

Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas

Presidenta da República
Dilma Rousseff
Ministro do Trabalho e Emprego
Carlos Daudt Brizola

FUNDACENTRO

Presidente
Eduardo de Azeredo Costa
Diretor Executivo Substituto
Rogério Galvão da Silva
Diretor Técnico Substituto
José Damásio de Aquino
Diretora de Administração e Finanças Substituta
Solange Silva Nascimento

José Tarcísio Buschinelli
Mina Kato

Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas

São Paulo

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

2012

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.
Disponível também em: www.fundacentro.gov.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Documentação e Biblioteca — SDB / Fundacentro
São Paulo — SP

Erika Alves dos Santos CRB-8/7110

Buschinelli, José Tarcísio.

Manual para interpretação de informações sobre
substâncias químicas / José Tarcísio Buschinelli, Mina Kato.
– São Paulo : Fundacentro, 2011.

62 p. ; 23 cm.

ISBN 978-85-98117-68-3

1.Substância química – Ficha de dados – Interpretação
de linguagem. 2. Produtos químicos – Propriedades químicas –
Segurança química. I. Kato, Mina. II. Título.

CIS

Fy Zai Kimi

CDU

661:54.04

CIS – Classificação do “Centre International d’Informations de Sécurité et
d’Hygiène du Travail”

CDU – Classificação Decimal Universal

Ficha Técnica

Coordenação editorial: Glaucia Fernandes

Revisão de textos: Karina Penariol Sanches

Gisele Barbosa/Beatriz Taroni de Aguiar (estagiárias) • Grazielia Potasio dos Santos

Tratamento de imagens: Gisele Almeida

Projeto gráfico miolo e criação da capa: Marila Geraldo Destro Apolinário

Agradecemos à Claudia Esteban e a Albertinho B. de Carvalho
por sua revisão técnica e sugestões neste trabalho.

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AIHA – American Industrial Hygiene Association
ATSDR – Agency for Toxic Substances & Diseases Registry
BEI – Biological Exposure Index
CAS – Chemical Abstracts Service
CCOHS – Canadian Centre for Occupational Health and Safety
CDC – Centers for Disease Control and Prevention
CE – Comissão Europeia
CL50 – Concentração Letal 50%
DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft
DHMO – Dihydrogen Monoxide ou Monóxido de Di-hidrogênio
DL50 – Dose Letal 50%
ECHA – European Chemicals Agency
EINENC – European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances
ELINCS – European List of Notified Chemical Substances
EPI – Equipamentos de Proteção Individual
ERPG – Emergency Response Planning Values
ESIS – European Chemical Substances Information System
FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
GHS – Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals
IARC – International Agency for Research on Cancer
IB – Indicador Biológico
IBMP – Índice Biológico Máximo de Exposição
ICSC – International Chemical Safety Card
IDLH – Immediately Dangerous to Life or Health
ILO – International Labour Office
INSHT – Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Espanha)
IPCS – International Programme on Chemical Safety

IPVS – Imediatamente Perigoso para Vida ou Saúde
LC50 – Lethal Concentration 50%
LD50 – Lethal Dose 50%
LEO – Limites de Exposição Ocupacional
MSDS – Material Safety Data Sheet
NIOSH – National Institute of Occupational Safety and Health
NPIC – National Pesticide Information Center
OECD – Organization for Economic Co-operation and Development
OIT – Organização Internacional do Trabalho
OMS – Organização Mundial da Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
OSHA – Occupational Safety and Health Administration
PEL – Permissible Exposure Limit
PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
REL – Recommended Exposure Limit
RTECS – Registry of Toxic Effects of Chemical Substances
SDS – Safety Data Sheet
SST – Saúde e Segurança no Trabalho
STEL – Short-Term Exposure Limit
TLV® – Threshold Limit Value
LT – Limite de Tolerância
TWA – Time-Weighted Average
UE – União Europeia
UNCETDG – United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods
UNEP – United Nations Environment Programme
US-EPA – United States Environmental Protection Agency
VRT – Valor de Referência Tecnológico
WEEL® – Workplace Environmental Exposure Levels
WHO – World Health Organization

Sumário

Apresentação	11
1 Introdução	13
2 Conceitos e definições	17
2.1 Substância química	17
2.1.1 Substância química simples	17
2.1.2 Substância química composta	17
2.1.3 Números de identificação de uma substância química	18
2.2 Produtos químicos	20
3 Fontes de informação	23
3.1 FISPQ – Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos	23
3.2 SDS ou MSDS	24
3.3 GHS	25
4 Como encontrar as informações sobre produtos químicos	27
4.1 Composição química	27
4.2 Usando o número CAS para encontrar informações	30
4.3 Obtenção de ficha completa na biblioteca da Fundacentro	32
5 Interpretação dos itens mais relevantes para Segurança e Saúde do Trabalhador	33
5.1 Identificação química	33
5.2 Descrição	35
5.2.1 Aparência e odor (<i>Appearance and odour</i>)	35
5.2.2 Limite de odor (<i>Odour threshold</i>)	35
5.2.3 Composição/pureza (<i>Composition/purity</i>)	37

5.2.4	Estado físico (<i>State of matter</i>)	37
5.2.5	Temperatura de ebulição e pressão de vapor (<i>Boiling point and vapour pressure</i>)	38
5.2.6	Solubilidade (<i>Solubility</i>)	39
5.2.7	Densidade relativa de vapor ou do gás (<i>Vapour or gas density</i>)	40
5.3	Principais perigos das substâncias químicas	41
5.3.1	Incêndio e explosão (<i>Fire and explosion</i>)	41
5.3.2	Ponto de fulgor (<i>Flash-point</i>)	41
5.3.3	Faixa de explosividade (<i>Explosive range, flammable range</i>)	42
5.3.4	Temperatura de autoignição (<i>Autoignition temperature</i>)	42
5.3.5	Explosão e incêndio com material particulado (<i>Dust hazard</i>)	42
5.4	Produtos gerados na combustão e na termodegradação (<i>Combustion and thermal decomposition products</i>)	43
5.5	Danos à saúde	44
5.5.1	Efeitos agudos ou por exposição de curto prazo (<i>Acute effects or effects of short-term exposure</i>)	44
5.5.1.1	Efeitos locais	44
5.5.1.2	Efeitos sistêmicos	45
5.5.1.3	DL50 e CL50 (<i>LD50 and LC50</i>)	45
5.5.1.4	IPVS ou IDLH	46
5.5.2	Efeitos crônicos ou por exposição de longo prazo (<i>Chronic effects or effects of long-term exposure</i>)	46
5.5.2.1	Classificação de carcinogenicidade	48
5.6	Limites de exposição ocupacional (<i>Occupational exposure limits</i>)	49
5.7	Monitoramento biológico	53
5.8	Conversão de ppm para mg m ⁻³	54
5.9	Odor como propriedade de alerta (<i>Warning property</i>)	55
6	Outras informações	59
6.1	Controle da exposição e equipamento de proteção individual	59
6.1.1	Amostragem e análise	59
6.1.2	Proteção coletiva	60
6.1.3	Proteção individual e higiene pessoal	60
7	Misturas	63
7.1	Efeitos da exposição concomitante a diversas substâncias	64
8	Comentários Finais	65

Apresentação

Este manual foi escrito com a intenção de dar mais subsídios para a interpretação de informações sobre produtos químicos para aqueles que não se especializaram nesta área de conhecimento. O objetivo é se familiarizar com os itens que, à primeira vista, podem não parecer de utilidade direta para Saúde e Segurança do Trabalhador.

Essas informações serão de grande importância antes, durante e depois de uma avaliação de ambiente de trabalho e gerenciamento qualitativo de riscos, para delineamento de um programa de prevenção de acidentes e exposição a produtos químicos e também para subsidiar os critérios de acompanhamento clínico-laboratorial nos Programas de Monitoramento da Saúde do Trabalhador.

Com o intuito de sermos práticos e didáticos, apresentamos exemplos em quase todos os itens, com tabelas comparativas. Isso permite que o leitor tenha a possibilidade de compreender a base teórica e aplicá-la, utilizando as mesmas abordagens, ao produto químico sobre o qual necessite procurar informações e interpretar os dados obtidos de forma correta.

O texto não é exaustivo, mas foi elaborado de modo a facilitar o aprofundamento do conhecimento sobre o assunto – as referências bibliográficas foram, sempre que possível, escolhidas com *links* na internet e colocadas ao longo do texto, facilitando a busca.

Lembramos que as informações e as fontes podem mudar com o tempo. Portanto, quando fizer a consulta, fique atento às datas de publicação/disponibilização dos dados e às suas atualizações.

Esperamos que, com este trabalho, possamos contribuir para a melhor avaliação das condições de exposição ocupacional a agentes químicos em nosso país.

José Tarcísio Buschinelli
Mina Kato

1 Introdução

Para uma boa gestão dos riscos químicos nos ambientes de trabalho, as informações corretas a respeito das substâncias químicas são de fundamental importância para que os perigos de um determinado produto sejam adequadamente dimensionados e gerenciados. Para que isso seja possível, é pré-requisito que as inúmeras fontes de informação disponíveis e atualizadas sejam corretamente interpretadas.

Atualmente, inclusive por força da legislação,^{1,2,3,4} as empresas fornecem informações acerca da composição e dos efeitos dos produtos químicos (nem sempre de forma completa), mas existe uma grande dificuldade de se interpretar corretamente as informações disponíveis para que estas possam ser transformadas em conhecimento aplicável na defesa da saúde dos trabalhadores. Essa dificuldade na interpretação atinge não só a população em geral, mas também os trabalhadores e muitos profissionais da área de Segurança e Saúde do Trabalhador.

Esta realidade tem causado vários problemas: por um lado, a proteção ao trabalhador não é adequada, podendo trazer consequências graves em termos de danos agudos e/ou crônicos causados a sua saúde por substâncias com efeitos bem conhecidos e com informações fartamente disponíveis na literatura, inclusive com acesso pela internet; de outro, a proteção exagerada e desnecessária frente a falsos perigos, o que acarreta, muitas vezes, problemas aos trabalhadores, como estresse no trabalho, utilização de muitos equipamentos de proteção individual (EPIs) concomitantemente (em geral desconfortáveis), coleta de sangue para exames inapropriados, entre outros, além do custo inútil que é geralmente repassado para a sociedade.

A dificuldade em interpretar as informações disponíveis acerca dos efeitos das substâncias químicas não é só brasileira, sendo observada em outros países. O “caso DHMO” ilustra bem esta questão.

¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-1: Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 1: terminologia*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-2: Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 2: sistema de classificação de perigo*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2009.

³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-3: Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 3: rotulagem*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-4: Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 4: ficha de informações sobre segurança de produtos químicos (FISPQ)*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

Há alguns anos, nos EUA, foi publicada na internet uma ficha de segurança⁵ de uma substância denominada DHMO (Dihydrogen Monoxide ou Monóxido de Di-hidrogênio) com várias informações preocupantes, como a de que sua inalação, quando na forma líquida, é geralmente fatal em dois minutos e a exposição a sua forma gasosa provoca graves lesões de pele e do sistema respiratório. Ainda, que o seu contato com a pele provoca enrugamento e sua ingestão leva a alterações da função renal com um aumento da diurese.

Também foi lançada, utilizando-se da internet, uma campanha pelo banimento desta perigosa substância⁶ (DMHO.ORG, 2011), pois:

- A inalação, mesmo de pequenas quantidades, provoca centenas de mortes por ano;
- A prolongada exposição à forma sólida provoca *graves lesões de tecidos*;
- A forma gasosa causa *graves queimaduras*;
- É o principal componente da *chuva ácida*;
- Contribui para a *erosão dos solos*;
- Contribui para *curtos-circuitos* de equipamentos elétricos;
- É encontrada nas biópsias de *lesões pré-cancerosas e tumores*.

A campanha ainda complementa que, não obstante todos esses perigos, o DHMO é *largamente utilizado em muitas atividades*: como solvente industrial, em usinas nucleares, pela Marinha dos EUA em sistemas de propulsão de alguns navios, na fabricação de armas químicas e biológicas, na síntese química do poliestireno expandido, no desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas, na produção e na distribuição de agrotóxicos e ainda é um subproduto da queima de hidrocarbonetos em fornalhas.

Apesar de DHMO ser outra forma de denominar a *água* e não existir nenhuma inverdade nas informações veiculadas, a brincadeira gerou uma série genuína de adesões pelo banimento de tal substância aparentemente tão maléfica. Um dos casos documentados foi a de um parlamentar da Nova Zelândia que escreveu ao Ministro da Saúde, através do líder de sua bancada, indagando o que o Ministério estaria fazendo para o banimento de tal produto. A troca de correspondências⁷ foi reproduzida a seguir nas Figuras 1 e 2. A resposta do Ministro (Figura 2) foi concisa: *a tal perigosa substância era água*.

Entre os inúmeros *sites* sobre DHMO que podem ser encontrados na internet, um de autoria de dois professores de Portugal, Associação Científica de Pesquisa Ambiental – Informações sobre Monóxido de Di-Hidrogênio, diz que o objetivo em manter este *site* é a melhoria do Ensino Médio no país. Adverte:

O único perigo real associado ao Monóxido de Di-hidrogênio é o medo, excessivamente generalizado, da Química e da linguagem que lhe é própria. O que é perigoso, isso sim, é a ignorância! Mesmo os supostos conhecedores e divulgadores da verdade, os media, difundem inverdades porque o seu objectivo é atingir altos índices de audiências.⁸

Dessa forma, o objetivo desta publicação é fornecer ao leitor conhecimentos básicos que lhe permitam interpretar corretamente as informações sobre os efeitos em seres humanos dos produ-

⁵ CHEM-SAFE. *Material safety data sheet: Dihydrogen monoxide*. [S.l.], c2007. Disponível em: <<http://www.dhmo.org/msds/MSDS-DHMO-2007-ChemSafe.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2011.

⁶ DHMO.ORG. Disponível em: <<http://www.dhmo.org/>>. Acesso em: 13 maio 2011.

⁷ ANDERTON, J. H. [Correspondência oficial]. 2007. Disponível em: <<http://img2.scoop.co.nz/media/pdfs/0709/DeanDHMO.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

⁸ ASSOCIAÇÃO CIENTÍFICA DE PESQUISA AMBIENTAL. *Monóxido de di-hidrogênio: quem somos*. 2005. Disponível em: <<http://modh.no.sapo.pt/quem.html>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

tos químicos existentes, independentemente dos tipos de fonte. Não é objetivo discutir a legislação ou as regulamentações das fontes de informação.

Os focos principais deste manual são, pois, as informações referentes à Higiene do Trabalho e à Toxicologia Ocupacional, no entanto algumas informações a respeito de outros perigos das substâncias químicas também serão tratadas. Serão utilizados exemplos com análises das informações de várias substâncias, algumas bem familiares, outras nem tanto. Dar-se-á atenção especial a muitos itens frequentemente relegados a segundo plano, como as propriedades físico-químicas, mas que são dados fundamentais para dimensionar de forma correta os perigos do manuseio de qualquer substância.

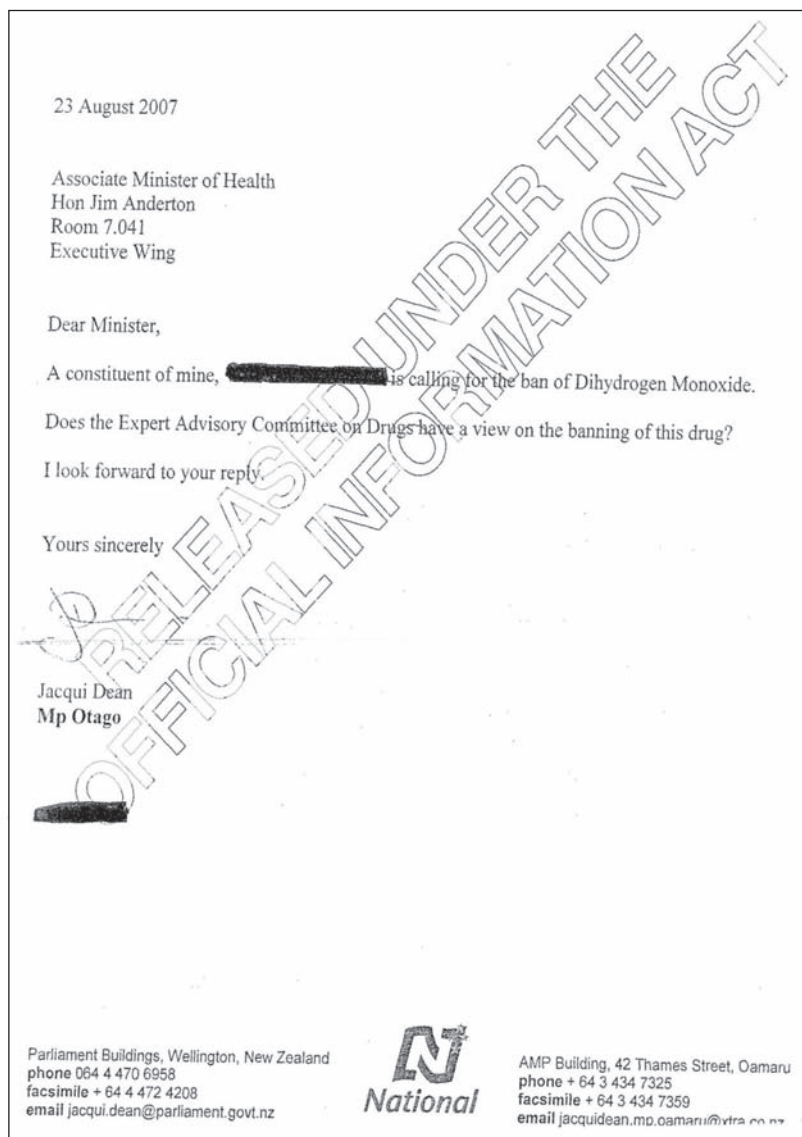


Figura 1 Carta de deputado da Nova Zelândia ao Ministro da Saúde solicitando o banimento do DHMO⁹

Espera-se com isso que uma sociedade mais bem preparada para aproveitar melhor as informações disponíveis permita que os recursos existentes sejam bem direcionados para a eliminação e/ou controle dos produtos químicos realmente perigosos em benefício dos trabalhadores e da sociedade.

⁹ DEAN, J. [Correspondência oficial]. 2007. Disponível em: <<http://img2.scoop.co.nz/media/pdfs/0709/DeanDHMO.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

OFFICE OF HON **Jim Anderton**

Minister of Agriculture, Minister for Biosecurity, Minister of Fisheries, Minister of Forestry,
Associate Minister of Health, Associate Minister for Tertiary Education, Minister responsible for Public Trust

Ms Jacqui Dean
MP for Otago
Parliament Buildings
WELLINGTON

Dear Ms Dean

Thank you for your letter of 23 August 2007 about your constituent [REDACTED]
call for a ban on Dihydrogen Monoxide.

Dihydrogen monoxide is water.

Yours sincerely



Hon Jim Anderton
Associate Minister of Health
MP for Wigram and Leader of the Progressive Party

Figura 2 Resposta do Ministro da Saúde ao deputado¹⁰

¹⁰ ANDERTON, J. H. [Correspondência oficial]. 2007. Disponível em: <<http://img2.scoop.co.nz/media/pdfs/0709/DeanDHMO.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2011.

2 Conceitos e definições

Atenção:

A seguir, serão apresentados alguns conceitos e definições para facilitar a discussão que virá a seguir. É uma revisão de química básica. Quem já possui esse conhecimento, prosiga para o item 3.

2.1 Substância química

Substância química é qualquer material com uma composição bem definida que não se consegue separar por qualquer método mecânico ou físico e que mantém as mesmas características físicas e químicas em qualquer amostra obtida. Pode ser simples ou composta.¹¹

2.1.1 Substância química simples

É formada por somente um elemento químico. Por exemplo: o hélio (He) é formado por um só átomo deste elemento; o hidrogênio, formado por dois átomos desse elemento ligados (H-H, e escreve-se H_2); o cloro (Cl_2), formado também pela ligação de dois átomos; e o enxofre, formado por oito átomos (S_8).

2.1.2 Substância química composta

É formada por mais de um elemento, como a água, que tem molécula formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio (H_2O), o sal de cozinha, que é formado por cloro e sódio (NaCl), o clorofórmio ($CHCl_3$), que é formado por um átomo de carbono, três de cloro e um de hidrogênio, e o benzeno, formado por seis átomos de carbono e seis de hidrogênio (C_6H_6).

As substâncias compostas formadas por moléculas maiores e mais complexas podem, mesmo com idêntica fórmula molecular, possuir estruturas diferentes dependendo da sua forma espacial. Isso é chamado de isomeria. Por exemplo, o xileno, que tem fórmula C_8H_{10} , possui um anel com seis carbonos e quatro hidrogênios e dois grupos com um carbono e três hidrogênios cada ligados ao anel, mas pode apresentar três formas diferentes, como mostradas na Figura 3. Cada uma das formas isoméricas possui algumas propriedades, inclusive físico-químicas, diferentes. O ponto de ebulição do

¹¹ UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Centro de Divulgação Científica e Cultural. *Química: materiais e transformações*. Parte 2: substâncias puras e misturas. São Paulo, [ca. 2010]. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/quimica/qm1-2.htm>>. Acesso em: 25 out. 2010.

orto-xileno é cerca de 5°C mais alto que o dos demais isômeros, enquanto que sua pressão de vapor é menor que dos outros. Em algumas sínteses químicas, usam-se isômeros específicos. Por exemplo, o meta-xileno é matéria-prima para o ácido isoftálico, enquanto o orto-xileno é usado para a produção de anidrido ftálico.¹²

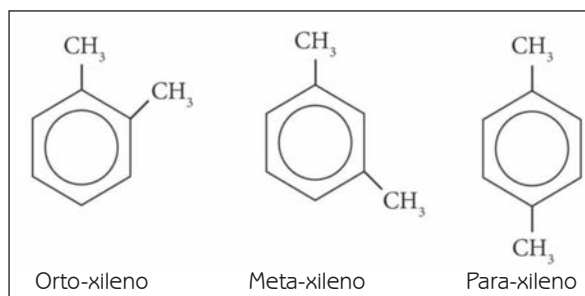


Figura 3 Xileno e seus isômeros

Além de propriedades físico-químicas, os efeitos das substâncias nos vegetais e nos animais também podem variar de acordo com a estrutura molecular. Por exemplo, a fórmula molecular C_6H_{14} pode representar uma substância de cadeia linear denominada n-hexano (n de normal ou de cadeia reta), que é tóxica para os nervos periféricos dos seres humanos. O hexano de cadeia ramificada (iso-hexano ou 2-metil pentano), com a mesma fórmula molecular, não possui este efeito.

Resumindo:

- Substâncias simples possuem só um elemento:
Hélio = He
Hidrogênio = dois átomos ligados H-H – escreve-se H_2
Cloro = dois átomos ligados Cl-Cl – escreve-se Cl_2
Enxofre = oito átomos ligados em círculo – escreve-se S_8
- Substâncias compostas possuem mais de um elemento:
Água = dois de hidrogênio e um átomo de oxigênio – H_2O
Sal de cozinha = um átomo de sódio e um de cloro – NaCl
Clorofórmio = um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de cloro – CHCl_3
- Isomeria:
Mesmo com fórmula molecular idêntica, as substâncias possuem diferentes estruturas espaciais, cada uma com propriedades físico-químicas próprias, podendo ter efeitos à saúde também diferentes.
- Produto químico: pode ser tanto uma só substância química, como uma mistura de substâncias.

2.1.3 Números de identificação de uma substância química

Para facilitar a identificação das substâncias químicas, existem vários sistemas de numeração. O mais conhecido e utilizado é o número CAS, número de registro fornecido pelo *Chemical Abstracts Service* (CAS).¹³ Esta entidade foi fundada em 1907, nos EUA, e começou organizando e

¹² OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. *Sampling and Analytical Methods*. Xylenes (o-, m-, p-isomers) Ethylbenzene, 1002. Disponível em: <<http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/mdt/mdt1002/1002.html>>. Acesso em 20 jan 2011.

¹³ AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *CAS registry and CAS numbers*. Columbus, c2011. Disponível em: <<http://www.cas.org/expertise/cascontent/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

indexando a produção científica na área química. A partir de 1965, elaborou um sistema que registra cada substância química com um número. A numeração possibilita congrega sinônimos e os diferentes nomes adotados em diversos idiomas e também permite separar os isômeros. No exemplo dos isômeros do xileno mostrado anteriormente (Figura 3), os números CAS para orto-xileno, meta-xileno e para-xileno são, respectivamente, 95-47-6, 108-38-3 e 106-42-3. O solvente cloreto de metileno (CAS: 75-09-2) recebe várias denominações somente em português: diclorometano, dicloreto de metileno, Freon 30, R-30, DCM, MDC.

O fungicida mancozebe pode ser encontrado no mundo inteiro com nomes químicos e comerciais diversos: Carbamic acid, ethylenebis{dithio-}, manganese zinc complex (8CI); Carbamodithioic acid, 1,2-ethanediylbis, manganous zinc salt; Dithane (mancozeb) M-45 technical premix; Dithane M-45; Mancozebe; Maneb com Zinco; Manganese, EBDC; Fore; Mancozeb; {{1,2-ethanediylbis{carbamodithioato}}(2-)}-, {{1,2-ethanediylbis{carbamodithioato}}(2-)}Zinc; Mancozeb Zinc; Mankozebe; mankozeb; Manzate 200; Manzeb; Manzin 80; Mn-Zn Ethylene bisdithiocarbamate; Nemispor; Pace fungicide (014504+113501); Penncozeb; Policar MZ; Policar S; Vondozeb Plus; Zinc ion and manganese ethylenebisdithiocarbamate 80%; Zinc ion and manganese ethylenebisdithiocarbamate; Zinc manganese ethylenebisdithiocarbamate. Todas essas denominações têm o número CAS 8018-01-7.

Normalmente, o número CAS se aplica a substâncias puras, mas há algumas misturas que também o possuem, como, por exemplo, a mistura dos isômeros de xileno, que é registrada com o número CAS 1330-20-7, ou mesmo outras misturas comerciais de grande importância, como a gasolina, que é uma mistura de centenas de substâncias químicas, com o número CAS 8006-61-9.

Existem também outros sistemas numéricos de identificação de substâncias químicas que surgiram ao longo do tempo, como o da Organização das Nações Unidas (ONU) ou da União Europeia (UE). O número da ONU (*UN Number* ou código da ONU) existe somente para substâncias perigosas (inflamáveis, explosivas, tóxicas) e visa basicamente à segurança no transporte.¹⁴

O *North America (NA) number* é usado pelo Departamento de Transporte dos EUA e utiliza o mesmo número UN, quando este existe. Complementarmente, adiciona um número próprio quando a substância não possui o número UN.

A Comissão Europeia (CE), através da Agência Europeia de Produtos Químicos (*European Chemicals Agency* – ECHA), realizou um inventário das substâncias químicas presentes na União Europeia. Aquelas comercializadas até 18 de setembro de 1981 foram registradas no *European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances* (Einecs) e as catalogadas após esta data, na *European List of Notified Chemical Substances* (Elincs). Toda a informação pode ser acessada no portal *European Chemical Substances Information System* (Esis)¹⁵ e o registro é denominado número EU Einecs/Elincs.

¹⁴ UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. *UN recommendations on the transport of dangerous goods: model regulations*. 12. ed. rev. [S.l.]: c2001. Disponível em: <http://live.unece.org/trans/danger/publi/unrec/12_e.html>. Acesso em: 26 nov. 2010.

¹⁵ EUROPEAN COMMISSION. Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection. *ESIS: European Chemical Substances Information System*. [S.l.]: ca. 2008]. Disponível em: <<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>>. Acesso em: 10 abril 2012.

De importância para saúde e segurança do trabalho, há ainda o número do *Registry of Toxic Effects of Chemical Substances* (RTECS) de responsabilidade da *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dos EUA.¹⁶

Números de registros de substâncias químicas:

Número CAS (é o “CPF” das substâncias químicas): o mais importante e mais antigo sistema com mais de 56 milhões de substâncias registradas e entrada diária de cerca de 12 mil novos registros.¹⁷

Outros registros:

UN number: número das Nações Unidas

NA number: número da América do Norte (se não existir *UN number* para a substância)

EU EINECS/ELINCS: número da União Europeia

RTECS: Registro de efeitos tóxicos das substâncias químicas da NIOSH (EUA)

2.2 Produtos químicos

Para os fins deste manual, denomina-se produto químico uma substância química pura, simples ou composta, ou ainda misturas. As misturas podem ser de líquidos, sólidos ou gases e mistas, com sólidos e líquidos ou gases e líquidos.

Uma substância química, seja simples ou composta, tem diferentes graus de pureza: o grau comercial com 70% a 90% de pureza, dependendo do produto; o grau farmacêutico (95% ou maior); e o grau PA (Para Análise), que chega a 99,9% de pureza. Existem graus de pureza ainda maiores para atender às especificações de análises especiais, como o nanograu e outros.^{18,19}

Os trabalhadores estão normalmente expostos a produtos de grau comercial e, por isso, deve-se estar atento aos efeitos não somente da substância propriamente dita, como também aos dos possíveis contaminantes, que, eventualmente, podem trazer agravos à saúde até maiores do que a própria substância. Quando a substância contaminante for carcinogênica, mutagênica ou tóxica para reprodução e estiver presente em concentrações maiores que 0,1%, e se for corrosiva ou irritante, acima de 1%, a sua presença deve ser declarada²⁰ (ver Tabela 1, p. 29).

Além dos contaminantes, pode ocorrer a formação de substâncias novas no ambiente, geradas por reações químicas entre os componentes de uma mistura ao longo do tempo de estoque ou por ocasiões do seu uso, muitas vezes facilitadas por calor e/ou incidência de luz, ou mesmo por degradação de uma substância, resultando em outras duas ou mais substâncias. Por exemplo, o estireno

¹⁶ NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *RTECS: what is RTECS?*. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/65652c0047457fce8b97df3fbc4c6735/M02+-Mancozebe.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>>. Acesso em: 10 abril 2012.

¹⁷ AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *CAS registry and CAS numbers*. Columbus, c2011. Disponível em: <<http://www.cas.org/expertise/cascontent/index.html>>. Acesso em: 10 abril 2012.

¹⁸ J. T. BAKER GRADES. Disponível em: <http://www.specanalitica.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile43.pdf>. Acesso em: 10 abril 2012.

¹⁹ EMSCO SCIENTIFIC ENTERPRISES. *Mallinckrodt grade definitions*. Philadelphia, c2002. Disponível em: <<http://www.emscoscientific.com/products/mallinckrodt/gradedef.htm>>. Acesso em: 18 maio 2011.

²⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-2: produtos químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 2: sistema de classificação de perigo*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2009. p. 5.

(CAS 100-42-5) é um líquido inflamável incolor que, se não estiver estocado em condições adequadas (temperatura < 25°C, sem exposição à luz solar direta, com adição de inibidor de polimerização), pode formar, em contato com o oxigênio do ar, um peróxido explosivo ou se polimerizar e formar o poliestireno (CAS 9003-53-6), que é sólido à temperatura ambiente. Outra substância, a etilenotiureia (CAS 96-45-7), é possivelmente carcinogênica para seres humanos (ver item 5.5.2.1 — Classificação de carcinogenicidade), é um produto secundário na produção e também resultado da degradação de fungicidas ditiocarbamatos. O mancozebe²¹ (CAS 8018-01-7) é considerado um exemplo de fungicida ditiocarbonato de toxicidade mediana (classe III), não carcinogênico.²² O trabalhador rural, principalmente durante o processo de colheita e manipulação de frutas e verduras, pode estar exposto não somente ao fungicida original, como o mancozebe, mas também à etilenotiureia, um possível carcinogênico.²³

Para mais informações referentes ao armazenamento de substâncias químicas, consulte manuais de segurança de laboratórios.^{24,25}

²¹ BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Índice monográfico*: mancozebe. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/65652c0047457fce8b97df3fbc4c6735/M02+-Mancozebe.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0>>. Acesso em: 10 abril 2012.

²² BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Critérios para a classificação toxicológica*. Brasília, c2009. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/educacao/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B_A3dTA_2CbEdFAPaAaLg!/?WCM_PORTLET=PC_7_CGAH47L0006BC0IG5N65QO0J4_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/anvisa/anvisa/inicio/agrotoxicos+e+toxicologia/publicacao+agrotoxicos+e+toxicologia/criterios+para+a+classificacao+toxicologica>. Acesso em: 20 jan. 2011.

²³ UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. *Technology transfer network air toxics web site*: ethylene thiourea. [S.l.], c2007. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/ethyl-th.html>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

²⁴ FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Armazenamento de produtos químicos*. [ca.2000]. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/armazenamento_de_produtos_quimicos.html#Medidas%20de%20Seguran%C3%A7a>. Acesso em: 18 maio 2011.

²⁵ ESPAÑA. Ministerio de Trabajo Y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *NTP 479: prevención del riesgo en el laboratorio químico: reactividad de los productos químicos (II)*. [S.l., ca.1992]. Disponível em: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_479.pdf>. Acesso em: 18 maio 2011.

3 Fontes de informação

Existem várias fontes de informações acerca de produtos químicos disponíveis. Discutiremos as principais para a área de Saúde e Segurança do Trabalho.

3.1 FISPQ – Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos

As FISPQ foram instituídas no país por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).²⁶ As empresas fornecedoras de produtos químicos devem disponibilizá-las aos seus clientes e os itens abaixo devem nela constar com a seguinte numeração:

1. Identificação do produto e da empresa
2. Identificação dos perigos
3. Composição e informação dos ingredientes
4. Medidas de primeiros socorros
5. Medidas de combate a incêndio
6. Medidas de controle para derramamento ou vazamento
7. Manuseio e armazenamento
8. Controle da exposição e EPIs
9. Propriedades físico-químicas
10. Estabilidade e reatividade
11. Informações toxicológicas
12. Informações ecológicas
13. Considerações sobre tratamento e disposição
14. Informações sobre transporte
15. Regulamentações
16. Outras informações

No entanto, nem sempre as informações fornecidas nas fichas estão completas ou atualizadas, especialmente quanto à composição. Outro problema grave oriundo da própria norma é que não há padronização relativa às definições e aos critérios de como se deve considerar os perigos de uma determinada substância. Por exemplo, o que deve ser considerado irritante, ou mutagênico, ou qual a fonte na literatura que se deve utilizar para classificar uma substância como carcinogênica.

²⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-4: produtos químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 4: ficha de informações sobre segurança de produtos químicos (FISPQ)*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

Para esta publicação, os itens 2, 3, 4, 8, 9 e 11 serão de especial interesse, sendo o item 2 (composição) a informação mais importante, pois é a partir dela que se pode pesquisar cada substância isoladamente em várias fontes.

O que são efeitos e perigos?

Definições da ABNT:²⁷

Perigo: fonte *potencial* de dano e característica *intrínseca* de um produto.

Como exemplos: *substância, agente, fator ou condição irritante, carcinogênica, lesiva ao fígado, explosiva, inflamável*, entre outros.

Dano: lesão física e/ou prejuízo à saúde, ao meio ambiente ou à propriedade.

Efeito(s): é o resultado ou a consequência de determinada substância química no organismo. Exemplos: irritação de pele, irritação do trato respiratório, irritação ou lesão de olhos, lesão de fígado, dano ao sistema reprodutor, carcinogênese, mutagênese etc. É a realização do potencial de dano (perigo) da substância, o que depende da dose, do tempo de exposição, da via de contato, entre outras variáveis.

Cabe ao profissional de Saúde e Segurança do Trabalho prevenir a ocorrência dos efeitos (consequências) do potencial de dano (perigo) dos produtos, evitando a exposição.

3.2 SDS ou MSDS

São as siglas em inglês para *Safety Data Sheet* (SDS) e *Material Safety Data Sheet* (MSDS). São parecidas com as FISPQs brasileiras, mas cada país tem suas próprias normas e, assim, são muito heterogêneas, não só em relação aos itens que as compõem, mas também quanto às definições dos perigos.

Existem FISPQ, SDS e MSDS tanto para produtos comerciais de responsabilidade dos produtores/fornecedores, quanto para substâncias puras; e muitas vezes, para essas últimas, existem SDS publicadas por instituições públicas, como, por exemplo, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (*United States Environmental Protection Agency* – US-EPA).²⁸

Várias instituições de Saúde e Segurança do Trabalho possuem bases para substâncias químicas de acesso livre, como os *links* das instituições a seguir:

- *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* (INSHT)²⁹ – Espanha
- *Agency for Toxic Substances & Diseases Registry* (ATSDR), dos *Centers of Disease Control and Prevention* (CDC) – Estados Unidos³⁰

²⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-1: produtos químicos — informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 1: terminologia*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

²⁸ US-EPA. *United States Environmental Protection Agency. Envirofacts Master Chemical Integrator*. Disponível em: <<http://www.epa.gov/enviro/html/emci/chemref/>>. Acesso em: 11 abril 2012.

²⁹ ESPAÑA. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Fichas F/ISQ*. [S.l., ca. 2010]. Disponível em: <<http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.a82abc159115c8090128ca10060961ca/?vgnextoid=4458908b51593110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>>. Acesso em: 18 maio 2011.

³⁰ AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES & DISEASE REGISTRY. *ATSDR A-Z Index*. Atlanta, 2010. Disponível em: <<http://www.atsdr.cdc.gov/az/a.html>>. Acesso em: 18 maio 2011.

- *European Chemical Substances Information System* (ESIS) da *Joint Research Centre* (JRC) – Comissão Europeia.³¹
- *International Programme on Chemical Safety* (IPCS) ou Programa Internacional em Segurança Química é uma atividade conjunta de cooperação do *United Nations Environment Programme* (UNEP), da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Organização Mundial da Saúde (OMS) para disseminar informações sobre produtos químicos e seus potenciais agravos à saúde humana e ao meio ambiente. As fichas de segurança, denominadas *International Chemical Safety Cards* (ICSCs), fornecem um resumo de informações essenciais para serem usadas por trabalhadores em ambientes de trabalho diversos.³²

Especificamente para produtos agrícolas e agrotóxicos, podem-se consultar as várias bases indicadas pela *National Pesticide Information Center* (NPIC) dos EUA.³³

Além das bases de acesso livre, mas dentro deste universo de informações referentes a substâncias e produtos químicos, existem bases de dados de acesso pago que são muito detalhadas e completas. Uma das mais completas, tanto em número de substâncias, quanto em profundidade de informações e multiplicidade de referências é a CHEMINFO, de responsabilidade do *Canadian Centre for Occupational Health and Safety* (CCOHS). Este material pode ser acessado através da Biblioteca da Fundacentro nas unidades distribuídas pelo Brasil.

3.3 GHS

A sigla GHS significa *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* ou, em português, Sistema Globalmente Harmonizado para Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos. Como cada país, agência reguladora, instituição ou órgão de diferentes naturezas possuíam sistemas e regulamentações distintas para classificação e rotulagem de substâncias químicas, a interpretação de informações por parte dos interessados se tornava muito complexa, bem como dificultava o cumprimento de todos os sistemas por parte das empresas. Assim, a OIT, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (*Organization for Economic Co-operation and Development* – OECD) e o Comitê de Especialistas em Transporte de Cargas Perigosas das Nações Unidas (*United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods* – UNCETDG) criaram em conjunto um sistema geral: o GHS.³⁴

O GHS não é uma norma, mas um sistema composto por requisitos técnicos de classificação e comunicação de perigos com informações explicativas de como aplicar o sistema. A ABNT publicou uma norma em 2009 que, em muitos aspectos, segue o sistema globalmente harmonizado.

³¹ EUROPEAN COMMISSION. Joint Research Centre. Institute for Health and Consumer Protection. *Esis*: European Chemical Substances Information System. [S.l., ca. 2008]. Disponível em: <<http://esis.jrc.ec.europa.eu/>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

³² NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. *International chemical safety cards (ICSCs): description*. [2011?] Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/ipccard.html>>. Acesso em: 31 jan. 2011.

³³ NATIONAL PESTICIDE INFORMATION CENTER. Disponível em: <<http://npic.orst.edu/index.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

³⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. *O que é GHS?: sistema harmonizado globalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos*. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/reblas/reblas_public_manual_ghs.pdf>. Acesso em: 27 maio 2011.

Esta norma, a 14.725, é dividida em 4 partes: 1 – Terminologia; 2 – Sistema de Classificação de Perigo; 3 – Rotulagem; e 4 – FISPQ.^{35,36,37,38}

Pela alteração introduzida em 2011, a Norma Regulamentadora nº 26 do Ministério do Trabalho e Emprego (Portaria nº 229, de 24 de maio de 2011),³⁹ determina que “produto químico utilizado no local de trabalho deve ser classificado quanto aos perigos para a segurança e a saúde dos trabalhadores de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS), da Organização das Nações Unidas”. Quanto às informações sobre produtos químicos perigosos, elas devem ser apresentadas na ficha com dados de segurança do produto químico cujo formato e conteúdo devem também seguir o estabelecido pelo GHS.

³⁵ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-1: produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 1: terminologia*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

³⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-2: produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 2: sistema de classificação de perigo*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2009.

³⁷ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-3: produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 3: rotulagem*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

³⁸ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-4: produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 4: ficha de informações sobre segurança de produtos químicos (FISPQ)*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

³⁹ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Portaria nº 229 de 24 de maio de 2011. Altera a norma regulamentadora nº 26. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D302E6FAC013031C980D74AC9/p_20110524_229.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

4 Como encontrar as informações sobre produtos químicos

A seguir serão descritos os principais passos para se encontrar informações sobre produtos químicos.

4.1 Composição química

Inicialmente, deve-se buscar a composição química do produto que se deseja conhecer. Os produtos comerciais em geral são misturas, mas mesmo uma substância “pura” contém impurezas em concentrações diversas.

A FISPQ e os rótulos devem ser consultados a fim de se obter a composição e algumas informações básicas do produto comercial. Atualmente, a FISPQ do produto, quando não disponibilizada pelo fornecedor, pode ser obtida através da internet, no *site* do fabricante ou do fornecedor.

Como as informações técnicas dessas fichas são muito resumidas e sem um critério único para a classificação de efeitos para saúde, é arriscado tomar decisões baseando-se apenas nessa fonte. Além disso, as propriedades e os efeitos de misturas comerciais são geralmente difíceis de se interpretar, mesmo que estejam bem descritas.

Ainda são disponibilizadas, por algumas empresas, composições genéricas que não acrescentam nada para a tomada de decisão de um profissional de Saúde e Segurança no Trabalho (SST). Na Figura 4, pode ser vista, como exemplo, a primeira página da FISPQ de um removedor de tintas que traz como composição: “solventes aromáticos, álcoois, ésteres e aditivos orgânicos”.

Além de existirem centenas de solventes aromáticos, ésteres e álcoois, cada qual com suas características diferentes, há, ainda, o termo “aditivos orgânicos”, que pode ser atribuído a qualquer material orgânico. A informação é muito vaga para se conhecer o produto do ponto de vista químico. Após uma reclamação ao fabricante do produto, a empresa forneceu uma FISPQ do mesmo produto com a composição bem mais detalhada: cloreto de metileno, tolueno, etanol, hidropropil metilcelulose e aguarrás mineral, com os respectivos números CAS (Figura 5).

Essa nova FISPQ muda o cenário, pois permite identificar as substâncias para verificar o risco à sua exposição e, entre outras informações, se é possível realizar monitoramento biológico

da exposição ocupacional. As exposições ao tolueno e ao cloreto de metileno da mistura podem ser avaliadas utilizando-se o ácido hipúrico urinário e a carboxihemoglobina no sangue do trabalhador, respectivamente, além de se poder realizar um monitoramento dos efeitos das várias substâncias na saúde, que agora podem ser estudadas separadamente e de forma mais aprofundada.

Se a informação da FISPQ fornecida pelo fabricante do produto referente à composição não for detalhada, deve-se solicitá-la ao fabricante, pois a NBR 14.725-4 de 2009 determina que o nome químico ou comum da substância e seu número CAS devem ser informados. A mesma norma determina que, em caso de misturas, também devem ser informados os componentes com os nomes químicos ou comuns, os respectivos números CAS e suas faixas de concentração, dependendo da classe de perigo da substância, a qual pode ser vista na Tabela 1 (p. 29).

XXXXXXXXXX		Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos	
REMOVEDOR DE TINTAS			
		Revisão: 01 Data Revisão: 07/2008	
1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA			
Nome do Produto:			
Fabricante:			
Endereço:			
Telefone:			
E-mail:			
Site:			
Telefone de emergência:			
2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES			
Este produto químico é um preparado.			
Ingredientes / impurezas que contribuem para o perigo:			
Solventes aromáticos, álcoois, ésteres e aditivos orgânicos.			
3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS			
Perigos mais importantes: Produto Inflamável			
Toxicidade dos vapores			
<u>Efeitos dos produtos:</u>			
Efeitos adversos à saúde humana:			
✓ Ingestão: Pode produzir irritação na boca e garganta. Ingestão de pequenas quantidades pode produzir distúrbios no aparelho digestivo central como dores de cabeça, fraqueza, desmaios e náuseas. Grandes quantidades ingeridas podem causar a perda da consciência.			
✓ Olhos: vapores e os contato do produto com os olhos podem causar conjuntivite química.			
Pele: pode causar ressecamento, fissuras, irritações e dermatite de contato.			
✓ Inalação: Pode causar irritação das vias respiratórias, além de dores de cabeça, desmaios e náuseas. Inalações de altas concentrações podem levar a perda da coordenação, enfraquecimento e perda da consciência.			
Efeitos ambientais: Por ser insolúvel, o produto permanece na água afetando o ecossistema.			
Perigos físicos/químicos: Inflamável			
Perigos específicos: Líquido inflamável			
Principais sintomas: Náuseas, tonturas e dores de cabeça, no caso do vapores.			
Classificação do produto químico:			
Líquido inflamável.			
Produto classificado de acordo com a Diretiva 67/548/EEC e com a NR-20 da portaria nº 3.214 de 08/06/78.			

Figura 4 Reprodução da FISPQ de um removedor de tintas disponibilizada pelo fabricante
Fonte: Arquivos da Coordenação de Saúde no Trabalho, Fundacentro

XXXXXXX

**FISPQ – Ficha de Informações de Segurança
de Produtos Químicos**

Revisão 002
Fevereiro/2010

1 – IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: Removedor de Tintas.

Nome Comercial:

Empresa:

Endereço: **Bairro:**

Cidade: **Estado:**

CEP.: **Telefone:**

Site: **e-mail:**

2 – COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES

Tipo do Produto: "Este produto é um preparado"

Natureza Química: Base Solvente

Nome Químico	CAS Number	Faixa de Conc. (%)	Símbolo	Frases R
Cloreto de Metileno	75-09-2	30 - 60	Xn	R 40
Tolueno	108-88-3	5 - 10	F/Xn	R11 / R20/ R22
Etanol	64-17-5	5 - 10	F/Xi	R11 / R36/ 38
Hidroxipropil Metilcelulose	9004-65-3	0,1 - 1	ND	ND
Aguarrás Mineral	64741-4-61	5 - 10	F/Xn	R11 / R20/ R22

Sistema de classificação: Os ingredientes foram classificados de acordo com a Diretiva 67/548/EEC.

3 – IDENTIFICAÇÕES DE PERIGO

Perigos mais importantes: Produto Inflamável
Toxicidade dos vapores

Figura 5 Reprodução da FISPQ de um removedor de tintas disponibilizada pelo fabricante após uma reclamação

Fonte: Arquivos da Coordenação de Saúde no Trabalho, Fundacentro

Tabela 1 Valores de corte/limites de concentração para cada propriedade de perigo segundo ABNT 2009⁴⁰

Classe de perigo	Valores de corte/limite de concentração (em %)
Toxicidade aguda	≥1,0
Corrosão/irritação da pele	≥1,0
Lesões oculares graves/irritação ocular	≥1,0
Sensibilização respiratória ou de pele	≥1,0
Mutagenicidade categoria 1	≥ 0,1
Mutagenicidade categoria 2	≥ 1,0
Carcinogenicidade	≥ 0,1
Toxicidade à reprodução e à lactação	≥ 0,1
Toxicidade sistêmica para certos órgãos-alvo – exposição única	≥ 1,0
Toxicidade sistêmica para certos órgãos-alvo – exposição repetida	≥ 1,0
Perigoso para o meio aquático	≥ 1,0

⁴⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-4: produtos químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 4: ficha de informações sobre segurança de produtos químicos (FISPQ)*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010.

Ou seja, se uma substância da mistura é, por exemplo, irritante ocular, deve ser informada na FISPQ caso sua concentração seja maior que 1,0%, mas, se for carcinogênica, deve ser informada obrigatoriamente quando a concentração for maior que 0,1%. Em casos de segredo industrial, o fabricante pode omitir uma substância da fórmula, mas deve ser inserida uma frase informativa dessa condição, como “segredo industrial” ou “informação confidencial”, e ainda serem informados os perigos desse componente.⁴¹

A obtenção da composição detalhada do produto é o primeiro passo para uma correta avaliação dos perigos de substâncias químicas nos ambientes de trabalho e, a partir de sua composição química, é possível obter do produto comercial as informações relevantes para a saúde e a segurança do trabalhador, inicialmente para cada substância de forma isolada e, mais tarde, para a mistura.

A partir da composição, podem-se utilizar as ferramentas de busca da internet para encontrar informações de cada componente.

Atenção:

A informação da composição detalhada de um produto, com os nomes químicos e o número CAS de cada ingrediente, é de fornecimento obrigatório no Brasil através da FISPQ. Se a composição detalhada não foi fornecida na ficha, deve ser exigido do fabricante.

4.2 Usando o número CAS para encontrar informações

Em geral, a própria FISPQ já fornece os números CAS, como no caso do exemplo anterior. Mas se for necessária a busca, é só entrar em alguma ferramenta de busca da internet e digitar o nome da substância em português mesmo e a sigla CAS, como no exemplo (Figura 6).

Verifica-se que o número CAS 79-01-6 aparece em quase todos os *links*. Isso pode ser feito com qualquer substância. Se houver dificuldades nos buscadores da internet, pode-se utilizar o *link* <http://chemfinder.cambridgesoft.com/>. É necessário registrar-se (gratuitamente) para acessar esse *site*, e os nomes das substâncias devem ser escritos em inglês.

O número CAS auxilia muito na busca de informações, pois se podem encontrar informações em qualquer idioma, não importando a quantidade de sinônimos que a substância possua ou, ainda, os problemas da grafia correta da substância em inglês ou em outro idioma. Com o número CAS obtido diretamente das FISPQs, de buscadores da internet ou ainda do *site* Chemfinder, da Cambridge soft, pode-se procurar fichas na própria internet.

⁴¹ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14725-4: produtos químicos – informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 4: ficha de informações sobre segurança de produtos químicos (FISPQ). Ed. corr. Rio de Janeiro, 2010..

Para encontrar informações, basta inserir nos buscadores da internet o termo MSDS e/ou SDS e o número CAS da substância que se deseja. Ainda utilizando o exemplo do tricloroetileno, ficaria:

<p>tricloroetileno - tricloroetileno Fabricantes, Fornecedores e ... </p> <p>portuguese.alibaba.com › sala de exposição - Em cache</p> <p>Tricloroetileno (CAS NO.79-01-6). 1.Trichloroethylene/TCE 99.9% 2.CAS NO.79-01-6 tempo 3.Delivery: 7-10 dias 4.Packing: em 280 quilogramas por o tambor 5. ...</p>	<p>Tricloroetileno Fabricantes & CAS 79-01-6 Fornecedores </p> <p>pt.exportpages.com/.../Tricloroetileno-102552127... - Portugal - Em cache</p> <p>Tricloroetileno: Exportpages, a rede de exportação mais importante da Europa liga a procura e a oferta em todo o mundo e chega mensalmente a mais de três ...</p>
<p>Tricloroetileno/Perchloroethylene, China Tricloroetileno ... </p> <p>pt.made-in-china.com/.../product_Trichloroethylene-Perchl... - Em cache</p> <p>Tricloroetileno CAS no.: 79-01-6 1. fórmulas moleculares: Moleculares fórmula C₂HCl₃ weight131.39 2. racional: Aparência CHCl=CCl₂ 3. ...</p>	<p>tricloroetileno - tricloroetileno Fabricantes, Fornecedores e ... </p> <p>portuguese.alibaba.com › sala de exposição - Em cache</p> <p>Tricloroetileno (CAS NO.79-01-6). 1.Trichloroethylene/TCE 99.9% 2.CAS NO.79-01-6 tempo 3.Delivery: 7-10 dias 4.Packing: em 280 quilogramas por o tambor 5. ...</p>
<p>[PDF] 1- Identificao do produto e da empresa </p> <p>www.casquimica.com.br/fispq/tricloroetileno2.pdf</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>-Natureza Química: Tricloroetileno estabilizado para Limpeza de Metal. -Ingredientes (ou impurezas). % peso Número CAS Perigoso*. -Estabilizantes ...</p>	<p>Tricloroetileno/Perchloroethylene, China Tricloroetileno ... </p> <p>pt.made-in-china.com/.../product_Trichloroethylene-Perchl... - Em cache</p> <p>Tricloroetileno CAS no.: 79-01-6 1. fórmulas moleculares: Moleculares fórmula C₂HCl₃ weight131.39 2. racional: Aparência CHCl=CCl₂ 3. ...</p>
<p>Tricloroetileno – Wikipédia, a enciclopédia livre </p> <p>pt.wikipedia.org/wiki/Tricloroetileno - Em cache</p> <p>Tricloroetileno Alerta sobre risco à saúde ... comumente usado como um solvente industrial e principalmente para o desgorguramento de peças metálicas, ...</p>	<p>[PDF] 1- Identificao do produto e da empresa </p> <p>www.casquimica.com.br/fispq/tricloroetileno2.pdf</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>-Natureza Química: Tricloroetileno estabilizado para Limpeza de Metal. -Ingredientes (ou impurezas). % peso Número CAS Perigoso*. -Estabilizantes ...</p>
<p>[doc] Tricloroetileno PA </p> <p>www.fmaia.com.br/SV%20036.doc</p> <p>Formato do arquivo: Microsoft Word - Visualização rápida</p> <p>Este produto químico é uma substância pura. Natureza química: Solvente orgânico. Nome químico: Tricloroetileno. Sinónimos. ----- No. - CAS: 79 - 01 - 6 ...</p>	

Figura 6 Reprodução de parte dos resultados da busca eletrônica por Tricloroetileno e seu CAS⁴²

Entre os milhares de resultados encontrados, os primeiros estão na Figura 7.

79-01-6 MSDS SDS

A maior parte do material é disponibilizada pelas empresas produtoras e/ou fornecedoras da substância, semelhantes às nossas FISPQs, muitas de excelente qualidade e completas. Alguns *links* são de universidades (com *links .edu*) ou de governos ou instituições governamentais (*.gov*), como o NIH (*National Institute of Health*, dos EUA). Estas devem ter a leitura priorizada, pois são, em geral, mais completas e, teoricamente, mais confiáveis.

A busca nos *links* fornecidos no item 3-2 (como o da União Europeia, do CDC dos Estados Unidos e do INSHT da Espanha) também é muito facilitada com a utilização do número CAS.

⁴² GOOGLE. Disponível em: <http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=pt-BR&ie=UTF-8&rlz=1T4GGLJ_pt-BRBR302BR302&q=Tricloroetileno+CAS>. Acesso em: 24 maio 2011.

<p>Trichloroethylene - Fisher Scientific </p> <p>- [Traduzir esta página]</p> <p>fscimage.fishersci.com/msds/23850.htm - Em cache</p> <p>MSDS Name: Trichloroethylene Catalog Numbers: AC158310000, AC158310025, AC421520000, AC421520040, AC421520200 ... 79-01-6, Trichloroethylene, 99+, 201-167-4 ...</p>	<p>[PDF] Trichloroethylene MSDS </p> <p>- [Traduzir esta página]</p> <p>www.abbey-chemicals.co.uk/MSDS/Trichloroethylene-MSDS.pdf</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>SDS No. T015. Emergency Contact Number (Office. Hours). +441493 850303. 2 HAZARDS IDENTIFICATION ... 79-01-6. 4 FIRST-AID MEASURES. NOTES TO THE PHYSICIAN ...</p>
<p>[PDF] TRICHLOROETHYLENE </p> <p>- [Traduzir esta página]</p> <p>www.atsdr.cdc.gov/tfacts19.pdf</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>CAS # 79-01-6. This fact sheet answers the most frequently asked health questions (FAQs) about trichloroethylene. For more information, call the ATSDR ...</p>	<p>[PDF] Trichloroethylene and Methylene Chloride MSDS </p> <p>- [Traduzir esta página]</p> <p>www.abbey-chemicals.co.uk/MSDS/Trichloroethylene-and-Methylene-...</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>SDS No. T151. Emergency Contact Number (Office. Hours). +44 1493 850 303 ...</p> <p>Exibir mais resultados de abbey-chemicals.co.uk</p>
<p>Trichloroethylene - [Traduzir esta página]</p> <p>grover.mirc.gatech.edu/data/msds/16.html - Em cache</p> <p>MSDS Name: Trichloroethylene Catalog Numbers: S80327ACS-1, S80327ACS-2, NC932384B, NC9494003, NC9494591, ... 79-01-6, Trichloroethylene, 100, 201-167-4 ...</p>	<p>[PDF] Safety Data Sheet - [Traduzir esta página]</p> <p>wso.generalair.com/MSDS/MA38501.pdf</p> <p>Formato do arquivo: PDF/Adobe Acrobat - Visualização rápida</p> <p>Safety Data Sheet. Material Name: TRICHLOROETHYLENE. SDS ID: MAT23850 ... MTG MSDS 199; ACETYLENE TRICHLORIDE; ETHYLENE TRICHLORIDE; 1-CHLORO-2,2- TRICHLOROETHYLENE (79-01-6). Inhalation LC50 Rat 8000 ppm 4 h; Inhalation LC50 Rat ...</p>

Figura 7 Reprodução de parte dos resultados da busca por "79-01-6 MSDS SDS"⁴³

4.3 Obtenção de ficha completa na biblioteca da Fundacentro

Qualquer profissional da área de SST do Brasil pode ter acesso ao acervo da biblioteca da Fundacentro através de carta, telefone ou *e-mail*, além de pessoalmente. Na área de informações sobre produtos químicos, a biblioteca dispõe de vasto material. Existe uma base de dados de substâncias químicas que são as fichas toxicológicas da CHEMINFO, já citada anteriormente. Elas são muito completas, atualizadas e com informações de alta qualidade. Para acessá-las remotamente, basta solicitar à biblioteca as fichas da CHEMINFO para as substâncias desejadas. Como a base é em inglês e pode haver dificuldades quanto à grafia de substâncias químicas neste idioma, além do problema dos múltiplos sinônimos frequentes em química, sugerimos sempre que os pedidos sejam feitos pelo número CAS.

Além da CHEMINFO, a biblioteca da Fundacentro também possui outras bases de dados, como Chempendium, MSDS, RTECS, que também podem ser utilizadas.

As informações de como acessar a biblioteca podem ser obtidas no [link http://www.fundacentro.gov.br/dominios/BIB/servicos.asp](http://www.fundacentro.gov.br/dominios/BIB/servicos.asp) ou diretamente pelo *e-mail* biblioteca@fundacentro.gov.br. As fichas poderão ser enviadas também por correio eletrônico, sem custo.

Como exemplo didático, será utilizada neste manual a base de dados da CHEMINFO (2010-2011) com autorização da CCOHS.

⁴³ GOOGLE. Disponível em: <http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=pt-BR&ie=UTF-8&rlz=1T4GGLJ_pt-BRBR302BR302&q=79-01-6+MSDS+SDS>. Acesso em: 24 maio 2011.

5 Interpretação dos itens mais relevantes para Segurança e Saúde do Trabalhador

Uma vez encontradas as informações sobre os produtos químicos, pode-se proceder à sua leitura e à sua interpretação.

5.1 Identificação química

Inicialmente, deve-se verificar se a ficha disponível é da substância que se deseja estudar. Como exemplo, a ficha do Clorofórmio da CHEMINFO:

SECTION 1. CHEMICAL IDENTIFICATION	
CHEMINFO Record Number: 650	
CCOHS Chemical Name: Chloroform	
Synonyms: Formyl trichloride Methane trichloride Methenyl trichloride Methyl trichloride Trichloroform Trichloromethane	
Chemical Name French: Chloroforme	
Chemical Name Spanish: Cloroformo	
CAS Registry Number:	67-66-3
UN/NA Number(s):	1888
RTECS Number(s):	FS9100000
EU EINECS/ELINCS Number:	200-663-8
Chemical Family:	Halogenated aliphatic hydrocarbon / saturated halogenated hydrocarbon / halocarbon / halogenated alkane / haloalkane / haloform / trihaloalkane / chloroalkane / trichloroalkane / chlorinated methane
Molecular Formula:	C-H-Cl ₃
Structural Formula:	CHCl ₃

Figura 8 Reprodução da seção sobre identificação química da ficha do Clorofórmio (CAS:67-66-3) da base de dados CHEMINFO⁴⁴

É importante observar os vários sinônimos, nomes em francês e em espanhol e os números CAS, UN/NA, RTECS e EU (ver item 2.1.3). A família química e as fórmulas, molecular e estrutural, completam a informação. Veja as mesmas informações para Etanol (CAS:64-17-5) e Mercúrio Metálico (CAS: 7439-97-6).

⁴⁴ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

SECTION 1. CHEMICAL IDENTIFICATION

CHEMINFO Record Number: 423
CCOHS Chemical Name: Ethanol

Synonyms:

Absolute alcohol
Alcohol
Anhydrous ethanol
Ethanol denatured
Ethyl alcohol
Ethyl hydrate
Ethyl hydroxide
Fermentation alcohol
Grain alcohol
1-Hydroxyethane
Methyl carbinol
Ethyl alcohol anhydrous
Absolute ethanol
Alcohol, anhydrous
Denaturated ethanol

Chemical Name French: Éthanol

Chemical Name Spanish: Etanol

CAS Registry Number: 64-17-5

UN/NA Number(s): 1170 NA1987

RTECS Number(s): KQ6300000

**EU EINECS/ELINCS
Number:** 200-578-6

Chemical Family: Saturated primary aliphatic alcohol / primary alkanol /
primary alkyl alcohol / ethanol / ethyl alcohol

Molecular Formula: C₂H₆O

Structural Formula: CH₃-CH₂-OH

Figura 9 Reprodução da seção sobre identificação química da ficha do Etanol (CAS:64-17-5) da base de dados CHEMINFO⁴⁵

SECTION 1. CHEMICAL IDENTIFICATION

CHEMINFO Record Number: 322
CCOHS Chemical Name: Mercury

Synonyms:

Colloidal mercury
Elemental mercury
Hydrargyrum
Liquid silver
Mercury metal
Metallic mercury
Quick silver

Chemical Name French: Mercure

Chemical Name Spanish: Mercurio

CAS Registry Number: 7439-97-6

UN/NA Number(s): 2809

RTECS Number(s): OV4550000

**EU EINECS/ELINCS
Number:** 231-106-7

Chemical Family: Mercury and compounds / elemental mercury / mercury
metal

Molecular Formula: Hg

Structural Formula: Hg

Figura 10 Reprodução da seção sobre identificação química da ficha do Mercúrio Metálico (CAS: 7439-97-6) da base de dados CHEMINFO⁴⁶

⁴⁵ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁴⁶ Ibid.

5.2 Descrição

Várias características da substância são apresentadas neste item. É sempre importante verificar se o que é descrito na ficha corresponde ao que é encontrado no ambiente de trabalho.

5.2.1 Aparência e odor (*Appearance and odour*)⁴⁷

Acompanhe o exemplo do Clorofórmio:

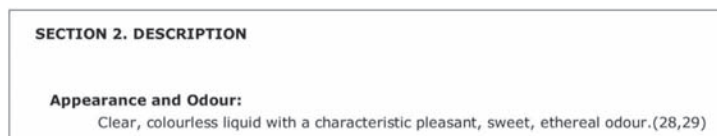


Figura 11 Reprodução do item “Descrição da substância química” da ficha do Clorofórmio da base de dados CHEMINFO⁴⁸

Ou seja, com uma tradução livre: líquido claro, incolor com odor doce de características agradáveis que lembram o éter. Os algarismos (28, 29) são os números das referências bibliográficas de onde foram retiradas essas informações e que se encontram no final da ficha.

Para Mercúrio Metálico, a descrição é:

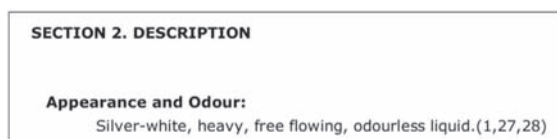


Figura 12 Reprodução do item “Descrição da substância química” da ficha do Mercúrio Metálico da base de dados CHEMINFO⁴⁹

Ou seja, líquido branco prateado, inodoro, pesado e que se espalha facilmente.

5.2.2 Limiar de odor (*Odour threshold*)

Como existe grande variação individual na capacidade olfativa das pessoas, a informação acerca do limiar de odor é dado para uma faixa de concentração do menor valor (para as pessoas mais sensíveis) até o maior valor, e a média geométrica da população testada (média geométrica é uma medida de tendência central calculada multiplicando-se todos os *n* valores e extraíndo-se a raiz de índice *n* deste produto). Não é utilizada a média aritmética por causa da grande variação dos valores. Para algumas substâncias, são dados dois limiares: o de detecção, pelo qual se percebe a presença de algo, e o de reconhecimento, pelo qual a substância pode ser reconhecida claramente. No exemplo do Clorofórmio:

⁴⁷ A palavra *odour* pode ser também escrita *odor*.

⁴⁸ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁴⁹ Ibid.

Odour Threshold:

A wide range of values have been reported; 0.6 to 1413 ppm. The range of acceptable values is 133 to 276 ppm (geometric mean air odour threshold: 192 ppm) (detection).(30)

Figura 13 Reprodução do item “Descrição do limiar de odor” da ficha Clorofórmio da base de dados CHEMINFO⁵⁰

No caso acima, foi dado apenas o limiar de detecção (perceber que há uma substância qualquer), não sendo citado o de reconhecimento (identificar a substância ou a família de substâncias). Os valores descritos na literatura variam entre 0,6 (mínimo) e 1.413 ppm (máximo), mas a faixa considerada realmente aceitável foi entre 133 a 276 ppm.

O que é ppm?

PPM (partes por milhão) é uma unidade de concentração frequentemente utilizada para concentrações de vapores ou gases no ar. Para outras unidades e conversões, ver item 7.2.3.

Para o Tricloroetileno:

Odour Threshold:

A wide range of values have been reported; 0.5 to 167 ppm. Reliable values are 82 ppm (detection) and 110 ppm (recognition).(34) Some people may not smell trichloroethylene at higher concentrations because they become accustomed to the odour.

Figura 14 Reprodução do item “Descrição do limiar de odor” da ficha do Tricloroetileno da base de dados CHEMINFO⁵¹

No caso anterior, foram definidos valores de 82 ppm para detecção e de 110 ppm para o limiar de reconhecimento, e a faixa de variação ficou entre 0,5 e 167 ppm. A informação que segue é relevante: a substância ocasiona *cansaço olfativo*, isto é, mesmo em altas concentrações, as pessoas se acostumam e passam a não mais sentir seu odor.

Já o Mercúrio Metálico não tem odor:

Odour Threshold:

Mercury is odourless.

Figura 15 Reprodução do item “Descrição do limiar de odor” da ficha do Mercúrio da base de dados CHEMINFO⁵²

Os exemplos mostram que o odor é um sinal de que a substância (que tem a propriedade de estimular o sistema sensorial humano) está dispersa no ar. No entanto, a falta de odor não é indicativo de que não há substância presente no ambiente. Por exemplo, o Mercúrio Metálico não tem odor e, portanto, sua presença na forma de vapor no ar não pode ser percebida pelo sistema olfatório. A comparação entre o limiar de odor e o limite de tolerância de uma substância pode ser útil (Propriedades de Alerta) e será vista no item 7.2.4 mais adiante.

⁵⁰ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011..

⁵¹ Ibid.

⁵² Ibid.

5.2.3 Composição/pureza (*Composition/purity*)

Este item se refere às composições típicas da substância, seu grau de pureza e os contaminantes mais comuns. Os graus de pureza variam muito, mas o grau comercial, usualmente utilizado nas indústrias, varia tipicamente de 80% a 95%, com raros casos chegando a 99%. Portanto, deve-se ficar atento à presença de contaminantes, que, muitas vezes, é um problema maior que a própria substância em questão.

Dibenzodioxinas policloradas (ou Policloro dibenzodioxinas – PCDD) são um grupo de substâncias que podem estar presentes como impureza em vários agrotóxicos, como Pentaclorofenol (CAS 87-86-5) e 2,4,5T (CAS 93-76-5). Dentre estes contaminantes, o 2,3,7,8-tetraclorodibenzo p-dioxina – TCDD – (CAS 1746-01-6) é reconhecidamente carcinogênico e tóxico para o desenvolvimento humano.⁵³

Atenção:

Nunca uma substância comercial é 100% pura.

Às vezes, os contaminantes que estão em pequenas quantidades são tão ou mais importantes que a própria substância. Sempre verifique o item que pode trazer a informação a respeito dos contaminantes mais frequentes para uma determinada substância.

Recordando o item 2.2: Os graus de pureza variam muito, mas o grau comercial, usualmente utilizado nas indústrias, varia tipicamente de 80% a 95%.

5.2.4 Estado físico (*State of matter*)

Refere-se ao estado físico (líquido, gasoso ou sólido) do produto químico nas condições normais de temperatura e pressão. Se as substâncias estiverem na forma líquida volátil ou gasosa, podem se dispersar facilmente na atmosfera a partir de uma fonte e contaminar o trabalhador por meio da inalação. Os compostos sólidos (não sublimáveis) e líquidos não voláteis, para serem inalados, necessitam ser mecanicamente dispersos na forma de pequenas partículas ou produzidos em processos (de combustão, por exemplo) que emitem material particulado no ar ambiente.

Se a forma descrita para o produto é sólida e foi observado que a substância no ambiente de trabalho é líquida, deve-se verificar se não se trata de erro de identificação ou se o sólido está dissolvido no meio líquido. Por exemplo, o hidróxido de sódio (NaOH, CAS 1310-73-2), vulgarmente conhecido como soda cáustica, é comercializado na forma de *pellets*, lascas ou grânulos (sólido) e na forma de solução aquosa de diversas concentrações.

⁵³ INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans*. Lyon, 1997. (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans; 69). Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol69/mono69-5A.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2012.

5.2.5 Temperatura de ebulição e pressão de vapor (*Boiling point and vapour⁵⁴ pressure*)

A volatilidade é importante para a exposição ocupacional a substâncias líquidas: quanto maior a volatilidade, maior é a exposição do trabalhador ao vapor do produto na atmosfera do ambiente de trabalho, independentemente do contato direto com o líquido. Mesmo a substância que não é absorvida com facilidade pela pele pode ter mais predisposição a penetrar no organismo pelo sistema respiratório.

A volatilidade pode ser avaliada através da temperatura de ebulição e de sua pressão de vapor. As duas variáveis estão de certa forma relacionadas, pois, em geral, quanto mais baixa a temperatura de ebulição, maior é a pressão de vapor a uma dada temperatura. A pressão de vapor exercida por um líquido na superfície depende da temperatura em que o líquido se encontra e, quanto maior a temperatura, maior é a pressão de vapor. Quando a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão atmosférica (760 mmHg ao nível do mar), a substância entra em ebulição. A pressão de vapor é estabelecida normalmente para as temperaturas de 20°C ou 25°C, que são as consideradas ambiente, e quanto maior é a pressão de vapor nessas temperaturas, maior é a “tendência à evaporação” da substância e, portanto, maiores são as concentrações na atmosfera do ambiente de trabalho.

Tabela 2 Temperatura de ebulição e pressão de vapor de substâncias selecionadas⁵⁵

Substância	Temperatura ebulição (°C)	Pressão de vapor (mmHg)
Éter etílico	34,5	537 (a 25°C)
n-Hexano	68,7	150 (a 25°C)
Benzeno	80,1	95 (a 25°C)
Tolueno	110,6	28,4 (a 25°C)
Acetato de butila	126	10 (a 20°C)
Fenol	181,8	0,351 (a 20°C)
n-Dodecano	216	0,3 (a 20°C)

Na tabela acima, verifica-se que, geralmente, quanto maior a temperatura de ebulição, menor é a pressão de vapor, ou seja, menor quantidade de vapor é gerado no ambiente e, assim, do ponto de vista prático, para substâncias com pressões de vapor muito baixas, as exposições aos seus vapores são desprezíveis.

Outra forma de avaliar a volatilidade de uma substância é comparando-a com a evaporação de um composto padrão, geralmente acetato de butila ou éter etílico. O índice é conhecido como taxa de evaporação (*evaporation rate*), muito utilizado para solventes.⁵⁶ Tendo o acetato de butila como padrão (taxa de evaporação = 1), são em geral considerados como solventes de secagem rápida solventes como a acetona (5,6), o hexano (8,3), a metiletilcetona (3,8) ou benzeno (5,1). Exemplos de substâncias de evaporação lenta são a água (0,3) e o xileno (0,6).

⁵⁴ A palavra *vapour* também pode ser grafada *vapor*.

⁵⁵ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁵⁶ EASTMAN CHEMICAL COMPANY. *Typical physical properties: solvents*. c2011. Disponível em: <<http://www.eastman.com/ProductComparison/Pages/ShowProductComparisons.aspx?categoryName=Solvents:Product%20Group:Product%20Comparisons>>. Acesso em: 26 jan. 2011.

A taxa de evaporação utilizando o éter etílico como padrão emprega uma escala inversa.⁵⁷

Por exemplo:

Benzeno: 5,1 (acetato de butila = 1) / 2,8 (éter etílico = 1).

Ou seja, o benzeno é 5,1 vezes mais volátil do que o acetato de butila e 2,8 vezes menos volátil do que o éter etílico.

Isopropanol: 1,7 (acetato de butila = 1) / 7,1 (éter etílico = 1)

O álcool isopropílico é 1,7 vez mais volátil que o acetato de butila e cerca de 7 vezes menos volátil que o éter etílico.

5.2.6 Solubilidade (*Solubility*)

A solubilidade da substância em água é geralmente informada nas fichas. Os termos podem ser mais ou menos vagos (parcialmente solúvel, pouco miscível), mas há fontes que trazem essa informação de forma mais precisa, expressa em massa dissolvida em volume de água à temperatura de 20°C ou 25°C. Por exemplo, a solubilidade do sal de cozinha (NaCl) em água é de 359 g/L, enquanto que a do sulfato ferroso (FeSO₄) anidro é de 25,6 g/100mL ou 256g/L de água.

As unidades são geralmente apresentadas em termos de massa da substância (soluto) em relação ao volume do líquido (solvente):

Gramas por litro	g/L ou g L ⁻¹
Gramas por mililitro	g/mL ou g mL ⁻¹
Miligrama por mililitro	mg/mL ou mg mL ⁻¹
Número de moles por litro	mol/L ou mol L ⁻¹
Proporção de massa em relação a volume	% (m/v)

Substâncias pouco miscíveis ou imiscíveis em água são chamadas de hidrófobas. Uma forma de avaliar a miscibilidade da substância frente a solventes hidrofílicos (água) e lipofílicos (óleo ou gordura) ao mesmo tempo é o *Coeficiente de partição óleo/água*. Este coeficiente representa de forma numérica como uma substância líquida se distribui em uma mistura metade óleo e metade água em dadas temperatura e pressão. Como existem muitos tipos de óleos diferentes entre si, para padronizar o “óleo”, normalmente é utilizado um álcool (octanol) que tem características físico-químicas parecidas com os óleos. Por isso, esse coeficiente também é chamado de octanol/água ou KOW (*octanol/water*).

Como a variação da solubilidade entre as substâncias é muito grande, é utilizada uma escala logarítmica para facilitar a sua interpretação. Quanto maior o logKOW, mais solúvel é o composto em óleos e menos em água. O logKOW de zero indica que a substância é distribuída igualmente entre óleo e água e, quando é negativa, indica que é mais solúvel em água do que em óleo. Exemplos podem ser vistos na tabela a seguir:

⁵⁷ SIEGWERK. *Evaporation rates of solvents*. 2008. Disponível em: <http://www.siegwerk.com/fileadmin/user_upload/cc/Data_Sheets/TM/Verdunstungsgeschwindigkeit_e.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2011.

Tabela 3 Exemplos de logKOW para algumas substâncias⁵⁸

Substância	logKOW	Interpretação
Hexano	3,9	Cerca de 8 mil vezes mais solúvel no octanol que na água
Butanol	0,88	Cerca de 7,5 vezes mais solúvel no octanol que na água
Acetona	-0,24	Cerca de 2 vezes mais solúvel na água que no octanol

Resumindo o KOW:

É o coeficiente octanol/água (*octanol/water*). Mede como se reparte uma substância colocada em uma mistura com metade água e metade octanol (álcool com características de óleo).

Como a variação da repartição é muito grande entre as inúmeras substâncias, o resultado óleo/água é expresso como logaritmo base 10 (logKOW).

Quanto *maior* o número, *maior* a solubilidade em óleos e *menor* em água.

5.2.7 Densidade relativa de vapor ou do gás (*Vapour or gas density*)

A densidade do vapor pode ser entendida como o “peso” do vapor de uma substância e é relativa ao ar atmosférico, que, por convenção, tem a densidade definida como 1 a uma determinada temperatura, geralmente a 200°C. Quanto menor a densidade de vapor, mais fácil é a sua dispersão no ar do ambiente de trabalho. Uma elevada densidade de vapor, por outro lado, indica que o vapor tenderá a permanecer mais próximo da superfície líquida, ou se acumulando próximo ao chão, ou no fundo dos tanques de armazenamento. Um vazamento dessas substâncias pode passar despercebido se os meios de detecção de perigos estiverem em locais acima do nível de acúmulo, podendo ocasionar acidentes.

Tabela 4 Exemplos de densidades de vapor e estado físico à temperatura ambiente de algumas substâncias⁵⁹

Produto químico	Densidade de vapor (Ar = 1)	Estado físico à temperatura ambiente
Metano	0,56	Gás
Etano	1,04	Gás
Óxido de etileno	1,49	Gás, líquido a 11°C
Etanol	1,59	Líquido volátil
Butano	2,0	Gás
Benzeno	2,69	Líquido volátil
Naftaleno	4,40	Sólido sublimável
Tricloroetileno	4,53	Líquido volátil
Querosene	~ 5,0	Mistura líquida volátil
Mercúrio metálico	7,0	Líquido volátil
Iodo	9,0	Sólido sublimável

⁵⁸ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁵⁹ Ibid.

5.3 Principais perigos das substâncias químicas

Após as características das substâncias serem conhecidas, podem ser estudados os principais perigos.

5.3.1 Incêndio e explosão (*Fire and explosion*)

Além de trazerem a informação acerca de inflamabilidade e da explosividade de uma substância ou produto, a maior parte das fichas de informações traz alguns parâmetros que permitem quantificá-los e compará-los com outros produtos.

5.3.2 Ponto de fulgor (*Flash-point*)

Ponto de fulgor é a temperatura acima da qual um líquido inflamável deve estar para que possa pegar fogo. A combustão de líquidos inflamáveis ocorre sobre a superfície líquida, onde há a mistura de vapores e oxigênio do ar. O próprio líquido não incendeia, assim, há necessidade de certa evaporação para que o combustível líquido fique inflamável. Os pontos de fulgor são estabelecidos em laboratório com metodologias normatizadas. Quanto mais baixo o ponto de fulgor, mais inflamável é a substância. Solventes muito voláteis têm, em geral, pontos de fulgor em temperaturas abaixo de 0°C. Alguns exemplos de substâncias puras podem ser vistas na Tabela 5:

Tabela 5 Ponto de fulgor de algumas substâncias puras⁶⁰

Substância	Ponto de fulgor (°C)
n-hexano	-23
Benzeno	-11
Etanol	15
Fenol	79
Clorofórmio	não determinado (não é inflamável)

Também são estabelecidos pontos de fulgor para misturas (como gasolina, por exemplo), mas, nesse caso, há uma faixa de temperatura. Alguns exemplos podem ser vistos na Tabela 6:

Tabela 6 Ponto de fulgor de algumas misturas⁶¹

Produto	Ponto de fulgor (°C)
Gasolina	-45 a -43
Querosene	71 a 81
Óleo Diesel	125 a 130

⁶⁰ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁶¹ Ibid.

5.3.3 Faixa de explosividade (*Explosive range, flammable range*)

Uma explosão pode ocorrer quando um gás ou um vapor está misturado em uma determinada proporção (em volume) com o oxigênio do ar atmosférico e é atingida por uma fonte de ignição (fagulha). Se a mistura estiver abaixo ou acima da faixa de explosividade, não há ocorrência de explosão. Quanto mais ampla a faixa, maior é o risco de explosão daquele produto. Alguns exemplos podem ser vistos na tabela a seguir:

Tabela 7 Faixas de explosividade de algumas substâncias⁶²

Substância	Faixa de explosividade (%)
Hidrogênio	4,0 a 75
n-Hexano	1,1 a 7,5
Benzeno	1,2 a 7,8
Metano	5,0 a 15,4
Clorofórmio	não aplicável (não é inflamável, nem explosivo)

5.3.4 Temperatura de autoignição (*Autoignition temperature*)

É a temperatura na qual um líquido se incendeia sem necessitar de uma fonte de ignição. São normalmente temperaturas bem elevadas, como se vê nos exemplos da Tabela 8:

Tabela 8 Temperatura de autoignição de algumas substâncias⁶³

Substância	Temperatura de autoignição (°C)
n-Hexano	225
Etanol	363
Fenol	715

5.3.5 Explosão e incêndio com material particulado (*Dust hazard*)

Não é difícil entender que poeira de madeira ou de carvão mineral possa ser causa de incêndio, afinal, madeira e carvão são materiais combustíveis. Mas uma nuvem de material particulado de muitos compostos orgânicos ou inorgânicos pode ser fonte de explosão se as condições do ambiente forem propícias. Em uma determinada faixa de concentração, um produto químico finamente dividido no ar pode-se incendiar se houver uma fonte de ignição. Se a combustão se deflagrar em uma área confinada, pode induzir a uma explosão. Vários fatores influenciam neste processo, como a umidade, a circulação de ar no espaço, o diâmetro da partícula (quanto mais fina, maior a superfície de combustão), o tamanho do espaço confinado, além da energia da fonte de ignição. Mas a combustão pode ser iniciada pelo simples atrito entre as partículas ou pelo aquecimento de silos de armazenamento.

⁶² CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁶³ Ibid.

Poeira de grãos, farinhas, leite em pó, açúcar, café instantâneo, de matéria-prima para tecidos (algodão, couro ou sintético) e utensílios plásticos e alguns metais como alumínio e magnésio são fontes conhecidas de combustão e explosão em locais de trabalho. A faixa de explosividade para muitos materiais orgânicos está entre 10 e 50 g m⁻³ (em relação à notação da umidade de concentração, ver item 5.6 Limite de exposição ocupacional), que corresponde, visualmente, a uma cerração densa.

Os limites inferiores da faixa de explosividade estão disponíveis na literatura para muitos produtos, mas os limites superiores são difíceis de determinar com exatidão e têm pouca importância prática.⁶⁴ A seguir, um resumo das características físico-químicas dos fatores influentes na ocorrência de explosões por pó em suspensão.

Tabela 9 Parâmetros críticos para explosões de poeira⁶⁵

Fatores	Condição crítica
Tamanho da partícula	< 0,1 mm
Concentração da poeira	40 g m ⁻³ a 4000 g m ⁻³
Índice de umidade	< 11%
Oxigênio	> 12%
Energia de ignição	10 mJ a 100 mJ
Temperatura da ignição	410°C a 600°C

5.4 Produtos gerados na combustão e na termodegradação (*Combustion and thermal decomposition products*)

Na queima de madeira, gasolina, óleo mineral ou gordura animal são produzidas inúmeras substâncias que podem ser perigosas. Em condições normais de queima (combustão incompleta) de material orgânico, além de dióxido de carbono, água e nitrogênio, dezenas de grupos de substâncias podem ser emitidas na atmosfera, muitas delas irritantes (SO₂, NO_x, acroleína e outros aldeídos e ácidos), asfixiantes (monóxido de carbono – CO) e outras carcinogênicas (benzeno e vários hidrocarbonetos policíclicos aromáticos). Por exemplo, motores de combustão a diesel emitem SO₂, NO_x, material particulado, hidrocarbonetos variados e CO. Os motores de combustão a gasolina podem produzir até 10% de CO por volume de combustível.⁶⁶

Incineração de material orgânico (lixo comum) e lixo hospitalar resulta em produção de dioxinas e furanos, substâncias conhecidas por sua persistência no ambiente e, algumas delas, como as dibenzodioxinas, conhecidas pela sua toxicidade (sobre dibenzodioxinas, ver item 5.2.3).

⁶⁴ HEALTHY AND SAFETY EXECUTIVE. *Safe handling of combustible dusts: precautions against explosions*. 2. ed. Surey, 2003. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg103.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2011.

⁶⁵ DOW CHEMICAL. Dust explosions and solid epoxy resins. *Technical Bulletin*, [S.l.], 2007. Disponível em: <http://msdssearch.dow.com/PublishedLiteratureDOWCOM/dh_00cb/0901b803800cb79e.pdf?filepath=epoxy/pdfs/noreg/296-01753.pdf&fromPage=GetDoc>. Acesso em: 22 jun. 2011.

⁶⁶ HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. *Vehicle exhaust fumes (in warehouses, garages, etc): control approach 2: engineering control*. [S.l., 2006?]. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/sr14.pdf>>. Acesso em: 31 jan. 2011.

Outro problema é a chamada termodegradação (*thermodecomposition* ou *thermal decomposition*), que pode ocorrer em produtos não inflamáveis, os quais podem se degradar quando submetidos a altas temperaturas, emitindo produtos potencialmente perigosos. Os solventes clorados, como o clorofórmio, o tricloretileno, entre outros, degradam-se em temperaturas elevadas, emitindo substâncias muito perigosas, como ácido clorídrico (HCl), cloro (Cl₂) e fosgênio (COCl₂O), que podem induzir efeitos pulmonares potencialmente fatais. Material plástico à base de PVC não é inflamável, mas também se degrada emitindo as substâncias citadas acima.^{67,68}

5.5 Danos à saúde

Os danos à saúde se incluem entre os principais perigos das substâncias químicas e, em virtude de sua importância, foram detalhados nos tópicos a seguir.

A exposição do trabalhador a uma determinada substância pode ocasionar tanto efeitos locais, como sistêmicos.

5.5.1 Efeitos agudos ou por exposição de curto prazo (*Acute effects or effects of short-term exposure*)

Efeitos agudos são aqueles que se desenvolvem rapidamente devido a *exposições de menos de 24 horas* de duração, em geral com elevadas doses/concentrações do agente químico. Para fins de estudos laboratoriais com inalação, esse tempo é definido como de até 4 horas.⁶⁹ Esses efeitos podem ser locais, ou seja, nos locais de contato da substância, como pele ou olhos, por exemplo, ou sistêmicos, ou seja, com efeitos em órgãos internos em função da absorção da substância.

Uma exposição de curto prazo a concentrações mais altas de um agente tóxico pode ser causadora de efeitos agudos com ou sem sequelas.

5.5.1.1 Efeitos locais

A ABNT⁷⁰ classifica os produtos químicos como corrosivos para a pele – quando provoca danos *irreversíveis* por contato de até 4 horas – e irritantes – quando o contato de até 4 horas provoca danos *reversíveis* à pele.

São classificados como provocadores de danos sérios aos olhos os produtos que geram danos oculares *irreversíveis* em até 21 dias após o contato, e irritantes os que provocam danos *rever-*

⁶⁷ FRONEBERG, B.; JOHNSON, P. L.; LANDRIGAN, P. J. Respiratory illness caused by overheating of polyvinyl chloride. *British Journal of Industrial Medicine*, London, v. 39, n. 3, p. 239-243, 1982.

⁶⁸ TAYLOR, H. J.; TROUGHTON, M. J. *Products evolved during hot gas welding of plastics*. Cambridge: HSE, c1995. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/1995/crr95086.pdf>. Acesso em: 25 maio 2011.

⁶⁹ EATON, D. L.; KLAASSEN, C. D. Principles of toxicology. In: KLAASSEN, C. D. (Ed.). *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons*. New York: McGraw-Hill, 2001. p. 11-34.

⁷⁰ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14725-2: Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente: parte 2: sistema de classificação de perigo*. Ed. corr. Rio de Janeiro, 2009.

síveis em até 21 dias após o contato. Por exemplo, o ácido sulfúrico concentrado é corrosivo à pele e provoca danos sérios aos olhos, enquanto o etanol é apenas irritante para a pele e os olhos.

5.5.1.2 Efeitos sistêmicos

Efeitos sistêmicos ocorrem quando a substância é absorvida pelo organismo e seus efeitos são observados em um ou vários órgãos ou sistemas, podendo deixar danos permanentes ou não.

5.5.1.3 DL50 e CL50 (*LD50 and LC50*)

Para uma comparação da toxicidade aguda entre as diferentes substâncias químicas, é utilizado o parâmetro Dose Letal 50 (*DL50* – Dose Letal para 50% da população exposta), quando a substância é administrada por via oral ou injetada, e a Concentração Letal 50 (*CL50* – Concentração Letal para 50% da população exposta) para gases ou vapores que são inalados. Os dois parâmetros são obtidos experimentalmente em animais de laboratório, em geral em ratos, camundongos, cobaias, coelhos, entre outros.

- Dose letal 50 (*DL50*): É a dose média que levou à morte metade (50%) da população de animais de laboratório submetida à administração daquela dose. A administração pode ser por diferentes vias: oral, intravenosa ou outras (intraperitoneal, subcutânea, dérmica). Os dados obtidos são extrapolados com reservas para os seres humanos, mas podem dar uma ideia do perigo imediato de uma substância química. Os resultados são apresentados em miligramas ou gramas por quilograma de peso (mg/kg , ou mg kg^{-1} , ou g/kg , ou g kg^{-1}) e variam de acordo com a espécie, a idade, o sexo do animal e a via de introdução.
- Concentração letal 50 (*CL50*): Tem o mesmo conceito do *DL50*, mas é definido para a concentração média da substância no ar ambiente inalada por animais de laboratório, variando de acordo com a espécie animal e o tempo de exposição. É semelhante à exposição ocupacional no que diz respeito à via de introdução no organismo, pois se refere à contaminação do ar inalado. Os resultados são apresentados em miligramas por litro de ar (mg/L ou mg L^{-1}) ou ainda em partes por milhão (ppm) para contaminantes na forma de vapor de gás e miligramas por metro cúbico (mg/m^3 ou mg m^{-3}) para material particulado (sólido ou líquido).

Resumindo:

DL50 e CL50

Valores específicos para cada espécie animal e via de administração.

Parâmetros para avaliação de toxicidade aguda. Avaliam potencial letal da substância.

Podem ser extrapolado **com reservas** para seres humanos

Não avaliam efeitos de longo prazo.

5.5.1.4 IPVS ou IDLH

IPVS significa Imediatamente Perigoso para Vida ou Saúde, tradução de IDLH (*Immediately Dangerous to Life or Health*). É o parâmetro para toxicidade aguda mais importante em saúde ocupacional. Em meados da década de 1970, a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) e o NIOSH dos Estados Unidos estabeleceram o valor IPVS ou IDLH para muitas substâncias.⁷¹ É a concentração da substância no ar ambiente a partir da qual há risco evidente de morte, ou de causar efeito(s) permanente(s) à saúde, ou de impedir um trabalhador de abandonar uma área contaminada. A OSHA exige que, para o trabalhador estar em um ambiente com concentração do agente químico superior ou igual ao IPVS, ele deve estar protegido com respiradores com reserva de ar ou ar mandado.⁷² A preocupação principal é com substâncias corrosivas, asfixiantes ou com efeitos agudos sobre o sistema nervoso central. Este parâmetro é derivado de dados obtidos com animais de laboratório e acidentes ocorridos com trabalhadores expostos, quando disponíveis, e é expresso em ppm ou mg m⁻³. Comparando-se os valores de IPVS, pode-se ter uma ideia do risco de exposição de curto prazo. Dentre os listados na Tabela 10, a solução de formaldeído tem o efeito irritante mais evidente.

Tabela 10 Parâmetros de toxicidade aguda de algumas substâncias⁷³

Substância	CL50 (ppm) para ratos para 4 horas de exposição	CL50 (ppm) para camundongos para 4 horas de exposição	DL50 via oral, ratos (mg kg ⁻¹)	DL50 via oral, camundongos (mg kg ⁻¹)	IPVS (ppm)
Benzeno	13.700	13.200	930	4.920	500
Etanol	32.380	30.000	7.060	—	3.300
Solução de formaldeído a 35,5% em água	267	—	—	—	20
Monóxido de carbono	1.807	—	—	—	1.200
Gás sulfídrico	444	335	—	—	100

5.5.2 Efeitos crônicos ou por exposição de longo prazo (*Chronic effects or effects of long-term exposure*)

Os efeitos crônicos são geralmente persistentes e causados por exposições repetidas a baixas doses ou concentrações por longos períodos, de meses a anos. Esses efeitos tóxicos podem ocorrer em órgãos e sistemas que são alvos daquela substância em particular, como fígado, rins, sistema nervoso, pulmão etc., razão pela qual as substâncias são classificadas como hepatotóxicos, nefrotóxicos, neurotóxicos etc.

Cada substância química pode agir de um modo no organismo e promover diversos efeitos, dependendo do tempo de exposição, da dose ou da concentração, da via de contato ou da in-

⁷¹ NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. CDC. *Documentation for immediately dangerous to life or health concentrations (IDLHs): chemical listing and documentation of revised IDLH values (as of 3/1/95)*. Atlanta, 1994. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>>. Acesso em: 25 maio 2011.

⁷² NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. CDC. *Documentation for Immediately dangerous to life or health concentrations (IDLHs): introduction*. Atlanta, 1994. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/niosh/idlh/idlintr.html#DOI>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

⁷³ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

trodução no organismo. E cada organismo receptor pode reagir de forma diferente, dependendo de suas vias metabólicas e da capacidade de reparo. Assim, nem sempre é possível extrapolar os efeitos encontrados em animais ou células cultivadas em laboratório para o ser humano e nunca se deve assumir que todos os seres humanos venham a apresentar exatamente os mesmos efeitos frente aos mesmos níveis de dose e de concentração da substância no ambiente de trabalho. E, ainda, um mesmo indivíduo pode apresentar efeitos agudos e sequelas ocasionados por exposições intensas de curto prazo, como pode apresentar efeitos crônicos diferentes dos agudos em exposições a baixas doses por longo tempo.

A 2,3 butanodiona (CAS: 431-03-8) ou *diacetil* é um dos componentes responsáveis pelo aroma de laticínios como queijo (ocorre naturalmente, resultado da fermentação) e manteiga e é utilizada como aditivo alimentar em margarinas e pipocas para dar o aroma da manteiga. O produto é considerado seguro para consumo humano como aditivo alimentar, mas há relatos de caso de trabalhadores em fábrica de pipocas para microondas ou de manteiga que desenvolveram asma ocupacional relacionada à exposição a aromatizantes contendo esta substância.⁷⁴ Obviamente, esses trabalhadores estiveram expostos quase que diariamente, por um tempo relativamente longo, a concentrações consideráveis de diacetil no ar pelo processo industrial que é a quente e que volatiliza a substância, uma situação bem distinta de consumidores de pipoca, ilustrando que tipos de exposições diferentes (tempo, frequência, concentração ou dose, via) podem resultar em efeitos distintos (localização, severidade).

As mudanças nos tamanhos das partículas podem alterar a via e a intensidade de absorção. No caso de nanopartículas, suas propriedades podem ser muito diferentes do mesmo material em tamanhos grandes. Por exemplo, o dióxido de titânio (TiO₂, CAS 13463-67-7), quando em forma de nanopartículas, tem efeitos inflamatórios pulmonares que não são observados quando a exposição é a partícula do mesmo material com diâmetro ordinário.⁷⁵

Alguns sítios alvos, pela sua importância, são citados à parte nas fichas de produtos químicos, como os efeitos ao sistema reprodutor e à reprodução e ao sistema endócrino. Teratogenicidade e embriotoxicidade são características das substâncias que agem no desenvolvimento de embriões e fetos durante sua formação e gestação. A mutagenicidade é a capacidade da substância de alterar o código genético de uma célula (mutação) e, ocorrendo em óvulos e espermatozoides, propagam alterações que poderão aparecer nos descendentes dos expostos. A ação de substâncias químicas sobre o DNA ou o RNA também está relacionada à formação de tumores. Carcinogenicidade significa que a substância ou a mistura de substâncias tem a capacidade de induzir ou aumentar a formação de tumores malignos.⁷⁶ A exposição de mulheres grávidas ou lactentes a substâncias com estas propriedades pode representar risco tanto para as mães, quanto para os filhos. Além disso, condições de exposição com pouco controle de higiene do trabalho também podem propiciar aos pais levar uma contaminação para a família.

⁷⁴ OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. *Hazard communication guidance for diacetyl and food flavorings containing diacetyl*. Washington, [2008?]. Disponível em: <<http://www.osha.gov/dsg/guidance/diacetyl-guidance.html>>. Acesso em: 20 jan. 2011.

⁷⁵ SCURI, M. et al. Exposure to titanium dioxide (TiO₂) nanoparticles increases airway reactivity and neurogenic inflammation in rodent lungs. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, New York, v. 181, n. 1, p. A5110, 2010.

⁷⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. *O que é GHS?: sistema harmonizado globalmente para a classificação e rotulagem de produtos químicos*. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/reblas/reblas_public_manual_ghs.pdf>. Acesso em: 27 maio 2011.

5.5.2.1 Classificação de carcinogenicidade

As informações de carcinogenicidade da substância normalmente são fornecidas segundo um código de classificação dado por instituições como a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (*International Agency for Research on Cancer – IARC*) e a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*, que periodicamente atualizam suas listas.

A IARC é uma instituição da OMS que desenvolveu um critério de estudo e uma classificação baseada nele, o qual organiza as substâncias (e ainda exposições, hábitos e ocupações) estudadas em 5 grupos:⁷⁷

- 1 – Com certeza carcinogênico para seres humanos
- 2A – Provavelmente carcinogênico para seres humanos
- 2B – Possivelmente carcinogênico para seres humanos
- 3 – Não classificável como carcinogênico para seres humanos
- 4 – Provavelmente não carcinogênico para seres humanos

A ACGIH, entidade não governamental de higienistas ocupacionais (associação de classe), classifica as substâncias em 5 grupos:⁷⁸

- A1 – Carcinogênico para humanos
- A2 – Carcinogênico para animais
- A3 – Carcinogênico para animais em condições especiais
- A4 – Não classificável como carcinogênico para humanos
- A5 – Não suspeito de carcinogênico para humanos

Tabela 11 Exemplos de substâncias carcinogênicas e sua classificação de acordo com a IARC (2011)⁷⁹ e a ACGIH(2010)⁸⁰

Agente	IARC	ACGIH
Asbestos (fibras)	1	A1
Benzeno	1	A1
Clorofórmio	2B	A3
Etanol em bebidas alcoólicas	1*	A3
Óxido de etileno	1	A2
Formaldeído	1	A2
Hematita (minério de Fe)	3	A4**
Mineração subterrânea de hematita	1	-
Exposição ocupacional como bombeiro	2B	-

* Consumo via oral e não se aplica à exposição ocupacional.

** A ACGIH apresenta o óxido de ferro III em sua lista, e não o minério hematita.

⁷⁷ INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: preamble*. Lyon, 2006. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/CurrentPreamble.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2011.

⁷⁸ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010.

⁷⁹ INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *Agents classified by the IARC monographs, volumes 1–100*. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2011

⁸⁰ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010.

As classificações nem sempre são concordantes, pois cada instituição realiza atualizações em épocas diferentes e adota critérios distintos. Na tabela anterior, pode-se visualizar alguns exemplos. O benzeno e as fibras de asbestos, por exemplo, estão classificados como Grupo 1 pela IARC e A1 pela ACGIH, enquanto que o clorofórmio, pela IARC, é 2B (possivelmente carcinogênico) e pela ACGIH é A3 (carcinogênico para animais em condições especiais). O etanol, pela ACGIH, é A3 e, pela IARC, é apresentado somente enquanto hábito de ingerir bebidas alcoólicas, classificado como cancerígeno confirmado, classe 1 (devido ao câncer de boca e estaria ligado aos contaminantes das bebidas alcoólicas ou metabólitos do etanol). O processo da mineração de hematita expõe os trabalhadores a minerais radioativos e é considerado cancerígeno, enquanto que o minério extraído (Ferro) não o é. Processos de combustão emitem geralmente várias substâncias irritantes e carcinogênicas e, portanto, a exposição ocupacional de bombeiros é considerada uma atividade provavelmente carcinogênica pela IARC. Substâncias utilizadas para desinfecção, que matam micro-organismos, são também nocivas à saúde humana, como o óxido de etileno e o formaldeído.

5.6 Limites de exposição ocupacional (*Occupational exposure limits*)

Os efeitos causados pelas exposições a agentes químicos de curto ou longo prazo nos ambientes de trabalho são levados em conta para o estabelecimento de limites de exposição ocupacional (LEOs). Os critérios para definição de LEOs variam de uma instituição para outra e apenas alguns deles têm valor legal em seus países. Como a maioria dos LEOs são atualizados periodicamente, deve-se procurar sempre as referências mais atuais em sua consulta. A tendência geral é dos valores ficarem cada vez menores, pois a ciência vai desvendando efeitos nocivos de substâncias em concentrações cada vez mais baixas.

No Brasil, os LEOs são denominados “Limites de Tolerância” (LTs), sendo definidos como “a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”⁸¹, e estão estabelecidos nos Anexos 11 e 12 da Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego, atrelada à questão da insalubridade. Várias organizações e governos de outros países também estabelecem esses parâmetros para uma exposição “segura”, e as fichas toxicológicas, inclusive a CHEMINFO, normalmente trazem os valores da ACGIH e da OSHA (entidade ligada ao Departamento do Trabalho do governo norte-americano):

Os limites da ACGIH, que não têm valor legal nos EUA, são denominados *Threshold Limit Values (TLV)*, ou valores limites de fronteira. Referem-se “às concentrações de substâncias químicas no ar, às quais, acredita-se, a *maioria* dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida de trabalho sem sofrer efeitos adversos à saúde”. A ACGIH afirma que os valores não são linhas divisórias entre condições seguras e perigosas e adverte que os trabalhadores podem ainda estar sujeitos a exposições dérmicas. Há três tipos: os limites *Time-Weighted Average (TWA)* ou média ponderada no tempo; os *Short-Term Exposure Limit (STEL)* ou limites de exposição para curto-prazo; e o *Ceiling* (valor-teto).⁸²

⁸¹ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma regulamentadora nº 15*. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadora-n-15-1.htm>>. Acesso em: 10 abril 2012.

⁸² AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010. p. 3-4.

O limite por média ponderada no tempo (TLV-TWA) é a concentração média dos valores encontrados ao longo da jornada de trabalho (8 horas diárias, 40 horas semanais) e geralmente varia em função de inúmeras variáveis dos ciclos produtivos e ambientais. O limite de exposição por média ponderada de 15 minutos (TLV-STEL) não deve ocorrer mais de quatro vezes ao dia e é suplementar ao TLV-TWA. O limite de exposição *Ceiling* é a concentração máxima que não deve ser excedida em qualquer momento da exposição no trabalho. Geralmente é definida para substâncias irritantes⁸³ e sua definição é a mesma do valor-teto da legislação brasileira.⁸⁴ Os valores de exposição em curto prazo são importantes para as substâncias irritantes, cáusticas e asfixiantes.

Os LEOs são estabelecidos para concentrações de gases e vapores ou material particulado na atmosfera do ambiente do trabalho. As unidades usadas são partes por milhão (ppm) em volume – ppm (v/v), válidas somente para gases e vapores. A relação entre massa do material particulado, gases ou vapores e volume do ar é expresso em mg m^{-3} .

Para conversão de ppm para mg m^{-3} , ver item 5.8.

A ACGIH adverte que “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 expostas a substâncias químicas em concentrações iguais ou mesmo inferiores aos limites de exposição. A ACGIH também divulga, para cada substância, publicações complementares ao livro do TLV,⁸⁵ estudos técnicos que justificam os valores estabelecidos.

Algumas fichas da CHEMINFO trazem, ao lado do limite, qual(is) o(s) efeito(s) serviu(ram) de base para o estabelecimento daquele valor. Existem substâncias que possuem indicadores biológicos de exposição ou biomarcadores denominados de BEIs (*Biological Exposure Indices*) e muitas fichas trazem esta informação junto com os valores de TLV.

Da figura a seguir extrai-se que a ACGIH, em 2009, estabeleceu como TLV-TWA 0,5 ppm do benzeno e TLV-STEL de 2,5 ppm, tendo como “efeito crítico” para o estabelecimento do LEO a carcinogenicidade (no caso, leucemia). Apesar dessa substância possuir efeitos no sistema nervoso central, hepáticos e depressor da medula óssea (com anemia, leucopenia e trombocitopenia como consequências), o limite foi estabelecido para a leucemia, visto que, para os outros efeitos, as concentrações necessárias seriam mais elevadas.⁸⁶ A designação A1 define que esta substância é carcinogênica para humanos e a notação *Skin* chama a atenção para o fato de que a substância pode ser absorvida através da pele.

⁸³ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010.

⁸⁴ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma regulamentadora nº 15*. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadora-nr-15-1.htm>>. Acesso em: 10 abril. 2012.

⁸⁵ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs with 7th edition documentation*. Cincinnati, c2010. 1 CD-ROM.

⁸⁶ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs with 7th edition documentation*. Cincinnati, c2010. 1 CD-ROM.

EXPOSURE GUIDELINES	
THRESHOLD LIMIT VALUES (TLVs) / AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH) / 2009	
Time-Weighted Average (TLV-TWA):	0.5 ppm, Skin - Carcinogenicity Designation A1
Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL):	2.5 ppm, Skin - Carcinogenicity designation A1
TLV Basis - Critical Effect(s):	Leukemia
TLV Definitions:	
CARCINOGENICITY DESIGNATION A1 - Confirmed Human Carcinogen: Substance is carcinogenic to humans based on convincing evidence from human studies. For a substance assigned a TLV, exposure should be controlled to levels as low as reasonably achievable below the TLV. Workers exposed to a substance without an assigned TLV should be properly equipped to eliminate virtually all exposure to it.	
"SKIN" NOTATION: Contact with skin, eyes, and mucous membranes can contribute to the overall exposure and may invalidate the TLV. Consider measures to prevent absorption by these routes.	
TLV Comments:	
BIOLOGICAL EXPOSURE INDICES (BEIs): The ACGIH has adopted a BEI for this chemical. BEIs provide an indication of worker exposure by measuring the chemical or its breakdown products in the body or by measuring biochemical changes resulting from exposure to the chemical. Consult the BEI documentation for further information.	

Figura 16 Reprodução do item sobre "Exposição" da ficha *Benzeno* da base de dados CHEMINFO⁸⁷

Também alerta para existência de indicador biológico de exposição (BEI) para o benzeno e remete o leitor para documentação da ACGIH.

Atenção:

Somente para benzeno, a legislação brasileira estabelece um limite específico denominado Valor de Referência Tecnológico (VRT), estabelecido pelo Anexo nº 13-A, incluído na NR-15 pela Portaria SSST nº 14, em 1995. O VRT é o valor possível de se atingir para determinado processo do ponto de vista da tecnologia vigente. Não exclui risco à saúde, sendo diferente do Limite de Tolerância.^{88,89}

De acordo com a CHEMINFO, no caso do etanol não existe TLV-TWA, somente o TLV-STEL, e o efeito considerado é o de irritação das vias aéreas superiores, visto que para os outros efeitos (em sistema nervoso, hepáticos etc.) as concentrações atmosféricas necessárias são muito mais elevadas. O limite, mesmo assim, é extremamente alto (1.000 ppm), mostrando a pouca importância da exposição aos vapores deste solvente em relação ao seu consumo via oral. Em contraste, o limite de exposição ocupacional da substância carcinogênica benzeno (TLV-TWA = 0,5 ppm) é 2.000 vezes menor que o etanol.

⁸⁷ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁸⁸ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 15, Anexo nº 13-A*. Brasília, 1995. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DDC2FF4012DE2BA434D1DE6/NR-15%20%28Anexo%20n%20%2C%BA%2013-A%29%20Benzeno%202011.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2012.

⁸⁹ FREITAS, N. B. B.; ARCURI, A. S. A. Valor de referência tecnológica (VRT): a nova abordagem do controle da concentração de benzeno nos ambientes de trabalho. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 24, n. 89-90, p. 71-85, dez. 1997

EXPOSURE GUIDELINES	
THRESHOLD LIMIT VALUES (TLVs) / AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH) / 2009	
Short-Term Exposure Limit (TLV-STEL):	1000 ppm Carcinogenicity Designation A3
TLV Basis - Critical Effect(s):	Upper respiratory tract irritation

Figura 17 Reprodução do item sobre “Exposição” da ficha *Etanol* da base de dados CHEMINFO⁹⁰

Para o Clorofórmio, somente é definido TLV-TWA, pois a substância não é muito irritante e não é carcinogênica (A3). Os efeitos levados em conta para o estabelecimento desse limite são os danos hepáticos e à reprodução. Comparada ao etanol, é 100 vezes menor.

EXPOSURE GUIDELINES	
THRESHOLD LIMIT VALUES (TLVs) / AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH) / 2009	
Time-Weighted Average (TLV-TWA):	10 ppm - Carcinogenicity Designation A3
TLV Basis - Critical Effect(s):	Liver Reproductive

Figura 18 Reprodução do item sobre “Exposição” da ficha *Clorofórmio* da base de dados CHEMINFO⁹¹

O mercúrio metálico, o único metal líquido à temperatura ambiente, também possui particularidades em relação à exposição. No caso deste metal, a notação *Skin* ao lado do valor de TWA chama a atenção para o fato de que o mercúrio em forma metálica (líquida) pode ser absorvido através da pele, como é também o caso do benzeno.

EXPOSURE GUIDELINES	
THRESHOLD LIMIT VALUES (TLVs) / AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH) / 2009	
Time-Weighted Average (TLV-TWA):	0.025 mg/m ³ as Hg, Skin - Carcinogenicity Designation A4 Elemental and inorganic forms
TLV Basis - Critical Effect(s):	CNS - central nervous system Kidney Reproductive

Figura 19 Reprodução do item sobre “Exposição” da ficha *Mercúrio Metálico* da base de dados CHEMINFO⁹²

Nos EUA, o instituto NIOSH, dos CDC, recomenda valores limites denominando-os de *Recommended Exposure Limits* (REL) e a agência encarregada da fiscalização dos ambientes de trabalho, a OSHA, estabelece os *Permissible Exposure Limits* (PEL) com valor legal. Além dessas, outra associação de higienistas nos EUA (*American Industrial Hygiene Association – AIHA*) recomenda valores de LEO para aquelas substâncias que ainda não têm limites estabelecidos pela ACGIH, denominados *Workplace Environmental Exposure Level* (WEEL).⁹³ Em outros países, há outras insti-

⁹⁰ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁹¹ Ibid.

⁹² Ibid.

⁹³ AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION. *Workplace Environmental Exposure Level TM*. Disponível em: <<http://www.aiha.org/insideaiha/GuidelineDevelopment/weel/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 02 fev 2012.

tuições que estudam e estabelecem valores limites para substâncias químicas presentes no ambiente de trabalho, como a Fundação Alemã de Pesquisa (*Deutsche Forschungsgemeinschaft* – DFG) ou a *Health and Safety Executive* (HSE), do governo britânico.

Comparações entre efeitos agudos e crônicos e os parâmetros de doses e concentrações

Benzeno: sua concentração letal 50% (CL50) é de 13.000 ppm para camundongos, o IDLH (para seres humanos) é de 500 ppm (ver Tabela 10). Estes valores contrastam com o limite de exposição ocupacional (ver Figura 16), que é de apenas 0,5 ppm, ou seja, cerca de 26.000 vezes menor em relação ao CL50 e 1.000 vezes menor que o IDLH em consequência da importância de seu efeito crônico, a carcinogenicidade.

Etanol: A CL50 para camundongos é de 30.000 ppm, o IDLH é de 3.300ppm (Tabela 10) e o limite de exposição ocupacional é de 1.000 ppm (Figura 17), ou seja, apenas 30 vezes menor que o CL50 para camundongos e cerca de 3,3 vezes em relação ao IDLH, pois a exposição por via inalatória não ocasiona efeitos crônicos em baixas concentrações.

Benzeno x etanol: Interpretando as informações sobre efeitos à saúde entre essas duas substâncias, pode-se depreender que, para o etanol, do ponto de vista da exposição ocupacional, consideram-se basicamente os efeitos agudos (irritante) e que, para o benzeno, além dos efeitos agudos (também depressor do sistema nervoso central e irritante da pele e de mucosas), levam-se em consideração os seus efeitos carcinogênicos em exposições de longo prazo, o que o etanol não causa, pelo menos em termos de exposição ocupacional aos seus vapores.

5.7 Monitoramento biológico

Algumas poucas substâncias possuem um indicador biológico (IB) que pode ser relacionado de maneira quantitativa à sua exposição ocupacional. Os indicadores biológicos de exposição ou biomarcadores podem ser a própria substância, um metabólito desta ou uma atividade enzimática, quantificados no sangue, na urina ou em outra matriz biológica. A correlação deste biomarcador com a exposição ou com efeitos da substância é tal que possibilita definir um índice biológico de exposição, denominado pela ACGIH como *Biological Exposure Index* (BEI).⁹⁴ Na legislação brasileira, o valor limite para esses indicadores é denominado Índice Biológico Máximo de Exposição (IBMP).⁹⁵

É importante ter certeza de que a substância que se deseja monitorar no ambiente de trabalho possua o IB e que este seja útil nas condições de exposição. É possível realizar análises químicas em matrizes biológicas para inúmeras substâncias, *mas a maioria dos resultados não tem correlação direta e consistente com a exposição* ocupacional ou ambiental para se fazer inferências quanto ao nível de exposição ou de efeito. Ou seja, é perda de tempo e dinheiro.

⁹⁴ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010.

⁹⁵ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 7 – programa de controle médico de saúde ocupacional*. Brasília, 1978. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr_07.pdf>. Acesso em 10 abril 2012.

As fichas da CHEMINFO fornecem essa informação, como no exemplo abaixo:

TLV Comments:

BIOLOGICAL EXPOSURE INDICES (BEIs): The ACGIH has adopted a BEI for this chemical. BEIs provide an indication of worker exposure by measuring the chemical or its breakdown products in the body or by measuring biochemical changes resulting from exposure to the chemical. Consult the BEI documentation for further information.

Figura 20 Reprodução do item sobre “TLV” da ficha *Benzeno* da base de dados CHEMINFO⁹⁶

No caso acima, deve-se procurar a documentação específica da ACGIH que informa sobre a determinação de ácido trans-trans mucônico na urina de final de jornada de trabalho, com um BEI máximo de 500 mg/g creatinina, ou a quantificação de ácido fenilmercaptúrico urinário colhida no final de jornada de trabalho, com um BEI máximo de 25 mg/g creatinina, correspondente ao LEO estabelecido para este solvente.⁹⁷ Ambos são produtos da biotransformação do benzeno.

Quanto ao mercúrio metálico, a CHEMINFO traz a informação de que possui BEI e, ao se consultar a documentação da ACGIH, verifica-se que podem ser realizadas as determinações do próprio mercúrio na urina ou no sangue com valores limites respectivamente de 35 mg/g creatinina e 15 mg L⁻¹.⁹⁸ Ambos os valores estão relacionados com um TLV-TWA de 0,025 mg m⁻³. Na legislação brasileira, só há o IBMP para urina e o valor é o mesmo que o da ACGIH.⁹⁹

Deve-se atentar para o fato de que, não se encontrando citação de IB de uma substância e confirmando-se sua não existência em fontes confiáveis como a ACGIH ou a NR-7, *não se deve realizar monitoramento biológico* de exposição da substância, pois o resultado não é útil, podendo causar confusão ao se considerar uma exposição descontrolada como adequada ou criar alarme por falsas exposições perigosas. É importante lembrar que metais como *zinco, cobre, alumínio e manganês*, além de solventes como *clorofórmio*, vapores como *cloro* ou *amônia* e *nuvem de ácido clorídrico* não possuem IBs até o momento.

5.8 Conversão de ppm para mg m⁻³

Os valores em LEO de gases e vapores podem ser expressos em ppm ou mg m⁻³ e foram estabelecidos para as condições normais de temperatura e pressão (CNTP). Para converter de uma unidade para outra, precisamos do peso molecular da substância (expressa em Dalton – Da – ou g mol⁻¹, sendo 1 Da = 1 g mol⁻¹). Isso serve para se comparar resultados de avaliações obtidas nas CNTPs fornecidos em unidades diferentes entre si ou diferentes de LEOs. As fórmulas de conversão neste caso são:

⁹⁶ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

⁹⁷ AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *TLVs and BEIs: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices*. Cincinnati, 2010. p. 100.

⁹⁸ Ibid., p. 102.

⁹⁹ Ibid.

a – Para transformar mg m^{-3} em ppm.

$$C (\text{ppm}) = \frac{C (\text{mg m}^{-3}) \cdot 24,45 \text{ L}^*}{\text{Peso molecular (g mol}^{-1}\text{)}}$$

* volume molar a 25°C e pressão de 1 ATM

b – Para transformar ppm em mg m^{-3}

$$C (\text{mg m}^{-3}) = \frac{C (\text{ppm}) \cdot \text{Peso molecular (g.mol}^{-1}\text{)}}{24,45\text{L}}$$

Em algumas fichas com informações completas (como a CHEMINFO), é possível encontrar o fator de conversão já calculado como, por exemplo:

Etanol: Peso molecular (PM) = 46,07

Fatores de conversão: $1 \text{ ppm} = 1,88 \text{ mg m}^{-3}$ e $1 \text{ mg m}^{-3} = 0,53 \text{ ppm}$ a 25°C

Benzeno: PM = 78,11

Fatores de conversão: $1 \text{ ppm} = 3,19 \text{ mg m}^{-3}$ e $1 \text{ mg m}^{-3} = 0,31 \text{ ppm}$ a 25°C

Mercúrio metálico: PM = 200,59

Fatores de conversão: $1 \text{ ppm} = 8,19 \text{ mg m}^{-3}$ e $1 \text{ mg m}^{-3} = 0,122 \text{ ppm}$ a 25°C

Lembrete:

A conversão de ppm para mg m^{-3} é válida somente para gases e vapores, pois a concentração de material particulado é somente expressa em mg m^{-3} .

5.9 Odor como propriedade de alerta (*Warning property*)

O odor é um sinal da presença de substância no ambiente, mas seu uso como alerta para troca de respiradores (assim como os sinais de irritação de vias aéreas) é uma prática não mais recomendada pela OSHA desde 1998.¹⁰⁰ Para a troca de respiradores, é necessário o estabelecimento de uma estimativa do período de uso e da data de troca a partir do histórico de dados da empresa ou de acordo com as instruções do fabricante de cartuchos e filtros.

Não é seguro confiar no odor como propriedade de alerta em condições normais de atividade, pois: o organismo se acostuma à sua presença constante, deixando de percebê-lo, ocorrendo cansaço olfativo para muitas substâncias; ou, havendo uma mistura de substâncias no ambiente, o odor de uma substância pode mascarar o de outra; e, ainda, o sistema olfativo pode estar obstruído ou alterado por causa de resfriados ou alergias, não percebendo a presença das substâncias.

Todavia, o odor pode auxiliar como alerta, em momentos atípicos, para troca de cartuchos de respiradores. O odor é considerado uma boa propriedade de alerta quando o seu limiar se encontra abaixo do LEO. Se sua presença é sentida pelo trabalhador que usa proteção respiratória, é momento de troca de cartucho ou de tomada de outras medidas de controle, mesmo que a exposição ainda não esteja acima do LEO. Se o limite de odor é bem mais alto que a concentração aceitável

¹⁰⁰ UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. 29 CFR Parts 1910 and 1926. Disponível em: <http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=13749&p_table=FEDERAL_REGISTER>. Acesso em: 02 fev. 2012.

no ar (por exemplo, no caso do benzeno), a percepção do odor utilizando o respirador é indicativo de uma contaminação excessiva. Assim, o odor não serve como propriedade de alerta, pois a exposição ocupacional já seria excessiva, muito acima do LEO.

O CHEMINFO apresenta o limiar de odor e sua viabilidade como propriedade de alerta. Exemplos:

Benzeno: a faixa do limiar de odor considerada aceitável vai de 34 a 119 ppm (média geométrica de 61 ppm), enquanto o TLV da ACGIH é de 0,5 ppm, portanto, sua *propriedade de alerta é ruim*. Sentido-se algum odor de benzeno no ambiente, não se deve permanecer no ambiente sem proteção respiratória adequada.

Clorofórmio: a faixa de limiar de odor vai de 133 a 276 ppm (média geométrica de 192 ppm), enquanto o TLV da ACGIH é de 10 ppm. *Propriedade de alerta: ruim*.

Etanol: a faixa de limiar de odor vai de 49 a 716 ppm (média geométrica de 180 ppm), enquanto que o TLV da ACGIH é de 1000 ppm. *Propriedade de alerta: boa*. O odor pode estar presente no ambiente de trabalho. Quando o odor estiver mais penetrante ou mais intenso, a concentração no ambiente pode estar atingindo níveis acima daquele de ação ou se aproximando do LEO.

Acetato de butila: a faixa do limiar de detecção vai de 0,063 a 7,4 ppm (média geométrica de 0,31ppm), enquanto o de reconhecimento vai de 0,038 a 12 ppm (média geométrica de 0,68 ppm), e o TLV-TWA é de 150 ppm. *Propriedade de alerta: boa*.

Atenção:

Absorção através da pele e propriedade de alerta para uso de proteção respiratória: Quando a substância pode ser absorvida por via cutânea e há exposição do trabalhador que propicie este tipo de absorção, o odor não serve como propriedade de alerta para a exposição total do trabalhador, pois, mesmo que o limite de exposição seja maior que o limite de odor, a absorção por via dérmica não estará sendo considerada.

Fenol: a faixa de limiar do odor fica entre 0,0045 a 1 ppm (média geométrica de 0,060 ppm), enquanto que o TLV da ACGIH é de 5 ppm. Mesmo assim, considera-se que o odor não serve como alerta, pois ocorre absorção cutânea.

Em relação ao benzeno, além de ter um LEO muito abaixo do limiar de odor, também pode ser absorvido através da pele, ou seja, o odor como propriedade de alerta é inviabilizada por dois motivos.

O odor é sempre um indicativo da presença de uma ou mais substâncias químicas. Assim, ao adentrar um ambiente de trabalho em que supostamente não se considera necessário o uso de respiradores, é importante saber quais compostos podem estar presentes e se alguns deles podem

ser detectados via olfato e se o seu limiar de odor em relação a esses compostos está abaixo de seus LEOs, dos níveis de ação ou outros valores, como os ERPGs. A AIHA estabelece valores para situações de emergência denominadas *Emergency Response Planning Values* (ERPGs), que são valores-guia para exposições não repetidas a substâncias químicas para serem usadas como instrumento de planejamento e avaliação de planos de contingência. Os ERPGs são apresentados em níveis de acordo com a intensidade de efeitos nocivos para uma exposição única de uma hora.¹⁰¹

No entanto, a ausência de odor não significa ausência de substâncias químicas. No caso de algumas substâncias inodoras, mas perigosas, como no caso dos gases combustíveis (gás liquefeito de petróleo – GLP), adicionam-se substâncias com cheiro desagradável e de fácil percepção (limiar de odor baixo) como medida de prevenção de acidentes.

¹⁰¹ AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION. *Emergency Response Planning Guidelines™*. Disponível em < <http://www.aiha.org/insideaiha/GuidelineDevelopment/ERPG/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 02 fev. 2012.

6 Outras informações

Fichas completas como as da CHEMINFO trazem ainda informações sobre métodos de avaliação, controle de exposição, entre outras.

6.1 Controle da exposição e equipamento de proteção individual

As questões referentes à avaliação ambiental e proteção respiratória também podem ser encontradas em fichas como as da CHEMINFO.

6.1.1 Amostragem e análise

A CHEMINFO e outras fontes fazem referência aos métodos validados para amostragem e análise de substâncias nos ambientes de trabalho. Citam os números dos métodos de diferentes organismos e trazem um resumo destes.

Exemplos:

OSHA Analytical Methods:
OSHA Method 12 - OSHA Analytical Methods Manual, 2nd ed. (37). Benzene. Validated method. Collection on coconut shell based activated charcoal sorbent tube. Desorption with carbon disulfide (CS₂). Analysis by gas chromatography using flame ionization detector (FID). Detection limit: 1.28 ng (analytical). OSHA Method 1005 - OSHA Analytical Methods Manual, 2nd ed. (37). Benzene. Validated method. Collection on coconut shell activated charcoal sorbent tube or SKC 575-002 passive samplers or 3M 3520 organic vapor monitors. Desorption with carbon disulfide (CS₂). Analysis by gas chromatography using flame ionization detector (FID). Detection limit: 3.12 pg (analytical); 38 ng per sample (charcoal tubes), 49 ng per sample (SKC passive samplers), 41 ng per sample (3M organic vapor monitors) (overall).

Figura 21 A Reprodução do item sobre “Métodos analíticos OSHA” da ficha *Benzeno* da base de dados CHEMINFO¹⁰²

NIOSH Analytical Methods:
NIOSH METHOD 3700, Issue 2 - NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th ed. (38). Benzene by portable GC. Partially evaluated method. Collection in air bag (Tedlar). Analysis by gas chromatography (portable) using photoionization detector (PID). Estimated LOD: 0.01 ppm.
NIOSH METHOD 1501, Issue 3 - NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th ed. (39). Hydrocarbons, Aromatic. Fully evaluated method. Collection on coconut shell based activated charcoal sorbent tube. Desorption with carbon disulfide (CS₂). Analysis by gas chromatography using flame ionization detector (FID). Estimated LOD: 0.5 ug per sample.
NIOSH METHOD 2549, Issue 1 - NIOSH Manual of Analytical Methods 4th ed. (40). Volatile Organic Compounds (Screening). Partially evaluated method. Collection on multi-bed thermal desorption tube. Analysis by thermal desorption followed by gas chromatography and mass spectrometry (GC-MS). Estimated LOD: 100 ng per tube or less.

Figura 21 B Reprodução do item sobre “Métodos analíticos NIOSH” da ficha *Benzeno* da base de dados CHEMINFO¹⁰³

¹⁰² CHEMINFO, Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

¹⁰³ Ibid.

Vê-se que o método da OSHA é número 12 e da NIOSH é 3700, 1501 e 2549.

NIOSH METHOD 6009 - NIOSH manual of analytical methods. 4th edition. Volume 2. Partially evaluated method. Collection on Hopcalite solid sorbent tube. Desorption with nitric acid and hydrogen chloride solution. Analysis by atomic absorption spectrophotometry (AAS), cold vapour. Estimated detection limited: 0.03 micrograms (ug).

Figura 22 Reprodução do item sobre “Métodos analíticos NIOSH” da ficha *Mercúrio* da base de dados CHEMINFO¹⁰⁴

Somente a NIOSH validou método analítico para mercúrio, registrando-o sob o número 6009.

OSHA Analytical Methods:

OSHA METHOD 32. OSHA analytical methods manual. (81) Validated method. Collection on XAD-7. Desorption with methanol. Analysis by high pressure liquid chromatography (HPLC) using ultraviolet (UV) detector. Estimated detection limit: 12 nanograms (ng).

NIOSH Analytical Methods:

NIOSH METHOD 2546 - NIOSH Manual of Analytical Methods. (80) Partially evaluated. Collection on: solid sorbent tube. Analysis by gas chromatography using: flame ionization detector (FID).

Figura 23 Reprodução do item sobre “Métodos analíticos” da ficha *Fenol* da base de dados CHEMINFO¹⁰⁵

Esses dados são indicações de bibliografia que devem ser consultadas para realização de avaliações quantitativas de contaminação ambiental ou de exposição ocupacional. Uma avaliação quantitativa de substâncias químicas apresentada em um laudo ambiental ou em um Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) deve citar sempre o método que foi utilizado e suas características, embora não seja obrigatório utilizar os métodos aqui exemplificados (OSHA ou NIOSH). As condições de coleta e análise devem estar descritas. Sem essas informações, qualquer relatório de avaliação ambiental é incompleto e pode ser questionado.

6.1.2 Proteção coletiva

As medidas de controle de engenharia são descritas de maneira sucinta, bem como os cuidados que devem ser tomados com esses equipamentos.

Uma vez que o sistema de proteção coletiva vai ser definido dependendo de diversos fatores, como do tipo de processo, de sua atualização tecnológica, da disponibilidade dos sistemas entre outros, pode variar de caso para caso. Mesmo assim, as medidas de controle coletivo são consideradas prioritárias e devem ser adotadas sempre que for verificado risco à saúde, não podendo ser substituído por equipamentos de proteção individual (para mais detalhes, consulte Norma Regulamentadora nº 9¹⁰⁶ do MTE).

6.1.3 Proteção individual e higiene pessoal

A descrição dos EPIs que devem ser utilizados para as diferentes formas de contato em diversas situações de trabalho (como proteção dos olhos, pele e respiratória), bem como das medidas de higiene pessoal de rotina e para casos de acidentes é apresentada em fichas.

¹⁰⁴ CHEMINFO. Disponível em: <<http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/advanced.html>>. Acesso em: 23 maio 2011.

¹⁰⁵ Ibid.

¹⁰⁶ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 9*. Brasília, 1994. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf>. Acesso em: 31 março 2012.

Uma ficha pode trazer ainda outras informações complementares que podem auxiliar muito o profissional de SST a tomar decisões, como medidas de proteção da exposição de olhos, face e pele, cuidados no manuseio e estocagem, ações em caso de derramamento acidental, combate a incêndio, entre outras. Elas não foram detalhadas neste manual, pois são mais autoexplicativas. Vale, no entanto, ressaltar que o EPI não deve ser fornecido aos trabalhadores sem instruções e treinamento de seu uso e que seu uso deve fazer parte de um programa geral de segurança, juntamente com a instalação de medidas de engenharia e organização do trabalho que promovam a saúde do trabalhador (para mais detalhes, consulte a Norma Regulamentadora nº 6¹⁰⁷ do MTE que foi recentemente atualizada).

¹⁰⁷ BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 6*. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A33EF45990134335D0C415AD6/NR-06%20%28atualizada%29%202011.pdf>>. Acesso em: 31 março 2012.

7 Misturas

Para as misturas comerciais, existem as FISPQs fornecidas pelo fabricante, mas se deve analisá-las com os cuidados necessários, já apresentados no item 4.1, e também proceder ao estudo de cada componente separadamente.

No entanto, a análise dos componentes separadamente é inviável quando a mistura possui centenas de compostos, como os derivados de petróleo – gasolina, diesel, aguarrás, querosene etc. Em alguns casos, pode-se eleger aqueles de maior concentração ou grupos de substâncias similares. Existem fichas para misturas comerciais com especificação de cada produto, o que é muito útil. As especificações técnicas definem as características de uma mistura, por exemplo, qual é o perfil de um produto que pode ser comercializado como querosene. São normatizadas por entidades de normas técnicas e publicadas por estas ou pelo fabricante do produto.

No Brasil, é possível encontrar informações sobre as especificações técnicas e as FISPQs de produtos derivados de petróleo (combustíveis ou não) no portal da BR Distribuidora.¹⁰⁸ Quando se analisa os derivados de petróleo, deve-se ficar atento à faixa de destilação do produto, que vai caracterizar alguns de seus perigos, seja pela maior ou pela menor volatilidade, seja pela possibilidade da presença, na mistura, de substâncias especificamente perigosas, como o benzeno, por exemplo.

Exemplos:

- Querosene: a especificação técnica informa que a faixa de destilação está entre 150°C e 252°C.¹⁰⁹ Como a temperatura de ebulição do benzeno é de 80,1°C, é impossível que o querosene contenha mais que traços desta substância, a não ser que tenha sido propositadamente adicionada após o fracionamento. A volatilidade do produto é baixa, tendo em vista que as substâncias que a constituem possuem temperaturas de ebulição elevadas e, portanto pressões de vapor muito baixas.
- Solvente para borracha (SPB): a faixa de destilação é de 52°C a 120°C¹¹⁰ e, portanto, o benzeno (temperatura de ebulição 80,1°C) está contido nesta faixa e a probabilidade de sua presença significativa na mistura é elevada. Como é uma faixa relativamente estreita, as proporções dos componentes tendem a ser relativamente elevadas se não houver um processamento posterior que os retire da mistura proveniente da destilação.

¹⁰⁸ PETROBRAS. *Portal BR*. c2009. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/portal/PortalDeConteudo>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

¹⁰⁹ PETROBRAS. *Querosene iluminante*. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/29fcba0043a7ac81884d8fecc2d0136c/ft-quim-querosene-iluminante.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 10 abril 2012.

¹¹⁰ PETROBRAS. *SPB BR*. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/3975a60043a7b30697169fecc2d0136c/ft-quim-sol-alif-spb.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 10 abril 2012.

- Gasolina: a faixa de destilação vai de 27°C a 220°C¹¹¹ e também abrange a faixa de destilação do benzeno, assim como o SPB, mas como possui faixa de destilação com temperatura mais ampla que este solvente, a proporção de benzeno tende a ser menor. Mas, em alguns países, o benzeno e outros componentes podem ser adicionados posteriormente para aumento da octanagem no produto comercial. No Brasil, utiliza-se etanol para esse fim.

7.1 Efeitos da exposição concomitante a diversas substâncias

A ficha da CHEMINFO fornece, às vezes, o item “sinergismo toxicológico” (*toxicological synergisms*), que trata da exacerbação do efeito esperado de uma substância na presença de outras, por interação entre substâncias na fase de distribuição no organismo ou no sítio alvo, englobando tanto os efeitos aditivos, quanto os multiplicativos (sinergismo propriamente dito). O fenômeno é muito estudado em caso de interação medicamentosa, mas a exposição concomitante ou sequencial a várias substâncias pode ser frequente em muitos ambientes de trabalho. Possíveis processos interativos ocorrem, por exemplo, quando há exposição concomitante a misturas de várias substâncias que atuam no sistema nervoso central (gasolina) ou a substâncias que alteram a velocidade do metabolismo (hidrocarbonetos clorados). Pode-se também pensar em situações de exposição ocupacional concomitante ao uso de certos medicamentos.

A fórmula matemática para ajustes de LEOs em exposições a misturas não conseguem reproduzir a complexidade do fenômeno fisiológico, mas há uma fórmula simples que representaria um modelo aditivo. Para uso e exemplos da fórmula, consulte o Apêndice E¹¹² da publicação da ACGIH sobre TLVs e BEIs.

¹¹¹ PETROBRAS. *Ficha de informação de segurança de produto químico - FISPQ*: gasolina comum. 2011. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/52cb170043a79d87baa2bfec2d0136c/fispq-auto-gasolina-comum.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 10 abril 2012.

¹¹² AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. *2011 Threshold Limit Values for chemical substances and physical agents, and biological exposure indices*. Cincinnati, ACGIH, 2011.

8 Comentários finais

É importante para todos profissionais da área da Saúde do Trabalhador e para o próprio trabalhador conhecer as substâncias que podem estar presentes nos ambientes de trabalho e seus perigos. Conhecer mais detalhadamente algumas propriedades dos produtos químicos pode facilitar o planejamento e a tomada de decisões na prevenção de agravos relacionados a atividades que envolvem agentes químicos.

Adotamos as fichas da CHEMINFO como modelo para o nosso manual por serem de boa qualidade e estarem disponíveis na Fundacentro. Consequentemente, suas fontes de informação, como a ACGIH, aparecem frequentemente em nosso texto. No entanto, há outras fichas de informação que podem e devem ser conferidas, bem como, certamente, outras organizações que são fontes de informação relevantes. Por exemplo, no que diz respeito ao potencial carcinogênico das substâncias, vale uma busca no *site* do Programa Nacional de Toxicologia (*National Toxicology Program*¹¹³) do Departamento de Saúde dos EUA.

Atenção aos *links* aqui fornecidos – mesmo durante a elaboração deste manual, alguns *sites* modificaram seus endereços eletrônicos. Por isso, sempre tente encontrar os *sites* originais, com as informações mais atualizadas.

113 NATIONAL TOXICOLOGY PROGRAM. *About the Report on Carcinogens*. Disponível em <<http://ntp-server.niehs.nih.gov/?objectid=03C9B512-ACF8-C1F3-ADBA53CAE848F635>>. Acesso em: 10 abril 2012.

Sobre o livro

Composto em arial 11 (corpo texto)
BenguiatGot Bk BT 15 (títulos)
em papel offset 90g/m² (miolo)
e supremo 240g/m² (capa)
no formato 21x28 cm
Impressão: Gráfica da Fundacentro
Tiragem: 2.000

MINISTÉRIO
DO TRABALHO E EMPREGO



FUNDACENTRO
FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO
DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

Rua Capote Valente, 710
São Paulo - SP
05409-002
tel.: 5066-6000

www.fundacentro.gov.br



ISBN 978-85-98117-68-3



9 788598 117683