento (barracas, cabinas,



**Notas da Tabela 3:**

1. O regime de trabalho-aquecimento se aplica a qualquer período de 4 horas de trabalho, com uma atividade de moderada a pesada, com períodos de aquecimento de 10 minutos em local quente e com uma pausa longa em local quente (por exemplo, almoço) no final do período de 4 horas. Para trabalho leve a moderado (movimentação física limitada): aplicar o regime de um nível inferior. Por exemplo, a  $-35^{\circ}\text{C}$  ( $-30^{\circ}\text{F}$ ), com vento não-significativo (nível 4), um trabalhador que realiza um trabalho com pouca movimentação física deveria ter um período máximo de trabalho de 40 minutos com 4 pausas em um período de 4 horas (nível 5).
2. Quando não se dispõe de informação precisa sobre a velocidade do vento, sugere-se o que segue para estimar esta velocidade: 8 km/h: movimento de uma bandeira leve; 16 km/h: bandeira leve, totalmente estendida; 24 km/h: levanta uma folha de jornal; 32 km/h: soprando e arrastando neve.
3. Se apenas a taxa de resfriamento do vento estiver disponível, poderá ser aplicada uma regra empírica aproximada, em vez dos fatores de temperatura e velocidade do vento, conforme segue: 1) pausas especiais de aquecimento devem ser iniciadas sempre que a taxa de resfriamento do vento estiver em torno de  $1750 \text{ W/m}^2$ ; 2) Todos os trabalhos não-emergenciais devem ser interrompidos antes de a taxa de resfriamento alcançar  $2.250 \text{ W/m}^2$ , ou quando alcançar este valor. Em geral, os regimes de aquecimento fornecidos subcompensam ligeiramente o vento a temperaturas mais altas, pressupondo aclimatização e roupas apropriadas para trabalho em inverno. Por outro lado, a tabela sobrecompensa ligeiramente para as temperaturas reais nas faixas mais frias, porque o vento raramente prevalece a temperaturas extremamente baixas.
4. Os TLVs® se aplicam somente para trabalhadores usando roupas secas.

\*Adaptado da Occupational Health & Safety Division, Saskatchewan Department of Labour.



3. Para empregados novos não deve ser exigido o trabalho em tempo integral no frio durante os primeiros dias de trabalho, até que eles estejam acostumados com as condições de trabalho e as vestimentas de proteção necessárias.
4. O peso e o volume das vestimentas devem ser incluídos na estimativa do desempenho requerido para o trabalho e na carga a ser carregada pelo trabalhador.
5. O trabalho deve ser planejado de forma a reduzir a permanência, sentado ou em pé, por longos períodos. Não devem ser utilizados assentos de cadeiras metálicas desprotegidos. O trabalhador deve estar protegido das correntes de ar tanto quanto possível.
6. Os trabalhadores devem ser treinados nos procedimentos de segurança e saúde. Os programas de treinamento deveriam incluir, no mínimo, instruções em:
  - a) Procedimentos adequados de reaquecimento e tratamento de primeiros socorros.
  - b) Uso adequado das vestimentas.
  - c) Hábitos adequados de alimentação e ingestão de líquidos.
  - d) Reconhecimento de enregelamento iminente.
  - e) Reconhecimento de sinais e sintomas de hipotermia iminente ou resfriamento excessivo do corpo mesmo quando não ocorrem tremores.
  - f) Práticas de trabalho seguro.

### Recomendações Especiais para o Local de Trabalho

Os requisitos especiais de projeto para salas refrigeradas incluem o seguinte:

1. Em salas refrigeradas, a velocidade do ar deveria ser minimizada tanto quanto possível, e não deveria exceder 1 metro/segundo (200 fpm) no local de trabalho. Isto pode ser conseguido por projeto adequado de sistemas de distribuição de ar.
2. Roupas especiais de proteção contra o vento devem ser fornecidas em função da velocidade do ar a que os trabalhadores estão expostos.

Cuidados especiais devem ser adotados quando se trabalha com substâncias tóxicas e quando os trabalhadores estão expostos à vibração. A exposição ao frio pode exigir uma redução dos limites de exposição (TLVs®).

Deve ser fornecida proteção aos olhos para os trabalhadores que exercam atividades em áreas externas cobertas de neve e/ou gelo. Quando houver uma grande extensão de área coberta de neve, causando um risco potencial de exposição ocular, deverão ser fornecidos óculos de segurança.

a proteção contra radiação ultravioleta e brilho ofuscante (que podem causar conjuntivite temporária e/ou perda temporária da visão), bem como o uso de óculos com lentes à prova de vento e de cristais de gelo.

É necessário o monitoramento do local de trabalho, como segue:

Todo local de trabalho com temperatura ambiente inferior a  $16^{\circ}\text{C}$  ( $60,8^{\circ}\text{F}$ ) deverá dispor de termômetro adequado, de forma a permitir o total cumprimento do estabelecido nos TLVs®.

Sempre que a temperatura do ar no local de trabalho cair abaixo de  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $30,2^{\circ}\text{F}$ ), a temperatura de bulbo seco deverá ser medida e registrada, no mínimo a cada 4 horas.

Em locais de trabalhos internos, a velocidade do vento também deve ser registrada, no mínimo a cada 4 horas, sempre que a velocidade do ar exceder 2 metros por segundo (5mph).

Em situações de trabalho externo, a velocidade do vento deve ser medida e registrada em conjunto com a temperatura do ar, quando esta for inferior a  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $30,2^{\circ}\text{F}$ ).

Em todas as situações em que seja necessária a medição da movimentação do ar, deveria ser obtida, pela Tabela 2, a Temperatura Equivalente de Resfriamento, e registrada com os outros dados, sempre que a temperatura de resfriamento for inferior a  $-7^{\circ}\text{C}$  ( $19,4^{\circ}\text{F}$ ).

Os empregados que estejam doentes ou estejam tomando medicação que possa interferir na regulação da temperatura interna do corpo ou reduzir a tolerância ao trabalho em ambientes frios, devem ser excluídos do trabalho exposto ao frio a temperaturas de  $-1^{\circ}\text{C}$  ou inferiores. Os trabalhadores que são rotineiramente expostos a temperaturas abaixo de  $-24^{\circ}\text{C}$  ( $-12^{\circ}\text{F}$ ), com velocidades do vento menores que 8 km/h (5 mph), ou a temperaturas abaixo de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ), com velocidades do vento maiores que 8 km/h, deveriam ter certificação médica que os declarasse aptos para tais exposições.

Traumas ocorridos em condições de congelamento ou abaixo de zero requerem atenção especial, porque o trabalhador afetado está predisposto a sofrer danos por exposição ao frio. Além do tratamento de primeiros socorros, deveriam ser adotadas medidas especiais para prevenir a hipotermia e o congelamento dos tecidos lesados.

## **SOBRECARGA TÉRMICA E SOBRECARGA FISIOLÓGICA POR CALOR**

O objetivo deste TLV® é manter a temperatura do núcleo do corpo dentro de  $+1^{\circ}\text{C}$  da temperatura normal ( $37^{\circ}\text{C}$ ). Esta faixa da temperatura núcleo do corpo pode ser excedida em certas circunstâncias, por condições selecionadas, com monitoramento ambiental e fisiológico e outros controles.

Mais que para qualquer outro agente físico, os riscos potenciais à saúde de para trabalhos em ambientes quentes são extremamente dependentes dos fatores fisiológicos que levam a uma variação de susceptibilidade à função do nível de aclimatação. Dessa forma, o julgamento do profissional é especialmente importante na avaliação do nível de sobrecarga térmica e de sobrecarga fisiológica por calor quando se trata de fornecer orientação adequada para a proteção da maioria dos trabalhadores saudáveis, levando-se em consideração os fatores individuais e o tipo de trabalho. As avaliações da sobrecarga térmica e da sobrecarga fisiológica por calor podem ser usadas para o dimensionamento do risco à saúde e segurança do trabalhador. Um processo de tomada de decisão é sugerido na Figura 1. As orientações apresentadas nas Figuras 1 e 2, associadas com a "Documentação" dos TLVs®, representam as condições às quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores saudáveis, aclimatizados para o calor, adequadamente hidratados, que não estejam fazendo uso de medicamentos, possa estar repetidamente exposta, sem sofrer efeitos adversos à saúde. O Limite de Ação oferece proteção similar para trabalhadores não aclimatizados e representa as condições que devem ser levadas em consideração no programa de gerenciamento da sobrecarga térmica. A orientação apresentada não deve ser considerada como uma linha divisória tênue entre níveis seguros e níveis perigosos.

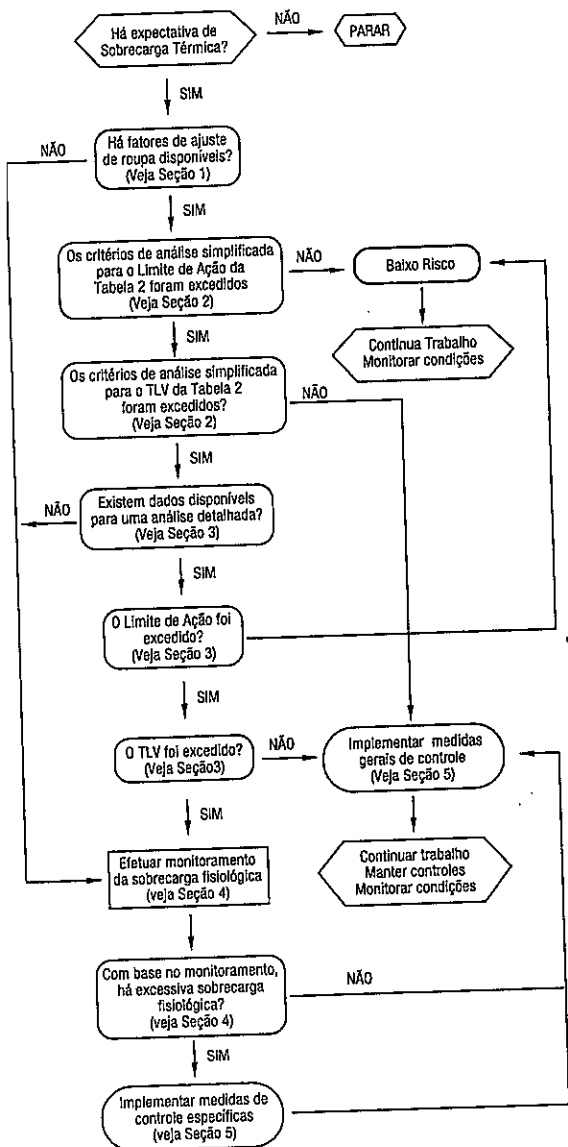


FIGURA 1: Esquema de Avaliação para Sobrecarga Térmica e Fisiológica

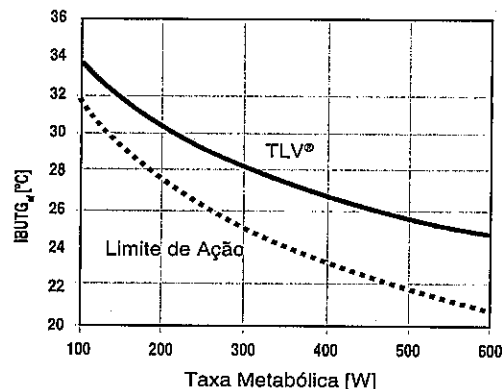


FIGURA 2. TLV\* (linha contínua) e Limite de Ação (linha tracejada) para sobrecarga térmica.  $IBUTG_{ei}$  é o IBUTG medido mais o fator de ajuste de vestimental

**Sobrecarga Térmica** é a carga de calor a que o trabalhador pode estar exposto, resultante da combinação das contribuições do calor metabólico, dos fatores ambientais (isto é, temperatura do ar, umidade, velocidade do ar e calor radiante) e das vestimentas exigidas para o trabalho. Uma sobrecarga térmica leve ou moderada pode causar desconforto e afetar negativamente o desempenho e a segurança do trabalhador, mas não é prejudicial à saúde. Conforme a sobrecarga térmica se aproxima dos limites de tolerância humanos, aumenta o risco de danos à saúde relacionados ao calor.

**Sobrecarga Fisiológica por Calor** é a resposta fisiológica global resultante da sobrecarga térmica. As respostas fisiológicas destinam-se a dissipar o excesso de calor do corpo.

**Acclimação** é uma adaptação fisiológica gradual, que aumenta a capacidade individual de suportar a sobrecarga térmica. A acclimação requer a realização de atividades físicas em condições de sobrecarga térmica similares àquelas previstas para o trabalho. Um trabalhador pode ser considerado acclimatizado para os propósitos do TLV\* quando tiver um histórico recente de exposição à sobrecarga térmica de, no mínimo, 2 horas seguidas (por exemplo, 5 dos últimos 7 dias a 10 dos últimos 14 dias). A perda de acclimação começa quando a atividade em condições de sobrecarga térmica é descontinuada, ocorrendo uma perda considerável após 4 dias. A acclimação pode ser totalmente perdida em três ou quatro semanas. Como ela está relacionada ao nível de sobrecarga térmica da exposição, uma pessoa poderá não estar totalmente acclimatizada para um nível superior repentino, tal como uma onda de calor.

O processo de tomada de decisão, ilustrado na Figura 1, deve ser iniciado se (1) uma avaliação qualitativa da exposição indica a possibilidade de sobrecarga térmica, (2) há relatos de desconforto devido à sobrecarga térmica, ou (3) o julgamento do profissional indica condições de sobrecarga térmica.

**Seção 1: Vestimentas.** Em condições ideais, a livre movimentação de ar fresco e seco sobre a superfície da pele maximiza a remoção de calor por evaporação e convecção. O mecanismo predominante de remoção de calor é a evaporação do suor. Roupas impermeáveis ao vapor de água ou ao ar, vestimentas termoisolantes, bem como trajes encapsulados ou roupas sobrepostas, restringem grandemente a remoção de calor. Quando as vestimentas utilizadas impedem a remoção do calor, o calor metabólico pode gerar uma sobrecarga fisiológica excessiva, mesmo que as condições ambientais sejam consideradas amenas.

A Figura 1 requer uma decisão sobre a roupa e como ela pode interferir na perda de calor. A avaliação da exposição ao calor baseada no índice de bulbo úmido - temperatura de globo (IBUTG) foi desenvolvida para uniformes tradicionais de calça e camisa de mangas compridas. Se a roupa utilizada se enquadra bem em um dos tipos de vestimentas descritos na Tabela 1, ou em outros dados disponíveis, a alternativa SIM, deve ser escolhida.

Se os trabalhadores são obrigados a usar roupa que não se enquadra em nenhum dos tipos descritos na Tabela 1, a alternativa NÃO deve ser adotada. Essa decisão se aplica principalmente a vestimentas que sejam: 1) trajes totalmente encapsulados, ou 2) trajes sobrepostos (várias camadas), para os quais não haja dados de ajuste disponíveis. Para esses tipos de vestimentas, a Tabela 2 não oferece um método adequado de análise simplificada para determinar um limite para medidas de gerenciamento da sobrecarga térmica, e devem-se pressupor alguns riscos. A menos que esteja disponível um método de análise detalhado e adequado para as roupas em uso, devem ser adotados na avaliação da exposição o monitoramento fisiológico e os sinais e sintomas descritos na Seção 4 e na Tabela 4.

**Seção 2: Análise simplificada com Base no Índice de Bulbo Úmido - Termômetro de Globo (IBUTG).** O IBUTG é um índice primário útil para a determinação da contribuição ambiental à sobrecarga térmica. O IBUTG sofre influência da temperatura do ar, do calor radiante, da velocidade do ar e da umidade. Por ser uma aproximação, não leva em consideração integralmente todas as interações de uma pessoa com o ambiente, e não pode ser considerado em condições especiais, tais como aquecimentos devido a fontes de microondas/radiofrequência.

**TABELA 1. Fatores de Ajuste de Roupa para Alguns Tipos Vestimentas\***

Tipo de Roupa	Adição IBUTG [
Uniforme de trabalho (calça e camisa de manga comprida)	0
Macacão de tecido	0
Macacão forrado (tecido duplo)	3
Macacão de polipropileno SMS	0,5
Macacão de poliolefina	1
Macacão de uso limitado impermeável ao vapor	11

\*Estes valores não devem ser utilizados para trajes completamente encapados, geralmente denominados de Nível A. Os fatores de Ajuste de Roupa não podem ser adicionados para múltiplas camadas. O uso de macacões pressupõe que o trabalhador usa apenas roupa íntima ou de baixo, e não segunda camada de roupas.

Os valores de IBUTG são calculados utilizando-se uma das seguintes equações:

Com exposição direta à radiação solar:

$$\text{IBUTG}_{\text{externo}} = 0,7 T_{bn} + 0,2 T_g + 0,1 T_{bs}$$

Sem exposição direta ao sol:

$$\text{IBUTG}_{\text{interno}} = 0,7 T_{bn} + 0,3 T_g$$

sendo:

IBUTG = Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo

$T_{bn}$  = Temperatura de bulbo úmido natural

$T_{bs}$  = Temperatura de bulbo seco (temperatura do ar)

$T_g$  = Temperatura de globo

Como o IBUTG é um índice que leva em conta apenas as condições ambientais, o critério de análise simplificada é ajustado para levar consideração, também, as contribuições decorrentes das exigências de trabalho e das vestimentas utilizadas. A Tabela 2 apresenta um critério adequado de IBUTG para fins de uma análise simplificada. Para os tipos de vestimentas listados na Tabela 1, pode-se utilizar a Tabela 2, desde que sejam adicionados ao IBUTG do ambiente os fatores de ajuste de roupa indicados na referida Tabela 1.

Na determinação do grau de sobrecarga térmica da exposição, devem ser levados em consideração o tipo e as exigências do trabalho. Se o trabalho (e o descanso) são realizados em mais de um local, deve ser utilizado o IBUTG média ponderada (TWA) para fins de comparação com os limites estabelecidos na

Tempo de trabalho em um ciclo de trabalho/descanso	TLV® (Valores de IBUTG em °C)			Muito Pesado		
	Leve	Moderada	Pesada	Pesada	Moderada	Pesada
75% a 100%	31,0	28,0	-	28,0	25,0	-
50% a 75%	31,0	29,0	27,5	28,5	26,0	24,0
25% a 50%	32,0	30,0	29,0	29,5	27,0	25,5
0% a 25%	32,5	31,5	30,5	30,0	29,0	28,0
						27,0

#### Notas da tabela 2:

- Veja Tabela 3 e a Documentação dos TLVs® para as categorias de trabalho.
- Os valores de IBUTG são expressos em °C, e representam limites próximos ao limite superior para a categoria de taxa metabólica.
- Se os ambientes de trabalho e descanso são diferentes, devem ser calculadas e usadas as médias ponderadas no tempo para o período de uma hora. Também devem ser utilizadas as médias ponderadas no tempo para as taxas metabólicas, quando as cargas de trabalho variam no período de uma hora.
- Os valores da Tabela são aplicados com base na seção "Regime de Trabalho-Descanso" da "Documentação" do TLV®, pressupondo-se 8 horas de trabalho por dia, 5 dias por semana, com os intervalos convencionais, conforme apresentado na "Documentação". Quando as jornadas de trabalho são ampliadas deve-se consultar a seção "Aplicação dos TLVs®" na "Documentação".
- Para os trabalhadores menos adaptados ao trabalho, a sobrecarga fisiológica resultante do trabalho muito pesado independe dos valores de IBUTG. Por isso, não são apresentados valores de referência de IBUTG para trabalho contínuo ou com apenas 25% de descanso em uma hora. Nesses casos, não se recomenda a análise simplificada, devendo ser utilizada a análise detalhada ou o

monitoramento fisiológico.

Tabela 3. Categorias de Taxas Metabólicas e Taxas Metabólicas Representativas, com Exemplos de Atividades

Categorias	Taxa Metabólica [W]*	Exemplos de Atividades
Descanso	115	Sentado
Leve	180	Sentado com trabalho manual leve com as mãos ou mãos e braços, e dirigindo.
		Em pé, com algum trabalho leve com os braços e movimentação ocasional.
Moderado	300	Trabalho contínuo moderado com mãos e braços, trabalho moderado dos braços e pernas, trabalho moderado de braços e tronco, ou trabalho leve de levantar ou empurrar. Andar a passo normal.
		Trabalho intenso de braços e tronco, trabalho com pá, carregar, serrar manualmente, levantar ou empurrar cargas pesadas, andar a passo rápido.
Muito Pesado	520	Atividade muito intensa em ritmo que vai do mais rápido ao mais rápido possível

\*O efeito do peso do corpo na taxa de metabolismo estimada pode ser calculado multiplicando-se a taxa estimada pelo resultado do peso real do corpo dividido por 70 kg (154 lb).

Para taxas metabólicas maiores (isto é, aumento da carga de trabalho), os valores estabelecidos na Tabela 2 decrescem, de modo a assegurar que a maioria dos trabalhadores não tenha uma temperatura do núcleo do corpo superior a 38°C. Assim, em uma avaliação de sobrecarga térmica, a correta avaliação da categoria de trabalho é tão importante quanto a avaliação ambiental. A Tabela 3 apresenta uma orientação geral para seleção da categoria de trabalho a ser usada na Tabela 2. Frequentemente, existem períodos de descanso naturais ou preestabelecidos em cada período de uma hora de trabalho. A Tabela 2 fornece o critério de análise simplificada para três tipos de alternâncias de trabalho-descanso.

A Tabela 2 apresenta um critério de IBUTG para o TLV® e para o Limite de Ação, baseado na categoria de taxa metabólica do trabalho e na pro-



ção aproximada de trabalho/descanso no período de uma hora. Se o UTG média ponderada (TWA) medido, ajustado para a roupa utilizada, menor que o valor apresentado na Tabela para Limite de Ação, deve ser adotada a alternativa NÃO no fluxograma da Figura 1, havendo um risco pequeno de exposições excessivas à sobrecarga térmica. No entanto, se as condições estão acima do Limite de Ação, mas abaixo do TLV®, medidas gerais de controle devem ser implementadas. Quando há relatos de sintomas de danos à saúde relacionados ao calor, tais como fadiga, náusea, vertigem e tontura, esta análise deve ser reconsiderada.

Se o IBUTG das condições de trabalho está acima do valor do TLV® estabelecido nos critérios da Tabela 2, torna-se necessária uma outra análise seguindo a alternativa SIM do diagrama.

**Seção 3: Análise Detalhada.** A Tabela 2 foi elaborada para ser usada como uma etapa de análise simplificada. É possível que uma condição ambiental esteja acima dos critérios de TLV® ou do Limite de Ação apresentados na Tabela 2 e, ainda assim, não represente uma exposição acima do TLV® ou do Limite de Ação. Para tomar essa decisão, torna-se necessária uma análise detalhada. Os métodos para conseguir a análise estão amplamente descritos na "Documentação" dos TLVs®, nos livros de segurança e higiene industrial e em outras fontes.

Desde que haja informações adequadas dos efeitos da roupa exigida para o trabalho sobre a sobrecarga térmica, o primeiro nível da análise detalhada é análise da tarefa, que inclui a determinação da média ponderada (TWA) do IBUTG Efetivo (IBUTG ambiental mais fator de ajuste da estimentação) e a taxa metabólica. Alguns fatores de ajuste em função do tipo e vestimenta utilizada são sugeridos na Tabela 1. Fatores de ajustes para outros tipos de vestimentas estão disponíveis na literatura, e podem ser utilizados de maneira similar, de acordo com o julgamento do profissional. O TLV® e o Limite de Ação são apresentados na Tabela 2.

O segundo nível da análise detalhada segue um modelo racional de sobrecarga térmica, como o "Prognóstico de Sobrecarga Fisiológica por calor" (Predicted Heat Strain) estabelecido pela International Standards Organization (ISO)(1,2). Embora um método racional (ao contrário dos limites de IBUTG que são empiricamente derivados) seja mais complexo do ponto de vista computacional, permite uma melhor compreensão das fontes de sobrecarga térmica e uma melhor avaliação dos benefícios das propostas de modificações na exposição. A literatura disponível traz orientações relativas ao método ISO e a outros métodos práticos.

O critério de análise simplificada requer a fixação de um mínimo de dados para a tomada de uma decisão. Já a análise detalhada exige mais dados sobre as exposições. Continuando na Figura 1, o passo seguinte questiona a disponibilidade de dados para uma análise detalhada. Se esses dados não estão disponíveis, a alternativa NÃO indica que a avaliação deverá seguir o caminho do monitoramento fisiológico, de forma a avaliar o grau de sobrecarga fisiológica.

Se existem dados disponíveis, o passo seguinte na Figura 1 é a análise detalhada. Se a exposição não excede os critérios de Limite de Ação para trabalhadores não aclimatizados) para uma análise detalhada: adequada (por exemplo, análise do IBUTG, outro método empírico ou o método racional), a alternativa NÃO deve ser seguida. Se o critério de Limite de Ação é excedido mas o critério de TLV® (ou para trabalhadores aclimatizados) não é excedido na análise detalhada, é necessária a implementação de medidas gerais de controle e a continuação do monitoramento das condições. As medidas gerais de controle incluem treinamento de trabalhadores e supervisores, práticas de higiene relativas à sobrecarga térmica, e supervisão médica. Se, na análise detalhada, a exposição ceder os limites para trabalhadores aclimatizados, o caminho SIM indica que o monitoramento fisiológico é a única alternativa para demonstrar que há uma proteção adequada.

**Seção 4: Sobrecarga Fisiológica.** O risco e a severidade da sobrecarga fisiológica por calor variam amplamente de pessoa para pessoa, mesmo em condições idênticas de sobrecarga térmica. As respostas fisiológicas normais à sobrecarga térmica oferecem uma oportunidade de monitorar a sobrecarga fisiológica entre os trabalhadores e de usar essa informação para avaliar o nível de sobrecarga presente na equipe de trabalho, controlar a exposição e avaliar a eficácia das medidas de controle implementadas. A Tabela 4 apresenta um guia de limites aceitáveis de sobrecarga fisiológica por calor.

Seguindo a prática correta de amostragem de higiene ocupacional, leva em consideração todos os extremos possíveis e os trabalhadores menos tolerantes, a ausência de qualquer uma dessas observações limitadas indica um gerenciamento aceitável da exposição à sobrecarga térmica e a sobrecarga fisiológica está em níveis aceitáveis, deve ser adotada a alternativa NÃO na Figura 1.

No entanto, mesmo sendo a sobrecarga fisiológica dos trabalhadores considerada aceitável naquele momento, torna-se necessária a adoção de medidas gerais de controle. Deve ser mantido, de forma complementar, o monitoramento fisiológico periódico, para assegurar níveis aceitáveis de sobrecarga fisiológica por calor.

Entretanto, se durante as avaliações fisiológicas for encontrada sobrecarga fisiológica limitrofe, o caminho SIM deverá ser seguido. Isso significa que deverão ser consideradas e implementadas medidas de controle específicas para o trabalho, de forma a controlar a sobrecarga fisiológica por calor.

As medidas de controle específicas incluem controles de engenharia, controles administrativos e proteção individual.

Após a implementação das medidas de controle específicas para o trabalho, é necessário avaliar a sua eficácia e efetivar ajustes, sempre necessário.

#### BELA 4. Orientação para Limitação da Sobrecarga Fisiológica por Calor

monitoramento da sobrecarga fisiológica por calor e dos sinais e tomas de doenças relacionadas ao calor é uma prática segura de higiene ocupacional, especialmente quando as roupas podem reduzir significativamente a perda de calor. Para fins de vigilância, uma lista de trabalhadores que tenha excedido os limites de sobrecarga fisiológica por calor é indicativa da necessidade do controle das exposições. Tomados individualmente, os limites representam um intervalo para cessar uma exposição e permitir a recuperação.

A sobrecarga fisiológica excessiva pode ser notada por uma ou mais das seguintes medições, e uma exposição individual à sobrecarga térmica deve ser descontinuada quando ocorre qualquer uma das seguintes condições:

- A frequência cardíaca se mantém (por vários minutos) acima de 180 bpm (batimentos por minuto) menos a idade do indivíduo em anos (p.ex., 180 - idade), para pessoas com desempenho cardíaco normal; ou
- A temperatura do núcleo do corpo é mais alta que 38,5°C (101,3°F) para pessoas aclimatadas e selecionadas clinicamente; ou mais alta que 38°C (100,4°F) para trabalhadores não-aclimatados e não-selecionados; ou
- A recuperação da frequência cardíaca, após um minuto do pico do esforço de trabalho é maior que 120 bpm; ou
- Há sintomas de fadiga severa e repentina, náusea, vertigem ou tontura.

Um indivíduo pode ter o risco aumentado para doenças relacionadas ao calor se:

- Sudorese intensa é mantida por horas; ou
- Existe perda de peso durante a jornada acima de 1,5% do peso do corpo; ou
- A excreção de sódio urinário em 24 horas é menor que 50 mmol.

**RESPOSTA DE EMERGÊNCIA:** Se um trabalhador parecer estar desorientado ou confuso, apresentar inexplicável irritabilidade, mal-estar ou calafrio, deverá ser retirado para descanso em um local fresco, com circulação rápida de ar e ser mantido sob observação de uma pessoa especializada. Inexistindo orientação médica em contrário, essa situação deve ser tratada como uma emergência, levando-se o trabalhador imediatamente ao hospital. É necessário um plano de emergência.

**Seção 5: Controle e Gerenciamento da Sobrecarga Térmica.** A existência de qualquer uma das seguintes situações indica a necessidade de iniciar um programa de gerenciamento da sobrecarga térmica: 1) os níveis de sobrecarga térmica excedem o Limite de Ação ou 2) as vestimentas de trabalho limitam a perda de calor. Em ambos os casos, os trabalhadores devem ser protegidos por meio de medidas de controle gerais (veja Tabela 5).

As práticas de higiene relativas à sobrecarga térmica são particularmente importantes porque reduzem o risco de um indivíduo sofrer um dano à saúde relacionado ao calor. Os elementos-chave são a reposição de fluidos, a autofixação das exposições, o monitoramento do estado de saúde, a manutenção de um estilo saudável de vida, e um ajuste das expectativas com base nas condições de aclimação. As práticas de higiene requerem uma cooperação total da supervisão e dos trabalhadores.

Além das medidas gerais de controle, freqüentemente é necessário adotar medidas de controle específicas para conseguir uma proteção adequada. Durante o estudo das medidas de controle específicas para o trabalho, a Tabela 2 e a Figura 2, em conjunto com as Tabelas 1 e 3, fornecem uma estrutura para avaliar as interações do estado de aclimação, taxa metabólica, ciclos de trabalho/descanso, e vestimentas. Com relação às medidas de controle administrativas, a Tabela 4 apresenta os limites fisiológicos e sinais e sintomas aceitáveis. O conjunto de medidas de controle específicas para um determinado trabalho só pode ser selecionado implementado após o exame das exigências e restrições de cada situação específica. Uma vez implementadas, as medidas de controle devem ser mantidas e a sua eficácia deve ser confirmada.

#### TABELA 5. Orientação para o Gerenciamento da Sobrecarga Térmica

- Monitorar a sobrecarga térmica (por exemplo, Critério de Análise simplificada de IBUTG na Tabela 2) e a sobrecarga fisiológica por calor (Tabela 4), para confirmar a adequação do controle.

#### Medidas Gerais de Controle

- Fornecer instruções precisas, verbais ou escritas, programas anuais de treinamento, e outras informações sobre sobrecarga térmica e sobrecarga fisiológica por calor.
- Incentivar a ingestão de pequenos volumes (aproximadamente copo) de água fresca potável (ou outro líquido de reposição adequado), a cada 20 minutos.
- Permitir a autolimitação da exposição e incentivar a observação pelos próprios trabalhadores para detecção de sinais e sintomas de sobrecarga fisiológica em colegas de trabalho.
- Orientar e monitorar os trabalhadores que estejam tomando medidação que possa comprometer a pressão sanguínea, as funções cardiovasculares normais, reguladoras da temperatura do corpo.

nais, das glândulas sudoríparas; e aqueles que abusam, ou estão em recuperação, do abuso de álcool ou outros tóxicos.

incentivar o estilo de vida saudável, peso corpóreo ideal e balanço eletrolítico.

justar a expectativa daqueles que estão retornando ao trabalho após um período sem sofrer exposição a situações de calor e incentivar o consumo de alimentos salgados (com a aprovação de um médico quando é utilizada dieta com restrição ao sal).

utilizar exames médicos pré-admissionais para a identificação de trabalhadores susceptíveis a danos sistêmicos por exposição ao calor.

monitorar as condições de sobrecarga térmica e relatos de danos à saúde relacionados ao calor.

#### Medidas Específicas de Controle

estudar medidas de controle de engenharia que reduzam a taxa metabólica, forneçam movimentação geral do ar, reduzam o processo de emissão de calor e de liberação de vapor de água, e que forneçam uma barreira para as fontes de calor radiante, entre outras.

estudar medidas de controle administrativo para a fixação de tempos aceitáveis de exposição, concessão de tempo suficiente de recuperação, e limitação da sobrecarga fisiológica por calor.

estudar medidas de proteção individual que demonstrem eficiência para as práticas e condições específicas de trabalho, no local em estudo.

**— NUNCA ignore nenhum sinal ou sintoma de dano à saúde relacionado ao calor —**

Em todos os casos, o objetivo principal do gerenciamento da sobrecarga térmica é a prevenção da insolação, que pode ser fatal, e é o mais grave dos danos à saúde por exposição ao calor. A vítima de insolação fica, frequentemente, maniaca, desorientada, confusa, delirante ou inconsciente. Quando a temperatura do núcleo do corpo da vítima sobe a mais de 40° C (104° F), e surgem sinais de insolação, deve ser iniciado, imediatamente, o resfriamento agressivo do corpo, sendo essenciais o atendimento de emergência e a hospitalização. O pronto atendimento a outros danos relacionados à exposição ao calor geralmente resulta em recuperação integral, mas orientações médicas devem ser seguidas para os protocolos de tratamento e retorno ao trabalho. É importante salientar que a possibilidade de acidentes e doenças aumenta com o nível de sobrecarga térmica.

Aumentos prolongados na temperatura do núcleo do corpo e exposições crônicas a altos níveis de sobrecarga térmica estão associados com doenças, tais como: infertilidade temporária (em homens e mulheres), frequência cardíaca elevada, distúrbios do sono, fadiga e irritabilidade. Durante o primeiro trimestre da gravidez, a manutenção da temperatura do núcleo do corpo acima de 39°C pode pôr o feto em perigo.

#### Referências:

1. International Organization for Standardization (ISO): Ergonomics of the thermal environment — Analytical Determination and Interpretation of heat stress Using Calculation of predicted heat strain. ISO 7933: 2004. ISO, Geneva. (2004)
2. Malchaire J, Piette; A, Kampmann B; et al.: Development and validation of the predicted heat strain model. Ann Occup. Hyg. 45(2):123-3 (2001).

## AGENTES FÍSICOS EM ESTUDO EM 2008

O Comitê de TLVs® para Agentes Físicos solicita informações, especialmente dados, que possam colaborar em suas deliberações quanto aos limites de exposição a estes agentes e temas. Sugestões e comentários, acompanhados de dados substanciais que os suportem, na forma de literatura revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, devem ser encaminhados, em formato eletrônico, ao "The Science Group", da ACGIH® (science@acgih.org).

A ACGIH® também solicita recomendações para a inclusão de outros agentes e temas relativos à higiene ocupacional e às comunidades de saúde ocupacional. Consulte, por favor, a discussão detalhada acerca desses procedimentos e dos métodos de colaboração com a ACGIH® na seção de Desenvolvimento de TLVs® e BEI's® da ACGIH® no site da ACGIH®, em <http://www.acgih.org/TLV/DevProcess.htm>

A lista "Em Estudo" é publicada em 1º de fevereiro de cada ano no site da ACGIH® ([www.acgih.org/TLV/Studies.htm](http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm)), no relatório anual da ACGIH® e, posteriormente, no livro de TLVs® e BEI's®. Em 31 de julho de 2007, a lista é atualizada para um formato de duas séries.

As entradas da Série 1 representam as substâncias químicas ou agentes físicos que podem ser colocados como Nota de Alterações Pretendidas (NAL) ou Nota de Intenção de Adoção de Limite (NIAL) no próximo ano, em qualquer estágio do processo de desenvolvimento.

A Série 2 consiste naquelas substâncias químicas ou agentes físicos que não serão transferidos, mas permanecerão na Lista em Estudo no ano seguinte ou dela serão retirados.

A lista atualizada permanecerá na forma de duas séries pelo restante do ano. A ACGIH® continuará com a prática de atualizar a Lista em Estudo em 1º de fevereiro e de estabelecer a lista de duas séries todo dia 31 de julho.

As substâncias e temas listados a seguir são os constantes da lista de janeiro de 2008. Após essa data, por favor, verifique a lista atualizada no website da ACGIH® (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>).

### 1. Acústica

#### 2. Campos e Radiações Eletromagnéticas

• Radiação de Rádiofrequência e Microondas

• Radiação Ultravioleta

• Lasers

• Radiação Ionizante

### 3. Ergonomia

• Introdução/Declaração sobre Distúrbios Músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho

• Vibrações Localizadas (mão-braço).

• Fadiga localizada.

### 4. Sobrecarga Térmica

• Estresse por Frio (Hipotermia)

# 2008

## Contaminantes de Origem Biológica Veiculados pelo Ar

### CONTEÚDO

Membros do Comitê .....	252
Introdução .....	253
Agentes de origem biológica em estudo .....	257

## COMITÉ DE BIOAEROSSÓIS 2007

Joseph Tonrey Nalbome PhD, CIH — Presidente  
 Paula H. Vance, SM(ASCP), SM(NRM) — Vice-presidente  
 Nathaniel A. Bernstein, MD  
 Michael S. Crandall, CIH, MSEE  
 Kenneth F. Martinez, CAPT, MSEE, CIH  
 Michael L. Muilenberg, MS  
 Francis (Bud) J. Offermann, CIH, PE  
 Carol Y. Rao, ScD  
 Stephen J. Reynolds, PhD, CIH  
 Linda D. Stetzenbach, Ph D, MS

## CONTAMINANTES DE ORIGEM BIOLÓGICA VEICULADOS PELO AR

Os contaminantes de origem biológica veiculados pelo ar incluem bioaerossóis (partículas veiculadas pelo ar compostas de organismos vivos e seus derivados) e compostos orgânicos voláteis liberados por esses organismos. Os bioaerossóis incluem microorganismos (dos quais é possível fazer cultura ou não, e organismos mortos), além de fragmentos, toxinas e resíduos particulados de todo tipo de seres vivos. Os contaminantes de origem biológica são largamente dispersos na natureza e podem ser modificados pela atividade humana. O ser humano está repetidamente exposto dia após dia, a uma grande variedade destes materiais.

Existem TLVs® para certas substâncias de origem biológica que incluem celulose, alguns tipos de poeiras de madeira, poeiras de algas e poeiras de grãos

nicotina; piretróides; amido (fécula); enzimas proteolíticas; sacaroalbéis; névoas de óleos vegetais e compostos voláteis produzidos por organismos vivos, (como amônia, dióxido de carbono, etanol e gás sulfídrico). Não obstante, pelas razões especificadas a seguir, para a maioria das substâncias de origem biológica, não há nenhum TLV® com o qual comparar as concentrações no ar obtidas em uma avaliação desses agentes.

A ACGIH® desenvolveu e publicou, à parte, um Guia de Orientação para avaliação, controle, remediação e prevenção de contaminação de origem biológica em ambientes internos<sup>(1)</sup>. A contaminação biológica interna é definida como a presença de: a) aerossóis, gases e vapores de origem biológica em espécie e concentrações que provavelmente causam doenças e predispoem seres humanos a elas; b) concentrações inadequadas de bioaerossóis externos, especialmente em edifícios projetados para impedir entrada ou; c) microorganismos internos em crescimento e restos de células de contaminantes biológicos que podem ser potencialmente dispersos aos quais as pessoas podem ficar expostas. O termo "Agente Biológico" refere à substância de origem biológica que é capaz de produzir um efeito adverso, por exemplo, uma infecção ou uma hipersensibilidade, irritação, inflamação ou outra alteração da saúde.

A ACGIH® recomenda uma forma de avaliar e controlar a exposição a bioaerossóis, baseada na inspeção visual de edifícios, levantamento de sintomas dos seus ocupantes, avaliação do desempenho da ventilação, monitoramento das fontes ambientais de riscos potenciais e avaliação desses fatores por profissionais. O guia publicado fornece informações básicas sobre os principais grupos de bioaerossóis, incluindo suas fontes, efeitos à saúde e descreve os métodos de coleta, análises e interpretação de amostras de bioaerossóis de possíveis fontes ambientais. Eventualmente o monitoramento ambiental pode detectar um contaminante específico de origem biológica específico ou predominante. Mais comumente o monitoramento revela uma mistura de materiais de origem biológica

te a diversidade e interatividade dos microambientes internos. Assim, amostragem ambiental de bioaerossóis só deve ser conduzida depois de uma cuidadosa formulação de hipóteses a serem testadas sobre as fontes dos bioaerossóis e as formas pelas quais os trabalhadores podem estar expostos a essas fontes. Mesmo em casos em que os pesquisadores tenham com hipóteses a serem testadas e com planos de amostragem pré-formulados, os resultados podem ser não conclusivos e, ocasionalmente, até errôneos.

Não há TLVs® para interpretar avaliações ambientais de: a) bioaerossóis totais cultiváveis ou contáveis (por exemplo, bactérias totais ou fungos totais); b) para partículas ou organismos específicos cultiváveis ou contáveis (ex., *Aspergillus fumigatus*); c) agentes infecciosos (p. ex., *Legionella pneumophila*, *Mycobacterium tuberculosis*); ou d) contaminantes de origem biológica analisáveis (p. ex. endotoxinas, micotoxinas, antígenos ou compostos orgânicos microbiológicos voláteis) pelas seguintes razões:

**Bioaerossóis totais cultiváveis ou contáveis.** Bioaerossóis cultiváveis são aquelas bactérias e fungos que podem desenvolver-se em culturas de laboratório. Tais resultados são relatados como o número de entidades únicas que formam colônias (CFU). Bioaerossóis contáveis são grãos de pólen, esporos de fungos, bactérias e outras substâncias que podem ser identificadas e contadas ao microscópio. Um limite de exposição geral para concentrações desses bioaerossóis não é cientificamente sustentado devido aos seguintes fatores:

1. Microorganismos cultiváveis e partículas biológicas contáveis não constituem uma entidade única, isto é, bioaerossóis em ambientes internos são geralmente misturas complexas de diferentes tipos de partículas de microorganismos, animais e plantas.
2. A resposta humana aos bioaerossóis varia de nenhuma a graves danos e doenças fatais, dependendo do agente específico e dos fatores de suscetibilidade dos trabalhadores. Por esse motivo, um limite de exposição apropriado para um bioaerossol pode ser totalmente inapropriado para outro.
3. Não é possível coletar e avaliar todos os componentes dos bioaerossóis usando um método único de amostragem. Muitos métodos eficazes estão disponíveis para coletar e analisar bioaerossóis; porém, métodos diferentes de coleta de amostras e de análises podem resultar em estimativas diferentes de concentrações de bioaerossóis cultiváveis e contáveis.
4. Hoje, informações relativas a concentrações de bioaerossóis cultiváveis ou contáveis e seus efeitos à saúde são geralmente insuficientes para descrever as relações exposição-resposta.

**Bioaerossóis cultiváveis ou contáveis específicos, exceto agentes infecciosos** — Não foram estabelecidos limites de exposição específicos

para os bioaerossóis individuais cultiváveis ou contáveis, para prevenir hipersensibilidade, irritação ou respostas tóxicas. Hoje, as informações relativas às concentrações de bioaerossóis cultiváveis ou contáveis que tenham produzido efeitos à saúde advêm, em sua grande maioria, de estudos de casos contendo apenas dados qualitativos da exposição. Os dados epidemiológicos que existem são insuficientes para descrever as relações exposição-resposta. As razões da falta de dados epidemiológicos adequados relativos a essas relações incluem:

1. A maioria dos dados sobre concentrações de bioaerossóis específicos é derivada de medições de um indicador, e não dos agentes efetivos. Por exemplo, os pesquisadores usam a determinação de fungos cultiváveis para representar a exposição a agentes alergênicos originados por fungos. Além disso, a maioria das medições procede de coletas em pontos fixos ou de amostras da fonte. É pouco provável que essas abordagens representem com exatidão a exposição humana aos verdadeiros agentes causadores.
2. Os componentes e as concentrações dos bioaerossóis variam muito dentro dos diferentes ambientes internos e externos e entre eles. Infelizmente, coletas em duplicata não são freqüentes nas avaliações de bioaerossóis. Além disso, os equipamentos de amostragem de ar mais comumente usados coletam apenas amostras pontuais, em períodos relativamente curtos. Essas amostras pontuais podem conter uma quantidade de um determinado bioaerossol, em magnitude maior ou menor que a concentração média ambiental de longo período, e dificilmente representam, com exatidão, a exposição ocupacional. Alguns organismos e fontes liberam bioaerossóis com "picos de concentrações" que raramente podem ser detectados usando amostras de curto período, embora essas liberações de bioaerossóis esporádicas possam produzir danos significativos à saúde.
3. Em estudos em ambientes de trabalho específicos, o número de pessoas afetadas pela exposição a agentes biológicos poderá ser pequeno se a contaminação for localizada e, assim, afetar apenas uma pequena parcela dos ocupantes do edifício. Entretanto, dados de diferentes estudos raramente podem ser combinados para fornecer um número significativo de testes, pois os tipos específicos dos agentes biológicos responsáveis por doenças relacionadas aos bioaerossóis são diferentes e freqüentemente diferem de um estudo para outro. Esses fatores contribuem para a pouca significância estatística comum em avaliações de relações de causa e efeito entre exposições a agentes biológicos específicos e queixas de saúde relacionadas a edifícios.
4. **Agentes infecciosos** — Há dados de dose-resposta em seres humanos disponíveis apenas para alguns bioaerossóis infecciosos. Atual-

mente, os protocolos de coleta de amostras para agentes infecciosos são limitados e disponíveis apenas para trabalhos de pesquisa. No caso de locais mais rotineiros de exposição, medidas tradicionais de saúde pública, incluindo a imunização, busca de casos ativos e tratamento médico, continuam sendo os métodos de prevenção primária contra os bioaerossóis infecciosos. As edificações com alto risco de transmissão de doenças infecciosas transmitidas pelo ar (por exemplo, laboratório de microbiologia, biotérios e locais de atendimento médico) devem empregar medidas de controle de engenharia para minimizar a concentração desses agentes no ar. Nessas edificações, deve-se considerar ainda a necessidade de controles administrativos, bem como de equipamentos de proteção individual para prevenir a exposição ocupacional a esses bioaerossóis.

**D. Contaminantes biológicos analisáveis** — Os contaminantes ambientais analisáveis de procedência biológica (por exemplo, endotoxinas, micotoxinas, antígenos e compostos orgânicos voláteis) são substâncias produzidas por microorganismos, animais ou vegetais que se podem detectar usando ensaios químicos, biológicos ou imunológicos. As evidências, no entanto, ainda não são suficientes para suportar o estabelecimento de TLVs® para qualquer uma destas substâncias. Contudo, os métodos de ensaio para certos antígenos comuns e endotoxinas veiculados pelo ar estão avançando constantemente e as validações de campo desses ensaios também. Em estudos experimentais e, ocasionalmente, em estudos epidemiológicos, têm-se observado relações dose-resposta para alguns bioaerossóis analisáveis. Assim, limites de exposição para certos contaminantes de origem biológica, analisáveis e veiculados pelo ar poderão ser adequados no futuro. Além disso, técnicas moleculares inovadoras estão se tornando disponíveis para alguns bioaerossóis específicos, que são hoje detectáveis apenas por cultura ou contagem.

A ACGIH® solicita, com empenho, informações, comentários e dados na forma de literatura revisada por outros cientistas, antes de ser publicada, sobre efeitos à saúde, referentes à exposição a bioaerossóis em ambientes de trabalho ou outros, relacionados a eles, que possam ser úteis ao Comitê de Bioaerossóis na avaliação do potencial de proposta de um guia de exposição para alguns contaminantes selecionados de origem biológica. Tais informações devem ser enviadas preferencialmente em formato eletrônico, ao The Science Group, ACGIH® (science@acgih.org).

#### Referência

1. ACGIH®, American Conference of Governmental Industrial Hygienists; Bioaerosols: Assessment and Control. J.M. Marcher, Ed.; H.M. Ammann, H. A. Burge, D.K. Milton, and P.R. Morey, Asst. Eds. ACGIH®, Cincinnati, OH (1999).

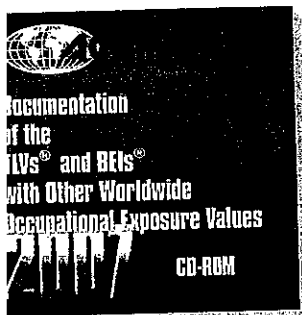
## AGENTES DE ORIGEM BIOLÓGICA EM ESTUDO

A ACGIH® solicita informações, especialmente dados que possam auxiliar no estabelecimento de TLVs® para agentes de origem biológica. Sugestões e comentários acompanhados de dados substanciais que suportem, na forma de literatura revisada por corpo editorial, devem ser enviados ao The Science Group, ACGIH® (science@acgih.org), preferencialmente em formato eletrônico.

As substâncias e assuntos listados abaixo estão atualizados em 01 de janeiro de 2008. Após esta data, consulte a lista atualizada no web (<http://www.acgih.org/TLV/Studies.htm>).

#### Agentes:

Endotoxina bacteriana gram negativa  
(1-3) Beta, D-glucan



Versão para apenas um usuário -  
© 2007, ISBN: 978-1-882417-74-2,  
Publicação #0107CD  
Preço para membro ACGIH®:  
US\$ 895,50 + despesas de envio  
Preço para não membro da ACGIH®:  
US\$ 995,00 + despesas de envio

Versão para usuários de rede - © 2007,  
ISBN: 978-1-882417-74-2, Publicação  
#0107CDN  
Preço para membro ACGIH®:  
US\$ 3.150,00 + despesas de envio  
Preço para não membro:  
US\$ 3.500,00 + despesas de envio

## O CD-ROM 2007 da Documentação dos TLVs® e BEIs®, com outros Limites Internacionais de Exposição Ocupacional, estará disponível em breve!

O CD-ROM contém:

- Microsoft® Access database
- Documentação dos Valores Limites de Exposição - TLVs® e dos Índices Biológicos de Exposição - BEIs®, sétima edição (© 2001)
- Suplemento 2002-2007
- Outros limites de exposição ocupacional de 30 países, agências ou jurisdições.
- Classificação dos carcinogênicos dada pela IARC - International Agency for Research on Cancer e pelo NTP - U.S. National Toxicology Program.

A encomenda do CD-ROM pode ser feita pela internet, no site [www.acgih.org/store](http://www.acgih.org/store), no link [customerservice@acgih.org](mailto:customerservice@acgih.org), ou pelo telefone (001) (513) 7422020, com um dos representantes de atendimento ao cliente. Há descontos para compras de várias unidades.



Definindo a Ciência da Saúde  
Ocupacional e Ambiental<sup>SM</sup>

1330 Kemper Meadow Drive • Cincinnati, Ohio 45240-4148  
Phone: (513) 742-2020 • Fax: (513) 742-3355 • [www.acgih.org](http://www.acgih.org)

## ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS

CAS	Nome do produto químico
50-00-0	Formaldeído
50-29-3	DDT - [Diclorodifenitricloroetano]
50-32-8	Benzo[a]pireno
50-78-2	Ácido acetilsalicílico [Aspirina]
52-68-6	Trichlorphon
54-11-5	Nicotina
55-38-9	Fenthion
55-63-0	Nitroglicerina [NG]
56-23-5	Tetracloro de carbono [Tetraclorometano]
56-38-2	Parathion
56-55-3	Benzo[a]antraceno
56-72-4	Coumaphos
56-81-5	Glicerina - Névoa
57-14-7	1,1-Dimetilhidrazina
57-24-9	Estriquinina
57-50-1	Sacarose
57-57-8	B-Propiolactona
57-74-9	Chlordane
58-89-9	Lindane [γ-Hexaclorociclohexano]
60-29-7	Éter etílico [Éter dietílico]
60-34-4	Metil hidrazina
60-57-1	Dieldrin
61-82-5	Amitrol [3-Amino-1,2,4-triazol]
62-53-3	Anilina
62-73-7	Dichlorvos [DDPV]
62-74-8	Fluoracetato de sódio
62-75-9	N-Nitrosodimetilamina [N,N-Dimetilnitrosamina]
63-25-2	Carbaryl [Sevin®]
64-17-5	Etanol [álcool etílico]
64-18-6	Ácido fórmico
64-19-7	Ácido acético
67-56-1	Metanol [Álcool metílico]
67-63-0	Isopropanol [Álcool isopropílico; 2-Propanol]
67-64-1	Acetona
67-66-3	Clorofórmio [Triclorometano]
67-72-1	Hexacloroetano
68-11-1	Ácido tioglicólico
68-12-2	Dimetilformamida
71-23-8	n-Propanol [Álcool n-propílico]
71-36-3	n-Butanol [Álcool n-butílico]
71-43-2	Benzeno
71-55-6	Metil clorofórmio [1,1,1-Tricloroetano]
72-20-8	Endrin
72-43-5	Metoxicloro
74-82-8	Metano



**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

'4-83-9	.....Brometo de metila
'4-84-0	.....Etano
'4-85-1	.....Etileno
'4-86-2	.....Acetileno
'4-87-3	.....Cloreto de metila
'4-88-4	.....Iodeto de metila
'4-89-5	.....Metilamina
'4-90-8	.....Cianeto de hidrogênio [Ácido cianídrico ou Gás cianídrico]
'4-93-1	.....Metil mercaptana [Metanotiol]
'4-96-4	.....Brometo de etila [Bromometano]
'4-97-5	.....Clorobromometano [Bromoclorometano]
'4-98-6	.....Propano
'4-99-7	.....Metil acetileno [Propino]
75-00-3	.....Cloreto de etila [Cloroetano]
75-01-4	.....Cloreto de vinila [Cloroetileno]
72-02-5	.....Fluoreto de vinila
75-04-7	.....Etilamina
75-05-8	.....Acetonitrila
75-07-0	.....Acetaldeído
75-08-1	.....Etil mercaptana [Etanotiol]
75-09-2	.....Diclorometano [Cloreto de metileno]
75-12-7	.....Formamida
75-15-0	.....Dissulfeto de carbono
75-18-3	.....Sulfeto de dimetila
75-21-8	.....Óxido de etileno
75-25-2	.....Bromotórmio [Tribrometano]
75-28-5	.....Isobutano [ ver Hidrocarbonetos alifáticos gasosos]
75-31-0	.....Isopropilamina
75-34-3	.....1,1-Dicloroetano [Cloreto de etilideno]
75-35-4	.....Cloreto de vinilideno [1,1-Dicloroetileno]
75-38-7	.....Fluoreto de vinilideno [1,1-Difluoroetileno]
75-43-4	.....Diclorofluorometano
75-44-5	.....Fosgênio [Cloreto de carbonila]
75-45-6	.....Clorodifluorometano
75-47-8	.....Iodotórmio
75-50-3	.....Trimetilamina
75-52-5	.....Nitrometano
75-55-8	.....Propileno imina [2-Metilaziridina]
75-56-9	.....Óxido de propileno [1,2-Epoxipropano]
75-61-6	.....Difluorodibromometano
75-63-8	.....Trifluorobromometano [Bromotrifluorometano]
75-65-0	.....terc-Butanol [Álcool terc-butílico]
75-69-4	.....Triclorofluorometano [Fluortriclorometano]
75-71-8	.....Diclorodifluorometano
75-74-1	.....Chumbo tetrametila
75-83-2	.....2,2-Dimetil butano [ver Hexano, isômeros]

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

75-86-5	.....Acetona cianidrina
75-99-0	.....Ácido 2,2-dicloropropiônico
76-03-9	.....Ácido tricloroacético
76-06-2	.....Cloropicrina [Nitrotriclorometano; Tricloronitrometano]
76-11-9	.....1,1,1,2-Tetracloro-2,2-difluoreto
76-12-0	.....1,1,2,2-Tetracloro-1,2-difluoreto
76-13-1	.....1,1,2-Tricloro-1,2,2-trifluoreto
76-14-2	.....Diclorotetrafluoreto
76-15-3	.....Cloropentafluoreto
76-22-2	.....Cânfora, sintética
76-44-8	.....Heptachlor
77-47-4	.....Hexaclorociclopentadieno
77-73-6	.....Diciclopentadieno
77-78-1	.....Sulfato de dimetila
78-00-2	.....Chumbo tetraetila
78-10-4	.....Silicato de etila [Ácido silícico, Éster tetraetilico]
78-30-8	.....Fosfato de triortocresila
78-34-2	.....Dioxathion
78-59-1	.....Isoforona
78-78-4	.....Isopentano [ver Pentano]
78-83-1	.....Isobutanol [Álcool isobutílico]
78-87-5	.....Dicloro de propileno [1,2-Dicloropropano]
78-89-7	.....2-Cloro-1propanol
78-92-2	.....sec-Butanol [sec- butil álcool]
78-93-3	.....Metil etil cetona [MEK; 2-Butanona]
78-94-4	.....Metil vinil cetona [3-Buten-2-ona]
78-95-5	.....Cloroacetona
79-00-5	.....1,1,2-Tricloroetano
79-01-6	.....Tricloroetileno
79-04-9	.....Cloreto de cloroacetila
79-06-1	.....Acrilamida
79-09-4	.....Ácido propiônico
79-10-7	.....Ácido acrílico
79-11-8	.....Ácido monocloroacético
79-20-9	.....Acetato de metila
79-24-3	.....Nitroetano
79-27-6	.....1,1,2,2-Tetrabromoetano [Tetrabrometo de acetileno]
79-29-8	.....2,3-Dimetilbutano [ver Hexano, isômeros]
79-34-5	.....1,1,2,2-Tetracloroetano [Tetracloro de acetileno]
79-41-4	.....Ácido metacrílico
79-43-6	.....Ácido dicloroacético
79-44-7	.....Cloreto de dimetil carbamoila
79-46-9	.....2-Nitropropano
80-51-3	.....p,p'-Oxibis(benzenosulfonil hidrazida)
80-56-8	..... $\alpha$ -Pirreno [ver Terebentina]
80-62-6	.....Metacrilato de metila [Ácido metacrílico, metil éster]

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

81-2	Warfarin
68-8	Pentacloronitrobenzeno
26-1	Pindone [2-Pivalil-1,3-indandione]
79-4	Rotenone (comercial)
66-2	Ftalato de dietila
74-2	Ftalato de dibutila
00-7	Diquat dibrometo [ver Diquat]
42-7	Anidrido hexahidrotálico
44-9	Anidrido ftálico
50-0	Azinphos-methyl [Guthion®]
88-4	ANTU [α-Naftiltiouréia]
68-3	Hexaclorobutadieno
86-5	Pentaclorofenol
12-0	N-Vinil-2-pirrolidona
72-2	o-Nitrotolueno
89-1	Ácido pícrico [2,4,6-Trinitrofenol]
72-5	o-sec-Butilfenol
04-0	o-Anisidina
12-0	1-Metil naftaleno
08-7	Tolueno-2,6-diisocianato
20-3	Naftaleno
57-6	2-Metil naftaleno
59-8	β-Naftilamina
94-1	3,3'-Diclorobenzidina
52-4	Bifenila [Difenila]
67-1	4-Aminodifenil
84-2	Fenothiazine
87-5	Benzidina
93-3	4-Nitrodifenil [4-Nitrobifenil]
76-5	2,4,5-T [Ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético]
36-0	Peróxido de benzoila [Peróxido de dibenzoila]
75-7	2,4-D [Ácido 2,4-diclorofenoxiacético]
13-6	Indeno
47-6	o-Xileno [1,2-Dimetilbenzeno]
48-7	o-Cresol [ver Cresol]
49-8	o-Clorotolueno
50-1	o-Diclorobenzeno [1,2-Diclorobenzeno]
53-4	o-Toluidina
54-5	o-Fenilenodiamina
14-0	3-Metil pentano [ver Hexano, isômeros]
18-4	1,2,3-Tricloropropano
22-0	Dietil cetona
33-3	Acrilato de metila [Éster metílico do ácido acrílico]
69-5	4,4'-Tiobis(6-terc-butil-m-cresol)
77-8	Disulfiram
00-0	Álcool furturílico

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

98-01-1	Furfural
98-07-7	Benzotricloreto
98-51-1	p-terc-Butiltolueno
98-82-8	Cumeno
98-83-9	α-Metil estireno
98-86-2	Acetofenona
98-88-4	Cloreto de benzoíla
98-95-3	Nitrobenzeno
99-08-1	m-Nitrotolueno
99-55-8	5-Nitro o-toluidina
99-65-0	m-Dinitrobenzeno [ver Dinitrobenzeno]
99-99-0	p-Nitrotolueno
100-00-5	p-Nitroclorobenzeno
100-01-6	p-Nitroanilina
100-21-0	ácido tereftálico
100-25-4	p-Dinitrobenzeno [ver dinitrobenzeno]
100-37-8	2-Dietilaminoetanol
100-40-3	Vinil ciclohexeno
100-41-4	Etil benzeno
100-42-5	Estireno, monômero [Feniletileno; Vinil benzeno]
100-44-7	Cloreto de benzila
100-61-8	N-Metil anilina [Monometil anilina]
100-63-0	Fenilhidrazina
100-74-3	N-Etilmorfolina
101-14-4	4,4'-Metileno bis(2-cloroanilina) [MBOCA]
101-68-8	Metileno-bis-fenil isocianato [MDI]
101-77-9	4,4'-metileno dianilina [4,4'-Diaminodifenil-metano]
101-84-8	Éter fenílico
102-54-5	Ferro diciclopentadienila [Ferrocene]
102-71-6	Trietanolamina
102-81-8	2-N-Dibutilaminoetanol
104-94-9	p-Anisidina
105-46-4	Acetato de sec-butila
105-60-2	Caprolactama
106-35-4	Etil butil cetona [3-Heptanona]
106-42-3	p-Xileno [1,4-Dimetilbenzeno]
106-44-5	p-Cresol [ver Cresol]
106-46-7	p-Diclorobenzeno [1,4-Diclorobenzeno]
106-49-0	p-Toluidina
106-50-3	p-Fenilenodiamina
106-51-4	Quinona [p-Benzoquinona]
106-87-6	Dióxido de vinil ciclohexeno
106-89-8	Epicloridrina [1-Cloro-2,3-epoxipropano]
106-92-3	Éter alicíclico [AGE]
106-93-4	Dibrometo de etileno [1,2-Dibromoetanol]
106-94-5	1-Bromopropano

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

106-97-8 ..... Butano  
 106-98-9 ..... n-Buteno (1-Buteno,  $\alpha$ -butileno, etilileno)  
 106-99-0 ..... 1,3-Butadieno  
 107-01-7 ..... 2-Buteno [mistura de isômeros trans e cis]  
 107-02-8 ..... Acroleína  
 107-05-1 ..... Cloreto de alila  
 107-06-2 ..... Dicloroeto de etileno [1,2-dicloroetano]  
 107-07-3 ..... Etileno cloridrina [2-Cloroetano]  
 107-13-1 ..... Acrilonitrila [Cianeto de vinila]  
 107-15-3 ..... Etilenodiamina [1,2-Diaminoetano]  
 107-18-6 ..... Álcool alílico  
 107-19-7 ..... Álcool propargílico  
 107-20-0 ..... Cloroacetaldeído  
 107-21-1 ..... Etileno glicol  
 107-22-2 ..... Giloxal  
 107-30-2 ..... Éter Clorometil metílico [Metil clorometil éter; Monocloro dimetil éter]  
 107-31-3 ..... Formiato de metila [Éster metílico do ácido fórmico]  
 107-41-5 ..... Hexileno glicol  
 107-49-3 ..... Pirofosfato de tetraetila [TEPP]  
 107-66-4 ..... Fosfato de dibutila  
 107-83-5 ..... 2-Metil pentano [ver Hexano, isômeros]  
 107-87-9 ..... Metil propil cetona [2-Pentanona]  
 107-98-2 ..... 1-Metoxi-2-propanol [PGME; Éter propileno glicol monometílico]  
 108-03-2 ..... 1-Nitropropano  
 108-05-4 ..... Acetato de vinila  
 108-10-1 ..... Metil isobutil cetona [Hexone]  
 108-11-2 ..... Metil isobutil carbinol [Álcool metil amílico; 4-Metil-2-pentanol]  
 108-18-9 ..... Diisopropilamina  
 108-20-3 ..... Éter isopropílico  
 108-21-4 ..... Acetato de isopropila  
 108-24-7 ..... Anidrido acético  
 108-31-6 ..... Anidrido maleico  
 108-38-3 ..... m-Xileno [1,3-Dimetilbenzeno]  
 108-39-4 ..... m-Cresol [ver Cresol]  
 108-44-1 ..... m-Toluidina  
 108-45-2 ..... m-Fenilendiamina  
 108-46-3 ..... Resorcinol  
 108-83-8 ..... Diisobutil cetona [2,6-Dimetil-4-heptanona]  
 108-84-9 ..... Acetato de sec-hexila  
 108-87-2 ..... Metilciclohexano  
 108-88-3 ..... Tolueno [toluol]  
 108-90-7 ..... Clorobenzeno [Monoclorobenzeno]  
 108-91-8 ..... Ciclohexilamina  
 108-93-0 ..... Ciclohexanol  
 108-94-1 ..... Ciclohexanona

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

108-95-2 ..... Fenol  
 108-98-5 ..... Fenil mercaptana  
 109-59-1 ..... 2-Isopropoxietanol [Éter etileno glicol isopropílico]  
 109-60-4 ..... Acetato de n-propila  
 109-66-0 ..... Pentano  
 109-73-9 ..... n-Butilamina  
 109-79-5 ..... Butil mercaptana [Butanotio]  
 109-86-4 ..... 2-Metoxietanol [Éter etileno glicol monometílico]  
 109-87-5 ..... Metilal [Dimetoximetano]  
 109-89-7 ..... Dietilamina  
 109-94-4 ..... Formiato de etila [Éster etílico do ácido fórmico]  
 109-99-9 ..... Tetrahydrofurano  
 110-12-3 ..... Metil isoamil cetona  
 110-19-0 ..... Acetato de isobutila  
 110-43-0 ..... Metil n-amil cetona [2-Heptanona]  
 110-49-6 ..... Acetato de 2-metoxietila [Acetato do éter etileno glicol monometílico]  
 110-54-3 ..... n-Hexano  
 110-62-3 ..... n-Valeraldeído  
 110-80-5 ..... 2-Etoxi-etanol [Éter etileno glicol monoetílico]  
 110-82-7 ..... Ciclohexano  
 110-83-8 ..... Ciclohexeno  
 110-86-1 ..... Piridina  
 110-91-8 ..... Morfolina  
 111-15-9 ..... Acetato de 2-etoxietila [Acetato do éter etileno glicol monometílico]  
 111-30-8 ..... Glutaraldeído  
 111-40-0 ..... Dietileno triamina  
 111-42-2 ..... Dietanolamina  
 111-44-4 ..... Éter dicloroetílico  
 111-65-9 ..... n-Octano  
 111-69-3 ..... Adiponitrila  
 111-76-2 ..... 2-Butoxi-etanol [EGBE; Éter etileno glicol monobutílico]  
 111-84-2 ..... Nonano  
 112-07-2 ..... Acetato de 2-butoxi-etila [EGBEA; Acetato do éter etileno glicol monobutílico]  
 112-55-0 ..... Dodecil mercaptana  
 114-26-1 ..... Propoxur  
 115-07-1 ..... Propileno  
 115-11-7 ..... Isobuteno  
 115-29-7 ..... Endosulfan  
 115-77-5 ..... Pentaeritritol  
 115-86-6 ..... Fosfato de trifenila  
 115-90-2 ..... Fensulfothion  
 116-14-3 ..... Tetrafluoretileno  
 116-15-4 ..... Hexafluoropropileno

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

117-81-7	..... Ftalato de di(2-etilhexila) [DEHP; Di-sec-octil ftalato]
118-52-5	..... 1,3-Dicloro-5,5-dimetil hidantoina
118-74-1	..... Hexaclorobenzeno [HCB]
118-96-7	..... 2,4,6-Trinitrotolueno [TNT]
119-93-7	..... o-Toluidina [3,3'-Dimetilbenzidina]
120-80-9	..... Catecol [Pirocatecol]
120-82-1	..... 1,2,4-Triclorobenzeno
121-44-8	..... Trietilamina
121-45-9	..... Fosfito de trimetila
121-69-7	..... Dimetilaniлина [N,N-Dimetilaniлина]
121-75-5	..... Malathion
121-82-4	..... Ciclonite [RDX]
122-39-4	..... Difenilamina
122-60-1	..... Éter fenil glicídico [PGE]
123-19-3	..... Dipropil cetona
123-31-9	..... Hidroquinona [Dihidroxi-benzeno]
123-38-6	..... Propionaldeído
123-42-2	..... Álcool diacetônico [4-Hidróxi-4-metil-2-pentanona]
123-51-3	..... Álcool isoamílico
123-86-4	..... Acetato de n-butila
123-91-1	..... 1,4-Dioxano [Dióxido de dietileno]
123-92-2	..... Acetato de isopentila [Acetato de isoamila] [ver Acetato de pentila]
124-04-9	..... Ácido adipico
124-09-4	..... 1,6-Hexanodiamina
124-38-9	..... Dióxido de carbono
124-40-3	..... Dimetilamina
124-64-1	..... Tetrakis (hidroxi-methyl) phosphonium chloride
126-73-8	..... Fosfato de tributila
126-98-7	..... Metilacrilonitrila
126-99-8	..... β-Cloropreno [2-Cloro-1,3-butadieno]
127-00-4	..... 1-Cloro-2-propanol
127-18-4	..... Tetracloroetileno [Percloroetileno]
127-19-5	..... N,N-Dimetil acetamida
127-91-3	..... β-Pineno [ver Terebentina]
128-37-0	..... Hidroxitolueno butilado [BHT; 2,6-Di-terc-butil-p-cresol]
131-11-3	..... Dimetilftalato
133-06-2	..... Captan
135-88-6	..... N-Fenil β-naftilamina
136-78-7	..... Sesone [Sodium-2,4-de sódio-2,4-dichlorophenoxyetyl sul- phate; herbicida Crag®]
137-05-3	..... Metil 2-cianoacrilato
137-26-8	..... Thiram
138-22-7	..... Lactato de n-butila
140-11-4	..... Acetato de benzila
140-88-5	..... Acrilato de etila [Éster etílico do ácido acrílico]

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

141-32-2	..... Acrilato de n-butila [Éster n-butílico do ácido acrílico]
141-43-5	..... Etanolamina [2-Aminoetano]
141-66-2	..... Dicrotophos
141-78-6	..... Acetato de etila
141-79-7	..... Óxido de mesitila
142-64-3	..... Dihidrocloroeto de piperazina
142-82-5	..... Heptano [n-Heptano]
143-33-9	..... Cianeto de sódio [ver cianeto de hidrogênio]
144-62-7	..... Ácido oxálico
148-01-6	..... 3,5-Dinitro-o-toluimida [Dinitolmida]
149-57-5	..... Ácido 2-etil hexanóico
150-76-5	..... 4-Metoxifenol
151-50-8	..... Cianeto de potássio [ver Cianeto de Hidrogênio]
151-56-4	..... Etilenoimina
151-67-7	..... Halothane [ Halotano]
156-59-2	..... 1,2-Dicloroetano, isômero cis
156-60-5	..... 1,2-Dicloroetano, isômero trans
156-62-7	..... Cianamida de cálcio
205-99-2	..... Benzo[b]fluoranteno
218-01-9	..... Criseno
287-92-3	..... Ciclopentano
298-00-0	..... Methyl parathion
298-02-2	..... Phorate
298-04-4	..... Disulfoton
299-84-3	..... Ronnel
299-86-5	..... Cruformate
300-76-5	..... Naled [Dibrom]
302-01-2	..... Hidrazina
309-00-2	..... Aldrin
314-40-9	..... Bromacil
330-54-1	..... Diuron
333-41-5	..... Diazinon
334-88-3	..... Diazometano
353-50-4	..... Fluoreto de carbonila
382-21-8	..... Perfluorobutileno
409-21-2	..... Carbeto de silício
420-04-2	..... Cianamida
460-19-5	..... Cianogênio
463-51-4	..... Ceteno
463-82-1	..... Neopentano
471-34-1	..... Carbonato de cálcio
479-45-8	..... Tetril [2,4,6-Trinitrofenilmetilnitramina]
504-29-0	..... 2-Aminopiridina
506-77-4	..... Cloreto de cianogênio
509-14-8	..... Tetranitrometano
528-29-0	..... o-Dinitrobenzeno [ver Dinitrobenzeno]

## ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS

332-27-4	2-Cloroacetofenona [Cloroeto de fenacil]
334-52-1	4,6-Dinitro-o-cresol
340-59-0	1,2-Dicloroetileno, isômero cis [Dicloroeto de acetileno]
340-84-1	Isocetano [2,2,4-Trimetilpentano] [ver Octano]
340-88-5	Acetato de terc-butila
341-85-5	Etil amil cetona [5-Metil-3-heptanona]
342-56-3	Nitrito de isobutila
342-75-6	1,3-Dicloropropeno
342-88-1	Éter bis-(Clorometílico)
342-92-7	Ciclopentadieno
346-93-0	Magnesita
352-30-7	Anidrido trimelítico
356-52-5	Glicícol [2,3-Epoxi-1-propanol]
358-13-4	Tetrabrometo de carbono
363-12-2	Ethion
363-80-4	Metil isopropil cetona
383-60-8	o-Metilciclohexanona
384-84-9	Tolueno 2,4-diisocianato [TDI]
390-18-1	cis-2- Buteno
391-78-6	Metil n-butil cetona [2-Hexanona]
392-01-8	Cianeto de cálcio [ver Cianeto de hidrogênio]
392-41-6	1-Hexeno
393-60-2	Brometo de vinila
394-42-3	Perclorometil mercaptana
394-72-9	1,1-Dicloro-1-nitroetano
398-78-7	Ácido 2-cloropropiônico
600-25-9	1-Cloro,1-nitropropano
603-34-9	Trifenil amina
620-11-1	Acetato de 3-pentila [ver Acetato de pentila]
624-41-9	Acetato de 2-metilbutila [ver Acetato de pentila]
624-64-6	trans-2-Buteno
624-83-9	Isocianato de metila
624-92-0	Disulfeto de dimetila
625-16-1	Acetato de 1,1-dimetilpropila [Acetato de terc-amila] [ver Acetato de pentila]
626-17-5	m-Ftalodinitrila
626-38-0	Acetato de 2-pentila [acetato de sec-amila]
627-13-4	Nitrato de n-propila
628-63-7	Acetato de 1-pentila [Acetato de n-amila]
628-96-6	Dinitrato de etileno glicol (EGDN)
630-08-0	Monóxido de carbono
637-92-3	Éter etil terc-butílico (ETBE)
638-21-1	Fenilfosfina
646-06-0	1,3-Dioxolane
680-31-9	Hexametil fosforamida
681-84-5	Silicato de metila

## ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS

684-16-2	Hexafluoracetona
764-41-0	1,4-Dicloro-2-buteno
768-52-5	N-Isopropilamina
822-06-0	Hexametileno diisocianato (HDI)
919-86-8	Demeton-S-methyl
944-22-9	Fonofos
994-05-8	Éter metil tero-amílico (TAME)
999-61-1	Acrilato de 2-hidroxipropila
1024-57-3	Heptacloro Epóxido
1120-71-4	Propano sulfona
1189-85-1	Cromato de terc-butila
1300-73-8	Xilidina, mistura de isômeros [Dimetilaminobenzeno]
1302-74-5	Esmeril (Corindum)
1303-00-0	Arseniato de gálio
1303-86-2	Óxido de boro
1303-96-4	Boratos, tetra, sais de sódio, Decahidratado
1304-82-1	Telureto de bismuto
1330-43-4	Boratos, tetra, sais de sódio, Anidros
1305-62-0	Hidróxido de cálcio
1305-78-8	Óxido de cálcio
1309-37-1	Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
1309-48-4	Óxido de magnésio
1309-64-4	Trióxido de antimônio, Produção
1310-58-3	Hidróxido de potássio
1310-73-2	Hidróxido de sódio
1314-13-2	Óxido de zinco
1314-61-0	Óxido de tântalo
1314-62-1	Pentóxido de vanádio
1314-80-3	Pentassulfeto de fósforo
1317-95-9	Silica cristalina - Trípoli
1319-77-3	Cresol, todos os isômeros
1321-64-8	Pentacloronaftaleno
1321-65-9	Tricloronaftaleno
1321-74-0	Divinil benzeno
1330-20-7	Xileno, mistura de isômeros [Dimetilbenzeno]
1332-21-4	Asbestos
1332-58-7	Caolim
1333-74-0	Hidrogênio
1333-86-4	Negro de fumo (Carbon black)
1335-87-1	Hexacloronaftaleno
1335-88-2	Tetracloronaftaleno
1338-23-4	Peróxido de metil etil cetona
1344-28-1	Óxido de alumínio [α-alumina]
1344-95-2	Silicato de cálcio
1395-21-7	Subtilisins [enzimas proteolíticas]
1477-55-0	α,α'-Diamina m-xileno

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

3-66-2 ..... Carbofuran  
 4-04-4 ..... Éter metil terc-butílico (MTBE)  
 2-24-9 ..... Atrazine  
 3-02-1 ..... Picloram  
 3-82-4 ..... Nitrapirin [2-Cloro-6-(triclorometil) piridina]  
 9-87-4 ..... o-Cloroestireno  
 4-64-5 ..... EPN  
 9-59-1 ..... Dissulfeto de alil propila  
 4-13-1 ..... Octacloronaftaleno  
 8-07-5 ..... Éter diglicídico (DGE)  
 5-06-1 ..... Captafol  
 6-08-6 ..... Éter n-Butil glicídico (BGE)  
 1-62-9 ..... 1,3,5-Triglicídil-s-triazinetriona  
 8-36-1 ..... Fosfato de dibutil fenila  
 1-62-4 ..... Hexafluoreto de enxofre  
 8-41-1 ..... o-Clorobenzilideno malononitrila  
 9-79-8 ..... Fluoreto de sulfurila  
 4-72-9 ..... Diquat  
 1-88-2 ..... Chlorpyrifos  
 1-90-6 ..... Clopidol  
 13-62-3 ..... Éter bis(2-dimetilaminoetilico) [DMAEE]  
 13-52-6 ..... Tetrametil succinonitrila  
 13-96-8 ..... Temephos  
 17-31-8 ..... Arseniato de chumbo  
 19-24-5 ..... Sulfotepp [TEDP]  
 25-26-1 ..... Perfluorooctanoato de amônia  
 16-14-2 ..... Éter isopropil glicídico (IGE)  
 38-71-9 ..... Diisocianato de isoforona  
 70-30-3 ..... Crotonaldeído  
 35-14-7 ..... Paraquat  
 24-30-1 ..... Metileno-bis(4-ciclohexilisocianato)  
 14-22-7 ..... Pentafluoreto de enxofre  
 85-62-2 ..... Diquat dibrometo monohidratado [ver Diquat]  
 23-43-4 ..... Dinitrato de propileno glicol [PGDN]  
 23-22-4 ..... Monocrotophos  
 85-85-0 ..... Cianocrilato de etila  
 29-90-5 ..... Alumínio  
 39-92-1 ..... Chumbo  
 39-96-5 ..... Manganês  
 39-97-6 ..... Mercúrio  
 39-98-7 ..... Molibdênio  
 40-01-9 ..... Neônio  
 40-02-0 ..... Níquel  
 40-06-4 ..... Platina  
 40-16-6 ..... Ródio  
 40-21-3 ..... Silício

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

7440-22-4 ..... Prata  
 7440-25-7 ..... Tântalo  
 7440-28-0 ..... Tálio  
 7440-31-5 ..... Estanho  
 7440-33-7 ..... Tungstênio  
 7440-36-0 ..... Antimônio  
 7440-37-1 ..... Argônio  
 7440-38-2 ..... Arsênico  
 7440-39-3 ..... Bário  
 7440-41-7 ..... Berílio  
 7440-43-9 ..... Cádmio  
 7440-47-3 ..... Cromo  
 7440-48-4 ..... Cobalto  
 7440-50-8 ..... Cobre  
 7440-58-6 ..... Háfnio  
 7440-59-7 ..... Hélio  
 7440-61-1 ..... Urânio (natural)  
 7440-65-5 ..... Ítrio  
 7440-67-7 ..... Zircônio  
 7440-74-6 ..... Índio  
 7446-09-5 ..... Dióxido de enxofre  
 7553-56-2 ..... Iodo  
 7572-29-4 ..... Dicloroacetileno  
 7580-67-8 ..... Hidreto de lítio  
 7616-94-6 ..... Fluoreto de perclorila  
 7631-90-5 ..... Bissulfito de sódio  
 7637-07-2 ..... Trifluoreto de boro  
 7646-85-7 ..... Cloreto de zinco  
 7647-01-0 ..... Cloreto de hidrogênio  
 7664-38-2 ..... Ácido fosfórico  
 7664-39-3 ..... Fluoreto de hidrogênio  
 7664-41-7 ..... Amônia  
 7664-93-9 ..... Ácido sulfúrico  
 7681-57-4 ..... Metabisulfito de sódio  
 7697-37-2 ..... Ácido nítrico  
 7719-09-7 ..... Cloreto de tionila  
 7719-12-2 ..... Tricloreto de fósforo  
 7722-84-1 ..... Peróxido de hidrogênio  
 7722-88-5 ..... Pirofosfato tetrasódico  
 7726-95-6 ..... Bromo  
 7727-21-1 ..... Persulfato de potássio [ver Persulfatos]  
 7727-37-9 ..... Nitrogênio  
 7727-43-7 ..... Sulfato de bário  
 7727-54-0 ..... Persulfato de amônio [ver Persulfatos]  
 7758-97-6 ..... Cromato de chumbo  
 7773-06-0 ..... Sulfamato de amônio

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

7775-27-1 ..... Persulfato de sódio [ver Persulfatos]  
 7778-18-9 ..... Sulfato de cálcio  
 7782-41-4 ..... Flúor  
 7782-42-5 ..... Grafite (natural)  
 7782-49-2 ..... Selênio  
 7782-50-5 ..... Cloro  
 7782-65-2 ..... Tetraidreto de germânio  
 7783-06-4 ..... Sulfeto de hidrogênio [gás sulfídrico]  
 7783-07-5 ..... Seleneto de hidrogênio  
 7783-41-7 ..... Difluoreto de oxigênio  
 7783-54-2 ..... Trifluoreto de nitrogênio  
 7783-60-0 ..... Tetrafluoreto de enxofre  
 7783-79-1 ..... Hexafluoreto de selênio  
 7783-80-4 ..... Hexafluoreto de telúrio  
 7784-42-1 ..... Arsina  
 7786-34-7 ..... Mevinphos [Phosdrin®]  
 7789-06-2 ..... Cromato de estrôncio  
 7789-30-2 ..... Pentafluoreto de bromo  
 7790-91-2 ..... Trifluoreto de cloro  
 7803-51-2 ..... Fosfina  
 7803-52-3 ..... Hidreto de Antimônio [Estibina]  
 7803-62-5 ..... Tetraidreto de silício [Silane]  
 8001-35-2 ..... Canfeno clorado [Toxateno]  
 8002-74-2 ..... Parafina, cera (fumos)  
 8003-34-7 ..... Pyrethrum  
 8006-14-2 ..... Gás natural [Hidrocarbonetos alifáticos gasosos]  
 8006-64-2 ..... Terebentina  
 8008-20-6 ..... Querosene  
 8022-00-2 ..... Methyl demeton [Demeton-methyl]  
 8030-30-6 ..... Nafta [ver Solvente de borracha]  
 8032-32-4 ..... Nafta VM & P  
 8050-09-7 ..... Colofonia [ver Resina de vareta (eletrodo ou arame) de solda]  
 8052-41-3 ..... Aguarrás mineral (varsol) solvente Stoddard  
 8052-42-4 ..... Asfalto (betume), fumos  
 8065-48-3 ..... Demeton [Systox®]  
 9002-86-2 ..... Cloreto de polivinila  
 9004-34-6 ..... Celulose  
 9005-25-8 ..... Amido  
 9006-04-6 ..... Látex de borracha natural  
 9014-01-1 ..... Bacillus subtilis [ver Subtilisins]  
 10024-97-2 ..... Óxido nitroso  
 10025-67-9 ..... Cloreto de enxofre  
 10025-87-3 ..... Oxicloreto de fósforo  
 10026-13-8 ..... Pentacloro de fósforo  
 10028-15-6 ..... Ozônio  
 10035-10-6 ..... Brometo de hidrogênio

**ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS**

10043-35-3 ..... Ácido bórico  
 10049-04-4 ..... Dióxido de cloro  
 10102-43-9 ..... Óxido nítrico  
 10102-44-0 ..... Dióxido de nitrogênio  
 10210-68-1 ..... Cobalto carbonila  
 10294-33-4 ..... Tribrometo de boro  
 11097-69-1 ..... Clorodifenil (54% de Cloro)  
 11103-86-9 ..... Cromato de zinco e potássio  
 12001-26-2 ..... Mica  
 12001-28-4 ..... Crocidolita [ver Asbestos]  
 12001-29-5 ..... Crisotila [ver Asbestos]  
 12079-65-1 ..... Manganês ciclopentadienil tricarbonila  
 12108-13-3 ..... 2-Metilciclopentadienil manganês tricarbonila  
 12125-02-9 ..... Cloreto de amônia - fumos  
 12172-73-5 ..... Amosita [ver Asbestos]  
 12179-04-3 ..... Boratos, tetra, sais de sódio, Pentahidratado  
 12185-10-3 ..... Fósforo (amarelo)  
 12604-58-9 ..... Ferrovaniádio  
 13071-79-9 ..... Terbufos  
 13121-70-5 ..... Cyhexatin [Hidróxido de triciclohexiltina]  
 13149-00-3 ..... Anidrido hexahidroftálico, isômero cis  
 13463-39-3 ..... Níquel carbonila  
 13463-40-6 ..... Ferro pentacarbonila  
 13463-67-7 ..... Dióxido de titânio  
 13466-78-9 ..... Δ-3-Carene [ver Terebentina]  
 13494-80-9 ..... Telúrio  
 13530-65-9 ..... Cromato de zinco  
 13765-19-0 ..... Cromato de cálcio  
 13838-16-9 ..... Enflurano  
 14166-21-3 ..... Anidrido hexahidroftálico, isômero trans  
 14464-46-1 ..... Sílica, cristalina - Cristobalita  
 14484-64-1 ..... Ferbam  
 14807-96-6 ..... Talco (sem fibra de asbesto)  
 14808-60-7 ..... Sílica cristalina - Quartzo  
 14857-34-2 ..... Dimetiletoxisilano  
 14977-61-8 ..... Cloreto de cromila  
 15468-32-3 ..... Sílica Cristalina - Tridimita  
 15972-60-8 ..... Alachlor  
 16219-75-3 ..... Etildeno norborneno  
 16752-77-5 ..... Metomyl  
 16842-03-8 ..... Cobalto hidrocarbonila  
 17702-41-9 ..... Decaborano  
 17804-35-2 ..... Benomyl  
 19287-45-7 ..... Diborano  
 19430-93-4 ..... Perfluorbutil etileno  
 19624-22-7 ..... Pentaborano

## ÍNDICE DE CÓDIGOS CAS

16-12-0	.....	Tetróxido de ósmio
87-64-9	.....	Metribuzin
51-79-1	.....	Hidróxido de céσιο
51-19-4	.....	Óxido de estanho
24-92-6	.....	Fenamiphos
13-15-4	.....	Vinil tolueno [Metil estireno, todos isômeros]
54-54-5	.....	Dinitrobenzeno, todos isômeros
67-67-3	.....	Buteno, mistura de isômeros
21-14-6	.....	Dinitrotolueno
51-13-7	.....	Trimetil benzeno, mistura de isômeros
39-42-3	.....	Metilciclohexanol
40-60-3	.....	Terfenilas
28-22-8	.....	Azida de sódio
52-21-6	.....	Álcool isoocílico
42-93-0	.....	Óxido de difenila clorada
90-94-8	.....	Éter bis-(2-metoxipropílico) [DPGME; Éter metílico de di propilenoglicol]
00-43-2	.....	Sulprofos
100-23-5	.....	Zinco amarelo
69-21-9	.....	Clorodifenil (42% de Cloro)
66-30-8	.....	Tetrakis (hydroxymethyl) phophonium sulfato
155-75-8	.....	Metil acetileno propadieno, mistura [MAPP]
176-86-0	.....	Silica Amorfa - Fundida
88-32-7	.....	Terfenilas hidrogenadas
90-53-2	.....	Silica Amorfa - Terra diatomácea
42-81-0	.....	Querosene hidrogenado [ver Querosene/ Combustível de aviação]
96-93-2	.....	Alcatrão de hulha, produtos voláteis
97-15-1	.....	Cimento portland
334-30-5	.....	Óleo Diesel
176-30-2	.....	Óleo combustível No. 2 [ver Diesel, combustível]
176-31-3	.....	Diesel No. 4 [ver Diesel, combustível]
176-34-6	.....	Diesel No. 2 [ver Diesel, combustível]
176-85-7	.....	GLP (gás liquefeito do petróleo)
112-64-2	.....	Silica Amorfa - Fumos
222-97-2	.....	Sulfometuron metil
350-28-3	.....	Diesel No. 4; Diesel para embarcações marítimas [ver Diesel, combustível]
290-81-5	.....	Gasolina
763-70-3	.....	Perlita
926-00-8	.....	Silica amorfa - sílica precipitada e sílica gel

## NOTAS DE RODAPÉ E ABREVIATURAS

- \* Adotados em 2008
- † Veja Nota de Alterações Pretendidas (NAP).
- (.) Valores adotados ou notações entre parênteses são aquelas para as quais têm s propostas para a NAP.
- † Revisão ou Adição incluída em 2008, nas Notas de Alterações Pretendidas.
- A Veja ANEXO A - Carcinogênicos.
- C Limite-Teto; veja definição na "Introdução às Substâncias Químicas".
- (D) Asfixiante simples; veja discussão acerca do Conteúdo Mínimo de Oxigênio na "I finições e Notações" após as tabelas do NAP.
- (E) Este valor é para material particulado que não contenha asbesto e com menos de de sílica livre cristalizada.
- (F) Fibras respiráveis: comprimento > 5 µm; relação ≥ 3:1, determinado pelo método filtro membrana, com magnificação de 400-450X (objetiva de 4 mm), usando iluminação por contraste de fase.
- (G) Medido com elutriador vertical, amostrador de poeira de algodão descrito na "Domentação" dos TLVs®.
- (H) Apenas aerossol.
- (I) Fração inalável; veja Anexo C, parágrafo A.
- (IFV) Fração inalável e vapor; veja seção de Notação/Rodapé.
- (J) Não inclui os estearatos de metais tóxicos.
- (K) Não deverá exceder 2 mg/m<sup>3</sup> de massa de particulado respirável.
- (L) Exposição por qualquer via deve ser cuidadosamente controlada aos níveis m baixos possíveis
- (M) A classificação se refere a ácido sulfúrico contido em névoas de ácidos inorgânicos fortes.
- (O) Amostrado por método que não colete vapor.
- (P) Aplicação restrita às condições em que a exposição a aerossóis é insignificante.
- (R) Fração respirável; veja Anexo C, parágrafo C.
- (T) Fração torácica; veja Anexo C, parágrafo B.
- (V) Vapor e aerossol.
- B = Background; veja Introdução aos BEI's
- BEI = Identifica as substâncias para as quais existem Índices Biológicos de Exposição BEI® (Ver seção BEI®).
- BEI<sub>a</sub>: veja BEI® para Praguicidas Inibidores de Acetil Colinesterase.
- BEI<sub>h</sub>: veja BEI® para Indutores de Metahemoglobina.
- BEI<sub>r</sub>: veja BEI® para Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAHs).
- Peso Mol. = peso molecular
- NA = não adotado
- NOS = não especificada de outra maneira.
- Nq = não quantitativo, veja BEI® Introdução.
- Ns = não específico, veja Introdução aos BEI's®
- SEN = sensibilizante; veja definição nas "Definições e Notações"
- Pele = perigo de absorção cutânea; veja discussão na "Introdução às Substâncias Químicas".
- Sq = semi-quantitativo; veja Introdução aos BEI's®.
- STEL = limite para exposição de curta duração; veja definição na "Introdução às Substâncias Químicas".
- TWA = média ponderada no tempo, de 8 horas; veja definição na "Introdução às Substâncias Químicas".
- ppm = partes de vapor ou gás por milhões de partes do ar contaminado por volume, r CNTP (a 25°C e 760 mm de mercúrio).
- mg/m<sup>3</sup> = miligramas da substância por metro cúbico de ar.