

TOXICOLOGIA E SEGURANÇA

Prof.^a Lucile Cecília Peruzzo



2018



Copyright © UNIASSELVI 2018

Elaboração:

Prof.^a Lucile Cecília Peruzzo

Revisão, Diagramação e Produção:

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI

Ficha catalográfica elaborada na fonte pela Biblioteca Dante Alighieri

UNIASSELVI – Indaial.

571.95

P471t Peruzzo, Lucile Cecília

Toxicologia e segurança / Lucile Cecília Peruzzo.

Indaial: UNIASSELVI, 2018.

215 p. : il.

ISBN 978-85-515-0139-9

1.Toxicologia Ambiental.

I. Centro Universitário Leonardo Da Vinci.

APRESENTAÇÃO



Caro acadêmico, seja bem-vindo ao estudo da disciplina de Toxicologia e Segurança. Este livro oferecerá a você conhecimentos sobre um dos temas de grande relevância para a segurança do trabalho, devido à expansão de diferentes substâncias nocivas encontradas no ambiente laboral.

Todos os tópicos desta unidade foram desenvolvidos buscando o melhor entendimento sobre os aspectos toxicológicos das substâncias químicas e sua relação com o ambiente ao qual você está exposto, estimulando você a realizar um trabalho consistente e de valor profissional.

Esta unidade tem o propósito de apresentar a evolução histórica da Toxicologia, os conceitos básicos de Toxicologia, fornecer informações sobre as substâncias tóxicas e os riscos potenciais em casos que há exposição humana. Também tratamos aqui sobre as normas relativas à saúde ocupacional em termos de exposição e os limites de concentração permitidos em situações específicas, como no local de trabalho.

Se seguir atentamente os passos da busca do conhecimento toxicológico, certamente você não só ampliará seus objetivos, como adquirirá muitas informações adicionais para sua vida pessoal e profissional.

Para maiores informações e complementos, revise as referências citadas no texto.

Bom estudo!

Prof.^a Dra. Lucile Cecília Peruzzo



Você já me conhece das outras disciplinas? Não? É calouro? Enfim, tanto para você que está chegando agora à UNIASSELVI quanto para você que já é veterano, há novidades em nosso material.

Na Educação a Distância, o livro impresso, entregue a todos os acadêmicos desde 2005, é o material base da disciplina. A partir de 2017, nossos livros estão de visual novo, com um formato mais prático, que cabe na bolsa e facilita a leitura.

O conteúdo continua na íntegra, mas a estrutura interna foi aperfeiçoada com nova diagramação no texto, aproveitando ao máximo o espaço da página, o que também contribui para diminuir a extração de árvores para produção de folhas de papel, por exemplo.

Assim, a UNIASSELVI, preocupando-se com o impacto de nossas ações sobre o ambiente, apresenta também este livro no formato digital. Assim, você, acadêmico, tem a possibilidade de estudá-lo com versatilidade nas telas do celular, *tablet* ou computador.

Eu mesmo, UNI, ganhei um novo *layout*, você me verá frequentemente e surgirei para apresentar dicas de vídeos e outras fontes de conhecimento que complementam o assunto em questão.

Todos esses ajustes foram pensados a partir de relatos que recebemos nas pesquisas institucionais sobre os materiais impressos, para que você, nossa maior prioridade, possa continuar seus estudos com um material de qualidade.

Aproveite o momento para convidá-lo para um bate-papo sobre o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE.

Bons estudos!



Olá acadêmico! Para melhorar a qualidade dos materiais ofertados a você e dinamizar ainda mais os seus estudos, a Uniasselvi disponibiliza materiais que possuem o código *QR Code*, que é um código que permite que você acesse um conteúdo interativo relacionado ao tema que você está estudando. Para utilizar essa ferramenta, acesse as lojas de aplicativos e baixe um leitor de *QR Code*. Depois, é só aproveitar mais essa facilidade para aprimorar seus estudos!



BATE SOBRE O PAPO ENADE!



Olá, acadêmico!

Você já ouviu falar sobre o **ENADE**?

Se ainda não ouviu falar nada sobre o ENADE, agora você receberá algumas informações sobre o tema.

Ouviu falar? Ótimo, este informativo reforçará o que você já sabe e poderá lhe trazer novidades.



Vamos lá!

Qual é o significado da expressão ENADE?

EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES

Em algum momento de sua vida acadêmica você precisará fazer a prova ENADE.



Que prova é essa?

É **obrigatória**, organizada pelo INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

Quem determina que esta prova é obrigatória... O **MEC – Ministério da Educação**.

O objetivo do MEC com esta prova é o de avaliar seu desempenho acadêmico assim como a qualidade do seu curso.



Fique atento! Quem não participa da prova fica impedido de se formar e não pode retirar o diploma de conclusão do curso até regularizar sua situação junto ao MEC.

Não se preocupe porque a partir de hoje nós estaremos auxiliando você nesta caminhada.

Você receberá outros informativos como este, complementando as orientações e esclarecendo suas dúvidas.



Você tem uma trilha de aprendizagem do ENADE, receberá e-mails, SMS, seu tutor e os profissionais do polo também estarão orientados.

Participará de webconferências entre outras tantas atividades para que esteja preparado para #mandar bem na prova ENADE.

Nós aqui no NEAD e também a equipe no polo estamos com você para vencermos este desafio.

Conte sempre com a gente, para juntos mandarmos bem no ENADE!



SUMÁRIO

UNIDADE 1 – TOXICOLOGIA	1
TÓPICO 1 – CONCEITOS GERAIS EM TOXICOLOGIA	3
1 INTRODUÇÃO	3
2 HISTÓRIA DA TOXICOLOGIA	3
3 CONCEITOS DE TOXICOLOGIA	9
3.1 DEFINIÇÕES E TERMOS TOXICOLÓGICOS	11
3.2 ASPECTOS QUE DETERMINAM A FINALIDADE DA TOXICOLOGIA	13
4 SEGURANÇA COMO CONCEITO	14
RESUMO DO TÓPICO 1	16
AUTOATIVIDADE	17
TÓPICO 2 – TOXICOLOGIA INDUSTRIAL	21
1 INTRODUÇÃO	21
2 DIVISÕES DA TOXICOLOGIA	22
2.1 TOXICOLOGIA INDUSTRIAL (OCUPACIONAL)	24
3 CONTROLE OU MONITORAMENTO AMBIENTAL	24
3.1 NORMAS REGULAMENTADORAS RELACIONADAS À EXPOSIÇÃO DOS TRABALHADORES A SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	26
RESUMO DO TÓPICO 2	32
AUTOATIVIDADE	33
TÓPICO 3 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	35
1 INTRODUÇÃO	35
2 SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	35
2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS	36
2.2 INTOXICAÇÃO	39
2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS INTOXICAÇÕES	40
3 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS	43
4 PRODUTOS TÓXICOS NA INDÚSTRIA	44
5 FASES E SINTOMAS COMUNS DA INTOXICAÇÃO	45
5.1 FASES DA INTOXICAÇÃO	46
5.1.1 Fase de exposição	46
5.1.2 Fase de toxicocinética	47
5.1.3 Fase de toxicodinâmica	48
5.1.4 Fase clínica	48
5.2 SINTOMAS DA INTOXICAÇÃO	49
6 PRINCIPAIS VIAS DE ABSORÇÃO DE AGENTES TÓXICOS E SUA RELAÇÃO ENTRE TOXICOLOGIA E SEGURANÇA NO TRABALHO	51
6.1 VIA RESPIRATÓRIA (INALAÇÃO PELA BOCA OU PELO NARIZ)	51
6.2 VIA DÉRMICA – CONTATO COM A PELE (LÍQUIDOS, <i>SPRAYS</i> OU AEROSSÓIS)	52
6.3 VIA OCULAR E NASAL	53
7 CENTROS DE INFORMAÇÃO E ASSISTÊNCIA TOXICOLÓGICA NO BRASIL	54

LEITURA COMPLEMENTAR.....	57
RESUMO DO TÓPICO 3.....	60
AUTOATIVIDADE	62
UNIDADE 2 – SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS.....	65
TÓPICO 1 – DEFINIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	67
1 INTRODUÇÃO	67
2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	68
2.1 NÚMEROS DE IDENTIFICAÇÃO DE UMA SUBSTÂNCIA QUÍMICA.....	69
2.2 PRODUTO QUÍMICO.....	70
2.3 GASES E VAPORES	71
2.3.1 Concentração de gases e vapores tóxicos	72
2.3.2 Combustíveis e combustão	76
2.3.2.1 Combustíveis	76
3 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS PREJUDICIAIS AO HOMEM.....	79
3.1 FONTES DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	80
3.2 SUBSTÂNCIAS QUE OCORREM NATURALMENTE NO AMBIENTE.....	80
3.3 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS COMBINADAS	82
LEITURA COMPLEMENTAR.....	83
RESUMO DO TÓPICO 1.....	85
AUTOATIVIDADE	86
TÓPICO 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES.....	91
1 INTRODUÇÃO	91
2 EFEITOS RESULTANTES DA INTERAÇÃO DE AGENTES QUÍMICOS	94
3 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A AGENTES TÓXICOS.....	98
LEITURA COMPLEMENTAR.....	103
RESUMO DO TÓPICO 2.....	106
AUTOATIVIDADE	108
TÓPICO 3 – DIAGNÓSTICO DE RECONHECIMENTO	111
1 INTRODUÇÃO	111
2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA EXPOSIÇÃO	112
2.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA	112
2.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA	113
3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS	113
3.1 AS UNIDADES DE MEDIDA	114
3.2 COLETA DAS AMOSTRAS	114
3.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE AGENTES QUÍMICOS NO AMBIENTE LABORAL	117
3.3.1 Utilização de tubos colorimétricos para detecção de gases	118
3.3.2 Métodos de análise de poeiras ocupacionais	118
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS	121
3.4.1 Identificação das Fontes de Incerteza.....	121
LEITURA COMPLEMENTAR.....	122
RESUMO DO TÓPICO 3.....	124
AUTOATIVIDADE	125
UNIDADE 3 – TOXICOLOGIA E SEGURANÇA INTERATIVA	129
TÓPICO 1 – DOSE, EFEITO E RESPOSTA E VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS.....	131
1 INTRODUÇÃO	131

2 CONCEITO DE DOSE, EFEITO E RESPOSTA	133
2.1 DOSE.....	133
2.1.1 Relação de intensidade e efeito	135
2.1.2 Efeito	138
2.1.3 Resposta.....	139
2.1.4 Interpretação das curvas dose-resposta	139
3 LIMITE DE TOLERÂNCIA E RAZÃO DE PERIGO	144
4 CONCEITOS DE SAÚDE E DOENÇA OCUPACIONAL	144
4.1 SAÚDE	144
4.2 DOENÇA OCUPACIONAL.....	145
LEITURA COMPLEMENTAR.....	148
RESUMO DO TÓPICO 1.....	152
AUTOATIVIDADE	153
TÓPICO 2 – PRINCIPAIS CONTAMINANTES PARA OS TRABALHADORES.....	157
1 INTRODUÇÃO	157
2 CONTAMINANTES AMBIENTAIS QUE AFETAM OS TRABALHADORES	157
2.1 AGENTES FÍSICOS.....	158
2.1.1 O ruído.....	158
2.2 ILUMINAÇÃO.....	162
2.3 ESTRESSE TÉRMICO.....	163
2.4 UMIDADE E VENTILAÇÃO	164
2.5 VIBRAÇÕES	164
2.6 RADIAÇÃO.....	166
2.6.1 Radiação não ionizante.....	166
3 CONTAMINANTES OCUPACIONAIS BIOLÓGICOS QUE AFETAM OS	
TRABALHADORES	167
LEITURA COMPLEMENTAR.....	169
RESUMO DO TÓPICO 2.....	174
AUTOATIVIDADE	176
TÓPICO 3 – TOXICOLOGIA DOS AGROTÓXICOS.....	179
1 INTRODUÇÃO.....	179
2 AGROTÓXICOS.....	179
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS	181
3 INTOXICAÇÃO POR AGROTÓXICOS	183
3.1 VIAS DE INTOXICAÇÃO (OU CONTAMINAÇÃO)	183
3.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL	184
4 MÉTODOS PREVENTIVOS PARA EVITAR A INTOXICAÇÃO	185
4.1 INFORMAÇÕES EM RÓTULOS E BULAS DE AGROTÓXICOS	186
4.2 FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS–	
AGROTÓXICOS.....	188
4.3 ETAPAS DE TRATAMENTO	189
LEITURA COMPLEMENTAR.....	191
RESUMO DO TÓPICO 3.....	197
AUTOATIVIDADE	198
REFERÊNCIAS.....	201
ANEXO A.....	213
ANEXO B.....	214

UNIDADE 1

TOXICOLOGIA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir dos estudos desta unidade, você será capaz de:

- compreender a história da Toxicologia;
- definir diferentes terminologias utilizadas na Toxicologia;
- compreender a classificação básica da Toxicologia;
- explicar como as substâncias tóxicas são classificadas;
- descrever as estratégias de prevenção e controle de agentes tóxicos;
- fornecer informações sobre as substâncias tóxicas e os riscos potenciais em casos em que haja exposição humana.

PLANO DE ESTUDOS

Caro acadêmico! Esta unidade de estudos encontra-se dividida em três tópicos de conteúdos. Ao longo de cada um deles, você encontrará sugestões e dicas que visam potencializar os temas abordados, e ao final de cada um deles, estão disponíveis resumos e autoatividades que visam fixar os temas estudados.

TÓPICO 1 – CONCEITOS GERAIS EM TOXICOLOGIA

TÓPICO 2 – TOXICOLOGIA INDUSTRIAL

TÓPICO 3 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS



CONCEITOS GERAIS EM TOXICOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

Neste tópico veremos a evolução histórica da Toxicologia e alguns conceitos de Toxicologia para que você, acadêmico, possa compreender o surgimento desta disciplina no contexto científico, seu significado e sua importância para a segurança do trabalho.

Com a industrialização e a agricultura em crescente expansão, e em paralelo o aumento dos cuidados com a saúde, mudaram a vida de várias maneiras. A expectativa de vida média aumentou devido ao controle de epidemias e doenças infecciosas, contudo o aumento da industrialização e o desenvolvimento agrícola foram a principal causa de poluição que teve influências profundas em nossas vidas.

O homem, os animais e as plantas estão cada vez mais expostos a produtos químicos de enorme variedade. Quase todo mundo está em risco de exposição a substâncias tóxicas na comida que comemos, na água que bebemos e no ar que respiramos.

Nos últimos anos, a consciência do problema da exposição da humanidade e dos animais a produtos químicos potencialmente tóxicos em nosso ambiente aumentou. De acordo com Deus (2013, p. 2):

A Toxicologia tem um papel muito importante a desempenhar na sociedade, ajudando a entender os efeitos nocivos causados pelas substâncias químicas ao interagirem com os organismos vivos, tendo por objetivo a avaliação do risco de intoxicação, e desta forma estabelecer medidas de segurança na utilização e consequentemente prevenir a intoxicação, antes que ocorram alterações na saúde.

2 HISTÓRIA DA TOXICOLOGIA

De acordo com Oga, Camargo e Batistuzzo (2008, p. 3), “a Toxicologia é uma das mais antigas ciências práticas e acompanha a própria história da civilização, pois desde a época mais remota, o homem possuía conhecimento sobre os efeitos tóxicos de venenos de animais e de uma variedade de plantas tóxicas”. Os primeiros habitantes das cavernas reconheceram e usaram extratos de plantas e animais venenosos para fins de caça e guerra.

A cicuta, o ópio, os venenos da seta e alguns metais foram usados desde 1500 a.C. para envenenar inimigos ou para execuções. Sócrates, um filósofo grego, é exemplo de uma figura histórica envenenada pela cicuta por volta de 399 a.C. Sócrates foi acusado de desvio religioso e de corromper as mentes da juventude local. O princípio químico ativo que matou Sócrates é o alcalóide coniiina, que quando ingerido causa paralisia, convulsões e morte (GILBERT; HAYES, 2009).

Por volta de 1500 d.C., Paracelso determinou que certos produtos químicos nos venenos de plantas ou animais são responsáveis pela toxicidade. Paracelso documentou que a resposta do corpo aos produtos químicos dependia da dose. Ele observou que doses menores de substâncias eram seguras ou benéficas, mas doses maiores eram tóxicas. De acordo com Oga, Camargo e Batistuzzo (2008, p. 4), "Paracelso é bem conhecido pela comunidade de Toxicologia por sua famosa frase: 'Todas as substâncias são venenos, não há nenhuma que não seja um veneno'. A dose certa diferencia um veneno e um remédio". A Figura 1 apresenta a imagem de Paracelso e no lado, a Portaria da Trilogia Caríntia, que inclui a terceira defesa de Paracelso (Colônia, 1564), Biblioteca Walleriana, Uppsala, Suécia (KLAASSEN, 2001).

FIGURA 1 – IMAGEM DE PARACELSO AO LADO DA TRILOGIA CARÍNTIA



**Drey Bücher/
Durch den Hochgeler-**
ten Herrn Theophrastum von Hohenheim/ Pa-
racellum genant/ beider Erney Doctom/ den
Hochwürdigsten/ Hoch vñ Ehrwürdigen/ Wol-
gebomen/ Gestrengen/ Hochgelerten/ Edlen/ De-
sten/ Fürsichtigen/ Ersamen/ Erbarn vñ Weisen
Erzbischoffen/ Bischoffen/ Prelaten/ Grauen/
Freiherren/ Ritteren/ vom Adel/ vñd
Landtschafft des Erzherzog-
thums Kärnten 1c. zu
eyren geschriben.

Das erst Büch/ die verantwoitung vber etlich verun-
glückung seiner misgäner.
Das ander/ von dem Irigung vñd Labrühn der Arz-
ten/ das sey in ander Büchern schon sel-
ten dann bißher geschriben.
Das dritt/ von dem vrsprung vñd herkommen der Tar-
tarischen frantzeiten/ nach dem alten namen
vom Stein/ Sandt oder Gries/ auch
heilung der selbigen.

Darben ist vrom ersten Büch ein warhaffter kurtzer
anzug der Kärntischer Chronik.

Bedruckt zu Cöln/
Durch die Erben Amoldi Dyrckmanni.
ANNO 1564.
Mit Kay. Maiest. Enad vñd Freyheit.

FONTE: Jiménez e Kuhn (2009)

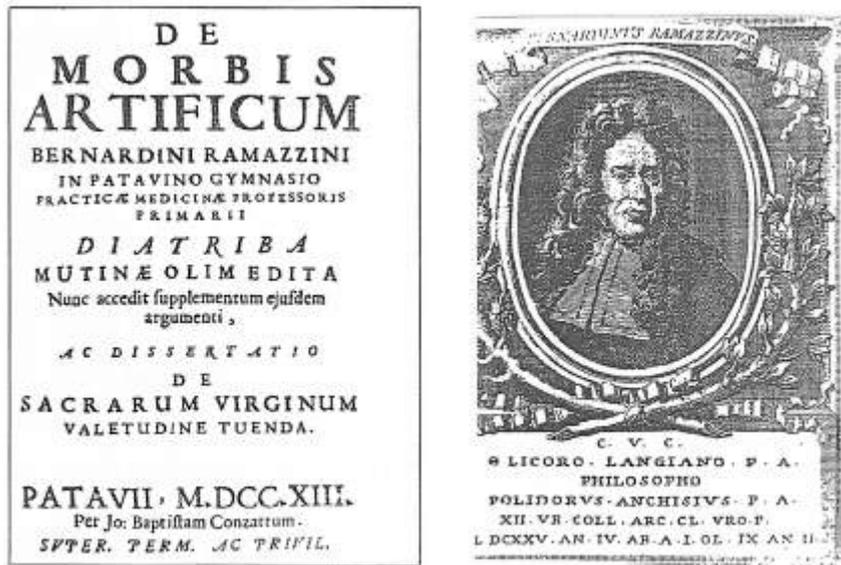
Orfila (1800 d.C.) é o "fundador da Toxicologia." Orfila era um médico espanhol e a primeira pessoa a associar propriedades químicas e biológicas de venenos.

A primeira classificação de venenos, em animais, vegetais e minerais, se deve a Dioscorides, médico grego que trabalhava na corte do imperador romano

Nero. O ópio, a cicuta, o acônito e os digitalis estavam entre os agentes tóxicos obtidos do reino vegetal, enquanto os venenos de víboras, sapos e salamandras representavam os agentes do reino animal. Entre as substâncias de origem mineral citavam-se o arsênio, o chumbo, o cobre e o antimônio (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008, p. 3).

Alguns desenvolvimentos importantes da Toxicologia como ciência incluem a publicação de Ramazzini, em 1633, um médico que foi um dos primeiros a fazer a ligação entre a ocupação do trabalhador e saúde, ele documentou em seu livro *De Morbis Artificum Diatriba* (As doenças dos trabalhadores), que conduziram ao seu reconhecimento como o pai da medicina ocupacional (GILBERT; HAYES, 2009). A figura a seguir apresenta o livro “*De Morbis Artificum Diatriba*”, de Bernardini Ramazzini.

FIGURA 2 – BERNARDINO RAMAZZINI, AUTOR DO LIVRO DE MORBIS ARTIFICUM DIATRIBA – AS DOENÇAS DOS TRABALHADORES



Tratado de las enfermedades de los artesanos. Segunda edición, 1713.

Bernadino Ramazzini en 1710.

FONTE: Jiménez e Kuhn (2009)

Um importante impulso para a Toxicologia na década de 1900 foi o uso de produtos químicos para a guerra. Na Primeira Guerra Mundial, uma variedade de produtos químicos venenosos foi usada nos campos de batalha da França. Isto proporcionou estímulo para a pesquisa sobre mecanismos de toxicidade, bem como contramedidas médicas.

Desde a década de 1960, a Toxicologia entrou numa fase de rápido desenvolvimento e mudou de uma ciência que era quase inteiramente descritiva a uma em que o estudo dos mecanismos tornou-se a tarefa principal. As muitas razões para isso incluem o desenvolvimento de novos métodos analíticos, desde

1945, a teste de drogas após a tragédia da talidomida, substância química que causou, em âmbito mundial, sérios defeitos em recém-nascidos, e devido a esse efeito teratogênico foi banida mundialmente na década seguinte, a ênfase no teste de pesticidas e a preocupação pública com a poluição ambiental e a eliminação de resíduos perigosos (DEKANT; VAMVAKAS, 2005).



Para que você, caro acadêmico, possa entender melhor a evolução histórica da Toxicologia, é apresentada no Quadro 1 uma sequência resumida das descobertas históricas, desde a idade antiga até a idade contemporânea.

QUADRO 1 – LINHA DO TEMPO DA HISTÓRIA DA Toxicologia

	Ano	Evento
IDADE ANTIGA	1500 a.C.	Papiro de Ebers, de origem egípcia, registra uma lista de 800 ingredientes ativos, incluindo metais do tipo chumbo e cobre, venenos animais e diversos vegetais tóxicos.
	470-399 a.C.	Sócrates, um filósofo grego, é exemplo de uma figura histórica envenenada pela ingestão de cicuta.
	131 a 63 a.C.	Mithridates VI do Pontus: testou antídotos para venenos sobre si mesmo e usava prisioneiros como cobaias.
	100 a.C.	Cornelius Sulla: lei contra envenenamento de pessoas ou prisioneiros. Não podia comprar, vender ou possuir venenos.
IDADE MÉDIA	1135 d.C.	Moses Maimonides: filósofo judeu e médico. Escreveu o tratado sobre venenos e seus antídotos.
	1193 d.C.	Albertus Magnus: o frade dominicano escreveu extensivamente sobre a compatibilidade da religião, ciência e isolou o arsênico em 1250.

	1347 d.C.	A peste negra (1347-1351): a praga bubônica e pneumônica devastou a Europa deixando o maior número de vítimas na história até a pandemia de gripe de 1918.
	1452 d.C.	Leonardo da Vinci (1452-1519): experimento com bioacumulação de venenos em animais e chamou o procedimento de "passagens".
	1493	Paracelso (1493-1541): conceito dose-resposta em Toxicologia. "Todas as substâncias são venenos; Não há nenhuma que não seja um veneno. A dose correta diferencia um veneno de um remédio".
IDADE MODERNA	1519	Catherine de Medici (1519-1589): rainha da França, experiente assassina, testa venenos nos pobres e doentes.
	1633	Bernardinho Ramazzini: médico, um dos primeiros a fazer a ligação entre a ocupação do trabalhador e saúde, ele documentou em seu livro <i>De Morbis Artificum Diatriba</i> (As doenças dos trabalhadores).
	1777	Bernard Courtois: químico francês que descobriu o iodo em 1811 e mais tarde isolou a morfina.
	1787	Mateu J. B. Orfila: considerado o pai da Toxicologia moderna. Em 1813 publicou o "Traité des Poisons", que descrevia os sintomas dos venenos.
IDADE CONTEMPORÂNEA	1925 – Lista de doenças Profissionais	Publicada a primeira lista de doenças profissionais devido à intoxicação por diversas substâncias. Limitava-se ao saturnismo (chumbo), hidrargirismo (mercúrio) e carbúnculo (contaminação biológica).
	1970 – Lei da Segurança e Saúde Ocupacional	Lei aprovada em 1970 para garantir que cada trabalhador tenha um ambiente de trabalho seguro e saudável.
	1984 – Desastre de Bhopal (Índia)	Desastre de Bhopal (Índia): 40 toneladas de gases tóxicos vazaram na fábrica de pesticidas da empresa norte-americana Union Bhopla Carbide, resultando em milhares de mortes.

FONTE: Adaptado de Gilbert e Hayes (2006); Oga, Camargo e Batistuzzo (2008)

Como nuvem letal matou mais de 8 mil pessoas em 72 horas

Em apenas uma noite, entre 2 e 3 de dezembro de 1984, um vazamento em um tanque de armazenamento subterrâneo de uma fábrica de pesticidas na Índia lançou ao ar 40 toneladas do gás isocianato de metila e causou o mais grave acidente industrial da história.

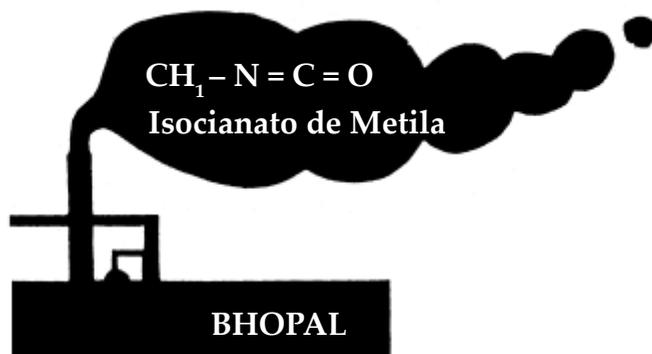
Em questão de poucas horas, uma nuvem letal se dispersou sobre a densamente povoada cidade de Bhopal, com 900 mil habitantes, matando mais de 8 mil pessoas.

Y. P. Gokhale, diretor da fábrica americana Union Carbide, disse na época que o gás tinha escapado quando uma válvula no tanque quebrou, sob pressão.

Meio milhão de pessoas foram expostas ao gás. As doenças crônicas geradas pelo contato com a substância deixaram um assombroso legado para gerações futuras.

A fábrica foi construída em 1969 para a produção de agrotóxicos, que contém um produto químico altamente perigoso – o isocianato de metila.

Bhopal: Desastre que procura um antídoto



Para saber mais sobre este acidente gerado por exposição ao gás isocianato de metila, acesse o site: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/12/141203_gas_india_20anos_rp>.



De acordo com Sprada (2013), um fato que nos vem à mente quando se fala da história da Toxicologia para a segurança do trabalho é o livro: "As Doenças dos Trabalhadores", publicado por Bernardino Ramazzini em 1700, em que descreve pela primeira vez cinquenta profissões distintas e suas respectivas doenças. Foi através desta publicação que ficou conhecida a famosa frase: "Digas qual o seu trabalho, que direis os riscos que estás sujeito" (SPRADA, 2013, p. 15). Lembre-se disso quando estiver estudando as doenças ocupacionais.



Veja mais detalhes da evolução histórica da Toxicologia no artigo de André Rinaldi Fukushima e Fausto Antônio de Azevedo. Disponível em: <<http://www.ufvjm.edu.br/disciplinas/far016/files/2012/03/A-ci%C3%Aancia-dos-limites-e-os-limites-da-ci%C3%Aancia.pdf>>.

3 CONCEITOS DE TOXICOLOGIA

A palavra Toxicologia é derivada de duas palavras gregas – *Toxikon*, substância tóxica e *logos*, significando o estudo. Portanto, Toxicologia é o estudo de efeitos adversos de agentes químicos, físicos e biológicos sobre organismos vivos e outros sistemas biológicos (ambiente como um todo) e a probabilidade de sua ocorrência. Simplificando, poderíamos dizer que seria então, uma ciência que se ocupa das intoxicações e das substâncias químicas que a provocam.

Segundo Sprada (2013, p. 16), "o conceito de Toxicologia se orienta através dos efeitos tóxicos que uma substância química é capaz de provocar em um organismo vivo, ou seja, tem como finalidade principal prevenir o aparecimento de efeitos indesejáveis ao organismo, estabelecendo assim o uso seguro das substâncias químicas".

Uma segunda parte da definição de Toxicologia diz respeito a "agentes químicos ou físicos". Os agentes químicos podem ser naturais ou sintéticos (fabricados). Os agentes naturais perigosos produzidos por organismos vivos são chamados toxinas, enquanto os agentes industrializados perigosos são chamados de tóxicos.

Os agentes que ocorrem naturalmente podem ser tão benignos e essenciais como a água ou tão mortal como o veneno de uma cobra coral. Plantas, animais e bactérias produzem uma variedade de substâncias químicas ou toxinas que

geralmente ajudam na sua sobrevivência ou defesa. Humanos e até outros animais aprenderam a usar esses agentes para curar doenças, além de envenenar outras plantas e animais.

Várias plantas diferentes produzem cafeína, um composto amargo, principalmente suscetível a protegê-las de insetos. *Digitalis*, também chamada de *Foxglove*, é uma planta venenosa, os químicos extraídos desta planta são utilizados na preparação de um medicamento usado no tratamento de doenças cardíacas.

Nossa sociedade aprendeu a produzir uma ampla gama de produtos químicos projetados para fins industriais específicos. Grande parte do nosso abastecimento de alimentos depende do uso de pesticidas. Nossos domicílios, escolas e locais de trabalho contêm inúmeros produtos químicos que são potencialmente perigosos. O computador portátil, essencial para escrever este livro, contém milhares de produtos químicos diferentes.

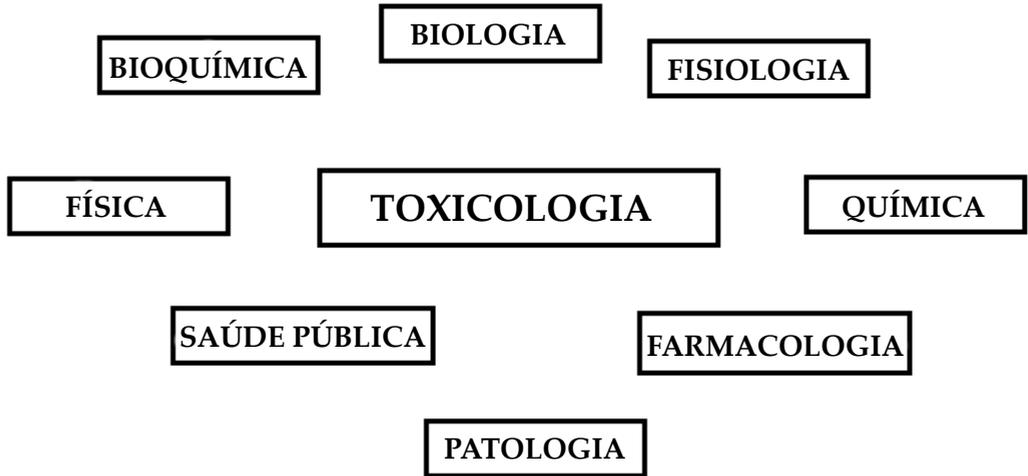
Os agentes físicos representam um conjunto diferente de desafios para um toxicólogo e são muitas vezes relacionados a questões de saúde ocupacional.

A temperatura e o ruído são os dois agentes físicos mais comuns que devem ser considerados. Nos últimos tempos, houve um crescente reconhecimento dos efeitos nocivos do ruído alto na audição e, ainda mais importante, a regulamentação do uso de protetores auditivos. Excesso de temperatura no ambiente de trabalho pode diminuir o desempenho. Tanto o ruído quanto a temperatura podem aumentar o estresse no ambiente e interagir com outros agentes para produzir um declínio significativo no desempenho do trabalhador.

A Toxicologia progrediu, com as ciências biológicas, para colocar uma maior ênfase na compreensão do mecanismo de ação de um agente, na resposta do organismo e no reconhecimento da sensibilidade dos indivíduos. Portanto, a Toxicologia afastou-se da morte como ponto final para se concentrar no desempenho do trabalho e na qualidade de vida.

De acordo com Passagli e Rodrigues (2011, p. 5), “trata-se de uma Ciência multidisciplinar, onde os conhecimentos estão inter-relacionados. Envolvendo assim, especialistas com diferentes formações profissionais”. A Figura 3 mostra a Toxicologia como ciência multidisciplinar.

FIGURA 3 – Toxicologia COMO CIÊNCIA MULTIDISCIPLINAR



FONTE: A autora

Segundo Passagli e Rodrigues (2011, p. 5), “a Toxicologia é desenvolvida por especialistas com diferentes formações profissionais e técnicas, oferecendo contribuições específicas em uma ou mais áreas de atividade, permitindo, assim, o aperfeiçoamento dos conhecimentos e o desenvolvimento das áreas de atuação”.



A seguir, vamos conhecer alguns termos utilizados em Toxicologia para que você, acadêmico, possa compreender melhor a importância da Toxicologia como ciência multidisciplinar.

3.1 DEFINIÇÕES E TERMOS TOXICOLÓGICOS

A seguir, serão apresentadas algumas definições e termos relevantes para o entendimento da Toxicologia.

a) Toxina: substância tóxica produzida por um organismo vivo, uma planta, um animal ou um microrganismo. As toxinas são classificadas como:

- Fitotoxinas – derivadas de plantas.
- Endotoxinas – encontradas dentro de bactérias.
- Exotoxinas – liberada por bactérias.
- Micotoxinas – de fungos.
- Zootoxinas – de animais inferiores – cobra, abelha, escorpião.

- b) Veneno:** de acordo com Rodrigues et al. (2009, p. 3), “veneno é a substância que incorporada ao organismo vivo, produz por sua natureza, e em determinadas concentrações, alterações da físico-química celular, transitórias ou definitivas, incompatíveis com a saúde ou a vida”.
- c) Tóxico:** é qualquer produto químico que pode ferir ou matar seres humanos, animais ou plantas. O termo "tóxico" é usado quando se fala de substâncias tóxicas que são produzidas por ou são um subproduto de atividades feitas pelo homem. Por exemplo, a dioxina (2,3-7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina {TCDD}), produzida como subproduto de certos produtos químicos clorados, é tóxica. Por outro lado, o arsênio, um metal tóxico, pode ocorrer como um contaminante natural das águas subterrâneas ou pode contaminar as águas subterrâneas como um subproduto das atividades industriais. Se o segundo caso for verdadeiro, tais substâncias tóxicas são referidas como substâncias tóxicas, ao invés de toxinas.
- d) Toxicidade:** é a capacidade de um agente químico causar lesões. É um termo qualitativo que depende da quantidade de produto químico absorvido, da severidade da exposição, da dose, entre outros.
- e) Risco:** é definido como a frequência esperada de ocorrência de um efeito indesejável decorrente da exposição a um agente químico ou físico.
- f) Xenobiótico:** é o termo geral que é usado para uma substância “estranha” absorvida pelo corpo. É derivado do termo grego *xeno*, que significa "estrangeiro". Os xenobióticos podem produzir efeitos benéficos (como produtos farmacêuticos) ou podem ser tóxicos (como o chumbo).

Como Paracelsus propôs há séculos, a dose diferencia se uma substância será um remédio ou um veneno. Um xenobiótico em pequenas quantidades pode não ser tóxico e até benéfico, mas quando a dose é aumentada, podem ocorrer efeitos tóxicos e letais. O quadro, a seguir, fornece alguns exemplos que ilustram esse conceito.

QUADRO 2 – EXEMPLOS DE XENOBIÓTICOS

Substância	 Dose benéfica ou não tóxica	 Dose tóxica	 Dose letal
Monóxido de carbono	< 10%	20-30% (limite de hemoglobina)	>60%
Secobarbital (medicamento sedativo)	0,1 mg/dL	0,7 mg/dL (níveis no sangue)	>1 mg/dL

Aspirina	0,65 g (2 comprimidos)	9,75 g (30 comprimidos) (dose oral aguda)	34 g (105 comprimidos)
Ibuprofeno	400 mg (2 comprimidos)	1400 mg (7 comprimidos) (dose oral aguda)	12000 mg (60 comprimidos)
Álcool	0,05%	0,1% (nível de etanol no sangue)	0,5%

FONTE: Disponível em: <<https://toxtutor.nlm.nih.gov/01-001.html>>. Acesso em: 24 jul. 2017.

3.2 ASPECTOS QUE DETERMINAM A FINALIDADE DA TOXICOLOGIA

Nosso organismo fica exposto diariamente a substâncias químicas. Estas substâncias estão presentes em várias de nossas atividades diárias, no trabalho e em casa, são usadas para prevenir e controlar doenças, na construção dos objetos, nos alimentos, no ar, enfim, em inúmeras coisas que facilitam e até permitem a vida. Porém, além dos benefícios que elas podem trazer, elas podem também provocar danos à saúde, ao meio ambiente. É neste sentido que a Toxicologia atua podendo ser preventiva, curativa e repressiva (FREITAS, 2000).

A seguir, vamos apresentar os três aspectos que determinam a finalidade da Toxicologia:

Aspecto preventivo: segundo Sprada (2013, p. 19), “o aspecto preventivo permite através do reconhecimento dos riscos que uma dada substância oferece, é possível estabelecer padrões de segurança em relação à exposição”. Por exemplo: o controle de concentrações máximas e mínimas de aditivos e contaminantes que um alimento pode conter; o controle terapêutico de medicamentos de uso prolongado etc.

Aspecto curativo: trata o indivíduo de acordo com o tipo de intoxicação. Através de diagnóstico clínico ou laboratorial. Oferece meios de recuperação do intoxicado através da observação de sinais, sintomas ou alterações ocorridas no organismo, podendo ser fisiológicas ou bioquímicas. Por exemplo, o caso do pintor Cândido Portinari, que por anos trabalhou com tinta óleo tóxica, e teve com o tempo a doença denominada “saturnismo”, devido à exposição ao chumbo, uma intoxicação crônica (SPRADA, 2013).

Aspecto repressivo: estabelece responsabilidade penal aos indivíduos envolvidos em situações ilegais no uso de substâncias químicas. Exemplos: uso de aditivos químicos nos alimentos, utilização de agentes de dopagem em competições esportivas, a emissão de poluentes atmosféricos acima dos limites permitidos etc. (SPRADA, 2013).



Você sabia?

O estudo da Toxicologia pode parecer concentrar-se apenas em envenenamentos ou desastres, mas alguns produtos químicos tóxicos podem ter efeitos positivos. Os venenos de animais, sejam de abelhas, vespas, cobras ou monstros de Gila, são compostos por centenas de produtos químicos que estão sendo estudados como tratamentos para doenças humanas.

Por exemplo, o exenatida, composto sintético de uma substância derivada da saliva do Monstro de Gila, foi aprovado para uso na diabetes tipo 2. Captopril, que é usado para tratar a hipertensão e a insuficiência cardíaca, foi desenvolvido a partir de estudos sobre o fator químico potencial de bradicinina (BPF) do veneno de uma serpente sul-americana, a jararaca-ilhoa. Melittin, que vem do veneno da abelha, está sendo investigado por suas propriedades anticancerígenas e antifúngicas.

4 SEGURANÇA COMO CONCEITO

Geralmente é fácil dizer que a dose de um produto químico é tóxica ou prejudicial, mas muito mais difícil de prever é a segurança. Na verdade, não é fácil provar a questão "É seguro?". É efetivamente impossível responder afirmativamente, pois os indivíduos sensíveis podem responder de maneiras diferentes mesmo em níveis baixos de concentração de uma substância química, enquanto a maioria pode não ser afetada. Embora o conceito de "veneno" tenha sido entendido, por exemplo, no século XVII, como um excesso de algo, o conceito de segurança foi pouco explorado.

O trabalho de pessoas como Percival Potts, que associou a maior incidência de câncer escrotal em limpadores de chaminé com a exposição à fuligem do, levou ao reconhecimento gradual da segurança como conceito. Com o enorme aumento do uso de produtos químicos que ocorreu no final do século XIX e no século XX, tornou-se necessário dar maior ênfase à questão da segurança. Esta preocupação com a segurança é aplicada em muitas áreas, incluindo alimentos novos ou geneticamente modificados.

Contudo, é geralmente aceito que, para prever a segurança, dado que não existe um produto químico "seguro" ou uma existência livre de risco, é necessário primeiro demonstrar qual dose do químico é tóxica e como essa toxicidade se desenvolve à medida que a dose aumenta. No contexto moderno há reconhecimento público de que existem produtos químicos aos quais as pessoas estão expostas voluntariamente (por exemplo, fumaça de cigarro, remédios e álcool) e aqueles em que a exposição é involuntária (pesticidas em vegetais, fumaça de cigarro de outras pessoas, poluição, alimentos, conservantes etc.).

Há um debate público sobre muitas dessas substâncias, que muitas vezes causam efeitos extremos por falta de conhecimento, desinformação ou má interpretação pelas partes interessadas. É um fato que a promoção do tabaco foi interrompida no Reino Unido em 1965, então, quais são os anúncios? Para que os fumantes mudem de marca.

É de responsabilidade da Toxicologia definir doses seguras ou limites de inclusão para estes vários produtos químicos. Acima de tudo, isso deve ser feito de forma confiável, dentro de regulamentações e comportamento ético. Além disso, há um crescente número de trabalhos científicos investigando os efeitos de produtos químicos que ocorrem naturalmente em nossos alimentos. Por exemplo, foi demonstrado em vários artigos que alguns constituintes de cogumelos podem causar câncer em camundongos quando administrados em doses elevadas. A relação entre a dosagem e os efeitos nocivos é crucial na avaliação de produtos químicos.

É importante lembrar que a maioria dos testes é realizada em substâncias isoladas, enquanto que a maior parte da exposição a estas substâncias ocorre como misturas.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu que:

- A evolução histórica da Toxicologia e como esta contribuiu para o desenvolvimento científico das ações das substâncias químicas e seus efeitos sobre o nosso organismo.
- Apresentamos o conceito de Toxicologia como sendo a ciência que estuda os efeitos tóxicos que uma substância química é capaz de provocar em um organismo vivo, tendo como objetivo principal prevenir o aparecimento de efeitos indesejáveis ao organismo, estabelecendo assim o uso seguro das substâncias químicas.
- Abordamos também algumas definições e termos relevantes para o entendimento da Toxicologia, como toxina, veneno, toxicidade, xenobiótico, riscos e tóxico.
- Definimos toxina como uma substância tóxica produzida por um organismo vivo, uma planta, um animal ou um microrganismo.
- O termo tóxico se refere a qualquer produto químico que pode ferir ou matar seres humanos, animais ou plantas, este termo é utilizado quando se fala de substâncias tóxicas que são produzidas por/ou são um subproduto de atividades realizadas pelo homem.
- O nosso organismo fica exposto diariamente a substâncias químicas e estas estão presentes em várias de nossas atividades diárias, em inúmeras coisas que facilitam e até permitem a vida. Porém, além dos benefícios que elas podem trazer, podem também provocar danos à saúde e ao meio ambiente.
- Mostramos que os aspectos que determinam a finalidade da Toxicologia são: aspecto curativo, aspecto preventivo e aspecto repressivo.

AUTOATIVIDADE



- 1 Com relação ao conceito de Toxicologia, assinale a alternativa CORRETA:
- a) Toxicologia estuda os efeitos adversos sobre seres humanos e animais.
 - b) Toxicologia é uma ciência multidisciplinar que se ocupa dos mecanismos das ações tóxicas, da avaliação das alterações biológicas e das intoxicações produzidas pelas substâncias químicas no organismo.
 - c) Toxicologia é uma ciência que estuda os efeitos adversos de produtos químicos e microrganismos.
 - d) Toxicologia é uma ciência multidisciplinar que estuda o equilíbrio de produtos químicos nos organismos vivos.
- 2 Sobre o aspecto curativo da Toxicologia, é possível afirmar que:
- a) Trata o indivíduo de acordo com o tipo de intoxicação, através de diagnóstico clínico ou laboratorial.
 - b) Trata o indivíduo apenas através da observação de sinais.
 - c) O aspecto curativo desempenha o papel de orientar o conhecimento científico de uma substância.
 - d) O aspecto curativo estabelece responsabilidade penal aos indivíduos envolvidos em situações ilegais no uso de substâncias químicas.
- 3 Relacione a Coluna 1, na qual encontram-se alguns dos nomes principais do panorama histórico da Toxicologia no mundo, com a Coluna 2, que define o acontecimento ou descoberta:

Coluna 1	Coluna 2
I- Orfila	() 40 toneladas de gases tóxicos vazaram na fábrica de pesticidas, resultando em milhares de mortes.
II- Bhopal	() Chamado de Pai da Medicina ocupacional. Publicou o Livro <i>De Morbis Artificum Diatriba</i> (As doenças dos trabalhadores).
III- Bernardini Ramazzini	() "Fundador da Toxicologia." Médico espanhol e a primeira pessoa a associar propriedades químicas e biológicas de venenos.
IV- Paracelsus	() Figura histórica envenenada pela cicuta por volta de 399 a.C.
V- Sócrates	() Conhecido pela comunidade de Toxicologia por sua famosa frase: "todas as substâncias são venenos, não há nenhuma que não seja um veneno. A dose certa diferencia um veneno e um remédio".

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) I, II, II, IV e V.
- b) I, III, II, IV e V.
- c) I, IV, V, III e II.
- d) II, III, IV, V e I.
- e) II, III, I, V e IV.

4 Toxina é uma substância tóxica produzida por um organismo vivo, uma planta, um animal ou um microrganismo. Com relação à classificação das toxinas, analise as seguintes afirmativas:

- I- Fitotoxinas – são toxinas derivadas de plantas.
- II- Endotoxinas – são toxinas liberadas por bactérias.
- III- Exotoxinas – são toxinas encontradas dentro das bactérias.
- IV- Micotoxinas – são toxinas de animais como cobra, abelha e escorpião.

De acordo com as afirmativas acima, assinale a alternativa CORRETA:

- a) Apenas a alternativa I está correta.
- b) Apenas as alternativas I e II estão corretas.
- c) Apenas a alternativa III está correta.
- d) Apenas as alternativas I e IV estão corretas.

5 Você está preocupado com os riscos associados ao cultivo de vegetais no solo com altas concentrações de chumbo e arsênio. Você está falando sobre que tipo de substância?

- a) Toxina.
- b) Toxicante.
- c) Veneno.
- d) Fitotoxina.

6 Considere as seguintes afirmações em relação aos agentes químicos:

- I - Toxicidade: é a capacidade que um agente químico tem de causar lesões.
- II - Risco: é definido como a frequência esperada de ocorrência de um efeito indesejável decorrente da exposição a um agente químico ou físico.
- III - Exposição ocupacional: é o contato do trabalhador com agentes químicos do ambiente de trabalho sem a necessidade de produção de efeitos sobre o organismo.

Está(ão) correta(s) a(s) afirmação(ões):

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) I, II e III.
- e) I apenas.

7 Sobre os aspectos da Toxicologia pode-se afirmar que:

- a) O aspecto curativo trata o indivíduo de acordo com o tipo de intoxicação através de diagnóstico provisório.
- b) Cândido Portinari trabalhou com tinta epóxi e teve “saturnismo”, devido à exposição ao níquel.
- c) Através do risco toxicológico jamais será possível encontrar uma solução ou uma resolução para o problema de intoxicação.
- d) O aspecto repressivo se refere ao fator de responsabilidade das pessoas que se envolvem em situações ilegais envolvendo substâncias químicas.



TOXICOLOGIA INDUSTRIAL

1 INTRODUÇÃO

No século XX tornou-se muito importante a Toxicologia industrial, devido à considerável expansão da indústria, ao crescimento simultâneo dos diferentes ramos da química industrial: Orgânica, plásticos e resinas, alimentar, farmacêutica, química agrícola e nuclear e ao reconhecimento dos direitos dos trabalhadores com relação às substâncias tóxicas dentro da indústria.

O último ponto requer atenção especial, pois o reconhecimento dos direitos do indivíduo a condições higiênicas de trabalho tem sido difícil de alcançar. Já citamos o contexto histórico da Ramazzini e Ximénez de Lorite, no século XVIII, e embora a legislação sobre o assunto pareça recente, é preciso lembrar que em 30 de janeiro de 1900 foi promulgada na Espanha a Lei de Acidentes de Trabalho, com regulamentos aprovados pelo Decreto Real de 28 de julho e 2 de agosto. Nele, além da preocupação com acidentes, com a pureza do ar, estabeleceu-se que devem existir dispositivos depuradores, filtros e instrumentos para verificar a qualidade do ar, e também precauções para a manipulação de substâncias tóxicas.

A Suíça foi o primeiro país a estabelecer compensação por doenças profissionais. A Inglaterra e França publicaram a primeira lista de enfermidades, que destacou o saturnismo e hidrargismo como principais. A partir de 1917 foram instituídos na Rússia centros especializados em medicina do trabalho. A Alemanha, Áustria e Hungria adotaram o sistema de Seguro Enfermidade.

Na Espanha, em 1947, foi promulgado um Decreto de Classificação das Doenças Profissionais, que estabelecia normas médicas pelas quais são estabelecidos os diagnósticos, a classificação de uma série de doenças profissionais, como as produzidas por ácidos sulfúrico, sulfuroso e sulfídrico, por nitro e amino derivados dos hidrocarbonetos aromáticos, arsênio e seus compostos, isocianatos, fósforo, mercúrio etc.

A Toxicologia industrial estuda as substâncias químicas utilizadas na indústria, identificando, quantificando e avaliando os riscos que estas podem causar à saúde dos trabalhadores com o objetivo de prevenir danos à saúde do trabalhador.

2 DIVISÕES DA TOXICOLOGIA

A Toxicologia responde a uma variedade de perguntas. Por exemplo, na agricultura, a Toxicologia determina os possíveis efeitos para a saúde decorrentes da exposição a pesticidas ou herbicidas, ou o efeito de aditivos na alimentação animal, tais como fatores de crescimento nas pessoas. A Toxicologia também lida com a forma como produtos químicos e resíduos afetam a saúde de um indivíduo.

A Toxicologia é uma ciência multidisciplinar que compreende um vasto campo de conhecimentos básicos e aplicados, relacionando-se estritamente com diversas outras ciências. É desenvolvida por especialistas com diferentes formações profissionais: Química Toxicológica, Toxicologia Farmacológica, Clínica, Forense, Ocupacional, Veterinária, Ambiental (EcoToxicologia), Aplicada a Alimentos, Genética, Analítica, Experimental e outras áreas que oferecem contribuições específicas em uma ou mais áreas de atividade, permitindo assim o aperfeiçoamento dos conhecimentos e o desenvolvimento de áreas de atuação, de acordo com a natureza do agente tóxico ou a maneira pela qual este alcança o sistema biológico (PASSAGLI; RODRIGUES, 2011).

A seguir, apresentamos as áreas de atuação da Toxicologia:

- a) **Toxicologia Ocupacional (Industrial):** está preocupada com os efeitos da saúde da exposição a produtos químicos no local de trabalho. Este campo surgiu da necessidade de proteger os trabalhadores de substâncias tóxicas e de tornar seu ambiente de trabalho seguro. Estima-se que no mundo ocorram 35 milhões anuais de casos de doenças relacionadas ao trabalho por exposição a substâncias químicas com a ocorrência de 439.000 mortes, incluindo, entre outras causas relacionadas, 36.000 óbitos por pneumoconioses, 35.500 óbitos por doenças respiratórias crônicas, 30.700 óbitos por doenças cardiovasculares e 315.000 óbitos por câncer (ILO, 2004, s.p.).
- b) **Toxicologia Ambiental:** estuda os danos causados ao organismo pela exposição a substâncias tóxicas encontrados no meio ambiente. O objetivo principal da Toxicologia ambiental é avaliar os impactos que têm sobre a saúde pública a exposição da população a substâncias tóxicas presentes em um local contaminado. Além dos efeitos sobre os seres humanos a Toxicologia ambiental também estuda outros alvos de substâncias tóxicas, tais como microrganismos, plantas, animais etc. (PEÑA; CARTER; AYALA-FIERRO, 2001, s.p.).
- c) **Toxicologia Regulatória:** está voltada à formulação de leis e regulamentos, que visam minimizar o efeito de produtos químicos tóxicos à saúde humana e ao meio ambiente. Reúne e avalia as informações toxicológicas existentes para estabelecer padrões baseados na concentração de exposição "segura". O padrão é o nível de um produto químico que uma pessoa pode ser exposta sem efeitos nocivos para a saúde (ALEMU; WOLDE, 2007).

- d) Toxicologia de Alimentos:** de acordo com Passagli (2011, p. 5), “a Toxicologia dos alimentos é a área da Toxicologia que estuda os efeitos adversos produzidos por agentes químicos presentes nos alimentos, sejam estes contaminantes ou substâncias químicas usadas especificamente como conservantes, edulcorantes, flavorizantes, sintéticos ou de origem natural”. A adição de substâncias químicas no alimento é realizada com diversas finalidades, visando oferecer à população um alimento em abundância em qualquer época do ano e em qualquer parte do mundo, outras vezes, é para conferir-lhe cor, odor ou sabor. Seja qual for a finalidade a que se propõe, a adição de substâncias naturais ou artificiais nos alimentos requer leis específicas e um programa de toxicovigilância capaz de controlar o alimento em todas as fases de sua produção e monitorizar a população usuária, com ações preventivas à intoxicação.
- e) Toxicologia Forense:** de acordo com Oga, Camargo e Batistuzzo (2008, p. 7), “no aspecto forense as análises toxicológicas são usadas na detecção e identificação de agentes tóxicos para fins médico-legais em material biológico ou em outros materiais, como alimentos, drogas comercializadas no mercado ilícito, entre outras, envolvidas em ocorrências policiais/legais”.
- f) Toxicologia Clínica:** está preocupada com doenças associadas à exposição a produtos químicos tóxicos a curto ou longo prazo. Os toxicologistas clínicos incluem médicos de emergência que devem estar familiarizados com os sintomas associados à exposição a uma grande variedade de substâncias tóxicas, a fim de administrar o tratamento adequado.
- g) Toxicologia Social:** estuda os efeitos nocivos decorrentes do uso médico de drogas ou fármacos, causando prejuízo ao próprio indivíduo e à sociedade (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008).
- h) Toxicologia Ambiental:** tem como objetivo estudar os efeitos nocivos produzidos pela interação dos contaminantes químicos ambientais com os organismos humanos.



Existem muitas áreas da Toxicologia, mas em nosso estudo vamos dar mais atenção à Toxicologia INDUSTRIAL (OCUPACIONAL), pois é uma das áreas mais importantes para você profissional de Segurança do Trabalho. Fique atento!

2.1 TOXICOLOGIA INDUSTRIAL (OCUPACIONAL)

De acordo com Farza (2014), a Toxicologia industrial é a área da Toxicologia que identifica e quantifica as substâncias químicas presentes no ambiente de trabalho e os riscos que elas oferecem com o objetivo de prevenir a saúde do trabalhador.

Com o desenvolvimento da indústria e o constante aumento do uso de produtos químicos, nem um tipo de ocupação está inteiramente livre da exposição, há uma variedade de substâncias capazes de produzirem efeitos indesejáveis sobre os sistemas biológicos (DEUS, 2013).

De acordo com Sprada (2013, p. 21):

No ambiente de trabalho muitas substâncias químicas podem ser encontradas isoladas ou combinadas, e estas substâncias devem ser controladas em relação à exposição dos trabalhadores. Você sabia que na indústria existem mais de 60 mil substâncias químicas diferentes? Imagine agora que isso só aumenta a cada ano, e que nós trabalhadores estamos diariamente expostos a elas. Pois bem, é a Toxicologia ocupacional que tem a finalidade de controlar essas substâncias químicas no ambiente ocupacional.

Cabe à Toxicologia Industrial a prevenção da deterioração do estado de saúde dos indivíduos que manipulam ou estão expostos a substâncias químicas na indústria. Este objetivo só pode ser alcançado se as condições de exposição ou as normas de manipulação definidas não originarem riscos inaceitáveis para a saúde dos indivíduos.

Na maior parte dos casos não é necessário renunciar ao emprego de substâncias potencialmente tóxicas, se forem aplicadas rigorosamente certas medidas de proteção (SANTOS, 1990).

3 CONTROLE OU MONITORAMENTO AMBIENTAL

A maioria dos agentes químicos e físicos encontrados na indústria, hoje, são potencialmente prejudiciais se não forem manipulados corretamente ou estiverem presentes em quantidades excessivas no ambiente de trabalho. O objetivo da Toxicologia ocupacional é prevenir ou reduzir a exposição a tais agentes. Os padrões de limites de exposição ocupacional (LEO) são medidas úteis com as quais as exposições a agentes químicos e físicos no ambiente de trabalho podem ser comparados com referências apropriadas. Existem alguns pontos-chave que devem ser lembrados sobre os padrões de exposição ocupacional:

- Não é um índice de toxicidade.
- São baseados nas melhores informações atuais disponíveis e são suscetíveis de mudanças.

- Se não houver um padrão de exposição definido para uma substância química, isso não significa que a substância seja segura.
- Uma boa prática é manter contaminantes no ar ao nível mais baixo possível, e não apenas abaixo do(s) padrão(s) de exposição relevantes.
- Eles se aplicam à exposição ocupacional de adultos. Não são aplicáveis à exposição ambiental onde existam grupos mais suscetíveis, por exemplo, mulheres grávidas, crianças, enfermos.
- Para produtos químicos, eles geralmente se relacionam com concentrações no ar, isto é, eles apenas levam em consideração a via de entrada por inalação.
- Eles geralmente se referem a substâncias individuais, embora algumas orientações possam ser dadas em exposições mistas.

O monitoramento ambiental tem como objetivo determinar os níveis de agentes químicos presentes no ambiente de trabalho, para avaliar a quantidade do agente químico que pode alcançar os organismos vivos (DEUS, 2013).

De acordo com Deus (2013, p. 3), pode-se definir monitoramento ambiental como “a medida e a avaliação, qualitativa e quantitativa, de agentes químicos no ambiente ocupacional para estimar a exposição ambiental e o risco à saúde, comparando os resultados com referências apropriadas”.

É essencial que sejam fornecidas medidas adequadas para controlar o uso destas substâncias e, em particular, assegurar que nenhuma quantidade de contaminação perigosa possa escapar para a atmosfera dos processos industriais.

O monitoramento rotineiro das concentrações atmosféricas fornece uma verificação mais útil sobre a eficiência das medidas de segurança adotadas. Se esta exposição se aproximar dos valores limites aceitáveis, deve sempre ser considerada como um sinal de alerta para que medidas de proteção adotadas sejam melhoradas.

Segundo Deus (2013, p. 3), “as fixações dos limites permissíveis são complexas e dispendiosas, e apenas alguns países como EUA, Alemanha, Suécia e Tchecoslováquia determinam esses limites, enquanto outros países, como a Inglaterra, Argentina, Peru, Noruega, Brasil etc., adotam os limites dos EUA com as adaptações necessárias às condições de trabalho em cada país”. A NR-15 (Norma Regulamentadora nº 15, 1978, Ministério do Trabalho, utiliza os valores adaptados da ACGIH-USA de 1977).

De acordo com Buschinelli (2014), nos EUA, a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) publica limites de exposição ocupacional – LEOs denominados *Threshold Limit Values* (TLV), e define como sendo as 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.

3.1 NORMAS REGULAMENTADORAS RELACIONADAS À EXPOSIÇÃO DOS TRABALHADORES A SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Para melhorar a qualidade de vida e da saúde no local de trabalho existem normas regulamentadoras que servem para alertar e orientar o trabalhador. A seguir iremos abordar as principais normas relacionadas à exposição dos trabalhadores a substâncias químicas.

NR 7 – PCMSO: esta Norma Regulamentadora – NR estabelece a obrigatoriedade de elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores. Seu objetivo é monitorar cada trabalhador exposto aos agentes químicos, físicos e biológicos. É um serviço preventivo de doenças ocupacionais.

De acordo com Sprada (2013, p. 103), vale ressaltar nesta norma que o “Programa de Controle Médico de Saúde – PCMSO é um documento que fica arquivado no local do trabalho, disponível para fiscalizações, onde o médico pode realizar alterações sempre que ocorrer alguma mudança em risco ocupacional devido ao trabalho executado, ou em relação aos efeitos existentes etc.”.



No link <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF19C09E2799/nr_07_ssst.pdf>, você tem acesso à Norma Regulamentadora que fala sobre o PCMSO, a NR-7. Leia-a na íntegra para que você possa conhecer mais profundamente essa importante base legal a favor da prevenção de doenças ocupacionais.

NR 15 – Atividades e Operações Insalubres:

São consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que se desenvolvem acima dos limites de tolerância. Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará danos à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral (BRASIL, 1978, p. 1).

Esta norma alerta o trabalhador sobre os limites de tolerância para ruído, exposição ao calor, radiações, trabalhos submersos, vibrações, frio, umidade.

Três anexos desta norma devem ser destacados, são eles:

ANEXO 11 – Agentes Químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de Tolerância e Inspeção no Local de Trabalho.

De acordo a Norma Regulamentadora NR 15 Brasil (1978), nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância. O Quadro 3 apresenta alguns agentes químicos e seus limites de tolerância que estão listados na NR 15 – Anexo 11.

QUADRO 3 – ASPECTOS QUÍMICOS DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS E SEUS LIMITES DE TOLERÂNCIA

Agente Químico	Absorção também pela pele	Até 48 horas por semana ppm	Até 48 horas por semana mg/m ³	Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
Acetaldeído		78	140	Máximo
Acetileno		Asfixiante	Simplex	-
Bromo		0,08	0,6	Máximo
Chumbo			0,1	Máximo
Ciclohexano		235	820	Médio
Cloro		0,8	2,3	Máximo
Etano		Asfixiante	Simplex	
Gás sulfídrico		8	12	Máximo
Hidrazina	+	0,08	0,08	Máximo
Metano		Asfixiante	Simplex	
Negro de fumo			3,5	Máximo
Metil etil cetona		155	460	Médio
Estireno		78	328	Médio
Fenol	+	4	15	Máximo
Hidrogênio		Asfixiante	Simplex	

FONTE: Adaptado de Brasil (1978)

Todos os valores fixados no Quadro 3, referentes aos limites de tolerância, são válidos apenas por via respiratória. No Quadro 3 também aparece a expressão “Asfixiante Simplex”, neste caso a norma determina que nos ambientes de trabalho, em presença destas substâncias, a concentração mínima de oxigênio deverá ser de 18% por cento em volume. As situações nas quais a concentração de oxigênio estiver abaixo deste valor serão consideradas de risco grave e iminente.

No Quadro 3 é possível verificar uma coluna referente ao VALOR do TETO. De acordo com Brasil (1978, p. 61), “na coluna VALOR TETO estão assinalados os agentes químicos cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho”.



Segundo Brasil (1978, p. 61), “para os agentes químicos que tenham VALOR TETO assinalado no Quadro 3 (Tabela de Limites de Tolerância) será considerado excedido o limite de tolerância, quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostragens ultrapassar os valores fixados no mesmo quadro”.

De acordo com Brasil (1978, p. 61), “na coluna ABSORÇÃO TAMBÉM PELA PELE estão assinalados os agentes químicos que podem ser absorvidos, por via cutânea (pele) e, portanto, exigindo na sua manipulação o uso de luvas adequadas, além do EPI (Equipamento de Proteção Individual) necessário à proteção de outras partes do corpo”.

Também referente ao Quadro 3 existe uma coluna com a referência *ppm, que quer dizer partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado e mg/m³ que quer dizer miligramas por metro cúbico de ar.

ANEXO 12 – Limites de Tolerância para Poeiras Minerais.

Este anexo apresenta os limites de tolerância para poeiras minerais, como amianto, manganês e seus compostos e a sílica.

Segundo a Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto – ABREA (2007, s.p.), “o amianto é o nome comercial dado para um conjunto de minerais constituído de silicato de magnésio, cuja parte fibrosa (cabelos ou “pedra cabeluda”) também é conhecida como “asbesto”.

No início do século XX estudos científicos demonstraram que o amianto poderia causar doenças graves nos trabalhadores, como a asbestose, uma fibrose pulmonar, cujo tratamento apenas alivia os sintomas de falta de ar, que vai se acentuando com o tempo, mesmo que os trabalhadores sejam afastados da exposição ao pó, e que pode levar ao óbito por asfixia (ABREA, 2007, s.p.).

A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) classificaram as fibras do amianto como cancerígenas para os seres humanos.

Apesar de ser classificado como cancerígeno pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e de já ter sido banido em mais de 50 países, o amianto continua sendo utilizado no Brasil devido forte pressão das indústrias do setor que têm conseguido barrar as leis que tentam proibi-lo. O Brasil é o terceiro maior produtor de asbesto do mundo e com um consumo de quase 1kg de asbesto/habitante/ano. Todo esse

asbesto encontra-se nas instalações e equipamentos espalhados em diferentes ambientes, o que ultrapassa os locais de trabalho e aumenta o risco para a população ambientalmente exposta (CASTRO, 2012, p. 1).

A Figura 4 apresenta os países que proíbem o uso de qualquer tipo de amianto.

FIGURA 4 – PAÍSES QUE PROÍBEM O USO E QUALQUER TIPO DE AMIANTO



FONTE: Adaptado de ABREA (2007)

Em 29/11/2017 o STF proíbe o uso de amianto no Brasil.



A Associação Brasileira de Centros e Informação e Assistência Toxicológica – ABRACIT – é uma sociedade civil, de âmbito nacional e sem fins lucrativos, constituída pelos Centros de Informação e Assistência Toxicológica ligados a instituições públicas. Tem sede e foro no Centro de Informações Toxicológicas de Santa Catarina – CIT/SC, na cidade de Florianópolis/SC. A ABRACIT auxilia a minimizar os agravos à saúde e ao meio ambiente provocado por produtos tóxicos. Consulte o site: <<http://www.abracit.org.br/>>.

NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde

O objetivo desta Norma Regulamentadora – NR é estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral. Importante ressaltar sobre esta norma é o item 32.3 que trata dos riscos químicos e o item 32.4 das radiações ionizantes.

Em relação aos riscos químicos (item 32.3):

- Deve ser mantida a rotulagem do fabricante na embalagem original dos produtos químicos utilizados em serviços de saúde.
- Todo recipiente contendo produto químico manipulado ou fracionado deve ser identificado, de forma legível, por etiqueta com o nome do produto, composição química, sua concentração, data de envase e de validade, e nome do responsável pela manipulação ou fracionamento.
- É vedado o procedimento de reutilização das embalagens de produtos químicos.

Do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA:

- Segundo Brasil (2005, p. 4), “deve constar inventário de todos os produtos químicos, inclusive intermediários e resíduos, com indicação daqueles que impliquem em riscos à segurança e saúde do trabalhador”.
- De acordo com Brasil (2005, p. 4), no que se refere aos produtos químicos, inclusive intermediários e resíduos, que impliquem riscos à segurança e saúde do trabalhador, estes devem conter:

Uma ficha descritiva contendo, no mínimo, as seguintes informações: características e as formas de utilização do produto; riscos à segurança e saúde do trabalhador e ao meio ambiente, considerando as formas de utilização; medidas de proteção coletiva, individual e controle médico da saúde dos trabalhadores; condições e local de estocagem; procedimentos em situações de emergência. Uma cópia da ficha deve ser mantida nos locais onde o produto é utilizado.

Das Radiações Ionizantes (Item 32.4):

Com relação às radiações ionizantes esta norma não desobriga o empregador de observar as disposições estabelecidas pelas normas específicas da Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, do Ministério da Saúde.

É obrigatório manter no local de trabalho e à disposição da inspeção do trabalho o Plano de Proteção Radiológica – PPR. O Plano de Proteção Radiológica deve:

- a) estar dentro do prazo de vigência;
- b) identificar o profissional responsável e seu substituto eventual como membros efetivos da equipe de trabalho do serviço;
- c) fazer parte do PPRA do estabelecimento;
- d) ser considerado na elaboração e implementação do PCMSO;
- e) ser apresentado na CIPA, quando existente na empresa.

O trabalhador que realize atividades em áreas onde existam fontes de radiações ionizantes deve:

- a) permanecer nestas áreas o menor tempo possível para a realização do procedimento;
- b) ter conhecimento dos riscos radiológicos associados ao seu trabalho;
- c) estar capacitado inicialmente e de forma continuada em proteção radiológica;
- d) usar os EPIs adequados para a minimização dos riscos;
- e) estar sob monitoração individual de dose de radiação ionizante, nos casos em que a exposição seja ocupacional.
- f) Toda trabalhadora com gravidez confirmada deve ser afastada das atividades com radiações ionizantes, devendo ser remanejada para atividade compatível com seu nível de formação.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você viu que:

- A Toxicologia é uma ciência multidisciplinar e por isto envolve especialistas com diferentes formações profissionais.
- A Toxicologia se divide em diferentes áreas de atuação: Toxicologia Ocupacional (Industrial), Toxicologia Ambiental, Toxicologia Regulatória, Toxicologia de Alimentos, Toxicologia Forense, Toxicologia Clínica e Toxicologia Social.
- A Toxicologia industrial estuda as substâncias químicas utilizadas na indústria, identificando, quantificando e avaliando os riscos que estas podem causar à saúde dos trabalhadores com o objetivo de prevenir danos à saúde do trabalhador.
- Para prevenir ou minimizar estes danos foram criadas normas regulamentadoras. Os normas regulamentadores, conforme vimos neste tópico, abordam principalmente a promoção e a preservação da segurança e da saúde do trabalhador em seu conjunto legal.
- Apresentamos as principais NRs, e dentro delas os pontos importantes que estão ligados à Toxicologia, cabe agora uma reflexão sobre esse tema e sua aplicação em seu campo de trabalho.
- A Norma Regulamentadora NR-7 tem como título o PCMSO, que quer dizer Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. O objetivo é monitorar os trabalhadores expostos aos agentes químicos, físicos e biológicos. É um serviço preventivo de doenças ocupacionais.
- A Norma Regulamentadora NR-15 trata das Atividades e Operações Insalubres, tem como objetivo alertar os trabalhadores sobre os limites de tolerância para ruído, exposição ao calor, radiações, trabalhos submersos, vibrações, frio, umidade, agentes químicos e os limites de tolerância para poeiras e minerais.
- A Norma Regulamentadora NR-32 trata da Segurança e Saúde do Trabalhador em Serviços de Saúde. O objetivo desta norma é implementar medidas de proteção à segurança e à saúde do trabalhador em serviços de saúde e outros relacionados à promoção e assistência à saúde em geral.

AUTOATIVIDADE



- 1 A Toxicologia ocupacional está preocupada com os efeitos da saúde da exposição do trabalhador a produtos químicos no local de trabalho. Pesquise um exemplo de profissão que mais causa doença pelo trabalho atualmente, e reflita sobre o que poderia ser mudado para melhorar a saúde dos trabalhadores.
- 2 Você está preocupado com a contaminação de vegetais cultivados em solos contaminados. Que tipo de toxicologista você contrataria?
 - a) Descritivo.
 - b) Ambiental.
 - c) Regulamentação.
 - d) Alimentos.
 - e) Analista.
- 3 No Brasil há um programa que estabelece os parâmetros biológicos para controle da exposição ocupacional a agentes químicos. Esse programa tem por objetivo promover e preservar a saúde dos trabalhadores. Assinale a alternativa CORRETA:
 - a) Portaria nº 491, de 1965.
 - b) Norma Regulamentadora NR-15.
 - c) Norma Regulamentadora NR -12.
 - d) Indicador Biológico de Exposição (IBE).
 - e) Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – NR-7.
- 4 Relacione a Coluna 1, na qual está o número da Norma Regulamentadora (NR), com a Coluna 2, que define sobre a que esta norma se refere:

Coluna 1	Coluna 2
NR-7	() Esta norma alerta o trabalhador sobre os limites de tolerância para ruído, exposição ao calor, radiações, trabalhos submersos, vibrações, frio, umidade.
NR-32	() Seu objetivo é monitorar cada trabalhador exposto aos agentes químicos, físicos e biológicos. É um serviço preventivo de doenças ocupacionais.
NR-15	() Proteção à segurança e à saúde do trabalhador em serviços de saúde e outros serviços relacionados à promoção e assistência à saúde em geral.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) NR-15, NR-7, NR-32.
- b) NR-7, NR-15, NR-32.
- c) NR-15, NR-32, NR-7.
- d) NR-7, NR-32, NR-15.
- e) NR-32, NR-15, NR-7.

5 Que tipo de toxicologista analisa amostras de sangue, urina e cabelos para efetuar testes?

- a) Descritivo.
- b) Analítico.
- c) Forense.
- d) Mecanicista.
- e) Ambiental.

6 O Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) tem como objetivo monitorar cada trabalhador exposto aos agentes químicos, físicos e biológicos. É um serviço preventivo de doenças ocupacionais. Assinale a alternativa CORRETA que identifica a norma regulamentadora relacionada a esse programa:

- a) NR-5.
- b) NR-7.
- c) NR-15.
- d) NR-22.
- e) NR-32.

7 Na atualidade, a Toxicologia Social tem sido muito importante para a população em geral, porque é a área da Toxicologia que estuda:

- a) As ações e os efeitos nocivos de substâncias usadas no ambiente de trabalho sobre o organismo do indivíduo exposto.
- b) As ações e os efeitos nocivos diretos causados pela interação de agentes contaminantes do ambiente com o organismo humano.
- c) Todos os efeitos nocivos de drogas ou fármacos e os processos de análise para identificação de processos bioquímicos relacionados.
- d) A toxicidade de substâncias veiculadas pelos alimentos, estabelecendo índices de tolerância de substâncias em alimentos.
- e) Os efeitos nocivos decorrentes do uso não médico de drogas ou fármacos, com prejuízos para o usuário e a sociedade.



CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

1 INTRODUÇÃO

Os processos industriais modernos envolvem uma variedade de produtos químicos com características e graus de risco diferentes sobre a saúde e ao meio ambiente. O trabalhador, por conta de sua atividade de trabalho diária, está exposto a uma grande variedade de fatores e processos potencialmente prejudiciais a sua saúde.

Todos esses fatores e processos interagem no corpo do trabalhador, tendo em conta a sua permanência no local de trabalho durante o dia de trabalho e ao longo de sua vida útil.

Em particular, a contaminação do ambiente de trabalho por substâncias químicas produzidas nos processos de trabalho são uma consequência, direta ou indireta do manuseio, utilização, transporte e/ou estocagem de materiais e produtos que geram gases, vapores e partículas sólidas ou líquidas dispersas no ar. O contato humano com esses produtos químicos permite a entrada destas substâncias para o corpo de maneiras diferentes, ocasionando ou não, de acordo com a dose absorvida, doenças ou outras alterações na sua saúde.

Neste tópico, vamos abordar inicialmente o conceito de substâncias tóxicas e depois vamos classificá-las de acordo com alguns critérios.

2 SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

Por substância tóxica ou veneno, entende-se como qualquer substância que produza efeitos nocivos quando penetra no organismo. Esses efeitos podem ser leves (por exemplo: dor de cabeça e náuseas) ou graves (por exemplo convulsões) e, em casos mais graves, pode levar a pessoa intoxicada à morte.

Quase todos os produtos químicos podem atuar como um tóxico se a quantidade presente no corpo é suficiente. Alguns são nocivos inclusive em quantidades muito pequenas (por exemplo, os agentes químicos usados na guerra), porém existem outros que só são nocivos se as quantidades absorvidas forem consideráveis (por exemplo, detergentes de uso doméstico).

2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS

Dado o enorme número de substâncias tóxicas, é difícil classificá-las quimicamente, quer por sua função ou pelo modo de ação. Algumas são produtos naturais, muitas são produtos orgânicos sintéticos (produzidos pelo homem), enquanto outras são subprodutos de processos industriais.

Não existe uma classificação geral que permita reunir todas as substâncias que possuem algum tipo de atividade tóxica. No entanto, podemos agrupar estas substâncias de acordo com alguns critérios que serão apresentados a seguir:

a) Quanto às características físicas

Quanto ao estado físico podem se apresentar na forma gasosa, vapor ou aerodispersóides. O Quadro 4 apresenta a definição e um exemplo de substâncias tóxicas classificadas de acordo com seu estado físico.

QUADRO 4 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS DE ACORDO COM SEU ESTADO FÍSICO

Estado físico	Definição	Exemplo
Gases	Fluidos sem forma, que permanecem no estado gasoso em condições normais de temperatura e pressão, ou seja, temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm.	Monóxido de carbono (CO); Monóxido de nitrogênio (NO).
Vapor	É a forma gasosa de substâncias normalmente sólidas ou líquidas nas condições ambientais.	Vapor de água, benzeno, tolueno e etc.
Aerodispersóides	Partículas microscópicas em estado sólido ou líquido.	Poeira, fumaça, moagem, detonação, neblina e névoas.

FONTE: Adaptado de Leite e Amorim (2012)

b) Quanto às características químicas

“Quanto às características químicas podem ser classificadas em orgânicas e inorgânicas. Esta classificação se baseia na estrutura química das substâncias que mais se destacam quanto ao interesse toxicológico” (PASSAGLI, 2011, p. 12).

Alguns exemplos são: aminas aromáticas e hidrocarbonetos aromáticos, metais, entre outros.

De acordo com Sprada (2013), as substâncias químicas podem atuar no organismo de diversas formas, algumas vezes isoladas, outras combinadas.

c) Quanto ao tipo de ação tóxica (ou órgão onde atuam)

Fígado, rim, sistema nervoso central (SNC) etc.

d) Quanto à natureza

Os produtos químicos tóxicos podem ser de origem animal, mineral, vegetal e de origem sintética.

e) De acordo com o uso

As substâncias tóxicas podem ser classificadas de acordo com seu uso em:

- medicamentos: medicamentos propriamente ditos, desinfetantes etc.;
- produtos domésticos: detergentes, solventes etc.;
- produtos industriais: gases, substâncias voláteis, metais, ânions;
- produtos agrícolas: inseticidas, pesticidas, fertilizantes, herbicidas etc.
- produtos alimentícios.

f) De acordo com a via de absorção

As principais vias de absorção das substâncias tóxicas são:

- por ingestão através do trato gastrointestinal. Em envenenamento mais agudo é a principal via de absorção;
- por inalação através da via respiratória. Esta via é a principal em intoxicações por gases;
- por via tópica (através da pele). Esta via junto com a inalação são as que ocorrem com maior frequência nos casos de intoxicação industrial, enquanto as intoxicações acidentais e suicidas ocorrem como maior frequência por via oral;
- por via ocular: não são frequentes, constituem um percentual menor em relação às outras vias de absorção.

g) De acordo com as normas de rotulação

De acordo com a rotulação podem ser classificadas como: explosivo, inflamável, corrosivo etc. Todas as embalagens ou recipientes devem indicar informações para avisar as pessoas que manipulam os riscos inerentes à substância. Além disso, serão incluídas recomendações de prudência nas etiquetas e instruções de utilização.

Os principais riscos são indicados por pictogramas. O Quadro 5 apresenta os pictogramas (símbolos) utilizados para identificar substâncias químicas que merecem atenção ao serem manipuladas.

QUADRO 5 – PICTOGRAMAS (SÍMBOLOS) UTILIZADOS PARA IDENTIFICAR SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Símbolo	Significado	Características
	Corrosivo	Algumas substâncias concentradas, como os ácidos, podem ser bastante corrosivas. Um exemplo é o ácido sulfúrico, que pode causar sérios danos quando entra em contato direto com a nossa pele.
	Explosivo	Explosivo! É isto mesmo! Estas substâncias podem, sem aviso prévio, causar sérios danos. Um exemplo é a nitroglicerina, substância obtida pela reação da nitração da glicerina.
	Inflamável	Substâncias inflamáveis podem ser um perigo, principalmente quando há uma fonte de ignição, como uma faísca. Um exemplo é o álcool etílico (etanol), álcool presente em bebidas alcoólicas e utilizado como combustível.
	Comburente	O material comburente (simbolizado por uma chama acima de um círculo) é aquele que facilita a combustão, alimentando-as e impedindo que o fogo seja combatido.
	Irritante	Estes são geralmente gases, como o gás cloro. Por ser neurotóxico (atingem o sistema nervoso), foi utilizado nas duas guerras mundiais.
	Radioativo	Trata-se de um símbolo que representa o perigo da radiação que alguns materiais emitem. Um exemplo clássico de acidente com material radioativo aqui no Brasil foi o caso Césio 137.

	Perigo	Substância perigosa! Fique longe! Não cheire, não pegue sem luvas e, principalmente, nunca experimente estas substâncias. Um exemplo deste tipo de perigo é o cianeto (também conhecido como cianureto).
---	--------	--

FONTE: Disponível em: <https://echa.europa.eu/documents/10162/2621167/eu-osha_chemical_hazard_pictograms_leaflet_pt.pdf/abccc853-bc2c-4e58-99ef-22a80dc0bdd0>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Como você percebeu, existem muitas classificações para as substâncias tóxicas, e é evidente que nenhuma destas classificações pode ser aplicável a todo o tipo de agentes tóxicos. É mais adequado lidar com uma combinação delas, dependendo para o que se destinam.



Caro acadêmico, até agora você estudou o que é uma substância tóxica e como estas são classificadas. Agora vamos começar a estudar o que estas substâncias causam no organismo, como estas intoxicações são classificadas e quais os efeitos desta exposição.

2.2 INTOXICAÇÃO

De acordo com Sprada (2013, p. 27), “a intoxicação é um processo patológico que pode ser causado por uma substância exógena (de contato externo) ou endógena (de contato interno: ingerido), causando um desequilíbrio fisiológico no organismo e conseqüentemente alterações bioquímicas”.

De acordo com Leite e Amorim (2003, p. 6), “a Intoxicação é um estado de desequilíbrio no organismo provocado por um agente tóxico que interage com qualquer órgão do corpo. Este estado é caracterizado por um conjunto de sinais e sintomas que revelam um estado patológico”.



Para que você não seja uma vítima de intoxicação é necessário conhecer as substâncias químicas, saber a que você está exposto ou manuseando é importantíssimo. Os riscos de uma intoxicação são grandes, por isso é necessário que você tome cuidado e também é importante garantir que todas as normas de segurança sejam cumpridas para que as consequências não sejam mais sérias.

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS INTOXICAÇÕES

O processo de intoxicação, como apresentado no item anterior, causa um desequilíbrio no organismo provocado por um agente tóxico que interage com qualquer órgão do corpo. Todo esse processo se evidencia através de alguns sinais e sintomas que você já deve ter ouvido, ou até mesmo sentido. Esses sinais e sintomas podem ser classificados de acordo com o tempo de exposição, razão da exposição e toxicidade.

a) De acordo com o tempo de exposição

De acordo com a sua evolução e com a rapidez com que o processo tóxico é estabelecido, a intoxicação pode ser classificada como: sobreaguda, aguda, subaguda e crônica.

A intoxicação sobreaguda é aquela em que a ação da substância tóxica ocorre muito rapidamente, conduzindo frequentemente à morte dentro de minutos ou horas.

A intoxicação aguda irá resultar em sintomas visíveis e geralmente graves, que podem causar a morte em poucos dias.

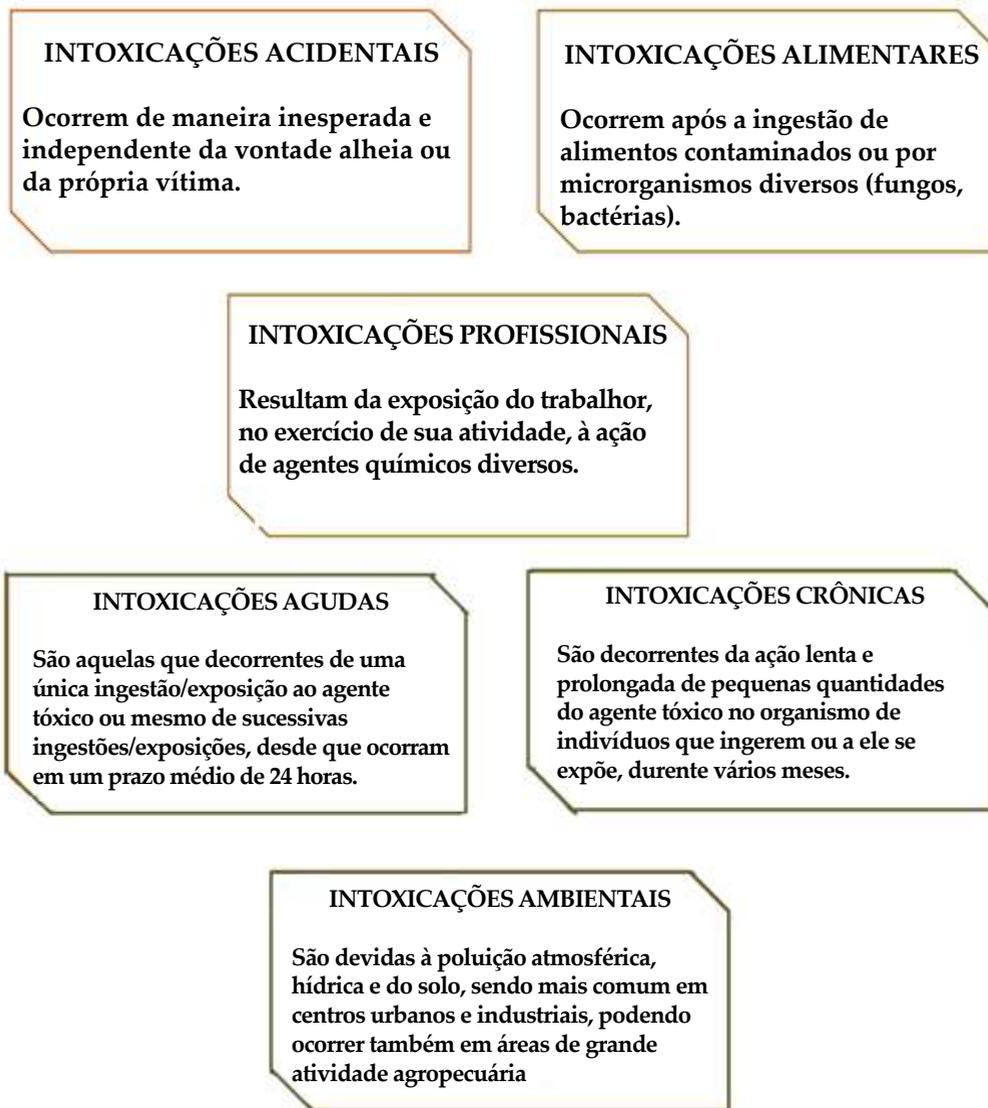
São chamadas de intoxicações subagudas as intoxicações que ocorrem ao longo de vários dias ou semanas.

Intoxicações crônicas são geralmente devidas a pequenas quantidades de uma substância tóxica que ocorrem quando o indivíduo é exposto por um longo período de tempo, com um acúmulo lento desta substância no corpo.

b) De acordo com a exposição

As intoxicações podem ser classificadas de acordo com vários aspectos. A Figura 5 apresenta a classificação das intoxicações em função da razão da exposição.

FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO DAS INTOXICAÇÕES EM FUNÇÃO DA RAZÃO DE EXPOSIÇÃO



FONTE: Disponível em: <http://www.colegiobompastor.com.br/apostilas/APOSTILA_DE_Toxicologia_INDUSTRIAL.pdf>. Acesso em: 28 maio 2017.



Existem outras classificações quanto à severidade, quanto à carcinogenicidade, quanto à EPA (*Environmental Protection Agency*). Para saber mais sobre o potencial cancerígeno de alguma substância, consulte a *International Agency for Research on Cancer*, acesse: <<http://www.iarc.fr/>>.

Como vimos acima, as intoxicações profissionais resultam da exposição do trabalhador no exercício de sua atividade à ação de agentes tóxicos. Veja a história do chapeleiro maluco no filme *Alice no País das Maravilhas*, exposto ao nitrato de mercúrio durante o exercício de suas atividades laborais.

O Chapeleiro Maluco

A intoxicação por origem ocupacional é bem ilustrada na figura do “Chapeleiro Maluco”, em *Alice no País das Maravilhas*, uma alusão à Dança de “São Vítor”, síndrome caracterizada por movimentos involuntários contínuos dos músculos da face e das extremidades, além de distúrbios psiquiátricos, que afetou muitos trabalhadores expostos ao processo de feltração nas oficinas de confecção de chapéus, na Inglaterra do Rei Eduardo VII (1902).

Os operários expostos continuamente ao nitrato de mercúrio utilizado na feltração apresentaram uma doença que ficou conhecida como “loucura dos chapeleiros”, origem da expressão “*mad as a hatter*”, ou seja, tão louco quanto um chapeleiro.

FIGURA 6 – O CHAPELEIRO MALUCO



FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/Mjosz6>>. Acesso em: 3 ago. 2017.

c) Toxicidade

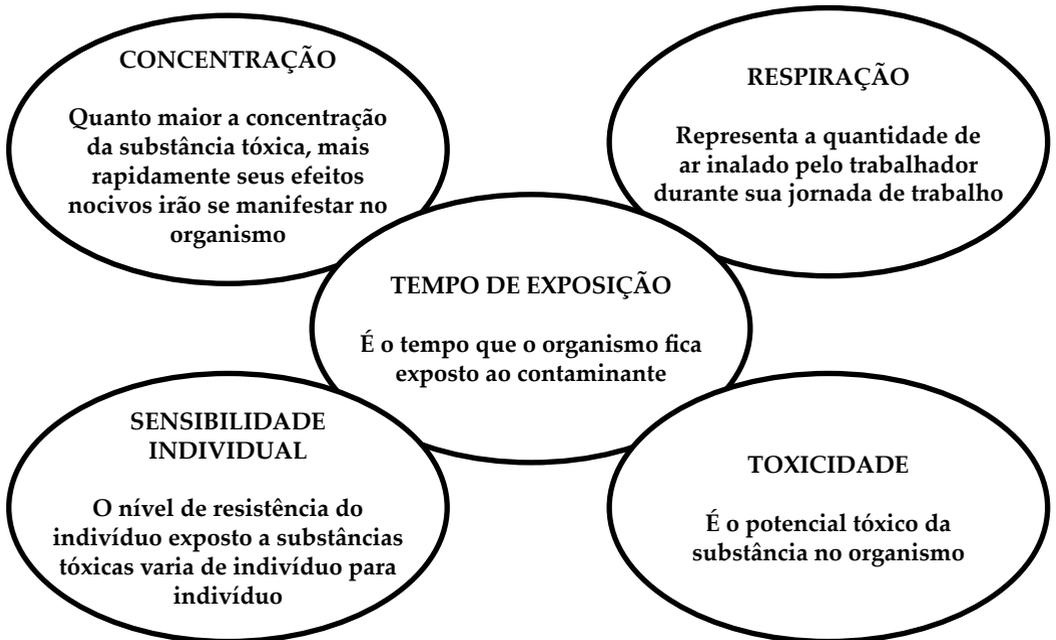
De acordo com Ruppenthal (2013, p. 17), “toxicidade é a capacidade que tem o agente tóxico de provocar efeitos nocivos em organismos vivos. O efeito tóxico é geralmente proporcional à concentração do agente tóxico ao nível do sítio de ação”.

Os fatores que influenciam a toxicidade de uma substância são a frequência de exposição, a duração da exposição, a via de administração da substância. Para isso, deve-se conhecer o tipo de efeito que ela produz a dose para produzir o efeito, as informações sobre as

características/propriedades de uma substância (ex.: concentração) e as informações sobre o indivíduo (sensibilidade individual) (LEITE; AMORIM, 2003 apud RUPPENTHAL, 2013, p. 18).

A Figura 7 apresenta um resumo dos fatores que influenciam na toxicidade de substâncias tóxicas:

FIGURA 7 – RESUMO DOS FATORES QUE INFLUENCIAM NA TOXICIDADE DE SUBSTÂNCIAS TÓXICAS



FONTE: Disponível em: <http://www.colegiobompastor.com.br/apostilas/APOSTILA_DE_Toxicologia_INDUSTRIAL.pdf>. Acesso em: 30 maio 2017.

Os caminhos das substâncias tóxicas no corpo diferem dependendo da situação de exposição. No ambiente industrial, a principal via é a inalação, por isso é necessário estabelecer medidas de prevenção para reduzir ou eliminar a absorção por inalação ou por contato direto. Os poluentes do ar penetram por inalação e por contato transdérmico. Os contaminantes da água e do solo são absorvidos por inalação, ingestão ou o contato com a pele.

3 CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS TÓXICOS

O grau de toxicidade de uma substância é avaliado quantitativamente pela medida da "DL50", que é a dose de um agente tóxico, obtida estatisticamente, capaz de produzir a morte de 50% da população em estudo. Assim, um agente será tanto mais tóxico, quanto menor for sua DL50. A Tabela 1 apresenta a classificação das substâncias tóxicas de acordo com a dose do agente tóxico " DL50".

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS TÓXICAS DE ACORDO COM A DOSE DO AGENTE TÓXICO " DL50"

Categoria	DL 50	Exemplos
Extremamente tóxico	< 1 mg/kg	Fluoracetato de sódio
Altamente tóxico	1 a 50 mg/kg	Cianeto de sódio, fluoreto de Na
Moderadamente tóxico	50 a 500 mg/kg	DDT
Ligeiramente tóxico	0,5 a 5 g/kg	Acetanilida
Praticamente não tóxico	5 a 15 g/kg	Acetona
Relativamente atóxico	>15 g/kg	Glicerol

FONTE: Adaptado de IFA (2013 apud RUPPENTHAL, 2013)

4 PRODUTOS TÓXICOS NA INDÚSTRIA

Pela sua presença e importância na indústria devemos levar em consideração três tipos de produtos tóxicos:

a) Solventes

São substâncias químicas ou uma mistura líquida de substâncias químicas capazes de dissolver outro material de utilização industrial.

Os mais utilizados são solventes orgânicos, e pode ser encontrado na indústria, na agricultura ou nas casas, produzindo uma ampla variedade de intoxicações.

Quase todos estão expostos a solventes. Quando um solvente se evapora, os vapores também podem representar uma ameaça para a população exposta.

b) Metais pesados

Os metais diferem de outras substâncias tóxicas, na medida em que não são criados nem destruídos pelos seres humanos. O uso deles pelos humanos desempenha um papel importante na determinação do seu potencial para efeitos da saúde. Seu efeito sobre a saúde pode ocorrer através de pelo menos dois mecanismos: primeiro, aumentando a presença de metais pesados no ar, água, solo e alimentos, e em segundo lugar, alterando a estrutura do produto químico. Por exemplo, o cromo III pode ser convertido em cromo VI, a forma mais tóxica do metal.

Os metais são indispensáveis na indústria, porém produzem uma atmosfera contaminada por metais pesados, resultado de processos metalúrgicos de corte, solda etc.

c) Resíduos tóxicos e perigosos

São definidos como qualquer material sólido, gasoso, pastoso ou líquido que é resultado de processos de produção, processamento, utilização ou consumo. Estes produtos são muitas vezes abandonados sem qualquer cuidado em quantidade e concentração, que constitui um risco para a saúde e o meio ambiente.

d) Dioxina (ou TCDD)

Essa substância é cancerígena e provém da poluição gerada por indústrias, como por exemplo, é um subproduto da produção de inseticidas clorados. A dioxina também é um subproduto do processamento de cloro nas indústrias produtoras de papel.

e) Pesticidas

Pesticidas são substâncias químicas, naturais ou sintéticas, utilizadas com a finalidade de prevenir a ação, controlar ou eliminar pragas que podem ser constituídas por insetos, fungos, ervas daninhas, ácaros, bactérias, nematoides, roedores, entre outras formas de vida animal ou vegetal, indesejáveis ou prejudiciais à agricultura e à pecuária. Esta definição para o termo genérico pesticida, proposta pela *Food and Environmental Protection Act* (FEPA), abrange um largo espectro de substâncias biologicamente ativas, é usada em diferentes áreas de investigação, inclusive a ambiental (SABIK et al., 2000 apud RIBEIRO et al., 2008).

f) Toxinas de plantas

Porções diferentes de uma planta podem conter diferentes concentrações de produtos químicos. Alguns produtos químicos produzidos pelas plantas podem ser letais. Por exemplo, o taxon, usado em quimioterapia para matar células cancerígenas, é produzido por uma espécie da planta de teixo.

5 FASES E SINTOMAS COMUNS DA INTOXICAÇÃO

O organismo humano é um complexo sistema biológico que está organizado em diferentes níveis: células, tecidos e órgãos. É um sistema aberto que troca matéria e energia com seu ambiente através de numerosas reações bioquímicas que estão em equilíbrio dinâmico. O meio ambiente pode ser contaminado com vários tóxicos. Quando as moléculas ou íons tóxicos entram neste sistema bem coordenado, podem ocorrer alterações reversíveis ou irreversíveis nos processos bioquímicos normais das células, causando lesões ou morte celular.

O processo de entrada do tóxico do ambiente para os locais onde estes vão produzir os seus efeitos tóxicos dentro do corpo pode ser dividido em 4 fases: exposição, toxicocinética, toxicodinâmica e fase clínica.

Após você ter estudado as substâncias tóxicas, é o momento de entendermos as fases e os principais sintomas que estas substâncias causam no organismo humano.

5.1 FASES DA INTOXICAÇÃO

As intoxicações desde a exposição do organismo ao agente tóxico até o aparecimento de sinais e sintomas, para fins didáticos podem ser divididas em quatro fases: exposição, toxicocinética, toxicodinâmica e clínica.

5.1.1 Fase de exposição

É a fase em que a superfície externa ou interna do organismo entra em contato com o agente tóxico. É importante considerar nessa fase a via de introdução, a frequência e a duração da exposição, as propriedades físico-químicas, assim como a dose ou a concentração do xenobiótico e a suscetibilidade individual (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008, p. 6).

A fase de exposição compreende todos os processos que ocorrem entre as diferentes substâncias tóxicas e/ou a influência destas sobre fatores ambientais (luz, temperatura, umidade etc.). As substâncias tóxicas podem sofrer alterações químicas, degradação, biodegradação (por microrganismos) e desintegração (SILBERGELD, 2000).



Lembre-se! Xenobiótico é um termo utilizado para "substâncias estranhas", isto é, estranho ao organismo. O oposto é chamado composto endógeno. Os xenobióticos incluem drogas, produtos químicos industriais, venenos naturais e poluentes ambientais.

“Em Toxicologia também é considerado xenobiótico a substância química estranha quantitativamente ao organismo, por exemplo, o manganês é um elemento normalmente presente e necessário ao organismo, que em condições de exposição elevada pode provocar intoxicação grave, às vezes irreversível, em trabalhadores” (Oga; Camargo; Batistuzzo, 2008, p. 6).

5.1.2 Fase de toxicocinética

É a fase que estuda a passagem através do corpo de um tóxico, isto é, como e onde é transportado, quais são as transformações dos tóxicos que ocorrem no interior do corpo e a eliminação destas. A evolução de uma substância tóxica no organismo inclui quatro fases: absorção, distribuição, armazenamento, biotransformação e os processos de eliminação de substâncias químicas (excreção).

De acordo com Ruppenthal (2013, p. 23), “nessa fase, tem-se a ação do organismo sobre o agente tóxico, procurando diminuir ou impedir a ação nociva da substância sobre ele. Dela resulta a quantidade de toxicante disponível para interagir com o sítio-alvo e, conseqüentemente, exercer a ação tóxica”.

As propriedades físico-químicas dos toxicantes (substâncias tóxicas) determinam o grau de acesso aos órgãos-alvos, assim como a velocidade de sua eliminação do organismo.

De acordo com Ferreira (1987, p. 1), “quando o agente tóxico exerce sua ação no sítio de contato, sem absorção, fala-se em efeito tóxico local. Quando ocorre a absorção, a passagem para o meio interno, indo exercer seu efeito tóxico em ponto afastado do local de contato, fala-se em efeito tóxico sistêmico”.

Vias de introdução:

São distintas 5 principais vias de introdução de uma substância exógena no organismo:

- via digestiva;
- via cutânea;
- via pulmonar;
- via parenteral;
- via ocular (FERREIRA, 1987, p. 2).

Segundo Ferreira (1987, p. 2), “destas, sem dúvida, apenas a via cutânea e a via pulmonar têm importância na introdução e na absorção de agentes tóxicos no organismo, no meio industrial”.

a) Absorção

“Uma vez que a substância tóxica entre em contato com qualquer das vias de introdução (acima citadas), ocorre a absorção que é a passagem do agente tóxico do exterior para o interior, ou seja, para a corrente sanguínea” (FERREIRA, 1987, p. 3).

b) Distribuição

A distribuição de uma substância no organismo é um processo dinâmico que depende das taxas de absorção e eliminação, e do fluxo sanguíneo em diferentes tecidos e das afinidades destes pela substância.

Uma vez no sangue, a substância se divide, para distribuição entre a fração transportada pelos glóbulos (fração globular, fase lipídica) e a fração plasmática (fase aquosa), conforme as suas características físico-químicas (FERREIRA, 1987).

c) Biotransformação

De acordo com Ruppenthal (2013), a biotransformação pode ser compreendida como um conjunto de alterações químicas ou estruturais que as substâncias tóxicas sofrem no organismo, geralmente ocasionadas por processos enzimáticos, com o objetivo de diminuir ou cessar a toxicidade e facilitar a excreção.

A biotransformação é um processo que leva a uma conversão metabólica dos xenobióticos presentes no organismo. Por regra geral, o metabolismo converte os xenobióticos lipossolúveis em grandes metabólitos hidrossolúveis que podem ser eliminados com maior facilidade (SILBERGELD, 2000).

d) Eliminação

A eliminação é o desaparecimento de uma substância do corpo. Pode ser por excreção ou por transformação em outras substâncias.

5.1.3 Fase de toxicodinâmica

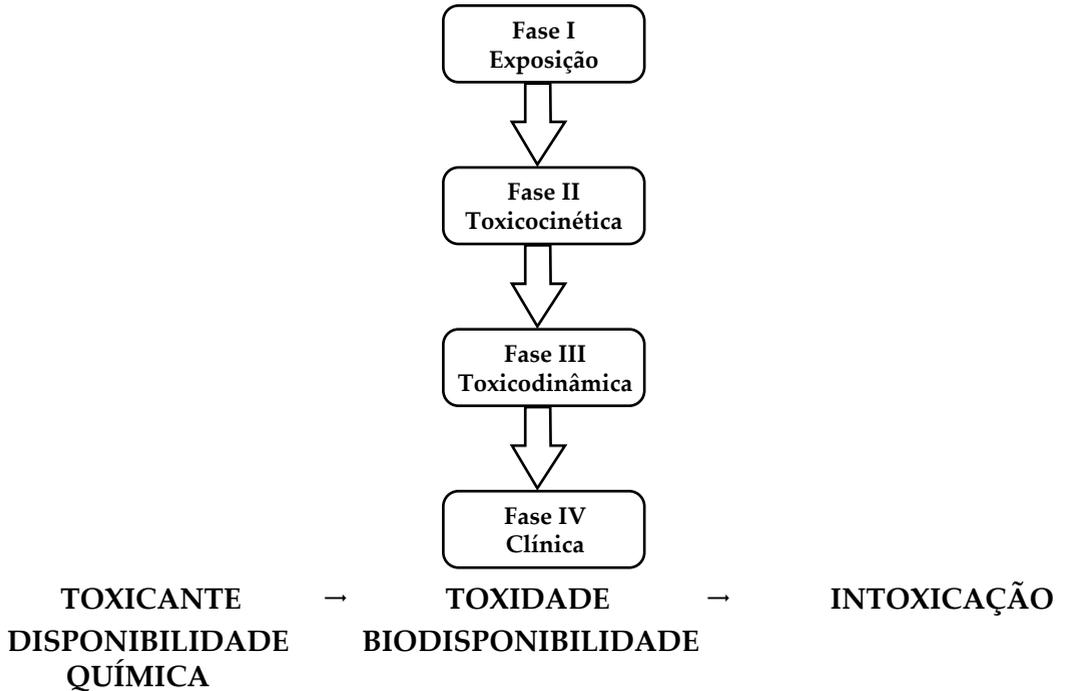
“Compreende a interação entre as moléculas do toxicante e os sítios de ação, específicos ou não, dos órgãos e, conseqüentemente, a alteração do equilíbrio homeostático” (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008, p. 6). A fase toxicodinâmica se refere à interação dos tóxicos em locais de ação específicos nas células ou dentro delas (receptores), tendo como resultado final um efeito tóxico (SILBERGELD, 2000).

5.1.4 Fase clínica

“É a fase em que há evidências de sinais e sintomas, ou ainda, alterações patológicas detectáveis mediante diagnósticos, caracterizando os efeitos nocivos provocados pela interação do toxicante com o organismo” (OGA; CAMARGO; BATISTUZZO, 2008, p. 6).

A Figura 8 apresenta o fluxograma das fases da intoxicação:

FIGURA 8 – FLUXOGRAMA DAS FASES DA INTOXICAÇÃO



FONTE: A autora

De acordo com Oga, Camargo e Batistuzzo (2008, p. 7), “a Toxicologia além de avaliar as lesões causadas no organismo por substâncias tóxicas, investiga os mecanismos envolvidos no processo. Procura também identificar e quantificar as substâncias tóxicas e também determina os níveis toleráveis destas substâncias no organismo”.

Estes conhecimentos são importantes para estabelecer medidas que possam prevenir as intoxicações e atender com segurança aos pacientes intoxicados.

5.2 SINTOMAS DA INTOXICAÇÃO

Caro acadêmico! Agora que estudamos as fases da intoxicação vamos entender quais são os principais sintomas. Devido ao grande número de substâncias tóxicas que existe no ambiente em que vivemos, inúmeras podem ser as formas de intoxicação. Qualquer que seja a reação, quer seja no trabalho ou não, o indivíduo deve se afastar, repousar ao ar livre e manter-se calmo, depois procurar rapidamente uma assistência médica.

Muitos sintomas dependem da natureza da substância tóxica, da sensibilidade da vítima e a via de entrada, os principais sinais são:

- mudanças na consciência: delírio, convulsões, perda de consciência;
- dificuldade para respirar;
- vômitos ou diarreia;
- queimadura em torno da boca, língua ou pele, se ingerido tóxico, como por exemplo, a soda cáustica;
- mau hálito pela ingestão de minerais;
- pupilas dilatadas;
- dor de estômago;
- distúrbios da visão (visão dupla ou visão manchada).

De acordo com Rodrigues et al. (2009), os cuidados gerais imediatos que se deve ter com o indivíduo, vítima de intoxicação, são:

1. Procurar identificar a substância tóxica - toxinas conhecidas em prováveis quantidade e concentração.
2. Verificar a via de penetração (cutânea, inalatória, ocular, oral, parenteral etc.).
3. Verificar o tempo de exposição e o decorrido.
4. Guardar qualquer tipo de material para posterior análise: comprimidos, embalagem de produtos, garrafas, seringas, plantas, vômitos etc.
5. Interrogar sobre sintomas prévios apresentados.
6. Interrogar sobre medidas tomadas: vômitos, diluição com água ou leite etc.
7. Interrogar sobre condições clínicas prévia.
8. Verificar lesões de boca (queimaduras/manchas indicam ingestão de comprimidos ou químicos).
9. Verificar sinais de injeções em músculos e veias (toxicomanias).
10. Retirar o paciente transportando-o do local.
11. Retirar as roupas contaminadas e lavar abundantemente na contaminação dérmica protegendo-se com luvas impermeáveis.
12. Nunca provocar vômitos em crianças menores de 2 anos, grávidas no 3º trimestre, paciente inconsciente ou que tenha ingerido substâncias corrosivas ou derivados de petróleo.
13. Provocar vômitos ou realizar lavagem gástrica até 4 horas. Em alguns casos, até 24 horas: salicilatos, tricíclicos e barbitúricos.
14. Observar instruções para substâncias tóxicas específicas.
15. Atenção especial às drogas de efeito retardado. Tempo máximo dos primeiros sintomas: exemplo: Paracetamol – 36 dias, Ricino – 4 dias, Salicilatos – 12 dias, Talio – 4 dias, Metalaldeido – 48 horas, Paraquat – 48 horas, Metanol – 48 horas, Arsina – 24 horas, Cogumelos – 12 horas, Vapores de metais – 8 horas, Etilenoglicol – 6 horas.

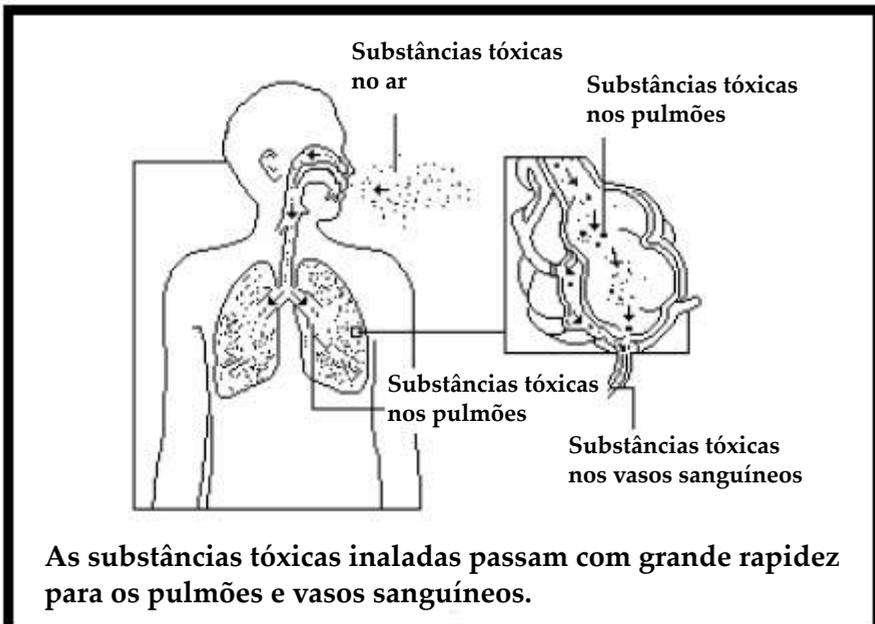
6 PRINCIPAIS VIAS DE ABSORÇÃO DE AGENTES TÓXICOS E SUA RELAÇÃO ENTRE TOXICOLOGIA E SEGURANÇA NO TRABALHO

A substância tóxica penetra no corpo seguindo uma via de absorção. A quantidade da substância tóxica que ingressa na corrente sanguínea em um intervalo de tempo depende da via de absorção. A via digestiva é a mais frequente na maioria das intoxicações, nos casos de emergências na indústria as vias de ingresso mais importantes são a via respiratória e a via cutânea ou dérmica.

6.1 VIA RESPIRATÓRIA (INALAÇÃO PELA BOCA OU PELO NARIZ)

As substâncias tóxicas que estão na forma de gás, vapor, poeira, ou minúsculas gotículas (aerossóis e *sprays*) podem passar para os pulmões através da respiração pela boca e pelo nariz. A Figura 9 apresenta as substâncias tóxicas inaladas seguindo para os pulmões e vasos sanguíneos.

FIGURA 9 – SUBSTÂNCIAS TÓXICAS INALADAS



FONTE: Disponível em: <<http://www.msal.gov.ar/images/stories/ministerio/intoxicaciones/emergencias-quimicas/generalidades-sobre-toxicos-intoxicaciones.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Somente chegam aos pulmões as partículas que são invisíveis por seu tamanho, as partículas maiores ficam retidas na boca, garganta e no nariz, podendo ser ingeridas. Uma pessoa pode se intoxicar por inalação quando se encontra ou ingressa em um local confinado sem a proteção adequada.

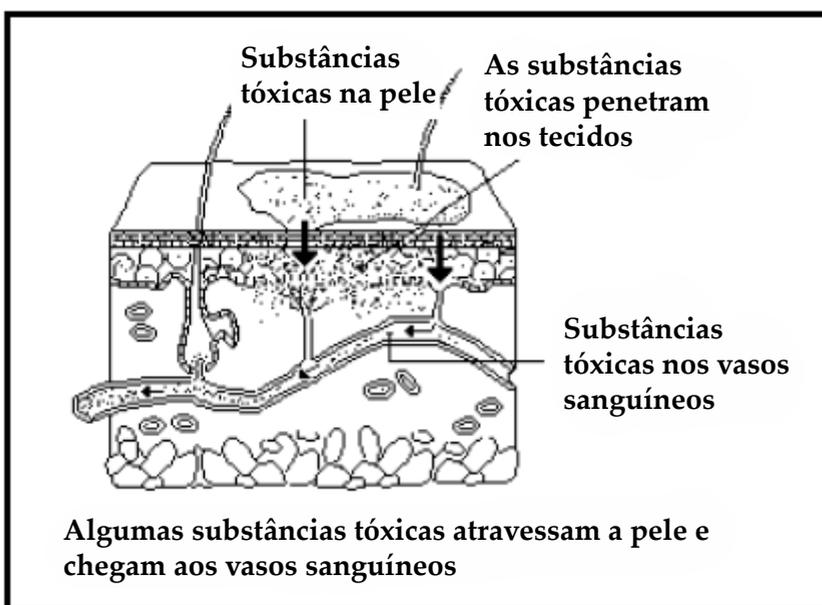
“A via respiratória é muito importante para a Toxicologia ocupacional, visto que muitas intoxicações ocupacionais são decorrentes da aspiração de substâncias contidas no ar” (RIBEIRO, 2012 apud RUPPENTHAL, 2013, p. 25).

6.2 VIA DÉRMICA – CONTATO COM A PELE (LÍQUIDOS, SPRAYS OU AEROSSÓIS)

“As pessoas podem sofrer intoxicação via dérmica através da absorção de respingos, névoa de pulverização, ou uso de roupas contaminadas por produtos químicos” (RUPPENTHAL, 2013, p. 24).

No estado íntegro, a pele constitui uma barreira efetiva contra a penetração de substâncias químicas exógena (externa). No entanto, algumas destas substâncias podem passar através da pele. Além disso, lesões ou queimaduras favorecem a absorção de substâncias tóxicas. Muitas vezes é possível remover a substância tóxica da pele através da lavagem com água, ou o uso de soluções de descontaminação que inativa as substâncias tóxicas.

FIGURA 10 – SUBSTÂNCIA TÓXICA PENETRANDO VIA DÉRMICA (PFI F)



FONTE: Disponível em: <<http://www.msal.gob.ar/images/stories/ministerio/intoxicaciones/emergencias-quimicas/generalidades-sobre-toxicos-intoxicaciones.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.



De acordo com Ruppenthal (2013, p. 24), "a via dérmica é a porta de entrada mais frequente das intoxicações por agrotóxicos, pois a contaminação acontece nas mãos, braços, pescoço, face e couro cabeludo pela absorção de respingos, névoa de pulverização, uso de roupas contaminadas. Os fatores ligados à absorção via dérmica são o tempo de exposição, hidro e lipossolubilidade, tamanho da molécula, temperatura do corpo e do ambiente, volatilidade, entre outros".

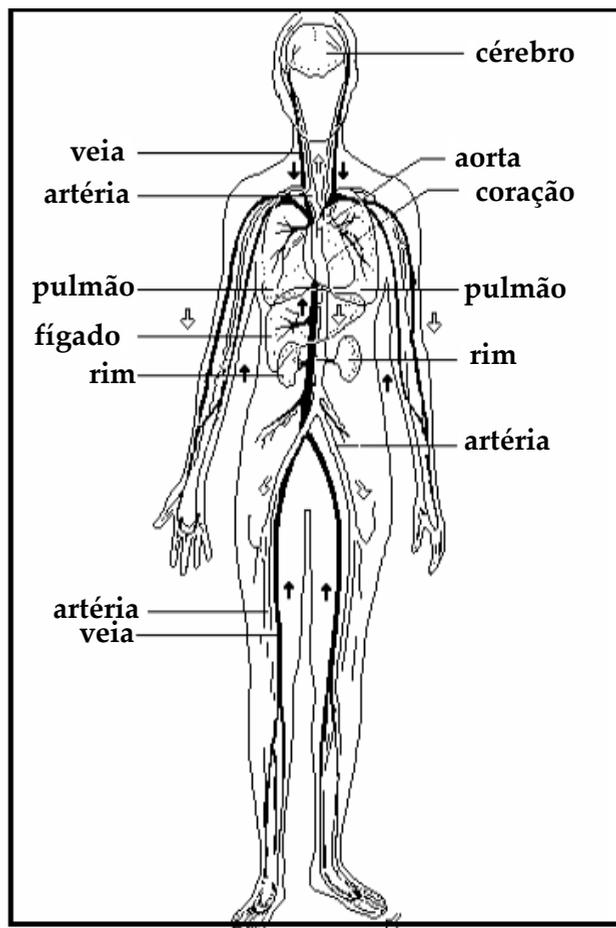
6.3 VIA OCULAR E NASAL

As substâncias tóxicas também podem penetrar por outras vias menos usuais que tem características particulares. No caso da via ocular, as substâncias podem gerar danos locais severos e também podem ser absorvidas produzindo sintomas gerais. Em todos os casos, a substância deve ser removida através da lavagem ocular.

A via nasal deve diferenciar-se da respiratória quando a substância tóxica ingressa por absorção na mucosa sem chegar aos pulmões (por exemplo, cocaína).

Caro acadêmico! Agora você deve se perguntar: como circulam as substâncias tóxicas no organismo? Pois bem, a substância tóxica se difunde no corpo devido ao coração que faz circular sangue por todas as partes do corpo.

FIGURA 11 – APRESENTA A CIRCULAÇÃO DA SUBSTÂNCIA TÓXICA NO ORGANISMO



FONTE: Disponível em: <<http://www.msal.gov.ar/images/stories/ministerio/intoxicaciones/emergencias-quimicas/generalidades-sobre-toxicos-intoxicaciones.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Algumas substâncias tóxicas se decompõem dentro do corpo, principalmente no fígado, dando lugar a outros compostos químicos. Estes compostos são denominados metabólitos e são geralmente menos tóxicos que a substância tóxica que ingressou no organismo (substância mãe) e se eliminam com maior facilidade (por exemplo, metanol). Tanto as substâncias tóxicas inalteradas ou seus metabólitos são eliminados através da urina, às vezes, pelo suor, assim como o ar expulso durante a respiração.

7 CENTROS DE INFORMAÇÃO E ASSISTÊNCIA TOXICOLÓGICA NO BRASIL

De acordo com Santana (2005, p. 9), “no Brasil, como no resto do mundo, a incidência de intoxicações e envenenamentos constitui um grave problema de

saúde pública. Por isto, é importante dispor a tempo de informações confiáveis para se traçar estratégias eficazes e efetivas de vigilância epidemiológica e sanitária”.

Segundo Rodrigues et al. (2009, p. 4), “o número de intoxicações em países em desenvolvimento pode atingir 3% da população. No Brasil, as estimativas são de 3 milhões de intoxicações anuais, a maioria sem registro devido à subnotificação e às dificuldades de diagnóstico. As estatísticas variam em função dos padrões culturais, sociais e econômicos”.

O Brasil, sendo um grande polo industrial, tem elevado percentual de intoxicações por produtos químicos em todas as fases: fabricação, manipulação, transporte, e descarte. E grande consumidor de medicamentos, sendo estas intoxicações provocadas por automedicação, superdosagens, acidentes e tentativas de suicídio. Nosso país é também grande consumidor de pesticidas, e estas intoxicações ocorrem devido ao uso excessivo e indiscriminado destes produtos, desconhecimento dos trabalhadores rurais dos perigos dos mesmos, falta de equipamento de proteção individual (EPI) e principalmente pelo uso doméstico de pesticidas de elevado potencial tóxico, fabricados exclusivamente para fins agrícolas (RODRIGUES et al., 2009, p. 4).

A Tabela 2, a seguir, apresenta casos registrados de intoxicação humana, animal e de solicitação de informação por grupo do agente tóxico no Brasil no ano 2007:

TABELA 2 – CASOS REGISTRADOS DE INTOXICAÇÃO NO BRASIL NO ANO 2007

Agente	Número de Vítimas humanas	Número de Vítimas animais	Número de informações	Total
Medicamentos	31944	184	3435	35563
Agrotóxicos/Usos agrícola	5342	150	1167	6659
Agrotóxicos/Usos doméstico	3373	376	577	4326
Produtos veterinários	1213	248	67	1528
Produtos químicos industriais	6208	134	885	7228
Metais	540	4	85	629
Alimentos	1421	4	69	1494
Raticidas	4085	416	440	4941

FONTE: Adaptado de Fiocruz/Sintox (2007 apud RODRIGUES et al., 2009)

No caso das informações sobre intoxicações e envenenamentos, parte significativa dos dados primários, é gerada nos Centros de Informação e Assistência Toxicológica (CIAT), dispersos por várias Unidades Federativas do país.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os

CIAT são unidades especializadas que têm a função de fornecer informação e orientação sobre diagnóstico, prognóstico, tratamento e prevenção das intoxicações, assim como a toxicidade das substâncias químicas e biológicas, e os riscos que elas oferecem à saúde, bem como prestar assistência ao paciente intoxicado. Além dessas atribuições, cabe aos CIAT o registro dos dados de intoxicação e envenenamento (ANVISA, 2004 apud SANTANA, 2005, p. 36).

Os dados coletados são posteriormente enviados para o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX) que é a principal fonte de informação disponível para gestores públicos, pesquisadores, estudantes, imprensa e público em geral.



Sites importantes:

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) – <<http://portal.anvisa.gov.br/>>.
CIAVE (Centro de Informações Antiveneno) – <www.saude.ba.gov.br/ciave>.
SBTOX (Sociedade Brasileira de Toxicologia) – <<https://www.sbtox.org/centros>>.
CIT/SC (Centro de Informações Toxicológicas de Santa Catarina) – <<http://www.cit.sc.gov.br/site/>>.

LEITURA COMPLEMENTAR

QUAL É O VENENO MAIS VENENOSO DO MUNDO?

É a toxina botulínica, uma proteína produzida pela bactéria *Clostridium botulinum*, causadora do botulismo, intoxicação alimentar rara, mas que pode ser fatal. O poder mortífero de um veneno é medido pela chamada “dose letal 50” (DL50), que é a quantidade capaz de matar, em até 14 dias, metade de uma população de animais usados para teste. No homem, a DL50 da toxina botulínica é de apenas 0,4 nanograma por quilo – um nanograma equivale a um bilionésimo de grama. Ou seja, para aniquilar um jovem de 50 quilos, por exemplo, seria preciso apenas irrisórios 20 nanogramas do composto! Há milhares de tipos de veneno – que podem ter origem animal, mineral, vegetal ou ser produzidos em laboratório -, e, ao longo da história, vários têm sido usados para matar. Confira a lista das substâncias mais letais que existem – e fique longe delas!

**Mantenha distância**

Substâncias mais letais do planeta são toxinas de bactérias.

1. CIANURETO

Origem – Vegetais, como a mandioca, ou sintetizado em laboratório.

Forma de contaminação – Ingestão ou inalação.

Dose letal* – 5 miligrama/kg.

Antídoto – Nitrito de sódio.

Também chamado de cianeto, esse composto existe na forma de gás ou de pó. Ele destrói as células do sangue, causa parada respiratória e debilita o sistema nervoso central. Após a derrota alemã na Segunda Guerra, muitos oficiais nazistas se mataram engolindo uma cápsula de cianureto.

2. ESTRICNINA

Origem – Planta *Strychnos nux tômica*.

Forma de contaminação – Ingestão, inalação ou contato com a pele.

Dose letal* – 2,3 miligrama/kg.

Antídoto – Não tem. Diazepan intravenoso ameniza os sintomas.

Sintetizada no início do século 19, a estricnina é um pó usado como pesticida para matar ratos. O envenenamento gera convulsões, espasmos musculares e morte por asfixia. Apesar disso, no passado já foi usada como anabolizante, para aumentar as contrações musculares de atletas!

3. SARIN

Origem – Sintetizado em laboratório.

Forma de contaminação – Inalação.

Dose letal* – 0,5 miligrama/kg.

Antídoto – O remédio atropina.

Criado pelos nazistas em 1939, o gás sarin é uma das armas químicas mais poderosas que existem. Em contato com o organismo, o veneno debilita os músculos, causando parada cardíaca e respiratória. Foi esse o gás usado num atentado ao metrô de Tóquio em 1995, que matou 12 pessoas e feriu outras 5 mil.

4. RICINA

Origem – Mamona (*Ricinus communis*).

Forma de contaminação – Ingestão ou inalação da substância.

Dose letal* – 22 microgramas/kg.

Antídoto – Não tem.

Considerado o mais letal veneno de origem vegetal, a ricina é uma proteína isolada das sementes da mamona. O envenenamento provoca dor de estômago, diarreia e vômito com sangue. Uma semente de mamona tem ricina suficiente para matar uma criança. De tão letal, é usada até em ataques bioterroristas.

5. TOXINA DIFTÉRICA

Origem – Bacilo *Corynebacterium diphtheriae*.

Forma de contaminação – Gotículas de saliva da fala ou espirro de pessoas contaminadas.

Dose letal* – 100 nanogramas/kg.

Antídoto – Soro antidiftérico.

O sujeito que se contamina com essa toxina pena um bocado com uma doença infecciosa aguda, a difteria, que atinge órgãos vitais, como coração, fígado e rins. Há vacina contra difteria, mas a taxa de letalidade ainda é bastante alta, próximo aos 20%.

6. SHIGA-TOXINA

Origem – Bactérias dos gêneros *Shigella* e *Escherichia*.

Forma de contaminação – Ingestão de bebidas ou alimentos contaminados.

Dose letal* – 1 nanograma/kg.

Antídoto – Não tem. Tratam-se os sintomas até o veneno ser expelido pelo corpo.

A intoxicação causa uma diarreia tão forte que pode levar à morte. O veneno destrói a mucosa do intestino, causando hemorragia e impedindo a absorção de água. A pessoa fica desidratada e faz cocô com sangue. Se não for tratada, mata 10% dos afetados.

7. TOXINA TETÂNICA

Origem – Bactéria *Clostridium tetani*.

Forma de contaminação – Contato dos esporos da bactéria com ferimentos na pele.

Dose letal* – 1 nanograma/kg.

Antídoto – Soro antitetânico.

Essa é a toxina causadora do tétano, doença que ataca o sistema nervoso provocando espasmos musculares, dificuldade de deglutição, rigidez muscular do abdome e taquicardia. Estima-se que 300 mil pessoas se contaminem com o veneno por ano no mundo – desse total, metade morre!

0,00005 mg de toxina botulínica mataria.

8. TOXINA BOTULÍNICA

Origem – Bactéria *Clostridium botulinum*.

Forma de contaminação – Inalação ou ingestão de água ou alimentos contaminados.

Dose letal* – 0,4 nanograma/kg.

Antídoto – Antitoxina trivalente equina.

Dez mil vezes mais potente do que os venenos de cobra, essa toxina age sobre o sistema neurológico, causando paralisia dos músculos respiratórios e morte. Curiosamente, em pequenas doses, essa substância é usada em tratamentos estéticos para amenizar rugas – é o famoso Botox.

FONTE: VASCONCELOS, Y. Revista Mundo Estranho. Edição 2009. Disponível em: <<http://mundoestranho.abril.com.br/saude/qual-e-o-veneno-mais-venenoso-do-mundo/>>. Acesso em: 9 jul. 2017.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você viu que:

- Os processos industriais modernos envolvem uma variedade de produtos químicos com características e graus de risco diferentes sobre a saúde e ao meio ambiente.
- A contaminação do ambiente de trabalho por substâncias químicas são uma consequência direta ou indireta do manuseio, utilização, transporte e/ou estocagem de materiais e produtos que geram gases, vapores e partículas sólidas ou líquidas dispersas no ar.
- O contato humano com esses produtos químicos permite a entrada destas substâncias para o corpo de maneiras diferentes, ocasionando ou não, de acordo com a dose absorvida, doenças ou outras alterações na sua saúde.
- Substância tóxica ou veneno é qualquer substância que produza efeitos nocivos quando penetra no organismo. Esses efeitos podem ser leves ou graves, e em casos mais graves pode levar a pessoa intoxicada à morte.
- Aprendemos que quase todos os produtos químicos podem atuar como um tóxico se a quantidade presente no corpo é suficiente. Alguns são nocivos, inclusive em quantidades muito pequenas.
- As substâncias tóxicas podem ser classificadas de acordo com as características físicas e químicas, quanto ao tipo de ação tóxica (ou órgão onde atuam), quanto à natureza, de acordo com o uso, de acordo com a via de absorção e quanto à rotulação.
- Essas substâncias tóxicas podem provocar intoxicações. Intoxicação é definida como um estado de desequilíbrio do organismo provocado por um agente tóxico que interage com qualquer órgão do corpo.
- O processo de intoxicação se evidencia através de alguns sinais e sintomas.
- Esses sinais e sintomas podem ser classificados de acordo com o tempo de exposição, razão da exposição e toxicidade.
- Definimos toxicidade como sendo a capacidade que tem o agente tóxico de provocar efeitos nocivos em organismos vivos.
- Os produtos tóxicos mais comumente utilizados nas indústrias são: solventes, pesticidas, metais pesados, resíduos tóxicos e perigosos, dioxina e plantas tóxicas.

- O processo de entrada do tóxico do ambiente para os locais onde estes vão produzir os seus efeitos tóxicos dentro do corpo pode ser dividido em 4 fases: exposição, toxicocinética, toxicodinâmica e fase clínica.
- A substância tóxica penetra no corpo seguindo uma via de absorção. A quantidade da substância tóxica que ingressa na corrente sanguínea em um intervalo de tempo depende da via de absorção.
- A via digestiva é a mais frequente na maioria das intoxicações.
- Nos casos de emergências na indústria, as vias de ingresso mais importantes são a via respiratória e a via cutânea ou dérmica.

AUTOATIVIDADE



- 1 Você trabalhou em uma indústria química por 10 anos. A indústria não fornecia equipamento de proteção e você desenvolveu uma série de efeitos sérios na saúde nos últimos 7 anos. Você está, possivelmente, experimentando que tipo de exposição?
 - a) Crônica.
 - b) Aguda.
 - c) Subcrônica.
 - d) Sobreaguda.
 - e) Letal.
- 2 Com relação ao processo de biotransformação é correto afirmar que:
 - a) Ocorre exclusivamente nos microsomos hepáticos, no retículo endoplasmático liso dos hepatócitos.
 - b) Ocorre em duas fases, sendo a primeira conjugativa e a segunda de oxirredução e hidrólise.
 - c) Tem como finalidade principal facilitar a excreção.
 - d) Sempre diminui o efeito tóxico dos xenobióticos.
 - e) Aumenta a lipossolubilidade dos xenobióticos.
- 3 O símbolo apresentado pela figura a seguir representa substâncias químicas que têm efeitos prejudiciais à saúde humana, podendo causar destruição de tecidos vivos, nomeadamente olhos, pele e vias respiratórias. Assinale a opção que apresenta a descrição correta do símbolo da figura:



- a) Substância tóxica.
- b) Substância irritante.
- c) Substância corrosiva.
- d) Substância inflamável.
- e) Substância extremamente tóxica.

4 Intoxicação é um processo patológico que pode ser causado por uma substância exógena ou endógena, causando um desequilíbrio fisiológico no organismo e conseqüentemente alterações bioquímicas. O processo de intoxicação envolve quatro fases. Assinale a alternativa que apresenta a seqüência CORRETA das fases da intoxicação:

- a) Exposição, toxicocinética, toxicodinâmica e clínica.
- b) Exposição, intoxicação, toxicocinética e clínica.
- c) Intoxicação, exposição, toxicocinética e toxicodinâmica.
- d) Intoxicação, agente tóxico, toxicodinâmica e sinais clínicos.
- e) Intoxicação, biotransformação, toxicocinética e sinais clínicos.

5 A substância tóxica penetra no corpo seguindo uma via de absorção. A via digestiva é a mais frequente na maioria das intoxicações. Nos casos de intoxicação na indústria, as vias de ingresso mais comuns são:

- a) Respiratória e dérmica.
- b) Ocular e nasal.
- c) Pele e pulmão.
- d) Ocular e dérmica.

6 O organismo humano representa, na atualidade, um repositório de substâncias tóxicas. Acredita-se que cada um tem a possibilidade de estar contaminado com até 200 dessas substâncias, sendo que a cada ano novas substâncias são acrescentadas a essa mistura. As substâncias tóxicas podem causar danos à saúde humana quando ingeridas, inaladas ou quando em contato com a pele. Com relação às substâncias tóxicas, analise as afirmativas a seguir:

- I- A natureza dos efeitos tóxicos produzidos por um certo agente químico independe da frequência e duração da exposição.
- II- Algumas substâncias tóxicas se decompõem dentro do corpo, principalmente no fígado, dando lugar a outros compostos químicos. Estes compostos são denominados metabólitos.
- III- Absorção é a passagem de substâncias químicas do local de contato para a circulação sanguínea.
- IV- A reação de hiporreatividade requer doses mais altas que as usuais para um efeito qualitativamente igual ao normal.
- V- O efeito tóxico local requer a absorção e distribuição do toxicante.

São CORRETAS as afirmativas:

- a) I, III e V.
- b) II e IV.
- c) II, III e V.
- d) II, IV e V.
- e) I, IV e V.

7 Intoxicação é um conjunto de efeitos nocivos representados por manifestações clínicas ou laboratoriais de desequilíbrio orgânico, produzido pela interação entre o agente tóxico e o sistema biológico. Em relação à intoxicação, é correto afirmar que:

- a) Na fase de exposição é de suma importância a concentração do agente tóxico.
- b) Na fase toxicodinâmica ainda não há interação dos tóxicos em locais de ação específicos nas células ou dentro delas (receptores).
- c) Na fase excretória ocorre a inibição das reações entre o agente intoxicante e o organismo e, com isso, cessam os efeitos prejudiciais.
- d) Na fase toxicodinâmica ocorre a interação biológica do agente intoxicante com o organismo vivo, promovendo alterações prejudiciais morfológicas ou funcionais.
- e) Na fase clínica estão presentes manifestações clínicas de sintomas e sinais, mas as manifestações laboratoriais estão ausentes.

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir desta unidade, você será capaz de:

- definir substâncias químicas simples e compostas;
- conhecer os tipos de agentes químicos, unidades de medida e classificação, bem como seus efeitos sobre o organismo humano;
- entender qual é o efeito destas misturas encontradas no ambiente laboral sobre a saúde humana e ao ambiente;
- buscar informações das substâncias químicas para que possa utilizá-las quando necessite buscar informações sobre um produto químico de interesse;
- conhecer os fatores determinantes de uma exposição a agentes químicos, as características e as estratégias de avaliação;
- conhecer os métodos de avaliação de agentes químicos e entender como interpretar os resultados obtidos das amostras analisadas.

PLANO DE ESTUDOS

Esta unidade de estudos está dividida em três tópicos de conteúdos. Ao longo de cada um deles, você encontrará sugestões e dicas que visam potencializar os temas abordados, e ao final de cada um, estão disponíveis resumos e autoatividades para fixar os temas estudados.

TÓPICO 1 – DEFINIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

TÓPICO 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES

TÓPICO 3 – DIAGNÓSTICO DE RECONHECIMENTO



DEFINIÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo abordaremos conceitos e definições de substâncias químicas; a produção e a utilização de produtos químicos nos locais de trabalho; seus benefícios e as consequências de seu uso sem as devidas medidas de segurança. Sabe-se que os produtos químicos são essenciais para a vida moderna e os seus benefícios são generalizados e amplamente reconhecidos, desde os pesticidas que melhoram a quantidade e a qualidade da produção de alimentos, até os fármacos, que curam as doenças e os produtos de limpeza que ajudam a criar condições higiênicas de vida.

Os produtos químicos são um contribuinte significativo para a economia. Um bom gerenciamento químico ao longo do ciclo de vida de um produto químico – desde a extração ou produção até a eliminação – é, portanto, essencial para evitar riscos para a saúde humana e para o meio ambiente. No entanto, há dois lados da moeda: os produtos químicos são uma bênção e uma maldição. Assim como mantemos os benefícios dos produtos químicos em nossa vida, também devemos cuidar de tratá-los com respeito, de modo a minimizar qualquer impacto nocivo da exposição a eles.

O Quadro 6, a seguir, exhibe algumas informações que confirmam a importância das substâncias químicas na sociedade moderna:

QUADRO 6 – A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NA SOCIEDADE MODERNA

1. Existem mais de 21 milhões de substâncias conhecidas, de origem natural ou resultado da atividade humana.
2. Cerca de 100.000 substâncias são comercializadas, sendo 70.000 cotidianamente utilizadas pelo homem e a cada ano são introduzidas cerca de 2.000 novas substâncias no mercado. Em cerca de 6.000 substâncias foram realizados alguns testes de toxicidade.
3. A produção mundial da indústria química passou de 1 milhão de toneladas no ano de 1930 para 400 milhões de toneladas em 1999, com faturamento de aproximadamente 1,5 trilhão de dólares, o que representa cerca de 7% dos rendimentos globais e 9% do comércio internacional.
4. A projeção para o ano de 2020 é de que a produção seja 85% maior que a do ano de 1995, e que existam multinacionais maiores, mas em menor número. O maior crescimento se dará nos chamados países em desenvolvimento.

FONTE: Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_seguranca/_arquivos/pronasq_ult_versao1_143.pdf>. Acesso em: 26 set. 2017.

O objetivo deste capítulo é fornecer subsídios para a interpretação de informações sobre as substâncias químicas para que você, caro acadêmico, 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. Estas informações são importantes antes, durante e depois de uma avaliação do ambiente de trabalho, para que se possa implementar um programa de prevenção de acidentes e exposição a produtos químicos.

2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Neste tópico veremos conceitos e definições importantes das substâncias químicas, abordando a importância de se obter informações corretas sobre os perigos de um determinado produto para que estes sejam adequadamente dimensionados e gerenciados.

a) Substância química

De acordo com Buschinelli e Kato (2011, p. 17), “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.

b) Substância simples

É o tipo de substância que não pode ser decomposta por agentes físicos, que não é capaz de originar outras substâncias. É formada por somente um elemento químico. Por exemplo: H_2 , O_2 , N_2 , He, Fe.

c) Substância composta

Substância composta é formada por mais de um elemento, como por exemplo, a H_2O , que é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio; 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 (BUSCHINELLI; KATO, 2011).

Segundo Buschinelli e Kato (2011, p. 20), “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”.

2.1 NÚMEROS DE IDENTIFICAÇÃO DE UMA SUBSTÂNCIA QUÍMICA

Para identificar uma substância química é necessário:

- o nome químico com o nome comum da substância e os sinônimos;
- o número do registro de *Chemical Abstracts Services* (CAS) (se disponível);
- qualquer outra informação que revele a designação química precisa e a composição da substância, como impurezas e estabilizadores.

Para a identificação correta de uma substância química use o nome químico preciso, quando disponível, e o número do *Chemical Abstract Service* (CAS) ao procurar informações. Um problema com o uso de nomes comuns ou abreviaturas é que eles podem ser usados para mais de uma entidade molecular. Para evitar confusão, a literatura é frequentemente indexada usando o número CAS ou o nome químico primário. Por exemplo, o TCE é comumente usado como um acrônimo de tricloroetileno (CAS 79-01-6), mas, às vezes, esse mesmo acrônimo é usado para o tetracloroetileno (CAS 127-18-4). Além disso, o uso de nomes comerciais pode causar dificuldade em encontrar informações. Assim, a pesquisa mais efetiva de bancos de dados computadorizados é realizada usando o nome químico preciso (tetracloroetileno) e o número CAS (número CAS 127-18-4). Pesquisas usando o(s) nome(s) comercial(is) ou comum(s) ou abreviaturas podem não retornar informações para esse produto químico.

As principais fontes de informação relacionadas à identificação química são:

- registros da empresa;
- SDSs e boletins de segurança de produtos de fabricantes ou fornecedores;
- páginas de informações de amostragem química da OSHA;
- o Índice Merck.



Caro acadêmico, a seguir, são disponibilizados outros registros que você poderá consultar caso necessite de informações sobre alguma substância química.

Números de registros de substância químicas:
 Número CAS (é o CPF das substâncias químicas); o mais antigo e importante sistema com mais de 56 milhões de substâncias registradas e entrada diária de 12 mil novos registros.
 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 (EIA).

FONTE: Buschinelli e Kato (2011, p. 20)

De acordo com Buschinelli e Kato (2011, p. 19):

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.

2.2 PRODUTO QUÍMICO

De acordo com a Convenção da OIT – Organização Internacional do Trabalho – (2013, p. 2), sobre a segurança na utilização dos produtos químicos no trabalho, “a expressão produtos químicos designa os elementos e compostos químicos e suas respectivas misturas, naturais ou sintéticos, como os obtidos através dos processos de produção”. Já de acordo com a *Occupational Safety and Health Administration* – OSHA – (2016, p. 6), a definição de um produto químico é “qualquer substância ou mistura de substâncias”. Assim, praticamente qualquer produto é um “produto químico”. Esses vários tipos de produtos químicos são definidos como:

- Substância: “elementos químicos e seus compostos no estado natural ou obtidos por qualquer processo de produção, incluindo qualquer aditivo necessário para preservar a estabilidade do produto e quaisquer impurezas derivadas do processo utilizado, exceto qualquer solvente que pode ser separado sem afetar a estabilidade da substância ou mudar sua composição” (OSHA, 2016, p. 6).
- Elemento: a forma mais simples de matéria. Atualmente existem 118 elementos conhecidos na tabela periódica. Exemplos de elementos são alumínio, carbono, cloro, hidrogênio, mercúrio e oxigênio.
- Composto químico: uma substância composta por dois ou mais elementos combinados ou ligados para que seus elementos constituintes estejam sempre presentes nas mesmas proporções.
- Mistura: uma combinação ou uma solução composta por duas ou mais substâncias nas quais estas não interagem. As misturas podem ser de líquidos, sólidos ou gases e mistas, com sólidos e líquidos ou gases e líquidos. O álcool comercial, por exemplo, é uma mistura de etanol (C_2H_5OH) e água (H_2O); o ar é uma mistura de gases (N_2 , O_2), entre outros.

De acordo com a ABNT NBR 14725-4 (2009, p. 5):

No caso de uma mistura, a natureza química do produto deve ser informada. Não é necessário informar a composição completa. Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo da mistura devem ser informados, com seu nome químico ou comum, o número de registro CAS e sua concentração ou faixa de concentração desde que estejam na mistura em concentração superior aos valores de corte/limites de concentração definidos, para cada classe de perigo (Tabela 2). A classificação da mistura pode ser obtida com base na classificação dos ingredientes que contribuem para o perigo.

TABELA 2 – VALORES LIMITES DE CONCENTRAÇÃO PARA DIFERENTES CLASSES DE PERIGO

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	≥ 0,1
Toxicidade sistêmica para certos órgãos-alvo – exposição repetida	≥ 0,1
Perigoso para o meio aquático	≥ 0,1

FONTE: ABNT NBR 14725-4 (2009, p. 5)

Caro acadêmico, até aqui você aprendeu que substâncias químicas são definidas como qualquer material com uma composição bem definida, e que estas substâncias podem ser simples ou compostas. Viu também que um produto químico é qualquer substância ou mistura de substâncias. Uma série de produtos químicos, como tintas, lacas, solventes, adesivos, sílica cristalina e fumos de soldadura são exemplos de misturas de substâncias químicas aos quais os trabalhadores podem estar expostos nos locais de trabalho. Portanto, agora é necessário definir mais alguns conceitos para que você possa entender os produtos químicos aos quais pode estar exposto e aplicar uma estratégia de prevenção e controle destes produtos.

2.3 GASES E VAPORES

De acordo com Barazzutti (s.d, p. 1), “gases são substâncias cujas moléculas se encontram dispersas pelo ar. Tem mobilidade e ocupam todo o espaço disponível”. Nas condições normais de temperatura (25 °C) e pressão (1 atm) se encontram no estado gasoso, somente poderá ser liquefeito quando submetido a altas pressões e altas temperaturas. Caso estejam armazenados em cilindros podem passar para o ambiente através do vazamento. São exemplos de gases: oxigênio, cloro, dióxido de enxofre, gás sulfídrico.

Vapores são moléculas dispersas pelo ar no estado gasoso, proveniente da evaporação que se encontram no estado líquido. Quanto maior a temperatura maior será o índice de evaporação, conseqüentemente maior a concentração destes vapores no ar. São exemplo de vapores os solventes de um modo geral, tais como: álcoois, éteres, hidrocarbonetos (BARAZZUTTI, s.d., p. 1).

2.3.1 Concentração de gases e vapores tóxicos

Os gases e vapores tóxicos são divididos em: irritantes primários e secundários, anestésicos e asfixiantes.

De acordo com Maestri e Vitali (2005, p. 18), “os gases irritantes primários agem no local de contato com o organismo, não causando ação tóxica sistêmica, ou seja, não envolvem totalmente o organismo. Por exemplo: amônia, ácido sulfúrico, ácido fluorídrico, formol, anidrido sulfuroso, cloro e ozônio”. Os gases irritantes secundários agem no local do contato com o organismo, principalmente nas membranas mucosas. Visto que são absorvidos, causam um efeito geral no organismo. São exemplos dessa categoria o hidrogênio sulfurado, o sulfeto de hidrogênio e o gás sulfídrico.

Segundo Schneider, Gamba e Albertini (2010, p. 13), “os anestésicos têm um efeito depressivo sobre o sistema nervoso central. Alguns exemplos são: dietil éter, álcoois e hidrocarbonetos halogenados (clorofórmio, tricloroetileno, tetracloroeto de carbono)”.

De acordo com Schneider, Gamba e Albertini (2010, p. 13):

Os asfixiantes são substâncias que interferem com o transporte de oxigênio tanto nos pulmões quanto nas células vermelhas do sangue, reduzindo a quantidade de oxigênio em tecidos e órgãos. A exposição a asfixiantes pode ser letal. Os asfixiantes simples são gases inertes que diluem o oxigênio no ar e sob certas condições, podem se tornar perigosos, como por exemplo, nitrogênio, dióxido de carbono, hélio, óxido nitroso, e argônio.

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978a), a determinação da concentração de gases e vapores de acordo com a NR 15, anexo 11 (ver Anexo 1 desta unidade), estabelece o seguinte critério de avaliação: “a avaliação das concentrações dos agentes químicos através de métodos de amostragem instantânea, de leitura direta ou não, deverá ser feita pelo menos em 10 (dez) amostragens, para cada ponto ao nível respiratório do trabalhador. Entre cada uma das amostragens deverá haver um intervalo de, no mínimo, 20 (vinte) minutos”. “Cada uma das concentrações obtidas nas referidas amostragens não deverá ultrapassar os valores obtidos na equação 1 sob pena de ser considerada situação de risco grave e iminente”. O LT (limite de tolerância) será considerado excedido quando a média aritmética das concentrações ultrapassar os valores fixados no Quadro nº 1 do Anexo 11 da NR 15 (ver Anexo 1 desta unidade).

$$\text{Valor máximo} = \text{LT} \times \text{FD} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: LT = limite de tolerância para o agente químico

FD = fator de desvio

QUADRO 7 – LIMITE DE TOLERÂNCIA E FATOR DE DESVIO

LT (ppm ou mg\m ³)	FD
0 a 1	3
1 a 10	2
10 a 100	1,5
100 a 1000	1,25
Acima de 1000	1,1

FONTE: Disponível em: <<http://temseguranca.com/interpretando-o-anexo-11-da-nr-15/>>. Acesso em: 26 set. 2017.



Uma exposição que tenha um valor que ultrapasse o valor máximo será considerada situação de risco grave e iminente.

Exemplo 1: Em uma indústria de tintas foram realizadas 15 avaliações ambientais através de métodos de amostragem instantânea, conforme metodologia estabelecida na NR 15, Anexo 11, para avaliar as condições do ambiente de trabalho de um operador de produção de tintas. A substância avaliada foi o xileno, que possui um limite de tolerância de 78 ppm. A seguir, encontram-se as avaliações realizadas:

Avaliações ambientais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Valores encontrados em ppm	110	90	50	20	80	55	65	25	40	60	36	40	10	100	48

De acordo com os valores obtidos pode-se afirmar que:

- (a) A concentração média é de 78 ppm.
- (b) O valor máximo é de 117 ppm.
- (c) O valor do teto foi ultrapassado.

Resposta:

- a) A concentração média é calculada através do somatório dos valores encontrados em ppm dividido pelo número de avaliações, ou seja:

$$C_{\text{média}} = \frac{110 + 90 + 50 + 20 + 80 + 55 + 65 + 25 + 40 + 60 + 36 + 40 + 10 + 100 + 48}{15}$$

$$C_{\text{média}} = 55,26 \text{ ppm}$$

A alternativa **(a)** está **ERRADA**.

b) O valor máximo é calculado através da equação:

Valor máximo = L.T. x F. D.

Em que:

L.T. = limite de tolerância para o agente químico.

F.D. = fator de desvio.

LT (ppm ou mg\m ³)	FD
0 a 1	3
1 a 10	2
10 a 100	1,5
100 a 1000	1,25
Acima de 1000	1,1

Conforme o enunciado do exercício, o limite de tolerância para o xileno é de 78 ppm (no quadro anterior pode-se verificar que este valor se encontra entre 10 a 100 ppm), portanto o fator de desvio para este agente químico é de 1,5.

Valor máximo = L.T. x F. D.

Valor máximo = 78*1,5

Valor máximo = 117 ppm

A alternativa **(b)** está **CORRETA**.

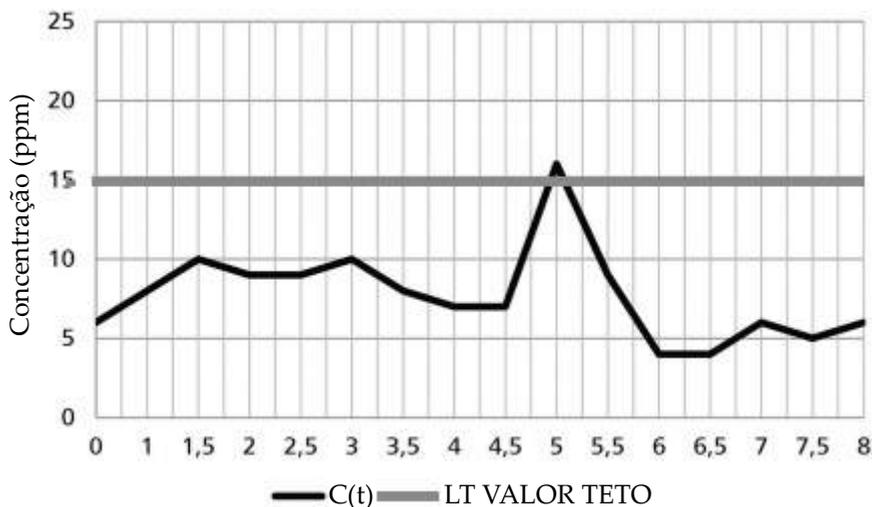
c) Valor Teto: os agentes químicos cujos limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho estão assinalados no Anexo 11, da NR 15 (tabela de limites de tolerância, consultar NR 15). Para os agentes químicos que tenham "VALOR TETO" assinalado na tabela de limites de tolerância, será considerado excedido o limite de tolerância, quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostragens ultrapassar os valores fixados no mesmo quadro.

O agente químico avaliado aqui (xileno) não possui valor teto.

Portanto a afirmativa **(c)** está **ERRADA**.

Exemplo 2: Foram avaliadas as concentrações de um determinado agente químico presente em uma atividade, utilizando método de amostragem instantânea, tendo encontrado, nas 15 amostragens realizadas, valores de 5,8 a 16 ppm. O agente avaliado tem limite de tolerância de 15 ppm e valor teto assinalado na tabela de limite de tolerância do Anexo 11, da NR-15. Com estes dados e o gráfico referente às amostras do agente, analise as afirmativas a seguir:

- I. O limite de tolerância não foi ultrapassado.
- II. As 15 amostragens são insuficientes para avaliar o limite de tolerância, de acordo com o Anexo 11 da NR 15.
- III. Como este agente químico tem "VALOR TETO" assinalado na tabela de limite de tolerância de 15 ppm, e uma das amostras excedeu este limite, esta amostra foi considerada com valor do teto ultrapassado.
- IV. Agentes químicos cujo "VALOR TETO" estão assinalados no Quadro 11 da NR 15, os limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho.



Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As afirmativas I, II, e III estão corretas.
- b) () As afirmativas I, II, estão corretas.
- c) () As afirmativas III e IV estão corretas.
- d) () As afirmativas I e IV estão corretas.

Resposta:

Afirmativa I: o limite de tolerância foi ultrapassado quando uma das amostras obtidas (segundo o gráfico) ultrapassou este limite (mais ou menos um valor de 15,8 ppm). Portanto, a afirmativa I está errada.

Afirmativa II: de acordo com a Portaria 3214 - NR 15 - Anexo 11 (BRASIL, 1978a), a avaliação das concentrações dos agentes químicos através de métodos de amostragem instantânea, de leitura direta ou não, deverá ser feita pelo menos em 10 (dez) amostragens. Portanto, como foram realizadas 15 amostragens, estas são suficientes para avaliar o limite de tolerância. Afirmativa II está errada.

Afirmativa III: como este agente químico tem “VALOR TETO” assinalado na tabela de limite de tolerância e uma das amostras excedeu este limite, segundo a NR 15 (BRASIL, 1978a), quando um agente químico tem valor de teto assinalado este não pode ser ultrapassado em momento algum da jornada de trabalho. A afirmativa III está correta.

Afirmativa IV: agentes químicos cujo "VALOR TETO" estão assinalados no Quadro 11 da NR 15 os limites de tolerância não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho. Afirmativa IV está correta.

Portanto, a resposta CORRETA é a letra C.

2.3.2 Combustíveis e combustão

Neste item abordaremos o conceito de combustíveis e combustão, ponto de fulgor e ponto de combustão para que você possa entender melhor a NR – 20, “a qual estabelece requisitos mínimos para a gestão da segurança e saúde no trabalho contra os fatores de risco de acidentes provenientes das atividades de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis” (BRASIL, 1978b).

2.3.2.1 Combustíveis

Segundo Rosa (2015, p. 11), “combustível é toda substância sólida, líquida ou gasosa capaz de queimar e alimentar a combustão. A maioria dos combustíveis entram em combustão em fase gasosa. Quando o combustível é sólido ou líquido, é necessário um fornecimento prévio de energia térmica para levá-lo ao estado gasoso”. São exemplos de combustíveis: carvão, gasolina, GLP, benzeno, enxofre, fósforo, madeira, têxteis, alumínio, magnésio, titânio, zircônio etc.

O Quadro 8 apresenta exemplos e algumas características de cada tipo de combustível:

QUADRO 8 – CARACTERÍSTICAS DE CADA TIPO DE COMBUSTÍVEL

Combustível	Características	Exemplos
Líquido	É necessário que ocorra a vaporização do líquido para que haja a combustão. Se derramados, escorrem e se acumulam nas partes baixas. A maioria dos líquidos inflamáveis são mais leves que a água, sendo assim flutuam sobre ela. Os líquidos derivados do petróleo têm pouca solubilidade em água. Na sua grande maioria são voláteis.	Gasolina, álcool, éter, tinta, solventes.
Sólido	Dependem da área superficial. Sólidos particulados têm uma grande área superficial e queimam muito rápido.	Madeira, papel, tecido, metais.
Gasoso	Já estão em suspensão e se inflamam rapidamente.	Hidrogênio, GLP, acetileno, metano.

FONTE: Eckhardt (2014, p. 41)

Líquidos e gases inflamáveis e líquidos combustíveis são manuseados diariamente nas atividades industriais e comerciais. Estes produtos apresentam o perigo de incêndio e explosão, sendo, portanto, fundamental, atender a rígidos critérios de controle. Os inflamáveis são mais perigosos do que os combustíveis por serem mais voláteis, liberando mais facilmente vapores nas condições atmosféricas normais, aumentando o risco de acidentes (MORAES, 2011 apud ECKHARDT, 2014, p. 41).

Líquidos combustíveis são todos aqueles que possuem ponto de fulgor maior que 60 °C e inferior ou igual a 93 °C. Como exemplo, tem-se a querosene de aviação, o cicloexanol e o nitrobenzeno.



Para ler a Portaria que alterou a NR 20 e que possui o novo texto, acesse o endereço: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A35F7884401361CC480012B98/Portaria%20n.%C2%BA%20308%20%28Nova%20NR-20%29.pdf>>.

A seguir, serão definidos alguns termos importantes para entender melhor estes produtos e a NR 20.

Ponto de fulgor: o ponto de fulgor é o que caracteriza um determinado líquido como inflamável ou combustível. É a menor temperatura na qual o produto gera uma quantidade de vapores que se inflamam quando se dá a aplicação de uma chama, em condições controladas. O ponto de fulgor está ligado à inflamabilidade e serve como indicativo dos cuidados a serem tomados durante o manuseio, transporte, armazenamento e uso do produto (MEDEIROS, 2004, p. 11).

Ponto de combustão: é a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis que, combinados com o oxigênio do ar e ao entrar em contato com uma chama, se inflamam, e mesmo que se retire a chama, o fogo não se apaga, pois essa temperatura faz gerar, do combustível, vapores ou gases suficientes para manter o fogo ou a transformação em cadeia (CAMILLO JR., 2011 apud ECKHARDT, 2014, p. 42).

Temperatura de ignição (ou ponto de autoignição): “é a menor temperatura na qual os gases ou vapores entram em combustão pela energia térmica acumulada (ondas de calor)” (MORAES, 2011 apud ECKHARDT, 2014, p. 41).



A exposição aos riscos de contato com inflamáveis (líquidos e gases) e líquidos combustíveis possibilita a caracterização do exercício periculoso, caso em que ensejará aos trabalhadores o direito à percepção do adicional de periculosidade equivalente a 30% (trinta por cento) sobre o salário básico.

**VOCÊ SABIA?**

Uma névoa de gotículas de combustível a temperaturas abaixo do ponto de fulgor do líquido pode ser tão explosiva quanto a mistura ar-vapor combustível. O mecanismo de explosão é similar ao de uma explosão de poeira, exceto que neste caso o combustível está presente na forma de pequenas gotas de líquido ao invés de pequenas partículas de sólido.

Uma névoa pode se formar de muitas maneiras, ou seja, criada a partir de um vazamento de uma tubulação, vaso ou outro equipamento pressurizado, por exemplo, um vazamento em um flange, um orifício em um tubo ou vaso pressurizado, ou em um selo de bomba.

Lembre-se que um vazamento em um sistema de utilidades ou de manutenção pode criar uma névoa inflamável. Por exemplo, já houve incidentes com ignição de névoas em vazamentos de óleos lubrificantes, de transferência de calor e óleos combustíveis.

O QUE VOCÊ PODE FAZER?

Na resposta a um vazamento ou derrame, esteja alerta para um potencial incêndio ou explosão de névoas de líquidos inflamáveis ou combustíveis. Se houver uma névoa presente, não desconsidere o perigo só porque a temperatura está abaixo do ponto de fulgor. Tome as mesmas precauções que você tomaria para evitar a ignição e proteger as pessoas se o vazamento tivesse provocado uma nuvem de vapor inflamável.

Se observar uma névoa ou neblina dentro de qualquer equipamento do processo, informe a sua gerência para que as medidas apropriadas de proteção possam ser tomadas.

Comunique prontamente qualquer vazamento de materiais inflamáveis ou combustíveis em sua instalação, incluindo fluidos de utilidades.

FONTE: Disponível em: <<http://sache.org/beacon/files/2017/03/pt/read/2017-03-Beacon-Portuguese-s.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2017.

3 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS PREJUDICIAIS AO HOMEM

Aqui serão abordadas algumas das muitas substâncias químicas prejudiciais ao homem. De acordo com o Programa Internacional de Segurança Química – IPCS – (2008, p. 2):

As substâncias químicas estão presentes em toda parte e em todos os compartimentos ambientais. Toda matéria é constituída por substâncias químicas, inclusive nossos alimentos, bebidas, roupas, medicamentos, plantas e nós mesmos. Apesar de se acreditar que uma substância que se apresente “naturalmente” no ambiente seja inofensiva, em algumas situações isso não ocorre. De fato, algumas substâncias de ocorrência natural, ou seus derivados, podem ser tão nocivas ao homem e ao ambiente quanto as produzidas pelo homem (sintéticas), como por exemplo, os pesticidas, as drogas terapêuticas e solventes usados na indústria.

De acordo com Ferreira-Pacheco (s.d., p. 1), “o uso indiscriminado de substâncias químicas nas indústrias, na agricultura e em campanhas de saúde pública, o risco de acidentes com produtos perigosos e suas emissões para o meio ambiente tornaram-se um grave problema de saúde pública, devido ao grande número da população exposta”.

3.1 FONTES DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

As substâncias químicas são compostas por um ou mais elementos presentes na natureza. Todos os sistemas vivos e sintéticos são formados a partir de substâncias químicas de estruturas muito simples até as mais complexas.

De acordo com o Programa Internacional de Segurança Química – IPCS –, da Organização Mundial da Saúde (2008, p. 2),

a natureza é capaz de produzir uma vasta lista de substâncias químicas tóxicas. Pode-se citar diversas substâncias químicas que ocorrem naturalmente e têm como resultado efeitos adversos à saúde humana, como fluoreto, arsênio, contaminantes naturais de alimentos, como micotoxinas e toxinas produzidas por bactérias encontradas em alimentos.

O IPCS afirma ainda que:

As fontes de substâncias químicas tóxicas são as mais diversas, como ar, água, alimentos, ambiente de trabalho, medicamentos, pesticidas, solventes, hidrocarbonetos naturais e produtos de sua combustão, cosméticos. As pessoas também podem estar expostas a outros poluentes ambientais, como monóxido de carbono, fumaça de cigarro, chumbo, mercúrio, campos eletromagnéticos, ozônio, chuva ácida, compostos orgânicos voláteis etc. Além disso, o ambiente natural pode apresentar diversos outros fatores de risco aos humanos, como a radiação, bactérias, fungos, vírus, plantas e certos gases (IPCS, 2008, p. 2).

3.2 SUBSTÂNCIAS QUE OCORREM NATURALMENTE NO AMBIENTE

As substâncias químicas naturais podem ser tão danosas à saúde quanto as sintéticas. No Quadro 9 são apresentadas algumas das substâncias químicas de ocorrência natural que podem causar danos à saúde de acordo com a exposição:

QUADRO 9 – SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS DE OCORRÊNCIA NATURAL

Substância	Efeitos	Fonte de exposição
Cádmio (Cd)	Toxicidade renal.	Exposição ocupacional por inalação de fumos contendo cádmio e contaminação de alimentos.
Crômio (Cr)	Dermatite.	Exposição ocupacional. Uso de bijuterias contendo crômio.
Chumbo (Pb)	Interfere na produção de hemoglobina, pode causar disfunção renal e retardo mental (crianças são particularmente sensíveis a esses efeitos).	Exposição ocupacional. Contato de crianças com solo e sujeira. Inalação de combustíveis automotivos contendo chumbo. Ingestão de tintas contendo chumbo.
Arsênio	A exposição crônica a arsênio em água potável pode ser prejudicial à saúde, podendo ocasionar hiperpigmentação, queratose (endurecimento da pele) e câncer de pele.	Produto secundário da fundição de minérios não ferrosos, por processos de produção de pesticidas e de fornos para produção de vidros. A principal fonte de exposição a arsênio decorre de sua presença natural em água potável.
Fluoreto	A exposição excessiva a fluoreto pode causar fluorose dental. A exposição prolongada a fluoreto em água potável em níveis não usuais (acima de 10 mg L-1) tem resultado em fluorose esquelética na China, Índia e África do Sul. Essa condição é frequentemente complicada por fatores como deficiência de cálcio ou desnutrição.	Os fluoretos ocorrem naturalmente em: (i) água, (ii) solo, (iii) ar e (iv) alimentos.
Mercúrio Metálico	Doença ocupacional em decorrência do uso deste metal, denominada de hidrargirismo.	Garimpo, indústria elétrica e de cloro/soda, amálgamas.

FONTE: Programa Internacional de Segurança Química (2008, p. 3)

3.3 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS COMBINADAS

Segundo Leonel (2011, s.p.), “o efeito combinado das substâncias químicas as quais estamos expostos no dia a dia tem sido alvo de estudos em diferentes países, e os resultados obtidos sugerem que a contaminação por esse tipo de exposição ocorre a qualquer momento, em diferentes atividades cotidianas”.

De acordo com Greenpeace Brasil (2004, p. 2):

O nosso organismo é hoje um repositório para dezenas de poluentes tóxicos. Acredita-se que cada pessoa na face da terra esteja contaminada com até 200 compostos sintéticos, e que, ano após ano, novas substâncias são acrescentadas a essa mistura. Praticamente nada se sabe sobre os efeitos a longo prazo de muitos desses poluentes, especialmente quando agem em combinação. Vários desses compostos são encontrados na forma de poluentes nos alimentos que ingerimos, no ar que respiramos e nas roupas que vestimos.

De acordo com *Vitenskapskomiteen for mattrygghet Norwegian Scientific Committee for Food Safety – VKM* – (2008), a predição das propriedades toxicológicas de uma mistura química requer informações detalhadas sobre a composição da mistura e o mecanismo de ação de cada um dos compostos individuais. Para realizar uma avaliação de risco, também são necessários dados de exposição adequados. Na maioria das vezes, tais informações detalhadas não são acessíveis. As misturas químicas complexas podem conter centenas, ou mesmo milhares de compostos, e sua composição qualitativa e quantitativa não é totalmente conhecida e também pode mudar ao longo do tempo. Os produtos químicos podem interagir uns com os outros e modificar a magnitude e às vezes também a natureza do efeito tóxico.

De acordo com Buschinelli e Kato (2011, p. 20), “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”.

Os autores ainda afirmam que:

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 (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 (BUSCHINELLI; KATO, 2011, p. 20).

LEITURA COMPLEMENTAR

OS RISCOS DOS COMBUSTÍVEIS PARA SAÚDE DOS TRABALHADORES

Hoje vamos falar de uma atividade de risco, isto porque seu ambiente envolve uma série de substâncias que a longo e curto prazo podem acarretar doenças e problemas de saúde. Veja a seguir os riscos dos combustíveis para saúde dos profissionais que trabalham com esta substância.

Postos de abastecimento possuem uma característica exclusiva, o cheiro de combustível! Muitos brincam falando que adoram o cheiro, outros nem tanto. Mas será que seria tão agradável inalar estes combustíveis todos os dias? Quais são os danos e riscos que este contato pode trazer?

Vamos entender melhor: a principal substância que compõe os combustíveis é o benzeno, de característica incolor e altamente cancerígeno, ele pode causar desde dores de cabeça até problemas mais graves, como anemia, danos neurológicos, infecção pulmonar e a diminuição do sistema imunológico. Já o contato da substância com a pele pode causar leves queimaduras, ressecamentos e em casos mais graves pode desenvolver problemas como dermatite.

Existem estudos inclusive que afirmam que quando a gasolina é inalada em condições crônicas, pode até afetar o comportamento das pessoas, como passar a ter maior nível de agressividade, ansiedade e mais! Os riscos não são resumidos pelo contato físico ou pela inalação, mas também pelo alto risco de explosão, isso porque os postos de abastecimento possuem uma alta circulação de gases inflamáveis e as fontes de ignição são as mais variadas. Estes riscos podem afetar não só os frentistas, mas também os lavadores de carro, os atendentes de lojas de conveniência dos postos, os funcionários administrativos e os moradores da redondeza.

Frentista tem adicional de periculosidade ou de insalubridade? De acordo com a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT), a insalubridade é caracterizada quando o empregado está exposto, durante o dia a dia de trabalho a agentes nocivos à saúde, como produtos químicos, ruídos, exposição ao calor, dentre outros. Para que o profissional receba este adicional, o mesmo deve comprovar através de um laudo pericial que está exposto a agentes nocivos acima do nível permitido pela NR-15.

Já a periculosidade está relacionada ao risco de vida em que o trabalhador fica exposto para executar sua função, isso pelo fato da grande chance de explosão de seu posto de trabalho. Neste caso o frentista tem direito ao adicional de periculosidade de 30% conforme o que determina a CCT.

A revista Caleidoscópio retrata a história da ex-frentista Nayne Alves, 32, que trabalhou quatro anos em um posto de combustível situado no complexo habitacional

Benedito Bentes. Ela conta em sua entrevista que começou a trabalhar no posto de combustíveis sem experiência e sem o curso da NR-20 exigido pelo MTE.

A ex-frentista afirmou que nunca obteve orientações e que usava apenas uma flanela para limpar o combustível que as vezes sujava os carros ao abastecer, os únicos EPIs que o empregador entregou de fato foi a bota e o fardamento, mas não foram suficientes. Assim que começou a trabalhar, Nayne sentia muitas dores de cabeça e náuseas, mas não parou por aí, quando conseguiu o trabalho de gerente, se sentia muito estressada pela alta cobrança da chefia, na entrevista ela conta que na loja de conveniência onde era obrigada a contar item por item, foi informada que se houvesse incompatibilidade com as caixas, o valor seria descontado de seu salário.

Somando todos esses anos de sofrimento, Nayne já sentia que dores de cabeça e náuseas faziam parte de sua vida, até que um dia não teve condições de levantar da cama, foi ao médico e recebeu o diagnóstico de uma grave pneumonia e uma bactéria em seu sangue.

O médico constatou que a causa da pneumonia vinha da inalação das substâncias combustíveis e a bactéria proveniente da água contaminada do próprio posto. Nayne descobriu que o reservatório de água ficava ao lado de uma caixa de esgoto, que veio a estourar e contaminar o líquido, a bactéria era o resultado da consumação diária deste líquido.

Infelizmente a empresa se negou a arcar com os custos do tratamento, que então foram cobertos pela própria família de Nayne. Quando voltou à rotina de trabalho, foi informada que seria desligada da empresa e que receberia apenas o valor de R\$600, na época entrou na justiça e conseguiu negociar o valor de R\$ 2 mil.

Esta é ainda uma realidade de muitos frentistas, é preciso conscientizar os trabalhadores sobre seus direitos e sobre as normas, cobrando também dos donos para fornecer a informação e cumprir com suas responsabilidades. Vale lembrar em sempre ficar atento também aos agentes que podem causar combustão.

Para combater estes riscos no mínimo deve-se utilizar uma máscara para inalação de vapores orgânicos, óculos protetor e botas de segurança, porém muitas vezes os EPIs e as normas são deixadas de lado, não só pela negligência do empregador, mas também pela falta de informação dos colaboradores ou pela falta de equipamentos.

Como vimos, o ambiente dos postos de abastecimento são zonas que podem provocar sérios riscos e perigos para a saúde, por este motivo a lei determina que os trabalhadores recebam um adicional de periculosidade, que corresponde a 30% do salário base. A multa para postos que não cumprem com esta regra pode variar de R\$ 400,00 a R\$ 6.000, dependendo do caso.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu que:

- As substâncias químicas podem ser simples ou compostas.
- As substâncias químicas podem ser naturais ou sintéticas.
- Substâncias naturais podem ser tão tóxicas ou perigosas como as produzidas pelo homem.
- O número CAS é o CPF das substâncias químicas; o mais antigo e importante sistema com mais de 56 milhões de substâncias registradas e entrada diária de 12 mil novos registros.
- A expressão produtos químicos designa os elementos e compostos químicos e suas respectivas misturas, naturais ou sintéticos, como os obtidos através dos processos de produção.
- Gases são substâncias cujas moléculas se encontram dispersas pelo ar. Nas condições normais de temperatura (25 °C) e pressão (1 atm.), se encontram no estado gasoso.
- São exemplos de gases: oxigênio, cloro, dióxido de enxofre, gás sulfídrico.
- Vapores são moléculas dispersas pelo ar no estado gasoso, proveniente da evaporação que se encontram no estado líquido.
- São exemplo de vapores os solventes de um modo geral, tais como: álcoois, éteres, hidrocarbonetos.
- As fontes de substâncias químicas são as mais diversas. As substâncias são encontradas no ar, na água e nos alimentos que consumimos. Também estamos expostos a drogas, pesticidas, solventes, chumbo, mercúrio, que ocorrem naturalmente, produtos de combustão etc.
- As misturas químicas complexas podem conter centenas, ou mesmo milhares de compostos, e sua composição qualitativa e quantitativa não é totalmente conhecida e também pode mudar ao longo do tempo.
- Os produtos químicos podem interagir uns com os outros e modificar a magnitude e às vezes também a natureza do efeito tóxico.

AUTOATIVIDADE



1 As substâncias químicas podem ser classificadas em simples ou compostas. Indique a alternativa que apresenta três substâncias simples e duas compostas, respectivamente:

- a) () H_2O , NaCl, HI, Fe, H_2S .
- b) () Au, O_2 , Hg, HCl, NaCl.
- c) () S, O_2 , O_3 , CH_4 , Al.
- d) () H_2SO_4 , Cu, H_2 , O_2 .
- e) () Au, Ag, Cl_2 , H_2CO_3 , H_2 .

2 De acordo com Buschinelli e Kato (2011), 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). Esta entidade foi fundada em 1907, nos EUA, e começou organizando e indexando a produção científica na área química. A partir de 1965, elaborou um sistema que registra cada substância química com um número. Em relação à identificação de substâncias químicas, analise as sentenças a seguir:

FONTE: BUSCHINELLI, J. T.; KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas**. São Paulo: Fundacentro, 2011.

- I- Para identificar uma substância química através do seu CAS pode-se utilizar o nome químico com o nome comum da substância e os sinônimos.
- II- Qualquer outra informação que revele a designação química precisa e a composição da substância, como impurezas e estabilizadores.
- III- O número CAS é o CPF das substâncias químicas.
- IV- O *Chemical Abstracts Service* (CAS) é o mais novo e importante sistema de identificação de substâncias químicas com mais de 56 milhões de substâncias registradas e entrada diária de 12 mil novos registros.
- V- O número CAS se aplica a substâncias puras, mas há algumas misturas que também o possuem, como por exemplo, a gasolina, que é uma mistura de grande interesse comercial, com o número CAS 8006-61-9.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () Estão corretas as sentenças I, II, III e IV.
- b) () Estão corretas as sentenças II, III, IV e V.
- c) () Estão corretas apenas as sentenças I e II.
- d) () Estão corretas as sentenças I, II e III.
- e) () Estão corretas as sentenças I, II, III e V.

3 De acordo com a Convenção da Organização Internacional do Trabalho – OIT – (2013, p. 2), sobre a segurança na utilização dos produtos químicos no trabalho, a expressão produtos químicos designa os elementos e compostos químicos e suas respectivas misturas, naturais ou sintéticos, como os obtidos através dos processos de produção, ou seja, um produto químico é “qualquer substância, ou mistura de substâncias”. Assim, praticamente qualquer produto é um “produto químico”. Com relação aos vários tipos de produtos químicos, analise as sentenças a seguir:

FONTE: OIT. Convenção da Organização Internacional do Trabalho. El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes. Conferencia Internacional del Trabajo, V Informe, 102a. reunión, Ginebra, 2013. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_235105.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.

- I- O elemento químico é a forma mais simples de matéria. Exemplo: alumínio (Al), carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) etc.
- II- Um composto químico é uma substância composta por dois ou mais elementos combinados ou ligados para que seus elementos constituintes estejam sempre presentes em diferentes proporções.
- III- Uma mistura é uma combinação ou uma solução composta por duas ou mais substâncias nas quais estas não interagem.
- IV- As misturas podem ser de líquidos, sólidos ou gases e mistas, com sólidos e líquidos ou gases e líquidos. O álcool comercial, por exemplo, é uma mistura de etanol (C₂H₅OH) e água (H₂O); o ar é uma mistura de gases (N₂, O₂).

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças I e II estão corretas.
- b) () As sentenças I, II e III estão corretas.
- c) () As sentenças I, III e IV estão corretas.
- d) () As sentenças II, III e IV estão corretas.

4 De acordo com o Programa Internacional de Segurança Química, da Organização Mundial da Saúde (2008, p. 2), “apesar de se acreditar que uma substância que se apresente “naturalmente” no ambiente seja inofensiva, em algumas situações isso não ocorre. Algumas substâncias de ocorrência natural, ou seus derivados, podem ser tão nocivas ao homem e ao ambiente quanto as produzidas pelo homem (sintéticas), como por exemplo, os pesticidas, as drogas terapêuticas e solventes usados na indústria”. A respeito das substâncias químicas que ocorrem naturalmente, relacione a Coluna 1 na qual encontram-se algumas das principais substâncias químicas com a Coluna 2, que define seus efeitos e a fonte de exposição:

FONTE: IPCS. Programa Internacional de Segurança Química. Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente / Organização Mundial da Saúde. Programa Internacional de Segurança Química. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.

Coluna 1	Coluna 2
I- Cádmio (Cd)	() Efeito: hiperpigmentação, queratose (endurecimento da pele) e câncer de pele. Fonte de exposição: produto secundário da fundição de minérios não ferrosos, por processos de produção de pesticidas e de fornos para produção de vidros.
II- Chumbo (Pb)	() Efeito: doença ocupacional em decorrência do uso deste metal, denominada de hidrargirismo. Fonte de exposição: garimpo, indústria elétrica e de cloro/soda, amálgamas.
III- Arsênio	() Efeito: interfere na produção de hemoglobina, pode causar disfunção renal e retardo mental. Exposição ocupacional. Inalação de combustíveis automotivos. Ingestão de tintas.
IV- Mercúrio Metálico	() Efeito: toxicidade renal. Fonte de exposição: inalação de fumos e contaminação de alimentos.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) () III, IV, II e I.
b) () I, IV, III e II.
c) () II, III, IV e I.
d) () II, III, I e IV.

5 Em uma indústria metalúrgica foram realizadas 10 avaliações ambientais através de métodos de amostragem instantânea, para avaliar as condições do ambiente de trabalho de um soldador. A substância avaliada foi o chumbo, que possui um limite de tolerância de $0,1 \text{ mg/m}^3$. No quadro a seguir, encontram-se as avaliações realizadas:

Avaliações ambientais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valores encontrados em mg/m^3	0,101	0,23	0,02	0,1	0,01	0,033	0,12	0,21	0,04	0,1

De acordo com os valores obtidos no quadro, calcule a concentração média e o valor máximo.

6 Em 1986 houve uma explosão em um reator que estava realizando uma reação de oxidação em uma atmosfera de oxigênio puro a 1825 Kpa. Pensou-se que a atmosfera do reator era segura em relação à ignição, pois o reator estava operando a 50°C abaixo do ponto de fulgor e a concentração de vapores de combustível estava abaixo do limite inferior de explosividade. As condições de processamento se mantiveram estáveis por 41 minutos quando de repente ocorreu uma explosão. Todos pensaram que como o reator operava abaixo do ponto de fulgor, a concentração de vapor de combustível na atmosfera do reator era muito baixa para a ignição, mas

o combustível pode não estar presente apenas na forma de vapor. A investigação determinou que o agitador do reator criou uma névoa fina de gotículas de líquido. Testes demonstraram que a névoa poderia entrar em ignição à temperatura ambiente em ar. A névoa entra em ignição ainda mais facilmente numa atmosfera de oxigênio puro. Nesse contexto, analise as sentenças a seguir em relação às névoas de gotículas de combustível:

- I- Uma névoa de gotículas de combustível a temperaturas acima do ponto de fulgor do líquido pode ser tão explosiva quanto a mistura ar-vapor combustível.
- II- Uma névoa pode se formar de muitas maneiras, ou seja, criada a partir de um vazamento de uma tubulação, vaso ou outro equipamento pressurizado, por exemplo, um vazamento em um flange, um orifício em um tubo ou vaso pressurizado, ou em um selo de bomba.
- III- Se observar uma névoa ou neblina dentro de qualquer equipamento do processo, informe a sua gerência para que as medidas apropriadas de proteção possam ser tomadas.
- IV- Comunique prontamente qualquer vazamento de materiais inflamáveis ou combustíveis em sua instalação, incluindo fluidos de utilidades.
- V- Quando houver um vazamento ou derrame de névoas de líquidos inflamáveis ou combustíveis desconsidere o perigo quando a temperatura estiver abaixo do ponto de fulgor.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças II, III, IV e V estão corretas.
- b) () As sentenças I, II III e IV estão corretas.
- c) () As sentenças I, III, IV e V estão corretas.
- d) () As sentenças II, III e IV estão corretas.



IDENTIFICAÇÃO DOS AGENTES

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Peixoto e Ferreira (2012, p. 59), a legislação brasileira define os agentes químicos de acordo com a NR- 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais como sendo:

[...] as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade da exposição, possam ter contato ou serem absorvidos pelo organismo através da pele ou ingestão.

Os autores também afirmam que:

Devido à inúmera quantidade de substâncias existentes nas indústrias que podem apresentar algum efeito tóxico, os procedimentos e critérios para análise e avaliação dos agentes químicos podem variar de acordo com a sua classificação, funções orgânicas ou inorgânicas e, até mesmo, métodos diferenciados para produtos específicos. Esta grande variabilidade resulta em uma dificuldade maior para o reconhecimento dos mesmos. Isso ocorre pois cada produto tem suas próprias características químicas, como por exemplo, solubilidade (na água ou ar), pH (indicação de acidez), concentração, propriedades de alerta (com ou sem odor, por exemplo), estado físico, volatilidade, reatividade e níveis de toxicidade, podendo este agir de modo diferenciado em diversos órgãos do organismo, variando de acordo com via de penetração (respiratória, pele ou ingestão) e o tempo de exposição a que o trabalhador está submetido ao agente (PEIXOTO; FERREIRA, 2012, p. 60).



“Os agentes químicos presentes no local de trabalho podem originar riscos para a saúde ou à segurança dos trabalhadores devido aos seguintes fatores” (MENDES, 2007, p. 4):

- as propriedades perigosas (físico-químicas ou toxicológicas) que possuem (por exemplo: produto explosivo);
- a temperatura ou a pressão a que se encontram no local de trabalho (por exemplo: vapor de água a 150°C);
- a sua capacidade para deslocar o oxigênio atmosférico no local de trabalho (por exemplo: gás inerte à alta pressão);
- a forma em que estão presentes no local de trabalho (por exemplo: sólido inerte em forma de pó respirável).

Segundo Mendes (2007, p. 5), “assim, para se determinar a capacidade de, no local de trabalho, se originarem riscos devido à presença de agentes químicos, torna-se necessário conhecer as suas propriedades, bem como a forma como são utilizados ou estão presentes”. A informação sobre as propriedades dos agentes químicos presentes no local de trabalho pode ser obtida a partir do rótulo (ver Unidade 1/Tópico 3/Quadro 5 – Pictogramas), das fichas de dados de segurança e dos valores-limite de exposição profissional.

Existem várias fontes de informações sobre os produtos químicos disponíveis, aqui abordaremos as principais para a área de saúde e segurança do trabalho.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)

De acordo com a ABNT NBR 14725-4 (2009, p. 5):

A ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ) fornece informações sobre vários aspectos de produtos químicos (substâncias ou misturas) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente. A FISPQ fornece, para esses aspectos, conhecimentos básicos sobre os produtos químicos, recomendações sobre medidas de proteção e ações em situação de emergência. A FISPQ é um meio de o fornecedor transferir informações essenciais sobre os perigos de um produto químico (incluindo informações sobre o transporte, manuseio, armazenagem e ações de emergência) ao usuário deste, possibilitando a ele tomar as medidas necessárias relativas à segurança, saúde e meio ambiente.

Para Buschinelli e Kato (2011, p. 23):

As empresas fornecedoras de produtos químicos devem disponibilizá-las aos seus clientes e os itens a seguir devem 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.

A Figura 12 apresenta a reprodução da FISPQ de um *thinner* disponibilizada pelo fabricante:

FIGURA 12 – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO

FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO				
NOME DO PRODUTO: Thinner 020			Revisão 03 Jul/2010	
FISPQ N° 066/2006			Página 1 de 6	
- IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA				
Nome do produto: Thinner 020				
Nome Comercial: Thinner 020				
Empresa: Resicolor Tintas e Vernizes LTDA				
Endereço: Rodovia Padre Herval Fontanella N° 580				
Cidade: Siderópolis Bairro: Industrial CEP: 88860-000				
Telefone: (48) 3435-8000				
2- COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES				
Tipo do Produto: “Este produto é um preparado”.				
Natureza Química: Solvente				
Nome Químico	CAS Number	Faixa de Conce.(%)	Símbolo	Frases R
Acetato de Etila.	141-78-6	15 a 40	Xi	R36/37/38
Acetato de Butila	123-86-4	10 a 20	Xn	R20/21/22
Xileno	1330-20-7	3 a 7	F/Xn/Xi	R10 / R36/38
Álcool Etilíco	64-17-5	15 40	F/Xi	R11 / R36/38
Sistema de Classificação: Os ingredientes foram classificados de acordo com a Diretiva67/548/EE.				
3 - IDENTIFICAÇÕES DE PERIGOS				
Perigos mais importantes: Produto inflamável Toxicidade dos vapores				
Efeitos dos produtos:				
Efeitos adversos à saúde humana:				
Ingestão: Pode produzir irritação na boca e garganta. Ingestão de pequenas quantidades podem 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 o contato do produto com os olhos podem causas 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 à perda da coordenação, enfraquecimento e perda da consciência.				
Efeitos ambientais: Por ser insolúvel, o produto permanece nas águas afetando o ecossistema.				
Perigos físico-químicos: Inflamabilidade				
Perigos específicos: Líquido inflamável				
Principais sintomas: Náuseas, tonturas e dores de cabeça, no caso dos vapores				
Classificação do produto químico: Líquido inflamável. Produto classificado de acordo com a Diretiva48/EEC e Com a NR-20 da portaria nº. 3.214 de 08/06/78.				

FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/6LNEGD>>. Acesso em: 27 set. 2017.

De acordo com Buschinelli e Kato (2011, p. 30):

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.

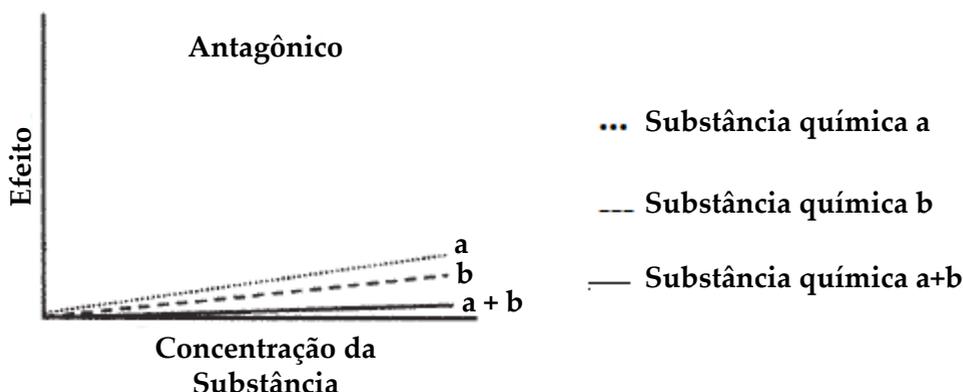
2 EFEITOS RESULTANTES DA INTERAÇÃO DE AGENTES QUÍMICOS

De acordo com Leite e Amorim (s.d., p. 9), “o termo interação entre substâncias químicas é utilizado todas as vezes em que uma substância altera o efeito da outra”. A interação pode ocorrer durante a fase de exposição, toxicocinética ou toxicodinâmica. Existem alguns tipos de efeitos que as substâncias podem apresentar quando estas interagem umas com as outras. Estes efeitos serão definidos a seguir.

a) Antagonismo

Um efeito antagônico ocorre quando o efeito combinado de dois produtos químicos é menor do que a soma de cada produto químico individual. Os efeitos antagônicos são os mais desejados em Toxicologia e são a base de vários antídotos, como o dimercaptol, que se liga a vários elementos, como arsênio, mercúrio e chumbo, e cujo efeito tóxico passa a ser menor que o esperado (IPCS, 2008). A Figura 13 apresenta o comportamento de duas substâncias na qual ocorre o efeito antagônico.

FIGURA 13 – EFEITO ANTAGÔNICO



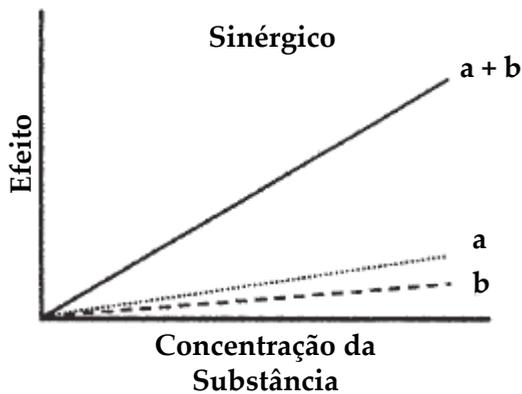
FONTE: IPCS – Programa Internacional de Segurança Química (2008, p. 34)

Conforme você pôde observar na figura, as linhas tracejadas representadas pelas letras a e b representam as substâncias químicas. Quando estas foram combinadas, resultaram uma combinação de substâncias (a+b) com concentração menor do que as substâncias individuais, ou seja, houve o efeito antagônico.

b) Sinergismo

Um efeito sinérgico ocorre quando o efeito combinado de dois produtos químicos é maior do que a soma dos efeitos de cada substância química isolada. O sinergismo entre o tabagismo e a exposição ao amianto é um exemplo clássico. De acordo o IPCS (2008, p. 34), “fibras de asbesto (amianto) e tabagismo quando atuam juntos aumentam quarenta vezes o risco de câncer de pulmão, estando bem acima do incremento de risco causado por cada agente em separado, ou pela soma dos dois em separado”. Poderia ser ilustrado por $3 \times 3 = 9$ (Figura 14).

FIGURA 14 – EFEITO SINÉRGICO

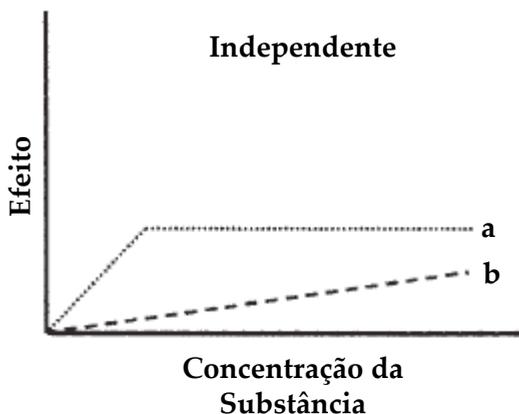


FONTE: IPCS – Programa Internacional de Segurança Química (2008, p. 34)

c) Independente

Quando as substâncias produzem efeitos diferentes ou têm diferentes modos de ação, eles não interferem uns com os outros (Figura 15).

FIGURA 15 – EFEITO INDEPENDENTE

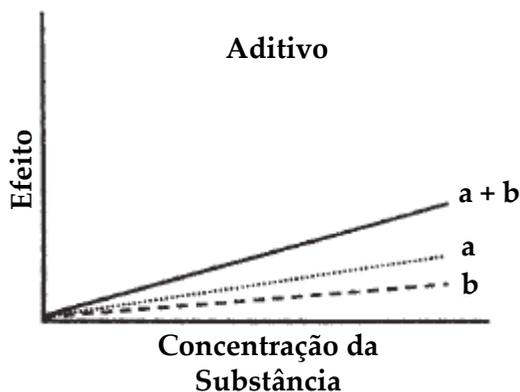


FORNTE: IPCS – Programa Internacional de Segurança Química (2008, p. 34)

d) Aditivo

De acordo com Leite e Amorim (s.d., p. 9), “o efeito aditivo é aquele produzido quando o efeito final de 2 ou mais agentes é quantitativamente igual à soma dos efeitos produzidos individualmente”. Por exemplo, os pesticidas organofosforados são em geral aditivos, numericamente seriam representados pela equação $3 + 3 = 6$ (Figura 16).

FIGURA 16 – EFEITO ADITIVO



FORNTE: IPCS – Programa Internacional de Segurança Química (2008, p. 34)

e) Potenciação

Segundo Leite e Amorim (s.d., p. 9), “ocorre quando um agente tóxico tem seu efeito aumentado por atuar simultaneamente, com um agente ‘não tóxico’. Exemplo: o isopropanol, que não é hepatotóxico, aumenta excessivamente a hepatotoxicidade do tetracloreto de carbono”.

De acordo com CCA – Comisión para la Cooperación Ambiental – (2006), as misturas de substâncias podem ter efeitos sobre a saúde e o ambiente maior do que os de uma substância química individual. Em um estudo, um composto BPC (BPC153) sozinho não resultou em danos ao fígado, mas quando foram administrados com dioxinas em uma mistura houve um aumento de 400 vezes o efeito da dioxina sozinha (2,3,7,8-tetraclorodibenzeno-P-dioxinas). Também pode ocorrer o efeito contrário: as misturas podem ter efeitos competitivos e reduzir o efeito total das substâncias. Estas observações da diferença de efeitos das misturas nos produtos químicos representam dificuldades reais nos testes e na regulamentação da toxicidade, que geralmente se baseia no teste de substância por substância.

De acordo com Goelzer (s.d., p. 11):

em alguns casos, é simples associar certos agentes com determinadas operações, por exemplo, vapores de solventes com fornos de secagem; monóxido de carbono, com oficinas de reparação de automóveis; ácido crômico, com cromagem ou poeiras de sílica com jateamento de areia, porém pode ocorrer que a presença de certos contaminantes atmosféricos passe despercebida, portanto é importante investigar previamente quais produtos são utilizados ou produzidos, em que quantidades e onde, bem como conhecer as possibilidades de formação acidental de certas substâncias, o que pode ocorrer como resultado de reações químicas, de combustão, ou da decomposição de certos materiais.

Alguns exemplos são apresentados a seguir:

QUADRO 10 – FORMAÇÃO ACIDENTAL DE AGENTES QUÍMICOS

Exemplos de formação acidental de agentes químicos
<ul style="list-style-type: none"> • Óxidos de nitrogênio e ozônio, quando solda elétrica é executada particularmente se for em local confinado. • Óxidos de nitrogênio, quando há contato de ácido nítrico com matéria orgânica (como madeira); decapagem de metais com ácido nítrico. • Ácido sulfídrico, amônia, metano, quando há decomposição de matéria orgânica, como pode ocorrer em condutos de esgotos, cisternas abandonadas. • Arsina (ou hidrogênio arseniacal), quando há contato de hidrogênio nascente com minérios ou metais contendo arsênico. • Fosgênio e ácido clorídrico, como resultado da decomposição de hidrocarbonetos clorados (como tetracloroeto de carbono, tricloroetileno, percloroetileno) por ação de chama, calor ou radiação ultravioleta. • Monóxido de carbono, como resultado de combustão incompleta, podendo ocorrer em qualquer local onde haja motores de combustão interna, fornos e fornalhas, queima de gás em local fechado. • Monóxido de carbono, ácido cianídrico, ácido clorídrico, isocianetos, óxido de estireno, como resultado da pirólise de certos plásticos.

FONTE: GOELZER (s.d., p. 11). Disponível em: <<http://www.saude.ufpr.br/portal/medtrab/wp-content/uploads/sites/25/2016/08/HO-por-Berenice-Goelzer.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

De acordo com Peixoto e Ferreira (2013, p. 58), “quando nos ambientes existir uma exposição nas quais misturas de contaminantes estão presentes e a interação entre essas substâncias envolvidas produz um efeito aditivo (mesmo mecanismo de ação), o efeito total sobre o trabalhador será a soma dos efeitos das substâncias individuais”. Nesse caso, o limite de tolerância será dado pela seguinte equação (2):

$$LT = \frac{C_1}{L_{T1}} + \frac{C_2}{L_{T2}} + \dots + \frac{C_n}{L_{Tn}} < 1 \text{ Equação(2)}$$

Em que: $C_1, C_2, C_3 =$ Concentração dos agentes químicos

LT_1, LT_2 e $LT_3 =$ limite de tolerância dos agentes químicos

Exemplo: Considere uma amostragem de agentes químicos com a seguinte composição:

15 ppm de tolueno (LT = 78 ppm).

35 ppm de xileno (LT = 78 ppm).

12 ppm de 1,1,1 tricloroetano (LT = 275 ppm).

$$LT = \frac{15}{78} + \frac{35}{78} + \frac{12}{275} = 0,68 \text{ ppm}$$

No caso, a exposição não ultrapassou o limite de tolerância que deve ser menor que 1.

3 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A AGENTES TÓXICOS

Controlar as exposições a perigos químicos e substâncias tóxicas é o método fundamental para proteger os trabalhadores. Uma hierarquia de controles é usada como um meio de determinar como programar controles viáveis e efetivos. Os principais meios utilizados para reduzir a exposição dos funcionários aos produtos químicos tóxicos, na medida do possível, é a proteção respiratória, a eliminação ou a substituição de produtos tóxicos.

O objetivo deste tópico é discutir maneiras de identificar substâncias potencialmente perigosas no ambiente laboral, e o que fazer se descobrir que estas estão de fato presentes.

Você tem a certeza de que trabalha em um local seguro e saudável? Se produtos químicos perigosos ou toxinas estiverem presentes em seu ambiente de trabalho, seu empregador é obrigado por lei a fornecer informações sobre

essas toxinas. Muitas vezes, a informação sobre estas toxinas é fornecida no que são conhecidas como "folhas de dados de segurança de materiais" (MSDS). Uma MSDS foi projetada para fornecer aos trabalhadores e pessoal de emergência os procedimentos adequados para manipulação de uma substância específica.

As MSDS incluem informações, tais como dados físicos, toxicidade, efeitos para a saúde, primeiros socorros, reatividade, armazenamento, eliminação, equipamentos de proteção, cuidados com derramamentos e vazamentos.

Seu empregador pode ter MSDS de produtos químicos específicos, bem como MSDS de produtos que contenham produtos químicos perigosos.

O que fazer se as toxinas estão presentes? Existem várias coisas que você pode fazer para prevenir ou reduzir sua exposição a toxinas. A seguir, são apresentadas algumas das possibilidades para prevenir ou reduzir a sua exposição a agentes tóxicos:

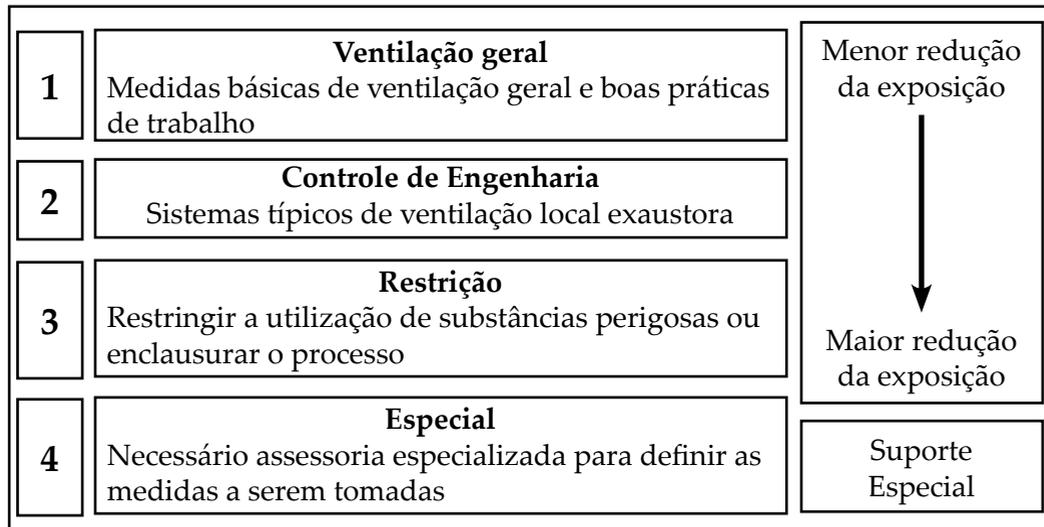
- **Substituição:** o risco de lesão ou doença pode ser reduzido pela substituição de um processo, material ou equipamento existente com um item similar, menos perigoso.
- **Isolamento:** os perigos são controlados por isolamento. Exemplos incluem protetores de máquinas, isolamento elétrico, contenção acústica e equipamentos controlados remotamente.
- **Ventilação:** o controle de uma substância aérea potencialmente perigosa por ventilação pode ser realizado por um ou dois métodos: diluir a concentração da substância misturando-a com ar não contaminado, ou capturando e removendo a substância em sua fonte ou ponto de geração.
- **Controle administrativo:** as práticas operacionais podem ser alteradas para reduzir a exposição de indivíduos a perigos químicos. Essas práticas podem levar o acesso limitado a áreas de alto risco, programas de manutenção preventiva para reduzir o potencial de vazamento de substâncias perigosas.
- **Equipamento de proteção pessoal:** o uso de um ventilador pessoal, máscara ou vestuário de proteção pode reduzir a exposição a toxinas.



O que você pode fazer para garantir a sua segurança e a segurança dos seus colaboradores? Certifique-se de estar ciente de potenciais toxinas em seu ambiente de trabalho. Pergunte ao seu empregador sobre as fichas de segurança dos produtos químicos (MSDS), procure etiquetas de aviso de potenciais perigos e, se você descobrir toxinas, tome medidas preventivas para reduzir ou eliminar a sua exposição. Se você acredita que já esteve exposto a uma toxina, deve procurar assistência médica imediatamente.

Os números de 1 a 4, apresentados na figura a seguir, indicam quatro diferentes níveis de ação e controle que podem ser implementados no local de trabalho para prevenir ou minimizar a exposição a agentes químicos.

FIGURA 17 – POSSIBILIDADES PARA PREVENIR OU REDUZIR A SUA EXPOSIÇÃO A AGENTES TÓXICOS



FONTE: Ribeiro, Filho e Riederer (2007)

O que você pode fazer para garantir a sua segurança e a segurança dos seus colaboradores? Certifique-se de estar ciente de potenciais toxinas em seu ambiente de trabalho. Pergunte ao seu empregador sobre as fichas de segurança dos produtos químicos (MSDS), procure etiquetas de aviso de potenciais perigos e, se você descobrir toxinas, tome medidas preventivas para reduzir ou eliminar a sua exposição. Se você acredita que já esteve exposto a uma toxina, deve procurar assistência médica imediatamente.

O quadro a seguir apresenta uma lista de substâncias proibidas de uso industrial e seus possíveis substitutos:

QUADRO 11 – LISTA DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PROIBIDAS DE USO INDUSTRIAL

Substância	Aplicação	Impactos	Substitutivos
Corantes azoicos	Aplicação industrial para produção de tintas, corantes e pigmentos, principalmente em artigos têxteis e de couro curtido.	No ser humano: pode causar irritação da pele e de vias respiratórias. Substância cancerígena. No meio ambiente: acumula-se em níveis tróficos da cadeia alimentar, podendo causar a morte de organismos vivos. Altamente solúvel em água e de difícil remoção em tratamentos de efluentes.	Fazer uso de corantes de baixa toxicidade, como os corantes naturais, acridina, azina e oxazina.
Mercúrio e seus compostos	Aplicação industrial em instrumentação (automação), equipamentos eletrônicos e lâmpadas fluorescentes, conservante de madeira (anti-incrustante).	No ser humano: pode causar problemas no sistema nervoso central, irritação na pele, olhos e vias respiratórias. Substância cancerígena. No meio ambiente: acumula-se em níveis tróficos da cadeia alimentar, podendo causar a morte de organismos vivos.	Termômetros elétricos, baterias de magnésio alcalino, baterias de lítio.
Chumbo	Baterias, equipamentos elétricos e eletrônicos. Aditivo para gasolina para melhorar a octanagem. Aplicação industrial, principalmente em caldeiraria. Pintura naval.	No ser humano: pode causar alterações no sistema nervoso central, hipertensão e diminuição da fertilidade. Substância cancerígena. No meio ambiente: acumula-se em níveis tróficos da cadeia alimentar, podendo causar a morte de organismos vivos.	Usar de baterias lead-free (livres de chumbo, como baterias de lítio). Como aditivo de gasolina, utilizar álcool etílico.

Substância	Aplicação	Impactos	Substitutivos
Isobutano	Refrigeração industrial.	No ser humano: pode ser irritante para a pele, agir como asfixiante e causar inconsciência. Possível cancerígeno humano. No meio ambiente: riscos de explosão e combustão em sistemas de refrigeração.	Uso de sistemas de refrigeração priorizados na seguinte ordem: sistemas com CO ₂ , sistemas com amônia e sistemas com isobutano.

<p>Diisodecil ftalato (DIDP) Diisononil ftalato (DINP) Di-n-octilo ftalato (DNOP)</p>	<p>Aplicação industrial, utilizada como aditivo na fabricação de plásticos, adesivos, selantes e tintas.</p>	<p>No ser humano: pode causar anormalidade no sistema reprodutivo. Substância potencialmente cancerígena. No meio ambiente: as fontes de contaminação são as emissões atmosféricas, efluentes aquosos e despejos sólidos de plantas industriais, que causam danos ao meio ambiente e aos organismos vivos.</p>	<p>Plásticos de baixa toxicidade, como GTE e ASE.</p>
<p>Benzeno</p>	<p>Solvente industrial para tintas, colas e vernizes. Matéria-prima para obtenção do náilon e do isopor.</p>	<p>No ser humano: pode causar danos na medula óssea, provocando anemia e danos ao sistema imunológico. Substância cancerígena. No meio ambiente: em caso de contaminação dos corpos hídricos. A queima pode produzir CO₂, CO, vapores do produto não queimado e materiais particulados, além de outras substâncias perigosas.</p>	<p>Empregar solventes orgânicos que não sejam oriundos de hidrocarbonetos, tais como álcoois e cetonas.</p>

FONTE: Disponível em: <<http://portaldesuprimentos.rio2016.com/wp-content/uploads/2013/07/Rio-2016-Guia-sobre-Subst%C3%A2ncias-e-Materiais-Nocivos.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

LEITURA COMPLEMENTAR

EFEITOS DOS METAIS PESADOS NA SAÚDE HUMANA

Os metais pesados são utilizados pelos seres humanos há milhares de anos. Apesar de vários efeitos adversos dos metais pesados para a saúde serem conhecidos há muito tempo, a exposição contínua aos metais pesados, havendo mesmo um aumento em algumas partes do mundo, em especial nos países menos desenvolvidos, embora as emissões tenham diminuído nos países mais desenvolvidos nos últimos 100 anos. Os metais pesados são metais individuais e compostos metálicos que podem impactar a saúde humana. Nove dos metais pesados mais comuns são: arsênio, bário, cádmio, cromo, chumbo, mercúrio, selênio, alumínio e prata.

Estas são substâncias naturais que estão, muitas vezes, presentes no ambiente em níveis baixos. Em quantidades maiores, porém podem ser perigosas. Geralmente, os seres humanos estão expostos a estes metais por ingestão ou inalação. Trabalhar ou viver perto de um local industrial que utiliza estes metais e seus compostos aumentam os riscos de exposição, assim como viver perto de um local onde esses metais tenham sido imprópriamente descartados. Estilos de vida de subsistência também podem impor riscos mais elevados de exposição e impactos sobre a saúde por causa das atividades de caça e coleta de materiais recicláveis.

Alguns autores definem os metais pesados como metais de alta densidade. Outros os definem como metais de número atômico médio a alto e tóxicos em baixas concentrações, que se acumulam no ambiente em níveis que interrompem o crescimento das plantas e afetam a vida animal. Há ainda aqueles autores que os enquadram com peso atômico superior a 20 e com propriedades metálicas. A contaminação por metais pesados representa um enorme risco à saúde pública, pois são difíceis de serem eliminados e se acumulam no organismo. De acordo com Batista e Venâncio (2003), no passado, era frequente a contaminação com metais pesados devido ao contato dos alimentos com materiais de equipamentos como o cobre e chumbo das canalizações ou soldas, materiais de embalagens e ainda por incorporação de água contaminada aos alimentos.

Uma notícia que deve causar apreensão nas mulheres: pesquisadores da Universidade da Califórnia, na Escola de Saúde Pública de Berkeley, detectaram presença de chumbo, cromo alumínio e outros cinco metais em 32 tipos de batons e gloss. Os produtos em questão são os mais encontrados em farmácias e lojas de departamento dos Estados Unidos e podem causar sérios danos à saúde.

Sintomas da intoxicação por metal pesado

Chumbo: como resultado das atividades humanas, tais como queima de combustíveis fósseis, mineração e fabricação, chumbo e compostos de chumbo

podem ser encontrados em todas as partes do nosso ambiente. Isso inclui ar, solo e água. O chumbo é utilizado de muitas maneiras diferentes. É usado para produzir baterias, munições, produtos de metal como solda e tubagens, e os dispositivos de blindagem de raio-x. O chumbo é um metal altamente tóxico e, como um resultado das preocupações relacionadas com a saúde, a sua utilização em vários produtos como gasolina, tintas e solda de tubulação, foi drasticamente reduzida nos últimos anos. Hoje em dia, a fonte mais comum de exposição ao chumbo nos Estados Unidos são tintas à base de chumbo e possivelmente, tubos de água em casas mais velhas, o solo contaminado, poeira doméstica, bebendo água, chumbo em cosméticos, brinquedos e cerâmicas vitrificadas. A doença causada pela intoxicação por chumbo é denominada saturnismo e afeta milhões de pessoas em todo o mundo, além de outras espécies, como as aves.

A absorção de chumbo pode induzir à redução do desenvolvimento cognitivo e do desempenho intelectual das crianças e aumentar a pressão sanguínea e as doenças cardiovasculares nos adultos. A população em geral é exposta ao chumbo a partir do ar e alimentos, em proporções aproximadamente iguais. Durante o último século, as emissões de chumbo no ar ambiente causaram poluição considerável, principalmente devido a emissões de chumbo da gasolina.

Uma pessoa pode ficar exposta a quantidades relativamente grandes de chumbo nas seguintes situações:

- Engolindo reiteradamente pedacinhos de pintura que contenham chumbo.
- Permitindo que um objeto metálico de chumbo, como uma bala, um peso de cortina, um peso dos que se usam para pescar ou apanhar pássaros, permaneça no estômago ou numa articulação, em que o chumbo se dissolve lentamente.
- Consumindo bebidas ou refeições ácidas (frutas, sumos de fruta, refrescos de cola, tomate, sumo de tomate, vinho, sidra) contaminadas por permanecerem armazenadas de forma inadequada em artigos de cerâmica revestidos de chumbo.
- Queimando madeira pintada com chumbo ou toros na lareira de casa ou em estufas.
- Tomando medicamentos que contenham compostos de chumbo.
- Utilizando artigos de cerâmica revestidos de chumbo ou vidro com chumbo para guardar ou servir comida.
- Bebendo *whisky* ou vinho destilado em casa ou de contrabando que esteja contaminado com chumbo.
- Inalando gases de gasolina com chumbo.
- Expondo-se a trabalhos relacionados com fontes de chumbo sem estar protegidos com respiradores, ventilação adequada ou aparelhos que eliminam o pó. A exposição a pequenas quantidades, principalmente de pó e terra contaminados com chumbo, pode aumentar os valores de chumbo em crianças e exigir tratamento, embora não existam sintomas.

Métodos de análise utilizados

Alguns autores utilizam metodologias e materiais distintos para análise de metais pesados. Segundo alguns, o cabelo é um “dosímetro biológico”, “filamento de registro” ou “espelho do ambiente” onde o indivíduo foi exposto. Isto porque se houver considerável exposição a determinado elemento químico ou droga, por contaminação externa ou através da ingestão, após certo período a substância estará presente no cabelo.

A dosagem de metal pesado também pode ser realizada em exame de urina utilizando DMSA

Dosagens de metais pesados nos alimentos também têm sido realizadas. Em um estudo para determinação de metais pesados em leite pasteurizado no estado de Goiás, a média geral obtida para o cádmio foi 0,0482 mg/L e para o chumbo foi de 0,238 mg/L, superior ao limite máximo de resíduos de 0,05mg/L para leite fluido. Quanto aos teores de cádmio e chumbo, o limite máximo de resíduos aceitos pelo MERCOSUL é 0,05 mg/L. Considerando os níveis médios de chumbo, pode-se concluir que o leite produzido na região apresenta risco de promover intoxicações a médio e longo prazo.

FONTE: Disponível em: <<http://www.robertofrancodoamaral.com.br/blog/efeitos-dos-metais-pesados-na-saude-humana/>>. Acesso em: 27 set. 2017.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você viu que:

- Inúmeras são as substâncias existentes nas indústrias que podem apresentar algum efeito tóxico.
- Que os procedimentos e critérios para análise e avaliação dos agentes químicos podem variar de acordo com a sua classificação.
- Cada produto tem suas próprias características químicas como: solubilidade, pH, concentração, propriedades de alerta (com ou sem odor, por exemplo), estado físico, volatilidade, reatividade e níveis de toxicidade.
- Devido às diferentes características dos agentes químicos, estes podem agir de modo diferenciado em diversos órgãos do organismo, variando de acordo com via de penetração e o tempo de exposição.
- Para obter informações de segurança sobre os produtos químicos você poderá utilizar a ficha de informações FISPQ.
- Devido ao número de substâncias a que estamos expostos estas podem interagir entre si e esta interação pode ocorrer durante a fase de exposição, toxicocinética ou toxicodinâmica.
- Os tipos de efeitos que as substâncias podem apresentar quando estas interagem umas com as outras são: antagonismo, sinergismo, independente, adição e potenciação.
- Controlar as exposições a perigos químicos e substâncias tóxicas é o método fundamental para proteger os trabalhadores.
- Os principais meios utilizados para reduzir a exposição dos funcionários aos produtos químicos tóxicos são a proteção respiratória, a eliminação ou a substituição de produtos tóxicos (quando possível).
- Seu empregador é obrigado por lei a fornecer informações sobre essas substâncias tóxicas. Estas informações são fornecidas no que são conhecidas como "folhas de dados de segurança de materiais" (MSDS).
- As MSDS incluem informações, tais como dados físicos, toxicidade, efeitos para a saúde, primeiros socorros, reatividade, armazenamento, eliminação, equipamentos de proteção, cuidados com derramamentos e vazamentos.

- Algumas das possibilidades para prevenir ou reduzir a sua exposição a agentes tóxicos são: substituição, isolamento, ventilação, controle administrativo e equipamento de proteção pessoal.
- O diagnóstico de reconhecimento tem por objetivo identificar fatores de risco, real ou potencial, nos locais de trabalho.
- A metodologia para o reconhecimento de riscos deve incluir: estudo inicial; visita ao local de trabalho para observações detalhadas, análise dos dados obtidos.



- 1 Considere uma atmosfera com a seguinte mistura de contaminantes: 50 ppm de tolueno (LT = 78 ppm); 40 ppm de xileno (LT = 78 ppm); 25 ppm de 1,1,1 tricloroetano (LT = 275 ppm). Com estes dados, avalie se o limite de tolerância foi ultrapassado.

- 2 A FISPQ fornece informação sobre diversos aspectos dos produtos químicos. Elas não podem ser consideradas “FISPQ” quando não forem elaboradas em conformidade integral com a Norma Técnica NBR-14.725 da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. Com relação à Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ, é correto afirmar que:
 - a) () A FISPQ (Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos) é um documento que contém informações sobre misturas e substâncias químicas que possui informações quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.
 - b) () A FISPQ é um meio de o fornecedor transferir informações essenciais sobre os perigos de um produto químico não incluindo informações sobre o transporte, manuseio, armazenagem e ações de emergência.
 - c) () A FISPQ fornece informações importantes sobre a fabricação dos produtos químicos.
 - d) () A FISPQ é um documento com informações técnicas sobre a comercialização de produtos químicos perigosos.

- 3 De acordo com Peixoto e Ferreira (2013, p. 58), “quando nos ambientes existir uma exposição na qual misturas de contaminantes estão presentes e a interação entre essas substâncias envolvidas produz um efeito aditivo (mesmo mecanismo de ação), o efeito total sobre o trabalhador será a soma dos efeitos das substâncias individuais”. Com relação aos efeitos combinados de agentes químicos, analise as sentenças a seguir:

FUNTE: PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. Higiene ocupacional III – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. Rede e-Tec Brasil, 2013.

 - I- O termo interação entre substâncias químicas é utilizado todas as vezes quando uma substância altera o efeito da outra.
 - II- A interação pode ocorrer durante a fase de exposição toxicocinética ou toxicodinâmica.
 - III- Existem alguns tipos de efeitos que as substâncias podem apresentar quando estas interagem umas com as outras. Estes efeitos são: antagonismo, sinergismo, independente, adição e potenciação.
 - IV- Um efeito antagônico ocorre quando o efeito combinado de dois produtos químicos é maior do que a soma de cada produto químico individual.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () I, II, III e IV estão corretas.
- b) () I, II, III estão corretas.
- c) () I, II, e IV estão corretas.
- d) () II, III e IV estão corretas.

4 A respeito das substâncias químicas proibidas na indústria, relacione a Coluna 1 na qual se encontram algumas das principais substâncias químicas com a Coluna 2, que define seus possíveis substitutos:

Coluna 1	Coluna 2
I- Diisodecil ftalato (DIDP) Diisononil ftalato (DINP) Di-n-octilo ftalato (DNOP)	() Pode ser substituído por acridina, azina e oxazina.
II- Benzeno	() Usar baterias <i>lead-free</i> (livres de chumbo, como baterias de lítio). Como aditivo de gasolina, utilizar álcool etílico.
III- Chumbo	() Empregar solventes orgânicos que não sejam oriundos de hidrocarbonetos, tais como álcoois e cetonas.
IV- Corantes azoicos	() Plásticos de baixa toxicidade, como GTE e ASE.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) () III, IV, II e I.
- b) () II, III, IV e I.
- c) () II, III, I e IV.
- d) () IV, III, II e I.



DIAGNÓSTICO DE RECONHECIMENTO

1 INTRODUÇÃO

Segundo Goelzer (s.d., p. 1), “o trabalho é indispensável para o indivíduo, para a sociedade e para o desenvolvimento dos países. Atividades humanas indispensáveis como a agricultura, a extração de minerais, produção de energia, transporte e outros serviços estão frequentemente associadas com a ocorrência de agentes ou fatores que podem oferecer riscos para a saúde”.

De acordo com Peixoto e Ferreira (2012, p. 19), o diagnóstico de reconhecimento tem como objetivo:

Identificar os diversos fatores ambientais relacionados aos processos de trabalho, suas características intrínsecas (etapas, subprodutos, rejeitos, produtos finais, insumos) e compreender a natureza e extensão de seus efeitos no organismo dos trabalhadores e/ou meio ambiente. Analisa as diferentes operações e processos, identificando a presença de agentes físicos, químicos, biológicos e/ou ergonômicos que possam prejudicar a saúde do trabalhador, estimando o grau de risco.

O reconhecimento adequado dos riscos permite um levantamento preliminar qualitativo dos riscos ocupacionais. O PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – NR 09), o Mapa de Riscos Ambientais (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – NR 05) e técnicas de análise de riscos industriais são importantes ferramentas de informação nessa etapa (PEIXOTO; FERREIRA, 2012).

De acordo com Goelzer (s.d., p. 9):

A fim de que nenhum risco seja negligenciado durante a visita ao local de trabalho, é necessário um estudo prévio sobre as tecnologias e processos de trabalho em questão, operações, equipamentos e máquinas, matérias-primas, substâncias químicas utilizadas, produtos, eventuais subprodutos e resíduos. Devem ser investigadas as possibilidades de uso, formação e dispersão de agentes ou fatores nocivos associados aos diferentes processos de trabalho, bem como seus possíveis efeitos sobre a saúde. Isto requer conhecimentos, experiência e acesso à informação.

2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA EXPOSIÇÃO

De acordo com Peixoto e Ferreira (2012, p. 28),

as avaliações têm por objetivo avaliar os riscos para constatar sua presença (em caso de dúvida) e chegar a conclusões quanto a sua magnitude. A avaliação pode ser qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa. As avaliações qualitativas são baseadas em observação, experiências anteriores ou modelos. As avaliações quantitativas são baseadas, em geral, na comparação de resultados de medições com valores limites de exposição ocupacional recomendado e/ou legalmente adotados. Inclusive, quando riscos sérios para a saúde são óbvios e evidentes, a recomendação de medidas preventivas deve ser imediata, mesmo antes de ser feita uma avaliação quantitativa de risco.

2.1 AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Segundo Ribeiro, Filho e Riederer (2011, p. 15), “a avaliação qualitativa da exposição a agentes químicos é realizada por uma série de classificações que, por sua vez, são baseadas em informações como tipo de substância, seus efeitos à saúde e como é utilizada no local de trabalho”.

De acordo com Ferreira e Peixoto (2012, p. 28), “o estudo qualitativo é o estudo prévio das condições de trabalho, visando coletar o maior número possível de informações e dados necessários, das condições relacionadas aos trabalhadores e ambientes, a fim de fixarem-se as diretrizes do levantamento quantitativo”.

O reconhecimento qualitativo inclui:

- a) estudos da planta atualizada do local;
- b) estudo do fluxograma dos processos, dos agentes presentes;
- c) número de trabalhadores, dos horários de trabalho, das atividades realizadas, das movimentações de trabalhadores e materiais;
- d) levantamento das matérias-primas, dos equipamentos e processos, dos ritmos de produção, das condições ambientais, do tipo de iluminação e estado das luminárias;
- e) identificação dos riscos e ponto de origem da dispersão;
- f) uso de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos trabalhadores, da existência ou não de equipamentos de proteção coletiva (EPC), do estado em que se encontram os equipamentos, dentre outros.

De acordo com Silva (2009 apud MATOS, 2012, p. 40), “é muito importante que a análise qualitativa dos agentes químicos seja efetuada a partir da avaliação da composição dos produtos utilizados na respectiva FISPQ e da pesquisa dos efeitos na saúde humana para cada um dos componentes, através da análise das

fichas toxicológicas disponíveis”. “Esta análise deve ser efetuada tendo em conta cada trabalhador exposto e cada produto manuseado, uma vez que, com esta análise se podem obter informações como o efeito aditivo, efeito independente, partes do corpo afetadas pela substância, entre outros” (SILVA, 2009 apud MATOS, 2012, p. 40).

Segundo Lima e Matias (s. d., p. 7):

esse levantamento é necessário para estabelecer a forma correta de proceder ao levantamento quantitativo. É importante o assessoramento de um profissional que esteja familiarizado com os processos, métodos de trabalho e demais atividades realizadas normalmente, a fim de se obterem dados corretos e esclarecer as dúvidas que possam surgir durante o levantamento.

De acordo com Ferreira e Peixoto (2012, p. 28):

Essas informações devem ficar contidas em um documento técnico. Em algumas atividades, com riscos para a saúde conhecidos, a ação preventiva é óbvia e deve ser tomada de imediato, sem a necessidade de levantamento quantitativo prévio, como por exemplo, os trabalhos na fabricação e manipulação de compostos orgânicos de mercúrio.

2.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA

Segundo Peixoto e Ferreira (2012, p. 29):

Com base na avaliação qualitativa, que deve representar as condições reais nas quais se encontra o ambiente de trabalho (representatividade), dimensionam-se as estratégias de amostragem adequadas que fornecerão informações sobre os diferentes agentes agressivos presentes nos locais, ou seja, a intensidade dos agentes físicos ou a concentração dos agentes químicos existentes no local analisado. Uma vez realizado o levantamento qualitativo, estão reunidas as condições necessárias para traçar os planos de controle das exposições. A avaliação quantitativa fornece valores para o dimensionamento das medidas de controle que, uma vez adotadas, devem passar por um novo levantamento quantitativo para se verificar a eficácia das medidas implantadas.

3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS

Segundo Barbosa, Matos e Santos (2010, p. 570), “um dos requisitos obrigatórios referidos na legislação é a avaliação da exposição profissional dos trabalhadores aos agentes químicos no ambiente de trabalho. Medir a concentração dos agentes químicos e comparar com os valores limite de exposição (VLE) estabelecidos é uma das formas para se proceder a essa avaliação”.

Os processos industriais são muito diversificados, assim como os agentes químicos que podem estar presentes no ar ambiente ocupacional. O problema para os técnicos que irão fazer as amostragens e conduzir a análise posterior reside nesta diversidade de processos e agentes químicos (BARBOSA; MATOS; SANTOS, 2010, p. 570).

De acordo com Almeida et al. (2016, p. 30), é de responsabilidade dos empregadores quantificar a exposição dos trabalhadores a produtos químicos perigosos para garantir a sua segurança e saúde. Devem assegurar que os trabalhadores não estão expostos acima dos valores limite de exposição ou outros valores de exposição para avaliação e controle do ambiente de trabalho. Para um controle adequado do ambiente de trabalho, a avaliação da exposição dos trabalhadores a produtos perigosos deve basear-se em resultados de medição e análise.

3.1 AS UNIDADES DE MEDIDA

Segundo Ferreira e Peixoto (2012, p. 61), “é importante você ter o conhecimento das unidades de concentração que são usadas para quantificar os agentes químicos no ambiente contaminado”.

As unidades mais comumente utilizadas para quantificar a concentração dos agentes químicos são as seguintes, segundo Peixoto e Ferreira (2012, p. 61):

- a) **ppm (partes por milhão)**: esta unidade é empregada, comumente, para representar a concentração de gases e vapores. Quando a concentração de um agente químico for de 1 (um) ppm, significa que existe uma parte, em volume, deste agente que está junto a um milhão de partes, em volume, de ar contaminado.
- b) **mg/m³ (miligrama por metro cúbico)**: unidade normalmente empregada para representar a quantidade de aerodispersóides. Quando temos, por exemplo, a concentração de 1 mg/m³ de um agente químico, significa que existe uma miligrama deste produto em um metro cúbico de ar.
- c) **% em volume** – não é uma unidade, porém usa-se para representar a quantidade de gás ou vapor na forma de volume que está acompanhando o ar contaminado.

Dependendo do meio adotado para a amostragem e análise, de forma como são expressos os resultados e da unidade de medida adotada como padrão para comparação com os limites de exposição, eventualmente, é necessário fazer a conversão para a unidade de referência.

3.2 COLETA DAS AMOSTRAS

De acordo com Peixoto e Ferreira (2013, p. 27), “o objetivo básico de uma amostragem de agente químico é obter uma amostra do contaminante presente no ambiente de trabalho para quantificar a exposição. Para um dimensionamento

correto da amostragem de agentes químicos, alguns parâmetros deverão ser considerados”. Dentre os mais importantes podemos citar:

- o ponto ou o trabalhador em que a amostra é coletada deve ser representativo da exposição do grupo de trabalhadores daquela função/atividade (KLOCZKO, 2014, p. 34);
- o amostrador deve ser colocado na região representativa da via de absorção, dentro de uma esfera imaginária com 30 cm de raio, com centro no nariz e/ou boca da pessoa, para agentes absorvidos pelas vias respiratórias/digestiva; junto à pele, nos pontos esperados de contato, para agentes absorvidos por esta via (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1995 apud KLOCZKO, 2014, p. 25);
- cada amostra deve ser identificada antes ou logo após a amostragem com um código, preferencialmente alfanumérico, de forma que possa ser rastreada no laboratório e nos cálculos finais de concentração, após a análise (KLOCZKO, 2014, p. 1238);
- para cada amostra deve ser criada uma folha de campo com os dados do local e função avaliadas, datas e dados de calibragem, amostragem, pressão atmosférica e temperatura no local da amostragem, número do equipamento de amostragem e da amostra e demais dados que forem relevantes para futuras análises. Após a análise, a folha de campo deve ser complementada com os dados do certificado e cálculo dos resultados (KLOCZKO, 2014, p. 1238). A Figura 18 apresenta um modelo de folha de campo.

FIGURA 18 – EXEMPLO DE UMA FOLHA DE CAMPO

CONTROLE DE AMOSTRAGEM					
EMPRESA : (nome)			LOCAL : (cidade)		
DATAS : CALIBRAGEM: 16/10/02 AMOSTRAGEM: 16/10/02 AFERIÇÃO: 17/10/02					
BOMBA	MARCA/MODELO : ALPHA 1		CÓDIGO: A	CARGA: TOTAL	
LOCAL MONITORADO : TRATOR VALMET 128 CABINE ABERTA - REBOQUE DE TRANSBORDO					
AGENTE AMOSTRADO : POEIRA MINERAL RESPIRÁVEL					
CÓDIGO AMOSTRA: DA 4689		MONITORAMENTO: PESSOAL			
TEMPO DE AMOSTRAGEM (minuto) :	239	VAZÃO DE AMOSTRAGEM(lpm) :		1,788	
CONDIÇÕES LOCAL-	DO TEMP.(°C)	33	PRESSÃO (mmHg)	680	
VOLUME AMOSTRADO 427,332 (ltrs):					
DADOS DO CONTAMINANTE E CONCENTRAÇÕES ENCONTRADAS					
NÚMERO DO CERTIFICADO	POEIRA RESPIRÁVEL		SÍLICA		LIMITE DE TOLERÂNCIA (MG/M ³)
	MASSA (MG)	CONCENTR. (MG/M ³)	MASSA (MG)	PORCENTAGEM	
193191196	0,36	0,84	0,0157	4,36	1,25
CALIBRAGEM E AFERIÇÃO					
CALIBRAGEM			AFERIÇÃO		
TEMPO 1	13,80		TEMPO 1	13,82	
TEMPO 2	13,85		TEMPO 2	13,88	
TEMPO 3	13,88		TEMPO 3	13,88	
TEMPO 4	13,82		TEMPO 4	13,85	
TEMPO 5	13,88		TEMPO 5	13,90	
TOTAL(seg)	69,23		TOTAL(seg)	69,33	
MÉDIA(seg)	13,85		MÉDIA(seg)	13,87	
V.TUBO(cc)	400		V.TUBO(cc)	400	
VAZÃO(lpm)	1,732		VAZÃO(lpm)	1,730	
TEMP.(°C)	24				
PR.(mmHg)	682	VAZÃO MÉDIA(lpm): 1,731			
VARIÇÃO ENTRE CALIBRAGEM E AFERIÇÃO (%)			0,11		

NOTA: Os campos referentes aos resultados de análise, concentração e limite de tolerância, que aparecem preenchidos acima, na verdade são completados após o envio do certificado da análise pelo laboratório.

FONTE: Disponível em: <http://www.isegnet.com.br/siteedit/arquivos/ST-1-1-Avl-agentes-amb-quim-e-fis-OK_protegido.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

3.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE AGENTES QUÍMICOS NO AMBIENTE LABORAL

De acordo com a Organización Ibero Americana de Seguridad Social (OISS, 2016), os agentes químicos que por suas características necessitam para sua quantificação a realização de uma amostragem, esta deve ser enviada para laboratórios de análise credenciados para sua avaliação qualitativa e quantitativa. Cada poluente, de acordo com sua natureza, tem seu próprio método de análise, que determinará o valor exato em que está presente em uma determinada posição ou área de trabalho.

Alguns dos métodos analíticos para determinação de poluentes químicos são:

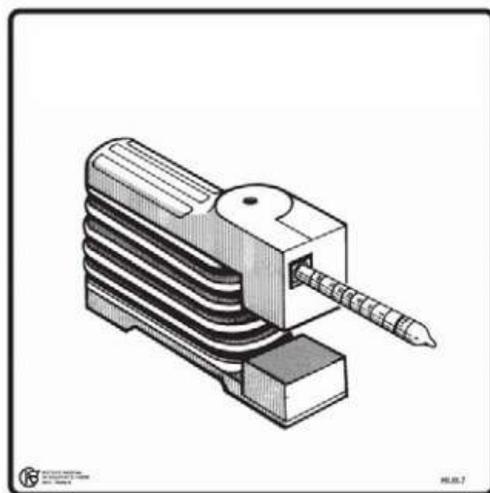
- a) **Titulação:** de acordo com Kloczko (2014, p. 38), “partindo-se de uma solução com pH conhecido e fazendo-se a leitura após a amostragem determina-se a massa ou volume do contaminante, pela alteração no valor do pH e comparação com a curva de calibração do medidor”.
- b) **Gravimetria:** segundo Kloczko (2014, p. 38), “pesa-se o amostrador antes e depois da amostragem e comparam-se os valores de massa, sendo a diferença entre as pesagens a massa de contaminante”.
- c) **Espectrofotometria de infravermelho, ultravioleta e/ou luz visível:** baseia-se em fenômenos de medição e interpretação de espectroscopia de absorção, dispersão ou emissão de radiação eletromagnética. Os principais poluentes determinados por essas técnicas são: metais pesados, sílica, amônia, cloro, óxidos de enxofre ou nitrogênio (AEDHE, 2008).
- d) **Difração de Rx:** segundo Ribeiro (2012, p. 16), “prepara-se a amostra e faz-se a leitura da difração do raio X que incide no material da amostra. O resultado da difração é proporcional à quantidade de contaminante contido na amostra”.
- e) **Espectrofotometria de absorção atômica:** prepara-se a amostra e faz-se a leitura da característica do espectro de radiação do material contido na amostra. O resultado é obtido pela característica do espectro, que identifica a substância em si, e pela variação do espectro, se determina a quantidade. A massa ou volume contido na amostra é determinado pela comparação do espectro obtido na análise com a curva de calibração (KLOCZKO, 2014, p. 39). Esta técnica é mais utilizada na determinação de metais.
- f) **Cromatografia gasosa:** a cromatografia é baseada na separação de componentes distribuídos em duas fases, uma estacionária e a outra móvel. Os contaminantes mais comuns determinados por esta técnica são: hidrocarbonetos, álcoois, ésteres, cetonas, éteres, derivados halogenados, pesticidas (AEDHE, 2008).
- g) **Testes colorimétricos:** “o uso de teste de cor talvez seja a forma de análise mais comum e utilizada para se determinar a presença de certa substância em uma amostra, se tratando unicamente de uma técnica qualitativa. Devido ao baixo custo de reagentes, fácil reprodução, a qual por uma reação química simples revela resultados que podem ser interpretadas a olho nu” (MOTA; DI VITTA, s.d., p. 5).

3.3.1 Utilização de tubos colorimétricos para detecção de gases

Os tubos detectores colorimétricos têm sido a metodologia escolhida para a detecção de substâncias tóxicas no ar. Os tubos colorimétricos são amplamente utilizados devido a sua simplicidade, fácil manuseio e ter uma ampla gama de possibilidades. Eles são tubos de vidro preenchidos de material poroso (sólido granulado, como grãos de sílica gel ou óxido de alumínio) impregnados com uma substância química reativa que fornece uma mancha de uma cor característica. O ar contaminado circula através de uma bomba. O comprimento da mancha gerada indica a concentração de contaminantes de acordo com o volume de ar amostrado. Na parede do tubo tem uma escala impressa (em ppm, mg/m³ ou % volume) para um determinado volume de ar amostrado, o avanço da zona colorida ou do leito adsorvente indica a medida da concentração. Este método é simples, de baixo custo, e sua versatilidade permite quantificar mais de 350 agentes químicos (AEDHE, 2008).

A Figura 19 apresenta a técnica de análise através do tubo colorimétrico com bomba de aspiração manual:

FIGURA 19 – TUBO COLORIMÉTRICO COM BOMBA DE ASPIRAÇÃO MANUAL



FONTE: Disponível em: <<http://www.inpahu.edu.co/biblioteca/imagenes/libros/Riesgos.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

3.3.2 Métodos de análise de poeiras ocupacionais

Poeira pode ser definida como a dispersão de partículas sólidas no meio ambiente. Quando essas partículas são maiores, chamamos de fibras. A exposição ao pó no local de trabalho é um problema que afeta diversos setores como: mineração, fundição, pedreiras, têxteis, padarias, agricultura etc.

Existem casos de doenças respiratórias (asma, bronquite crônica, enfisema pulmonar) em que a exposição ocupacional ao pó desempenha um papel importante e, no entanto, são consideradas doenças comuns.

Dependendo do tipo de partículas, os efeitos sobre a saúde podem ser mais ou menos graves. No entanto, não existem pós inofensivos; qualquer exposição à poeira representa um risco. Em geral, o pó provoca irritação do trato respiratório e, após exposição repetida, pode levar à bronquite crônica. Outros tipos de poeira causam doenças específicas (amianto, sílica, chumbo). Existem tipos de poeira que também podem ser explosivos em ambientes confinados (carvão, borracha, alumínio). Para conhecer o tipo de poeira, às vezes, é suficiente conhecer a composição do material que a origina. Outras vezes, a análise química de amostras de ar deve ser usada. O Quadro 12 apresenta alguns exemplos de normas para alguns agentes químicos.

QUADRO 12 – APLICAÇÃO DE EXEMPLOS DE NORMAS DE ENSAIO PARA ALGUNS AGENTES QUÍMICOS

Norma de ensaio	Tipo de filtro	Suporte do filtro	Caudal L/min.	Volume (L)	Nº de brancos	Método analítico	VLE-MP
NIOSH 0600	PVC 5 µm	Ciclone HD, nylon e alumínio	2,2 1,7 2,5	Min. 20 Máx. 400	2 a 10	Gravimetria	3 mg/m ³
NIOSH 0500	PVC 5 µm	Cassete	1 a 2	Mín.7 Max. 133	2 a 10	Gravimetria	10 mg/m ³
NIOSH 7300	PVC 5 µm ou MCE 0,8 µm	Cassete	1 a 4	Tabelado em função do agente	2 a 10	ICP- AES ou AAS	1,5 mg/m ³
NIOSH 7500	PVC 5 µm	Ciclone HD, nylon e alumínio	2,2 1,7 2,5	Mín.400 Máx.1000	2 a 10	DRX	0,025 mg/m ³

ICP – AES – Espectrometria de emissão óptica com acoplamento de plasma induzido; AAS – Espectrofotometria de absorção atômica; DRX – Difração de Raio X.

FONTE: Disponível em: <<http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/2687/1/34445.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2017.

As partículas mais pequenas são as mais perigosas: permanecem mais no ar e podem penetrar nos locais mais profundos dos brônquios. O maior risco, então, reside no pó que não é visto. Por isso geralmente não é medido na poeira atmosférica total, mas apenas o chamado "*Respirable dust*". "Poeira respirável" é a fração de poeira que pode penetrar nos alvéolos do pulmão. A Tabela 3 apresenta alguns tamanhos de partículas e a capacidade de penetração pulmonar.

TABELA 3 – TAMANHO DE PARTÍCULA VERSUS A CAPACIDADE DE PENETRAÇÃO PULMONAR

Tamanho das partículas	Capacidade de penetração pulmonar
≥ 50 micras	Não podem ser inaladas
10-50 micras	Retenção no nariz e garganta
≤5 micras	Penetram até os alvéolos pulmonares

1micra= 0,001mm

FONTE: Disponível em: <<http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

Alguns problemas relacionados às poeiras ocupacionais podem ser identificados sem medição: nuvens visíveis de poeira, poeira de máquinas ou instalações, acúmulo de poeira nos pisos ou paredes, operação imprópria de extratores etc. No entanto, para saber exatamente quanto há de poeira, é necessário coletar amostras de ar por filtros adequados. A fração respirável é separada e sua massa (em mg/m³) é medida por um método chamado gravimetria. A amostragem pode ser feita por meio de amostras pessoais (a pessoa carrega o aparelho com ela) ou por amostragem estacionária (aparelho fixo em um ponto). A Tabela 4 apresenta alguns tipos específicos de poeira e os os limites de exposição estabelecidos pela Segurança e Higiene no Trabalho.

TABELA 4 – TIPOS ESPECÍFICOS DE POEIRA E OS OS LIMITES DE EXPOSIÇÃO

Algodão		1,5 mg/m ³
Carbono		2,0 mg/m ³ (fração respirável)
Cimento Portland		10,0 mg/m ³ (pó total)
Fibras Minerais		1,0 fibras/cc
Madeira (pó)		5,0 mg/m ³ (pó total)
Mica		3,0 mg/m ³ (fração respirável)
Sílica Cristalina(*)	Cristobalita	0,05 g/m ³ (fração respirável)
	Quartzo	0,1 mg/m ³ (fração respirável)
Amianto (*)	Crocidólita	0,0 fibras/cc
	Crisólito	0,2 fibras/cc
	Outras variações	0,1 fibras/cc
Arsênico		0,1 mg/m ³
Talco		2,0 mg/m ³ (fração respirável)

(*) Por serem produtos suspeitos de serem cancerígenos, eles realmente não têm um limite seguro. Apenas as concentrações tão baixas quanto possível devem ser consideradas admissíveis. Algumas poeiras de madeira também são suspeitas de causar câncer.

FONTE: Disponível em: <<http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2017.

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS

Os métodos de medição para agentes químicos devem fornecer resultados confiáveis e válidos para que possam ser utilizados na avaliação da exposição e permitir a tomada de decisão correta no gerenciamento de risco por exposição a agentes químicos. A confiança nos resultados da medição exige a avaliação quantitativa de sua qualidade, o que, por sua vez, exige a avaliação da incerteza de medição. O destinatário dos resultados precisa da incerteza juntamente com o resultado para tomar decisões em comparação com os valores-limite de exposição a agentes químicos (ORTEGA; BENEITEZ; SAN JOSÉ, 2011).

Na análise dos resultados das amostras das avaliações ambientais deve-se ter em conta que existem erros em todas as etapas do processo que podem se acumular invalidando os resultados encontrados.

3.4.1 Identificação das Fontes de Incerteza

O procedimento para a determinação da incerteza implica primeiro em definir precisamente a magnitude da medida, a fim de identificar todas as fontes que contribuirão significativamente para a incerteza da medição. A magnitude a se medir é a concentração do agente químico no ar, expressa em unidades do valor limite ambiental, que em geral é calculado como o quociente entre a massa do agente químico e volume de ar amostrado. A concentração do agente químico é calculada de acordo com a equação 3, a seguir:

$$C_{ar} = \frac{m_s}{Q_d \times t_m} \quad (3)$$

Sendo:

m_s : a quantidade de agente químico na amostra, em mg.

Q_d : a taxa de difusão, em m^3 / min .

t_m : o tempo de amostragem, em min.

De acordo com o Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2000, p. 5):

Os resultados das análises realizadas pelo laboratório devem ser precisos, claros, inequívocos e apresentados como um relatório analítico, incluindo todas as informações solicitadas e necessárias para a interpretação dos resultados, bem como as informações necessárias sobre o método analítico ou procedimento utilizado.

No relatório analítico devem estar incluídas as seguintes informações:

- título (por exemplo, "Relatório de Análise de ...");
- nome e endereço do laboratório;
- nome e endereço do cliente;
- identificação do método utilizado;
- descrição inconfundível e identificação das amostras analisadas;
- data de recebimento da(s) amostra(s), que é fundamental para a validade e aplicação dos resultados, e a data ou datas de execução das análises;
- resultados das análises com, quando apropriado, unidades de medida;
- nome(s), função(ões) e assinatura(s) da(s) pessoa(s) autorizada(s) para assinar o relatório analítico.

Além dos requisitos listados, os relatórios devem incluir, quando necessário, a interpretação dos resultados o seguinte:

- desvios, adições ou exclusões do método analítico, e informações sobre condições específicas da análise, tais como condições ambientais;
- quando aplicável, uma declaração da incerteza estimada de medição.

LEITURA COMPLEMENTAR

Avaliação dos agentes químicos (Fumos Metálicos)

O objetivo da avaliação de um agente químico é a determinação da existência de riscos através da análise da concentração do agente em função do ciclo de trabalho, em que serão avaliados os vários aspectos que envolvem a caracterização da exposição.

O objetivo básico de uma amostragem de agente químico é obter uma amostra do contaminante presente no ambiente de trabalho para quantificar a exposição.

Como é feita a avaliação?

Um profissional técnico na área da Segurança do Trabalho com capacitação em Higiene Ocupacional irá realizar a Avaliação Ambiental no local de trabalho para quantificar a exposição da função diante ao Agente Específico (Fumos Metálicos).

O amostrador acompanha o trabalhador durante todo o período de Avaliação (4 horas de coleta), onde é colocado próximo à região respiratória.

Após a amostra coletada, esta será encaminhada para um laboratório químico, que se responsabilizará pela análise do agente quantificando se sua exposição está acima ou abaixo do limite de tolerância permitido pela legislação.

Os Limites de Tolerância (LT) ou Limites de Exposição Ocupacional (LEO) referem-se às concentrações ou intensidades dos agentes ambientais nas quais se acredita que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, sem sofrer efeitos adversos à saúde.

É importante ressaltar que, devido à suscetibilidade individual, uma pequena porcentagem de trabalhadores pode apresentar desconforto com relação a certas concentrações ou intensidades inferiores aos limites de exposição. Portanto, os limites de exposição são recomendações e devem ser utilizados como guias nas práticas de avaliação, não devendo ser considerados uma linha divisória entre concentrações seguras e perigosas. O correto é se manter as concentrações ou as intensidades de qualquer agente no nível mais baixo possível.

A NR 15 estabelece, em seus Anexos 11, 12 e 13, os valores limites da concentração do agente químico para os quais a maioria dos trabalhadores poderiam permanecer expostos a 8 horas diárias e 48 horas semanais durante toda a vida laboral, sem apresentar nenhum sintoma de doenças. Os valores apresentados especificam valores calculados em função da exposição média no tempo (média ponderada com um valor máximo especificado), valores teto, asfixiantes simples e indicação de absorção também pela pele.

Perante o resultado dessa avaliação, pode se dizer se o agente químico analisado de acordo com a exposição da função se contempla salubre ou insalubre para a atividade.

O relatório com o resultado da avaliação química (Fumos Metálicos) pode ser anexado com os documentos PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e ao LTCAT (Laudo Técnico das Condições Ambientais do Trabalho).

FONTE: Disponível em: <<http://www.dpsconsultoria.com.br/fumos-metalicos.html>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você viu que:

- O diagnóstico de reconhecimento tem por objetivo identificar fatores de risco, real ou potencial, nos locais de trabalho.
- O reconhecimento adequado dos riscos permite um levantamento preliminar qualitativo dos riscos ocupacionais.
- A avaliação de agentes químicos presentes no ambiente de trabalho pode ser qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa.
- As avaliações qualitativas são baseadas em observação, experiências anteriores ou modelos.
- As avaliações quantitativas são baseadas, em geral, na comparação de resultados das medições com valores limites de exposição ocupacional recomendados.
- Medir a concentração dos agentes químicos e comparar com os valores limite de exposição (VLE) estabelecidos é uma das formas para se proceder a essa avaliação.
- Dentre os tipos de análise destacam-se as seguintes: volume; titulação; gravimetria; precipitação; extração; espectrofotometria de infravermelho; ultravioleta e\ ou luz visível; difração de raio X; espectrofotometria de absorção atômica; cromatografia; testes colorimétricos.
- As unidades de medida de concentração são: ppm, mg/m³, % em volume.
- Na análise dos resultados das amostras deve-se ter em conta que existem erros em todas as etapas do processo, que podem se acumular invalidando os resultados encontrados.
- Os resultados das análises realizadas pelo laboratório devem ser precisos, claros, inequívocos e apresentados como um relatório analítico, incluindo todas as informações solicitadas e necessárias para a interpretação dos resultados, bem como as informações necessárias sobre o método analítico ou procedimento utilizado.
- Os métodos de medição para agentes químicos devem fornecer resultados confiáveis e válidos para que possam ser utilizados na avaliação da exposição e permitir a tomada de decisão correta no gerenciamento de risco por exposição a agentes químicos



1 Segundo Ribeiro, Filho e Riederer (2011, p. 15), “a avaliação qualitativa da exposição a agentes químicos é realizada por uma série de classificações que, por sua vez, são baseadas em informações como tipo de substância, seus efeitos à saúde e como é utilizada no local de trabalho. O estudo qualitativo visa coletar o maior número possível de informações e dados necessários, das condições relacionadas aos trabalhadores e ambientes, a fim de fixarem-se as diretrizes do levantamento quantitativo”. Quanto ao reconhecimento qualitativo, analise as sentenças a seguir:

FONTE: RIBEIRO, M. G.; FILHO, W. dos R. P.; RIEDERER, E. E. Avaliação qualitativa de riscos químicos: orientações básicas para o controle da exposição a produtos químicos em fundições. São Paulo: Fundacentro, 2011.

- I- O reconhecimento qualitativo inclui estudos da planta atualizada do local.
- II- Estudo do fluxograma dos processos.
- III- Número de trabalhadores, horários de trabalho, atividades realizadas, movimentações de trabalhadores e materiais.
- IV- Identificação dos riscos e ponto de origem da dispersão.
- V- Nesta etapa não é necessário verificar o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos trabalhadores, da existência ou não de equipamentos de proteção coletiva (EPC), do estado em que se encontram os equipamentos, dentre outros.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças I, II e III estão corretas.
- b) () As sentenças II e III estão corretas.
- c) () As sentenças I e IV estão corretas.
- d) () As sentenças II e IV estão corretas.

2 De acordo com Almeida et al. (2016, p. 30), é de responsabilidade dos empregadores quantificar a exposição dos trabalhadores a produtos químicos perigosos para garantir a sua segurança e saúde. Devem assegurar que os trabalhadores não estão expostos acima dos valores limite de exposição ou outros valores de exposição para avaliação e controle do ambiente de trabalho. Para um controle adequado do ambiente de trabalho, a avaliação da exposição dos trabalhadores a produtos perigosos deve basear-se em resultados de medição e análise. Em relação à espectrofotometria de infravermelho que é um dos métodos de avaliação de agentes químicos, analise as sentenças a seguir:

FONTE: ALMEIDA, T. et al. Guia geral para o controle da exposição a agentes químicos. Lisboa: ACT, 2016.

- I- Neste tipo de análise a amostra é preparada e realiza-se a leitura da absorção ou dispersão de uma onda com comprimento somente na faixa do infravermelho.
- II- O resultado obtido da absorção ou dispersão é proporcional à quantidade de contaminante contido na amostra.
- III- A amostra é preparada e realiza-se a leitura da absorção ou dispersão no comprimento de onda na região do visível.
- IV- Prepara-se a amostra e faz-se a leitura da difração do raio X que incide no material da amostra.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças I e II estão corretas.
- b) () As sentenças II e III estão corretas.
- c) () As sentenças III e IV estão corretas.
- d) () As sentenças I e IV estão corretas.

3 O uso de teste de cor ou tubo colorimétrico talvez seja a forma de análise mais comum e utilizada para se determinar a presença de certa substância em uma amostra, se tratando unicamente de uma técnica qualitativa. Devido ao baixo custo de reagentes, fácil reprodução, que por uma reação química simples revela resultados que podem ser interpretadas a olho nu. Com relação à utilização de tubos colorimétricos para a detecção de gases, assinale analise as sentenças a seguir:

- I- Os tubos detectores colorimétricos têm sido a metodologia escolhida para a detecção de substâncias tóxicas no ar.
- II- Os tubos detectores são tubos de vidro preenchidos com componentes químicos específicos que são substâncias reativas colorimétricas depositadas ou em fitas de papel ou em material sólido.
- III- O tubo detector reage quantitativamente quando exposto a um determinado gás ou vapor.
- IV- Quando se identifica o risco o reagente muda e este é quantificado através de cromatografia gasosa.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças I, II e III estão corretas.
- b) () As sentenças II, III e IV estão corretas.
- c) () As sentenças I, III e IV estão corretas.
- d) () As sentenças I e II estão corretas.

4 Na análise dos resultados das amostras das avaliações ambientais deve-se ter em conta que existem erros em todas as etapas do processo que podem se acumular invalidando os resultados encontrados. A discrepância entre as médias de exposição calculada e real resulta dos erros de amostragem aleatória e das flutuações randômicas do ambiente ocupacional dentro de um turno de trabalho. Dessa forma, o resultado da amostragem é indicado como uma estimativa da exposição média (ou estimativa da exposição média real). Em relação aos resultados das análises das amostras, analise as sentenças a seguir:

- I- Os métodos estatísticos permitem calcular limites de intervalos para cada lado da estimativa de exposição média que irá conter a média real de exposição em um nível de confiança selecionado (como 95%).
- II- Se a exposição estiver em não conformidade, isto quer dizer que há 95% de confiança de que a exposição de um trabalhador está abaixo do padrão.
- III- Amostra de agentes químicos tem uma alta variabilidade dos resultados dentro de uma jornada de trabalho, entre turnos e entre dias diferentes.
- IV- Para confirmação de que os valores encontrados são verdadeiramente representativos da condição real, pode-se adotar como critério o limite de confiança superior, o que significa que existe 95% de certeza que os maiores valores não diferem mais do que 20% da média.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () As sentenças II, III e IV estão corretas.
- b) () As sentenças III e IV estão corretas.
- c) () As sentenças II e IV estão corretas.
- d) () As sentenças I, III e IV estão corretas.

UNIDADE 3

TOXICOLOGIA E SEGURANÇA INTERATIVA

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A partir desta unidade, você será capaz de:

- compreender os princípios básicos da relação dose/resposta;
- interpretar as curvas dose-resposta;
- explicar os fatores predisponentes para doenças ocupacionais;
- descrever a importância da saúde ocupacional tanto para o empregador quanto para os funcionários;
- reconhecer e analisar as condições de trabalho na presença de contaminantes e os efeitos que estes causam no trabalhador e no seu bem-estar;
- avaliar os diferentes contaminantes ambientais no local de trabalho;
- identificar os riscos físicos como fatores de risco no ambiente de trabalho;
- saber quais são os valores-limite de exposição a agentes físicos e os efeitos que esta exposição pode causar ao trabalhador;
- entender o termo agrotóxico e sua utilização;
- identificar as classificações dos agrotóxicos;
- conhecer os principais efeitos tóxicos dos agrotóxicos sobre a saúde do trabalhador.

PLANO DE ESTUDOS

Caro acadêmico! Esta unidade de estudos encontra-se dividida em três tópicos de conteúdos. Ao longo de cada um deles, você encontrará sugestões e dicas que visam potencializar os temas abordados, e ao final de cada um deles, estão disponíveis resumos e autoatividades que visam fixar os temas estudados.

TÓPICO 1 – DOSE, EFEITO E RESPOSTA E VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS

TÓPICO 2 – PRINCIPAIS CONTAMINANTES PARA OS TRABALHADORES

TÓPICO 3 – TOXICOLOGIA DOS AGROTÓXICOS



DOSE, EFEITO E RESPOSTA E VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS

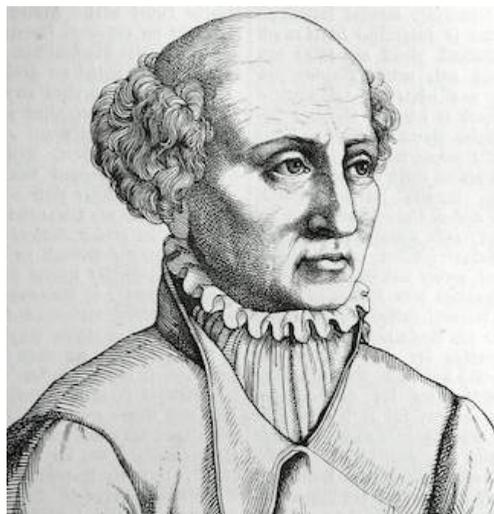
1 INTRODUÇÃO

Neste tópico, veremos que os estudos das alterações causadas pelas substâncias químicas têm como objetivo estabelecer relações dose-efeito e dose-resposta que fundamentam a avaliação do risco à saúde, causadas pelas substâncias químicas. Estes estudos permitem estabelecer uma medida quantitativa da relação entre a magnitude da exposição ao agente químico e o tipo de grau de resposta numa população exposta a este agente. Após conhecer essas relações, poderemos então utilizar seguramente uma substância química, dentro de uma dose tolerável ao organismo.

Existem três princípios básicos e entrelaçados na disciplina de Toxicologia: 1) dose/resposta; 2) risco X exposição = risco; e 3) sensibilidade individual. Embora esses princípios possam formar muitos dos fundamentos da Toxicologia, quando se trata de qualquer substância específica provavelmente haverá controvérsia. Pode haver desacordo sobre a importância relativa de qualquer um desses princípios ao tentar avaliar implicações para a saúde pública. Explorar esses princípios é o primeiro passo antes de examinar sua aplicação para qualquer substância específica. Este tópico explorará alguns dos detalhes e problemas envolvendo esses princípios, mas primeiro é apropriado colocá-los em um breve contexto histórico.

Nossos antepassados se preocupavam em ser envenenados, acidentalmente ou de propósito. O estudo formal de venenos (e, portanto, Toxicologia) começou há 500 anos durante o Renascimento, um período de mudança incrível e desafio ao pensamento tradicional. Philippus Aureolus (Figura 20) nasceu na Suíça em 1493.

FIGURA 20 – PHILIPPUS AUREOLUS



FONTE: Disponível em: <<https://www.google.com.br/search?q=Philippus+Aureolus+imagem>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

De acordo com Gilbert (2011, p. 2), ele levou o pseudônimo de Theophrastus Bombastus von Hohenheim e ainda mais tarde inventou o nome de Paracelsus (1493-1541). A afirmação de Paracelsus de que "todas as substâncias são venenos, não há nenhum, que não é um veneno. A dose certa diferencia um veneno de um remédio" define de maneira elegante o princípio de dose/resposta. Essa citação afirma que qualquer substância pode ser prejudicial dependendo da dose. Por exemplo, uma picada de abelha pode ser mortal para alguns indivíduos, enquanto apenas irritante para a maioria das pessoas. Existem numerosos exemplos que demonstram que um bebê em desenvolvimento é muito sensível aos efeitos de algumas substâncias que não prejudicam o adulto. O consumo de álcool durante a gravidez pode resultar em danos permanentes na criança sem afetar a mãe. O cérebro do bebê em desenvolvimento é sensível a baixos níveis de exposição ao chumbo, o que não é o caso para o adulto.

Outra abordagem para o princípio da dose/resposta pode ser assim: "A sensibilidade do indivíduo diferencia um veneno de um remédio. O princípio fundamental da Toxicologia é o da resposta do indivíduo a uma dose". "O princípio da dose/resposta é útil somente quando ligada à sensibilidade do indivíduo" (GILBERT, 2011, s.p.).

A sensibilidade individual a um agente perigoso depende da idade, genética, gênero, se existe doença prévia, nutrição etc. O desenvolvimento do sistema nervoso de uma criança é mais suscetível do que o sistema nervoso adulto para uma variedade de agentes químicos. Nosso metabolismo diminui à medida que envelhecemos e nosso corpo torna-se mais vulnerável aos efeitos de um agente. Nosso gênero e genética determinam a capacidade de metabolizar agentes, mais rapidamente ou não. Um agente ou situação é perigoso quando pode produzir um efeito adverso ou indesejável. O perigo é uma propriedade

de um agente ou situação particular. No início de nossas vidas, sabíamos sobre os perigos de atravessar a rua, cair de uma escada ou tropeçar. Aprender sobre os perigos de um agente químico não é tão fácil. Definir o risco de um agente químico requer experiência em exposições humanas ou estudos cuidadosos em modelos experimentais. Nós rotineiramente combinamos nosso conhecimento de risco, exposição e suscetibilidade individual para julgar a possibilidade ou risco de perigo. Um montanhista experiente julgará o risco de perigo em uma escalada difícil diferente de alguém sem experiência. Avaliar o risco de danos de um agente químico é muitas vezes mais difícil porque os efeitos adversos podem não ser imediatamente óbvios, ou pode depender da sensibilidade individual.

2 CONCEITO DE DOSE, EFEITO E RESPOSTA

As duas palavras mais importantes em Toxicologia são a dose e a resposta, em outras palavras, quanto de um agente químico produzirá uma reação. Em Toxicologia, o foco é geralmente reação adversa ou resposta, mas é igualmente útil considerar uma gama completa de respostas, desde as desejáveis até as indesejáveis. A experiência nos ensina a moderar a dose para obter um resultado desejado ou evitar um efeito indesejável. Comer uma maçã é benéfico, mas comer cinco maçãs pode causar dor no estômago. Para pessoas de pele clara, adquirir um bronzado sem queimadura solar requer uma exposição cuidadosa ao sol.

De acordo com Gilbert (2011, p. 4), enquanto Paracelsus declarou corretamente que a "[...] dose diferencia um veneno de um remédio", é o indivíduo que deve constantemente estar ciente da dose e de sua resposta particular. Definir a dose é o primeiro passo para prever uma resposta.

2.1 DOSE

De acordo com Sprada (2013, p. 37), "dose se emprega para a quantidade ou concentração de uma substância a ser administrada, que atinge um ponto sensível do organismo, em um dado tempo". Portanto, **dose** é uma medida quantitativa da exposição do indivíduo a uma substância química. Para um agente químico ou medicamento, a dose é a quantidade de uma substância química em relação ao peso corporal. Normalmente, a quantidade é medida em gramas ou milésimos de grama (miligramas, mg) e o peso corporal é medido em quilogramas (kg), igual a mil gramas. A dose é a quantidade de substância química consumida dividida pelo peso corporal (ou mg/kg).

Calculando a dose:

- Dose oral = quantidade de substância química consumida (mg) – peso corporal (kg).

Por exemplo, podemos transformar nossa exposição diária à cafeína em uma dose. Há aproximadamente 100 mg de cafeína em uma xícara de café. A quantidade real de cafeína em uma xícara de café depende do grão de café, como o café foi preparado e o tamanho do copo. Um adulto pesando cerca de 70 kg, que consome uma xícara de café, receberia uma dose de 100 mg dividida em 70 kg, ou seja 1,4 mg/kg de cafeína. A importância de incluir o peso corporal fica clara se você considerar uma criança que pesa apenas 5 kg. Se essa criança consumisse o mesmo copo de café, a dose seria de 100 mg/5 kg, ou seja, 20 mg/kg, mais que dez vezes superior à dos adultos.

Ao calcular a dose você determina a quantidade exata de exposição ao agente. Se o agente for puro é relativamente fácil determinar a quantidade de uma substância, e em seguida, calcular a dose. Alguns alimentos, como sal ou açúcar, são relativamente puros e a dose pode facilmente ser calculada pesando-se o material. Os rótulos de medicamentos geralmente indicam quantos miligramas de um medicamento contém cada comprimido, de modo que a dose pode ser calculada.

O cálculo da dose de exposição ambiental a uma substância química em um local de trabalho pode ser muito difícil. Se o agente estiver no ar, o cálculo da dose deve considerar não só a concentração no ar, mas também a duração da exposição, a taxa de respiração e peso corporal. A quantidade de ar inalado durante um período de tempo é estimada a partir de dados laboratoriais. Dada esta informação, é possível estimar a dose de acordo com a seguinte fórmula:

- Dose de inalação (mg/kg) = concentração no ar do agente (mg/ml) X volume de ar inalado por hora (ml/h) X duração da exposição (hr) / peso corporal (kg).

Para exposições não químicas, outras variáveis e diferentes unidades de medida são requeridas. Por exemplo, a exposição à luz solar pode ser medida em horas, mas para determinar a dose exigiria saber a intensidade da luz, bem como a área de superfície da pele exposta.

As exposições ambientais a agentes químicos são muitas vezes repetitivas e ocorrem ao longo de um período prolongado de tempo. Os efeitos sobre a saúde de exposições repetidas a longo prazo podem ser muito diferentes de uma exposição a curto prazo.

A duração da exposição, a frequência e o tempo entre as exposições são importantes para a determinação da dose e resposta. Quatro cervejas em uma hora produziriam uma resposta muito diferente do que quatro cervejas durante quatro dias.

A exposição aguda é um número único ou muito limitado de exposições durante um curto período de tempo. A exposição crônica é uma exposição repetida durante um longo período de tempo. Nós consumimos analgésicos com o desejo de parar rapidamente nossa dor de cabeça. O uso repetido em

longo prazo, no entanto, pode ter efeitos indesejáveis no estômago ou fígado. O conhecimento detalhado sobre os perigos de uma substância é necessário na avaliação da exposição, efeito e relações dose/resposta. Isso inclui informações sobre as consequências da exposição aguda ou crônica.

Muitas vezes há uma série de respostas associadas a qualquer agente em particular. A resposta aguda a uma única dose é frequentemente a mais fácil de caracterizar, mas a resposta a exposições múltiplas durante um longo período de tempo são as mais importantes.

O quadro a seguir apresenta os tipos de fatores que podem influenciar na resposta a uma substância química e alguns exemplos destes fatores:

QUADRO 13 – FATORES QUE PODEM INFLUENCIAR NA RESPOSTA A UMA DOSE DE SUBSTÂNCIA QUÍMICA

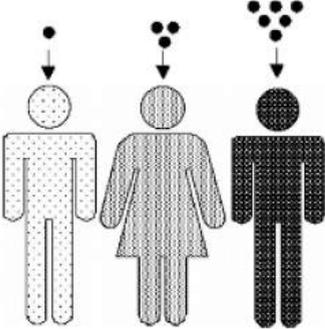
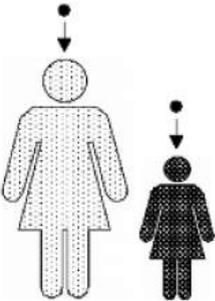
Tipo	Exemplos
Fatores relacionados ao agente químico	Composição (sal, base etc.); características físicas (tamanho de partícula, líquido, sólido etc.); propriedades físicas (volatilidade, solubilidade etc.); presença de impurezas.
Fatores relacionados à exposição	Dose; concentração; via de exposição (ingestão, absorção da pele, injeção, inalação); duração.
Fatores relacionados à pessoa exposta	Hereditariedade; imunologia; nutrição; hormônios; sexo; estado de saúde; resistente a doenças.
Fatores relacionados ao meio ambiente	Transporte do agente químico (ar, água, comida, solo); temperatura; pressão do ar.

FONTE: Adaptado de Altimari et al. (2000)

2.1.1 Relação de intensidade e efeito

Em geral é verdade que para qualquer indivíduo, quanto maior a dose, maior a resposta. Este conceito pode ser facilmente demonstrado através de um exemplo do cotidiano. De acordo com Altimari et al. (2000, p. 143), uma lata de Coca-Cola *diet* contém aproximadamente 45,6 mg de cafeína. Supondo uma pessoa com um peso de 100 kg, o consumo de uma lata de Coca-Cola proporciona uma exposição de 45,6 mg por peso corporal total. Isto seria de 45,6 mg/100 kg ou 0,456 mg/kg. O consumo de três latas resultaria em uma dose de aproximadamente 1,4 mg/kg e seis latas uma dose aproximada de 2,74 mg/kg de cafeína. Você pode imaginar a mudança na concentração de cafeína observando a Figura 21(a). À medida que a concentração de cafeína aumenta, a coloração dos indivíduos na figura torna-se mais acentuada.

FIGURA 21 – O EFEITO DA DOSE E DO TAMANHO DO CORPO NA RESPOSTA

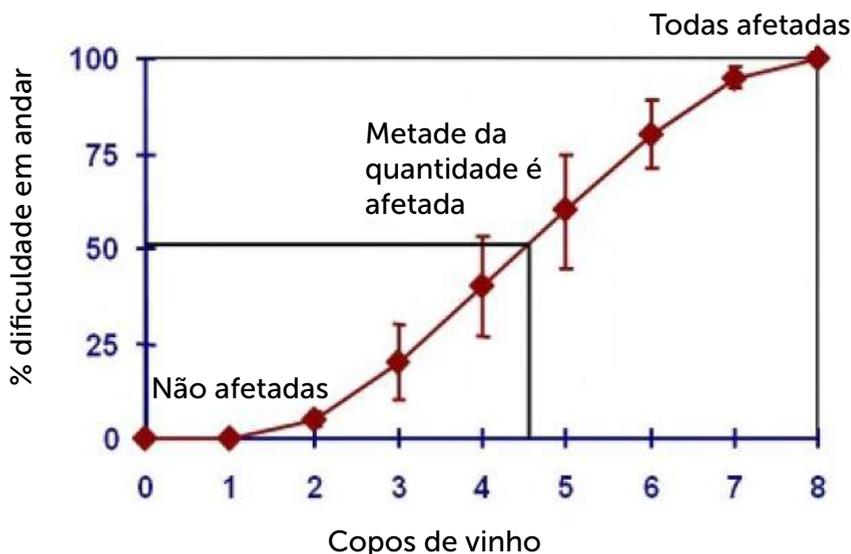
A importância da dose	A importância do tamanho
(a) 	(b) 
Quanto maior a dose, maior é o efeito	Quanto menor o tamanho, maior é o efeito

FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

A resposta do indivíduo à cafeína varia com a dose e a quantidade correspondentes de cafeína circulante. A figura anterior (21b) ilustra o efeito do tamanho corporal na dose. Quando o adulto e a criança recebem a mesma quantidade de cafeína, a exposição é a mesma, mas a dose é diferente. Uma criança que pesa apenas 10 kg recebe uma dose de 4,56 mg/kg após uma lata de Coca-Cola. Um adulto que pesa 100 kg deve beber 10 latas para receber uma dose equivalente. O tamanho do corpo é um fator crítico na determinação da dose e qualquer resposta subsequente. Para a exposição equivalente a qualquer substância, como chumbo ou pesticida, a criança receberá uma dose muito maior do que o adulto.

A Figura 22 apresenta a relação entre a dose e resposta. Neste exemplo, vamos definir a resposta como sendo a dificuldade em caminhar quando um indivíduo está exposto a uma dose de álcool (por exemplo, um copo de vinho). Se seleccionássemos um grupo de pessoas ao acaso e a este fosse oferecido um copo de vinho, ninguém (provavelmente) teria dificuldade de andar após a ingestão (dependendo, claro, de quão grande era o copo). O número de pessoas, que neste caso, tem dificuldade de andar, é uma porcentagem do número total de pessoas em nossa população estudada. À medida que a exposição ao vinho aumenta, mais pessoas teriam dificuldade de caminhar, até que finalmente, todos fossem afetados.

FIGURA 22 – RELAÇÃO ENTRE A DOSE E RESPOSTA

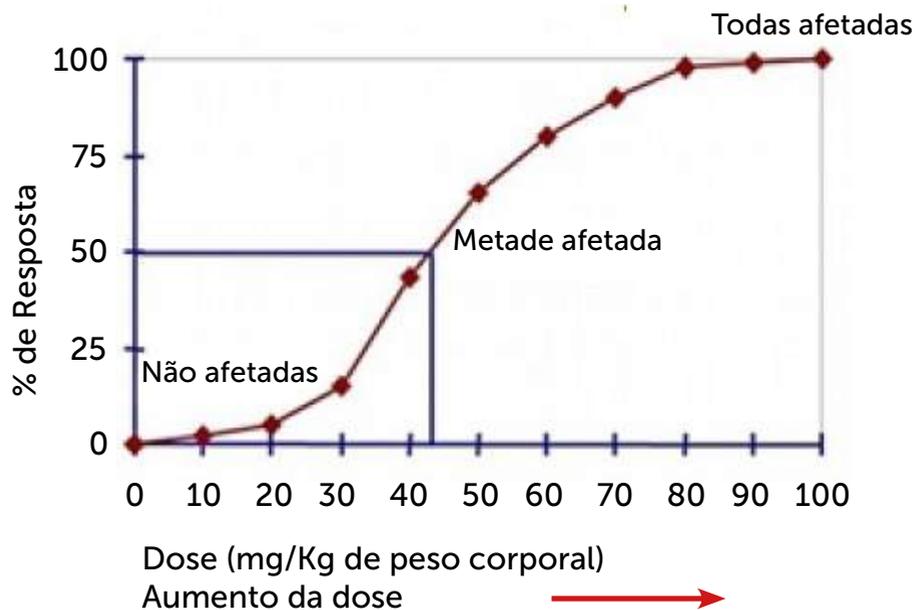


FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

Na Toxicologia, a dose a que metade da população é afetada é frequentemente usada para comparar a toxicidade de diferentes agentes. Neste exemplo, 50% da população é afetada após a exposição a 4,5 copos de vinho. As barras verticais representam a variabilidade de um grupo de teste para outro. Se repetirmos esse experimento com um grupo diferente de pessoas, os pontos de dados reais podem ser um pouco diferentes, mas geralmente devem estar dentro da faixa abrangida pelas barras verticais ou barras de erro. Existem muitas razões possíveis para esta variação, incluindo o peso corporal (que muda a dose), consumo de alimentos antes de beber, genética e gênero. Tecnicamente, essa figura é um gráfico de exposição/resposta porque a dose não é calculada; o número de copos de vinho representa uma medida da exposição, não a dose. Para mudar de exposição à dose, precisamos conhecer o peso do corpo dos participantes e a quantidade de álcool no copo de vinho.

A Figura 23 demonstra um gráfico de dose/resposta idealizada em forma de "S", que é típico da maioria dos tipos de exposição. Nesta figura, a porcentagem de resposta é plotada contra a dose em mg/kg. Esta curva em forma de "S" ilustra que em doses baixas existe pouca ou nenhuma resposta, enquanto em altas doses todos os indivíduos respondem ou demonstram algum efeito. A linha desenhada em 50% determina em que dose 50% da população demonstra essa resposta. Nessa situação, 50% dos indivíduos respondem a uma dose de 42 mg/kg, enquanto 99% dos indivíduos respondem a 90 mg/kg. É importante enfatizar que, se repetirmos essa experiência, os resultados seriam um pouco diferentes.

FIGURA 23 – GRÁFICO DE DOSE/RESPOSTA IDEALIZADA EM FORMA DE "S"



FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

2.1.2 Efeito

De acordo com Sprada (2013, p. 37), "o termo efeito é utilizado para denominar uma alteração biológica ocasionada em uma pessoa ou uma população em relação à exposição ou dose de uma substância".

Veiga e Fernandes (1999, p.121) descrevem a relação da dose-efeito como sendo:

A intensidade de um efeito adverso em relação à intensidade da dose para um período específico de exposição. Dentro deste aspecto, é de extrema importância a necessidade de se conhecer os limiares para a relação dose-efeito, a fim de se garantir que a exposição de indivíduos ou de uma população não exceda a dose para a qual existe a possibilidade de ocorrência de efeitos adversos.

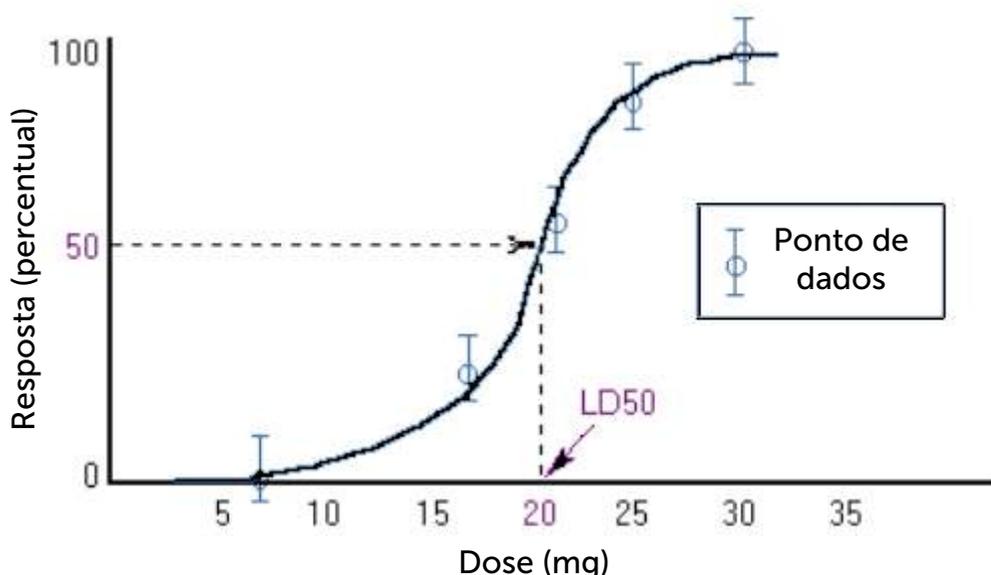
Segundo Sprada (2013, p. 37), "os efeitos podem ser medidos através de uma escala de valores, onde se coloca a intensidade ou gravidade (efeito) *versus* a dose administrada. A isto, chamamos de dose-efeito".

2.1.3 Resposta

O termo resposta, em Toxicologia, pode ser definido como a incidência de certo efeito sobre uma população com relação a uma determinada dose administrada, ou seja, é a proporção de uma população que terá algum efeito toxicológico (SPRADA, 2013).

Segundo Degrossi (2013, p. 7), a “gama de doses necessárias para produzir danos em um organismo vivo é muito ampla. Um parâmetro toxicológico utilizado é a dosagem letal 50 (LD_{50} , Figura 24). A DL_{50} pode ser definida como a quantidade de agente tóxico por peso que tem efeito letal em 50% da população exposta”.

FIGURA 24 – GRÁFICO DE DOSE LETAL (LD_{50})



FONTE: Toxicology Tutorials (apud DEGROSSI, 2013, p. 7)

De acordo com o gráfico apresentado, a quantidade de agente tóxico que tem efeito letal em 50% da população exposta (DL_{50}) é de 20 mg.

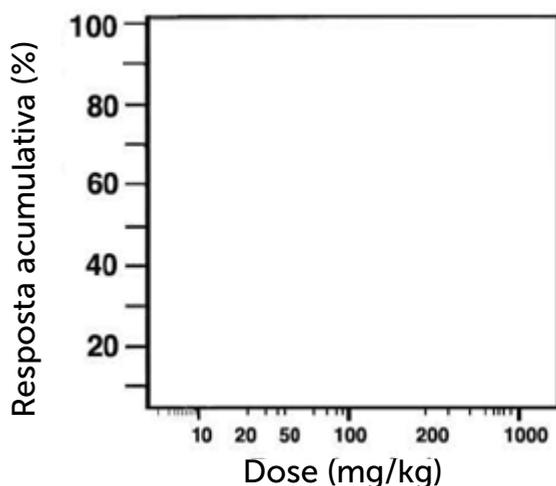
2.1.4 Interpretação das curvas dose-resposta

O objetivo fundamental de uma avaliação dose-resposta é obter uma relação matemática entre a quantidade de substância tóxica a que um organismo está exposto e o risco de desenvolver uma resposta negativa a essa dose (REYES, 2016).

Atualmente, há certa incerteza no estabelecimento dos efeitos que certos compostos químicos podem ter, estabelecendo diferentes níveis de toxicidade. Portanto, é necessário estabelecer "limiares" do ponto de vista toxicológico, ou seja, delimitar uma linha divisória entre o nível de exposição – com efeito e o nível de exposição – sem efeito. Este limiar de referência (NOAEL) refere-se à quantidade mínima de uma substância capaz de causar um efeito sobre o corpo ou a concentração máxima do composto que não produz efeitos adversos detectáveis.

Nas curvas dose-resposta os dados experimentais normalmente são plotados no eixo x representando as diferentes doses ou concentrações de exposição, muitas vezes, em uma escala logarítmica. As unidades podem ser, por exemplo, mg/kg ou ppm (partes por milhão). As concentrações são representadas da menor para a maior (da esquerda para a direita). A figura a seguir apresenta como serão plotados os dados relativos à dose e resposta:

FIGURA 25 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA CURVA DOSE-RESPOSTA

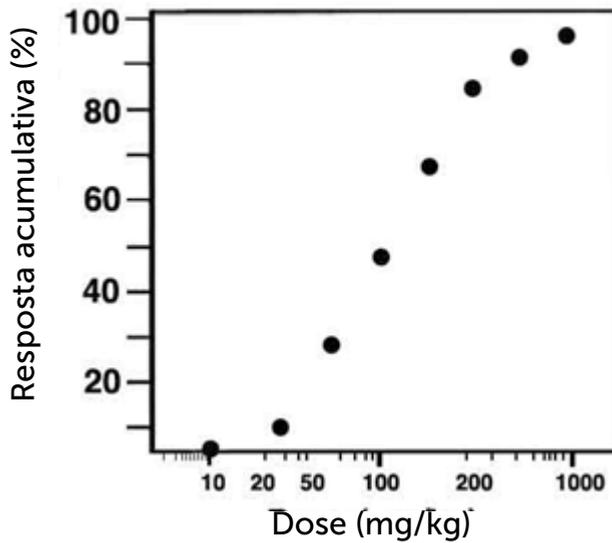


FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

O eixo y mostra os dados de resposta para cada exposição à certa dose. As unidades para o eixo y neste gráfico são percentuais de resposta acumulativa durante um determinado período de tempo, ou seja, a resposta se apresentará como uma distribuição acumulativa de frequência porque o indivíduo que reage a uma dose baixa também reage, naturalmente, à dose mais elevada. “A frequência de indivíduos reativos a uma dose elevada inclui todos aqueles que respondem a essa dose e a todas as doses inferiores” (LEITE; AMORIM, s.d., p. 14).

Vamos assumir que esses dados a seguir (Figura 25) representam a resposta acumulativa de mortalidade a uma nova droga:

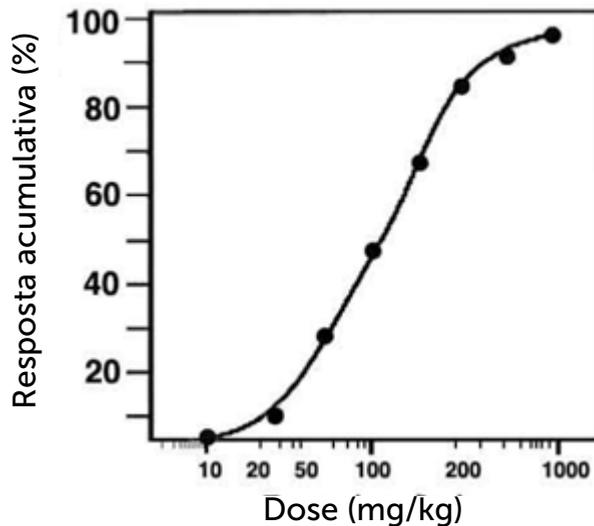
FIGURA 26 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS DADOS EXPERIMENTAIS NAS CURVAS DOSE-RESPOSTA



FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

A figura a seguir apresenta os dados ajustados a uma linha, pode-se observar que há uma forma sigmoide para os dados. Isso é típico para gráficos de dose-resposta. Observe que a curva é uma linha de "melhor ajuste":

FIGURA 27 – DADOS AJUSTADOS A UMA LINHA (FORMA SIGMOIDE)

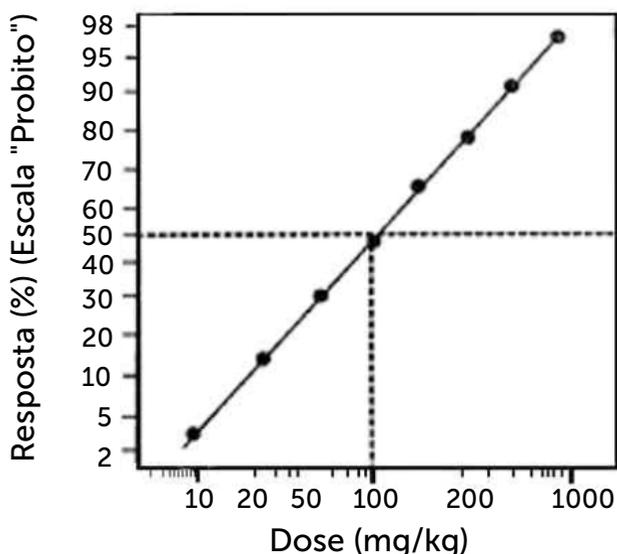


FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

A equação matemática correspondente a esta curva sigmoide é difícil de manusear e, por isto, é transformada em uma linha reta para apresentação e avaliação dos dados.

A figura a seguir apresenta essa transformação dos dados em uma escala “log-probita” (unidade de probabilidade), que permite transformar os dados em uma linha reta. Desta forma é possível avaliar a resposta da população estudada a partir das doses, em que 30%, 60%, 85% ou qualquer outro percentual da população reage a um determinado efeito.

FIGURA 28 – DADOS EM UMA ESCALA “LOG-PROBITO” (UNIDADE DE PROBABILIDADE)

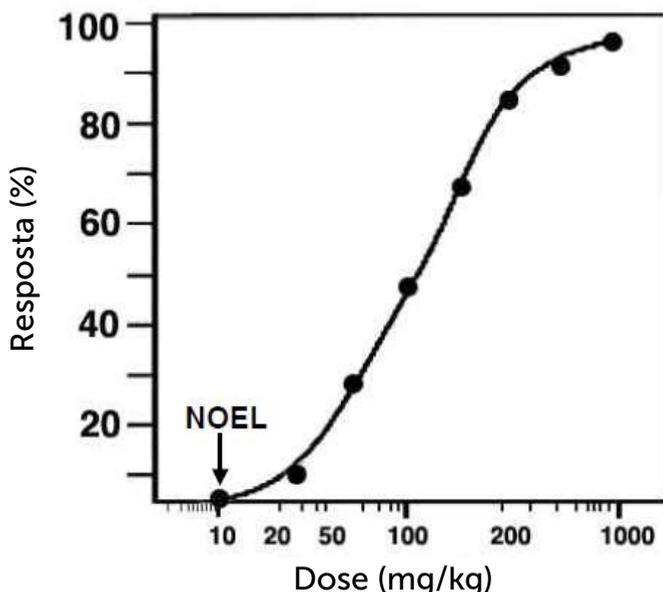


FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

Ao se estudar o efeito letal de uma substância química utiliza-se o parâmetro DL_{50} , que é a dose letal para 50% de uma população estudada. A DL_{50} é uma ferramenta útil para comparar a toxicidade de diferentes compostos ou entre diferentes modelos populacionais. No nosso exemplo, uma vez que os dados são lineares, podemos extrapolar uma linha em frente à resposta de 50% no eixo y, para a concentração correspondente no eixo x. Neste exemplo, a DL_{50} é de aproximadamente 100 mg/kg (ver Figura 28).

A menor dose experimental em que não há efeito mensurável é conhecida como nível de efeito não observável (ou NOEL) ou nível de efeito adverso não observável. No nosso exemplo, esta é a dose em que não foi observada qualquer mortalidade, ou seja, para uma dose de 10 mg/kg não foi observada nenhuma mortalidade ou nenhum efeito adverso observável. O NOEL é uma medida útil para extrapolação de riscos e concentrações de exposição seguras, como podemos observar na figura a seguir:

FIGURA 29 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO NOEL



FONTE: Disponível em: <<https://goo.gl/LhdUtT>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

De acordo com Sprada (2013, p. 38), “quando falamos de dose-resposta estamos colocando a proporção de uma população que ficou exposta, por certo tempo, a determinadas doses de uma substância”. A resposta pode ser variável devido ao metabolismo de cada indivíduo. Para cada efeito, há uma curva dose-resposta diferente”.



Aproveite e assista ao filme Erin Brockovich: uma mulher de talento. O filme apresenta um caso de contaminação tóxica ambiental provocada pela empresa PGE – Gás e Eletricidade do Pacífico – a qual Erin acaba descobrindo que vem contaminando as águas de uma pequena cidade localizada na Califórnia, atingindo a saúde dos trabalhadores e de moradores da redondeza. Você pode assistir a este filme acessando o *link*: <<https://ok.ru/video/34930756210>>.

3 LIMITE DE TOLERÂNCIA E RAZÃO DE PERIGO

Nas curvas dose-efeito e dose-resposta podem ser identificados os valores do limite de tolerância e a razão de perigo. Entende-se como limite de tolerância uma determinada substância, como a dose necessária para responder a um efeito. São valores que representam as condições sob as quais os trabalhadores podem ficar expostos, dia após dia, sem efeitos adversos. “O valor do limite de tolerância (VLT) se refere praticamente à concentração média ponderada no tempo para um dia normal de trabalho, entendendo que alguns níveis jamais poderão ser excedidos em nenhum momento, senão poderá ocasionar efeitos graves de saúde no trabalhador” (SPRADA, 2013, p. 38).

4 CONCEITOS DE SAÚDE E DOENÇA OCUPACIONAL

Segundo as estimativas da Organização Internacional do Trabalho (OIT), as doenças ocasionadas pelo trabalho matam seis vezes mais que os acidentes de trabalho, por isso é indispensável reconhecer e prevenir as doenças ocupacionais. Neste tópico, abordaremos conceitos relativos à saúde, doença e doenças ocupacionais, e quais são os agentes físicos e biológicos que mais causam efeitos adversos na saúde dos trabalhadores (CEPRIT, 2016, tradução nossa).

4.1 SAÚDE

Segundo Backes et al. (2009, p. 112):

A Organização Mundial da Saúde define saúde como um completo bem-estar físico, social e mental e não apenas ausência de doenças, conceito esse que evoluiu, pois saúde, em sua concepção ampliada, é o resultado das condições de alimentação, moradia, educação, meio ambiente, trabalho e renda, transporte, lazer, liberdade e, principalmente, acesso aos serviços de saúde, conforme a VIII Conferência Nacional de Saúde, realizada no Brasil, em 1986.

No Brasil, o direito à saúde é garantido a todos os cidadãos pelo art. 196 da Constituição Federal. Com a aprovação da portaria nº 3.214 (de 8/7/1978), conforme art. 200 da CLT, às Normas Regulamentadoras (NR) relativas à Segurança e Medicina do Trabalho foram dadas ênfase na prevenção de acidentes do trabalho através do estabelecimento de programas das condições de Segurança e Saúde ocupacional.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) definiram que a saúde ocupacional tem como finalidade:

Incentivar e manter o mais elevado nível de bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores em todas as profissões; prevenir todo o prejuízo causado à saúde destes pelas condições de seu trabalho; protegê-los em seu serviço contra os riscos resultantes da presença de agentes nocivos a sua saúde; colocar e manter o trabalhador em um emprego que convenha as suas aptidões fisiológicas e, em resumo, adaptar o trabalho ao homem e cada homem ao seu trabalho (NOGUEIRA, 1984, p. 495 apud BUTIERES, 2015, p. 29).

De acordo com Ministério da Saúde do Brasil (2001, p. 22):

A atenção à saúde do trabalhador não pode ser desvinculada daquela prestada à população em geral. Tradicionalmente, a assistência ao trabalhador tem sido desenvolvida em diferentes espaços institucionais, com objetivos e práticas distintas:

- Pelas empresas, por meio dos Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) e outras formas de organização de serviços de saúde;
- Pelas organizações de trabalhadores;
- Pelo Estado, ao implementar as políticas sociais públicas, em particular a de saúde, na rede pública de serviços de saúde;
- Pelos planos de saúde, seguros suplementares e outras formas de prestação de serviços, custeados pelos próprios trabalhadores;
- Pelos serviços especializados organizados no âmbito dos hospitais universitários. Contrariando o propósito formal para o qual foram constituídos, os SESMT operam sob a ótica do empregador, com pouco ou nenhum envolvimento dos trabalhadores na sua gestão.

4.2 DOENÇA OCUPACIONAL

De acordo com o Protocolo de 2002 à Convenção sobre Segurança e Saúde no Trabalho, 1981 (nº 155), o termo "doença ocupacional" abrange qualquer doença adquirida como resultado de uma exposição a fatores de risco decorrentes da atividade no trabalho (ILO, 2010).

Dois elementos principais estão presentes na definição de doença ocupacional:

- a relação da causa entre a exposição em um ambiente de trabalho específico ou atividade de trabalho e uma doença específica; e
- o fato de que a doença ocorre entre um grupo de pessoas expostas com uma frequência acima da morbidade média do resto da população.

Segundo Amorim (2014, p. 2):

A saúde dos trabalhadores constitui uma importante área da saúde pública que tem como objetivo a promoção e a proteção da saúde do trabalhador, por meio do desenvolvimento de ações de acompanhamento dos riscos presentes nos ambientes de trabalho, das condições de trabalho, dos problemas à saúde do trabalhador, a organização e prestação de assistência aos trabalhadores, compreendendo procedimentos de diagnósticos, tratamento e reabilitação de forma integrada, no Sistema de Saúde Pública brasileiro.

De acordo com Vincenzi (2007, p. 26), “entre os fatores determinantes da saúde do trabalhador estão compreendidas as condições sociais, econômicas e os fatores de risco ocupacionais, físicos, químicos, biológicos, mecânicos e aqueles decorrentes da organização laboral presentes nos processos de trabalho”. O quadro a seguir apresenta os fatores de risco para a saúde e segurança dos trabalhadores, presentes ou relacionados ao trabalho:

QUADRO 14 – FATORES DE RISCO PARA A SAÚDE E SEGURANÇA DOS TRABALHADORES

Grupo	Exemplo
Físicos	Ruído, vibração, radiação ionizante e não ionizante, temperaturas extremas (frio e calor), pressão atmosférica anormal etc.
Químicos	Agentes e substâncias químicas, sob as formas líquida, gasosa ou de partículas, poeiras minerais e vegetais, comuns nos processos de trabalho.
Biológicos	Vírus, bactérias, parasitas geralmente associados ao trabalho em hospitais, laboratórios, na agricultura e pecuária.
Ergonômicos e psicossociais	Decorrem da organização e gestão do trabalho, como por exemplo, da utilização de equipamentos, máquinas e mobiliários inadequados, levando à postura e posições incorretas, locais adaptados com más condições de iluminação, ventilação, entre outros.
Mecânicos e acidentais	Ligado à proteção das máquinas, arranjo físico, ordem e limpeza do ambiente de trabalho, sinalização, rotulagem de produtos e outros que podem levar a acidentes de trabalho.

FONTE: Amorim (2014, p. 3)

Segundo o Ministério da Saúde do Brasil (2001, p. 22), “a incidência de doenças profissionais, manteve-se praticamente inalterada entre 1970 e 1985: em torno de dois casos para cada 10 mil trabalhadores”. No período de 1985 a 1992, esse índice alcançou a faixa de quatro casos por 10 mil. A partir de 1993, observa-se um crescimento com padrão epidêmico, registrando-se um coeficiente de incidência próximo a 14 casos por 10 mil.

De acordo com o Ministério da Saúde do Brasil, esse aumento acentuado deve-se, principalmente:

Ao grupo de doenças denominadas LER ou DORT, responsáveis por cerca de 80 a 90% dos casos de doenças profissionais registrados, nos últimos anos, no MPAS. Considera-se que esse aumento absoluto e relativo da notificação das doenças profissionais ao Instituto Nacional de Seguridade Social (INSS), por meio da CAT, é um dos frutos das ações desenvolvidas nos projetos e programas de saúde do trabalhador, implantados na rede de serviços de saúde, a partir da década de 80. (BRASIL, 2001, p. 22).

O quadro a seguir apresenta algumas categorias de doenças ou lesões associadas ao trabalho:

QUADRO 15 – CATEGORIAS DE DOENÇAS OU LESÕES ASSOCIADAS AO TRABALHO, AGENTES E CONFIGURAÇÕES DE TRABALHO ASSOCIADAS

Doenças ou lesões	Agente	Configurações de trabalho
Lesão auditiva	Barulho.	Transporte, fabricação, construção.
Doenças pulmonares, como asma ocupacional, doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumoconiose	Poeiras como: pó de carvão, pó de algodão etc.	Mineração, fabricação de produtos têxteis, construção.
Câncer e intoxicação por chumbo	Metais pesados tóxicos (por exemplo, chumbo) e seus fumos.	Trabalho com metal, encanamento, fabricação de cerâmica.
Envenenamento por monóxido de carbono	Monóxido de carbono.	Mineração, fundição, uso interno de motores a gasolina.
Dermatite alérgica e irritante	Produtos químicos.	Fabricação, inúmeras indústrias.
Fertilidade e anormalidades na gravidez	Produtos químicos, radiações ionizantes.	Fabricação, hospitais.
Doenças infecciosas	Agentes microbianos, por exemplo, bactérias e vírus.	Serviços públicos, agricultura.

Distúrbios na região lombar	Levantamento de peso.	Produção.
Distúrbios musculoesqueléticos das extremidades superiores	Movimento repetitivo.	Escritório.
Lesões traumáticas	Acidentes de trabalho.	Todas as ocupações potencialmente em risco.
Resultados adversos de saúde mental	Estresse relacionado com o trabalho.	Todas as ocupações potencialmente em risco.

FONTE: Disponível em: <http://www.chec.pitt.edu/documents/Occupational%20Health_2011_Volz.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

LEITURA COMPLEMENTAR

QUAIS AS 5 DOENÇAS OCUPACIONAIS MAIS COMUNS E COMO EVITÁ-LAS?

As doenças ocupacionais causam o afastamento de milhares de trabalhadores de suas funções, todos os anos. Somente em 2014, o Ministério do Trabalho e Previdência Social registrou 251,5 mil afastamentos, todos por razões médicas. E, grande parte dessa estatística foi motivada pelas doenças desencadeadas ou agravadas pelo ambiente de trabalho.

Isso demonstra a necessidade das empresas de adotar um rigoroso Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) que, entre outros objetivos, visa evitar a ocorrência de doenças laborais.

Descubra agora quais são as principais doenças ocupacionais mais comuns e veja o que fazer para preveni-las:

1. Dermatose ocupacional

Caracterizadas por alterações na pele e mucosa, as dermatoses ocupacionais (DO) englobam:

- Dermatites de contato;
- Cânceres;
- Infecções;
- Ulcerações.

Essas e outras disfunções, quando diagnosticadas como doenças ocupacionais, são devidas à exposição do trabalhador a determinados agentes

durante o desempenho de suas funções. Esses agentes podem ser de natureza química, física ou biológica.

Prevenção: exames médicos periódicos, orientações aos funcionários, afastamento do fator irritante ou que está causando a alergia.

2. LER/DORT

A lesão por esforço repetitivo (LER) é um dos principais distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT). A seguir, outros exemplos desses distúrbios:

- Mialgias;
- Tendinites;
- Bursites;
- Dedo em gatilho.

Algumas das prováveis causas das doenças ocupacionais ligadas às articulações e ossos dos membros superiores são: riscos ambientais, atividades que exijam muito esforço das mãos, adoção de posturas erradas, repetição cotidiana de padrões de movimentos, falta de orientação por um profissional habilitado a instruir o trabalhador quanto às boas práticas para desempenho de suas funções.

Prevenção: redução dos riscos ambientais e interrupção das atividades que estão provocando dor. Já no surgimento dos primeiros sintomas, que podem ser algumas pontadas ou dores suportáveis, é necessário que se faça um diagnóstico para possibilitar a rápida reversão do quadro.

3. Doenças psicossociais

As doenças psicossociais ocupam um importante lugar dentre as principais causas de afastamentos do trabalho. Entre as principais razões, estão:

- Intensidade do trabalho;
- Tempo no desempenho da função;
- Insegurança decorrente da situação de trabalho;
- Exigências emocionais da função;
- Assédio moral ou sexual.

Importante ressaltar que os riscos psicossociais se referem ao que abala a saúde mental, física e social do trabalhador.

Prevenção: avaliação e controle do risco para doenças psicossociais no local de trabalho, gestão do estresse laboral, adoção de ações capazes de promover o bem-estar mental dos colaboradores, entre outras medidas.

4. Doenças da visão

Os olhos são vulneráveis a muitos dos riscos presentes em situações de trabalho. Entre eles, a exposição a agentes mecânicos, físicos, químicos, biológicos e sobre-esforço. As manifestações das doenças que acometem o aparelho visual vão desde leve sensação de desconforto até transtornos graves, como no caso da catarata e cegueira.

Prevenção: implementação de programas que incluam vigilância à saúde no trabalho nos ambientes nos quais são executadas as tarefas, melhores condições para o desempenho das funções.

5. Estresse ocupacional

Essa doença ocupacional é ocasionada pelo desequilíbrio entre as exigências inerentes a um cargo/trabalho e à capacidade/habilidade do trabalhador para enfrentá-las. Conheça alguns dos fatores que podem estar presentes no ambiente de trabalho:

- Gerenciamento ineficiente;
- Medo de cometer erros;
- Chefia despreparada;
- Jornada de trabalho exaustiva;
- Alta demanda por concentração mental;
- Ambiente desfavorável ou muito competitivo;
- Trabalho monótono;
- Baixas chances de ascensão na carreira;
- Desmotivação.

O estresse do trabalho tem sintomas em diferentes âmbitos, e pode resultar em:

- Pressão alta;
- Gastrite;
- Úlceras;
- Fuga do trabalho (absenteísmo);
- Baixo desempenho;
- Fadiga;
- Depressão;
- Acidentes no trabalho.

Essas e muitas outras condições físicas, comportamentais e psicológicas são derivadas de situações desgastantes no ambiente de trabalho, e/ou no desempenho das atribuições do empregado. Uma das mais graves manifestações do estresse no trabalho é a Síndrome de Esgotamento Profissional, ou Síndrome de Burnout.

Prevenção: valorização da dimensão humana do trabalhador, promoção de condições propícias à motivação e saúde dos colaboradores, entre outras ações.

Cada uma das 5 doenças ocupacionais elencadas pode ser prevenida, permitindo manter a equipe de trabalho saudável e produtiva. Tenha em mente que controlar as doenças profissionais é ter mais segurança e saúde para o trabalhador e para a empresa.

FONTE: Disponível em: <<http://blog.sst.com.br/quais-as-5-doencas-ocupacionais-mais-comuns-e-como-evita-las/>>. Acesso em: 17 set. 2017.

RESUMO DO TÓPICO 1

Neste tópico, você viu que:

- Existe uma relação entre dose-efeito e dose-resposta das substâncias com o organismo.
- Esta relação pode ser visualizada através de curvas correspondentes, as quais representam um indivíduo ou uma população que ficou exposta por um determinado tempo a um agente.
- O valor-limite de tolerância e a razão de perigo estão intimamente ligados a esta relação dose-efeito e dose-resposta.
- Também definimos o conceito de saúde como sendo um completo bem-estar físico, social e mental, e não apenas ausência de doenças.
- Doença ocupacional é qualquer doença adquirida como resultado de uma exposição a fatores de risco decorrentes da atividade no trabalho.
- Apresentamos as doenças mais comuns ligadas ao ambiente laboral, que são: Dermatose ocupacional, Estresse ocupacional, Doenças da visão, Doenças psicossociais e LER/DORT.
- Entre os fatores determinantes da saúde do trabalhador estão compreendidas as condições sociais, econômicas e os fatores de risco ocupacionais, físicos, químicos, biológicos, mecânicos e aqueles decorrentes da organização laboral presentes nos processos de trabalho.



1 As doenças ocupacionais causam o afastamento de milhares de trabalhadores de suas funções todos os anos, e grande parte dessa estatística é motivada pelas doenças desencadeadas ou agravadas pelo ambiente de trabalho. Por isto, as empresas devem adotar um Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) que, entre outros objetivos, visa evitar a ocorrência de doenças laborais. Com relação às doenças ocupacionais mais comuns, assinale a alternativa CORRETA:

FONTE: Disponível em: <<http://blog.sst.com.br/quais-as-5-doencas-ocupacionais-mais-comuns-e-como-evita-las/>>. Acesso em: 17 set. 2017.

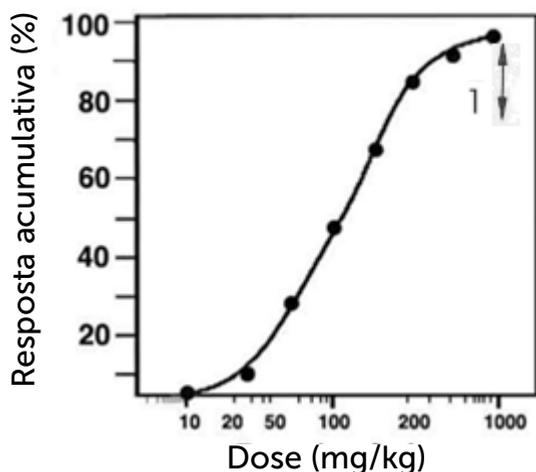
- a) () A dermatose ocupacional é caracterizada por alterações na pele e mucosa, as quais englobam: dermatites de contato; cânceres; infecções e ulcerações.
- b) () As doenças psicossociais não ocupam um lugar importante dentre as principais causas de afastamentos do trabalho, porém uma das principais razões para a ocorrência deste tipo de doença ocupacional é a intensidade do trabalho.
- c) () O estresse ocupacional é ocasionado pelo equilíbrio entre as exigências inerentes a um cargo/trabalho e à capacidade/habilidade do trabalhador para enfrentá-las.
- d) () Uma das mais graves manifestações do estresse no trabalho é a Síndrome de Esgotamento Profissional ou Síndrome do Pânico.

2 A afirmação: “Completo bem-estar físico, social e mental e não apenas ausência de doenças sendo resultado das condições de alimentação, moradia, educação, meio ambiente, trabalho e renda, transporte, lazer, liberdade e, principalmente, acesso aos serviços de saúde”. Esta afirmação diz respeito à:

- a) () Saúde ocupacional .
- b) () Doença ocupacional.
- c) () Doença de saúde.
- d) () Saúde.

3 Cite 5 exemplos de condições de trabalho que levam a doenças psicossociais.

4 Nas curvas dose-resposta, os dados experimentais normalmente são plotados no eixo x representando as diferentes doses ou concentrações de exposição. O eixo y mostra os dados de resposta para cada exposição à certa dose (%). Com relação ao gráfico de dose-resposta acumulativa (%) apresentado, avalie as afirmativas a seguir:



- I- A região 1 representa o efeito máximo da droga analisada.
- II- A dose necessária de uma droga para produzir morte em 50% dos indivíduos é conhecida como dose letal (DL_{50}).
- III- A natureza dos efeitos tóxicos produzidos por um certo agente químico depende da frequência e duração da exposição.
- IV- A DL_{50} possibilita saber se um toxicante é absorvido com a mesma eficiência por diferentes vias de administração.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) () Estão corretas somente as afirmativas I e IV.
- b) () Estão corretas somente as afirmativas II e III.
- c) () Estão corretas somente as afirmativas I, II e III.
- d) () Estão corretas somente as afirmativas III e IV.

5 Relacione a Coluna 1, na qual encontram-se algumas categorias de doenças ou lesões associadas ao trabalho, com a Coluna 2, que define qual agente está associado a cada categoria de doença ou lesão:

Coluna 1	Coluna 2
I- Lesão auditiva	() Levantamento de peso.
II- Dermatite alérgica e irritante	() Poeiras, como pó de carvão, pó de algodão etc.
III- Distúrbios na região lombar	() Barulho.
IV- Fertilidade e anormalidades na gravidez	() Produtos químicos.
V- Doenças pulmonares, como asma ocupacional, doença pulmonar obstrutiva crônica, pneumoconiose	() Produtos químicos e radiações ionizantes.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) () I, II, II, IV e V.
- b) () I, III, II, IV e V.
- c) () I, IV, V, III e II.
- d) () II, III, IV, V e I.
- e) () III, V, I, II e IV.



PRINCIPAIS CONTAMINANTES PARA OS TRABALHADORES

1 INTRODUÇÃO

Tanto na atividade diária como no local de trabalho pode haver contaminação ambiental, que é definida como a presença no meio de qualquer agente (físico, químico ou biológico) ou uma combinação de vários agentes em locais, formas e concentrações que são ou podem prejudicar a saúde, segurança ou bem-estar da população. No nosso caso o que nos interessa é a presença desses agentes que podem ser encontrados no ambiente de trabalho. Neste tópico abordarmos apenas os agentes físicos e biológicos que causam efeitos nocivos à saúde do trabalhador. Os agentes químicos, como gases, vapores e névoas: aerodispersóides (poeiras e fumos metálicos) foram abordados na Unidade 2. Boa leitura!

2 CONTAMINANTES AMBIENTAIS QUE AFETAM OS TRABALHADORES

As condições ambientais podem resultar em efeitos nocivos tanto à saúde física como também à saúde mental em função de uma série de perturbações, algumas das quais são de grande agressividade, como a presença de trabalho de agentes químicos, físicos e biológicos no meio ambiente que podem entrar em contato com os trabalhadores e afetar negativamente a sua saúde.

Entende-se por meio ambiente o conjunto de valores naturais, sociais e culturais existentes em um lugar, em um momento determinado, que influenciam a vida do ser humano e as gerações futuras.

A seguir, são apresentados os principais agentes físicos presentes no ambiente laboral, bem como as normas referentes a cada tipo de exposição que o trabalhador está sujeito.

2.1 AGENTES FÍSICOS

De todos os riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores estão expostos, aqueles associados aos agentes físicos estão entre os mais frequentes e também entre os menos considerados. Estes incluem riscos relacionados às condições ambientais – temperatura, umidade e correntes de ar, iluminação, ruído, vibração e radiação, tanto ionizantes quanto não ionizantes. A seguir trataremos de cada um deles separadamente.

2.1.1 O ruído

O ruído é um som indesejável. Sua intensidade (ou volume) é medida em decibéis (dB). A escala de decibéis é logarítmica, portanto, um aumento de três decibéis no nível sonoro representa uma duplicação da intensidade do ruído. Essa escala varia desde a intensidade mínima (0 dB) até a intensidade máxima (140 dB), da qual a sensação auditiva torna-se uma sensação dolorosa (BARRENO; MERINO; GARCÍA, 2009).

O ruído é provavelmente o agente físico mais frequente, presente no ambiente de trabalho, bem como em nossa vida cotidiana. De acordo com os dados fornecidos pela OSHA, na Europa, um em cada cinco trabalhadores tem que falar mais alto para ser ouvido, pelo menos metade do tempo de trabalho.

De acordo com Silva (2015, p. 5), “uma das principais características das indústrias é o elevado ruído ambiental, que tem sua origem nas próprias máquinas e processos fabris, podendo ser intensificado pela concentração excessiva de equipamentos e desorganização dos espaços industriais”.

A presença de altos níveis de ruído (poluição sonora) no local de trabalho pode afetar diretamente o trabalhador em aspectos físicos, psicológicos e causar a perda auditiva quando a exposição for maior. A presença de ruído no ambiente de trabalho pode ser dada, entre outras fontes, na operação de: motores de combustão interna, motores elétricos; exaustão de ar comprimido; fricção e impacto de peças metálicas; máquinas e ferramentas; prensas, teares etc.; batendo garrafas de vidro em linhas de produção e embalagens etc.

Algumas medidas preventivas específicas:

- avaliar os níveis de ruído presentes no local de trabalho;
- assegurar a manutenção adequada da máquina;
- isolar a fonte de geração de ruído;
- minimizar os tempos de exposição;
- uso e controle de elementos de proteção auditiva;
- realizar periodicamente uma audiometria.

De acordo com a Brasil (1978, p. 1), “a NR 15 define como Ruído Contínuo ou Intermitente, para os fins de aplicação de Limites de Tolerância, o ruído que não seja ruído de impacto. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB)”. Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância, fixados na Tabela 5:

TABELA 5 – LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE

Nível de ruído dB (A)	Máxima Exposição Diária Permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 45 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

FONTE: Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO1.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

De acordo com Brasil (1978, p. 1), “não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB (A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. Se durante a jornada de trabalho ocorrer dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se a soma das seguintes frações (ver equação a seguir) exceder a unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância”:

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



Na equação anterior, C_n indica o tempo total que o trabalhador fica exposto a um nível de ruído específico, e T_n indica a máxima exposição diária permissível a este nível, de acordo com a Tabela 5. “As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído, contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB (A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente” (BRASIL, 1978, p. 1).

Exemplo 1

Exemplo adaptado de Monteiro (2017): Um trabalhador fica exposto aos seguintes níveis de ruído, em sua jornada de trabalho de 8h: 5 horas a 94dB (A); 2 horas a 87dB (A); 1 hora a 90 dB (A). Para encontrar o nível de ruído ao qual o trabalhador está exposto em sua jornada de trabalho, primeiro vamos transformar as horas de exposição para minutos: 5 horas = 300 minutos; 2 horas = 120 minutos e 1 hora = 60 minutos.

FONTE: MONTEIRO, Wanderson. Prevenção Online. **O ruído**: dose de exposição. 2017. Disponível em: <<https://wandersonmonteiro.wordpress.com/2016/08/07/dose-de-exposicao-ao-ruído/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

Em seguida, vamos procurar na Tabela 5 a máxima exposição diária permissível a cada nível que o trabalhador fica exposto:

- 94 dB (A) = a máxima exposição diária permissível é de 2 horas e 15 minutos, transformando para minutos tem-se 135 minutos.
- 87 dB (A) = a máxima exposição diária permissível é de 6 horas, ou seja, 360 minutos.
- 90 dB (A) = a máxima exposição diária permissível é de 4 horas, ou seja, 240 minutos.

Agora vamos substituir estes valores na equação a seguir:

Cálculo do Efeito combinado:

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

$$\frac{300}{135} + \frac{120}{360} + \frac{60}{240} = 2,8$$

O valor obtido dos efeitos combinados é maior que 1 (conforme indica a equação), portanto a exposição está acima do limite de tolerância.

Exemplo 2 – Avaliação de ruído em diferentes atividades:

Avaliar a exposição de um trabalhador a diferentes intensidades de ruído de acordo com as seguintes situações:

- Atividade 1: Furar a parede para instalação de ar-condicionado. O mesmo realiza em média 20 furos por dia e gasta 10 minutos para fazer os 20 furos. O ruído da furadeira de impacto foi monitorado em: 95 dB (A).
- Atividade 2: Utilização de lavadoras de alta pressão. O mesmo usa a máquina de lavar em média 10 minutos por dia. O ruído monitorado foi de: 88 dB (A).
- Atividade 3: Ruído dos outros locais de trabalho: 78,2 dB (A).

Para determinar o nível de ruído ao qual o trabalhador está exposto, vamos utilizar o cálculo do efeito combinado, pois o mesmo está exposto a diferentes níveis de ruído durante sua atividade laboral:

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

Substituindo os valores na fórmula, temos:

$$\frac{10}{120} + \frac{10}{300} = 0,116 (11,6\%)$$

A Atividade 3, referente aos demais ruídos dos outros locais de trabalho, não foi computado no cálculo porque se você, acadêmico, observar na Tabela 5 referente à NR 15, o primeiro valor que aparece na tabela é 85 dB (A), portanto, como na Atividade 3 o valor era de 78,2 dB (A), este está abaixo do nível de ruído estabelecido na norma.

Podemos concluir, com o valor obtido na equação (0,116), que este é menor que a unidade (1), portanto a atividade é considerada não insalubre por ruído.

FONTE: Disponível em: <<http://academico.escolasatelite.net/system/application/materials/uploads/29/slides-da-aula-do-dia-16-10-2012---aula-59----prof.-josevan-ursine-fudoli.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

2.2 ILUMINAÇÃO

Para que a atividade de trabalho seja realizada de forma segura, confortável e eficiente, é necessário que a luz e a visão se complementem, isto é, as características ambientais da iluminação estão integradas com as características pessoais de cada trabalhador.

Um bom nível de conforto visual busca um equilíbrio entre a quantidade, qualidade e estabilidade da luz, evitando reflexões, cintilações e contrastes excessivos, e assegura uma distribuição uniforme da iluminação de acordo com as demandas visuais da tarefa realizada. Uma iluminação correta é aquela que permite distinguir formas, cores, objetos em movimento, relevos, e que tudo isso é realizado facilmente e sem fadiga, isto é, para garantir o conforto visual de forma permanente (BARRENO; MERINO; GARCÍA, 2009).

De acordo com Silva (2016, p. 6), “iluminância é o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada. Sua unidade de medida é o lux. A seleção da iluminância nos locais de trabalho, os níveis de iluminância mínimas são definidos pela NBR 5413:92, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)”.

Descrição do risco: as condições de iluminação inadequadas nos locais de trabalho podem ter consequências negativas para a segurança e a saúde dos trabalhadores, que vão desde fadiga ocular, fadiga, dor de cabeça, insatisfação, distúrbios do humor, estresse etc.

Além disso, a diminuição da eficiência visual pode aumentar o número de erros e acidentes, que são muito comuns no trânsito, escadas e outros locais de passagem com pouca iluminação. Entre as doenças profissionais reconhecidas pela legislação há o chamado Nystagmus do mineiro, causado pelo trabalho com pouca luz e caracterizado por movimentos descontrolados do globo ocular.

Medidas preventivas específicas:

- faça uma avaliação dos níveis de iluminação nos diferentes locais de trabalho;
- avalie as necessidades de iluminação de acordo com o trabalho realizado;
- assegurar a manutenção adequada das luminárias;
- aumente o número de luminárias existentes, se necessário, ou reduza se o efeito for adverso.

O quadro a seguir apresenta os níveis de iluminância mínimos definidos pela NBR 5413:92, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para diferentes classes de tarefas visuais:

QUADRO 16 – ILUMINÂNCIAS POR CLASSE DE TAREFAS VISUAIS

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples.	20 – 30 – 50	Área pública com arredores escuros.
	50 – 75 – 100	Orientação simples para permanência curta.
	100 – 150 – 200	Recintos não usados para trabalho contínuo, depósitos.
	200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditório.
B Iluminação geral para área de trabalho.	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios.
	1000 – 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas.
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis.	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno.
	5000 – 7500 – 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica.
	10000 – 15000 – 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia.

FONTE: Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/NBR5413.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

2.3 ESTRESSE TÉRMICO

Definição: um conjunto de sinais e sintomas que aparecem no corpo como consequência do desenvolvimento da atividade do trabalho em temperaturas extremas.

Descrição do perigo: o trabalho realizado em um ambiente quente significa um maior esforço, aumenta a fadiga e pode causar uma deterioração do trabalho realizado. Algumas situações em que esse tipo de fator de risco pode ser apresentado são:

- tarefas de fusão e fundição;
- extrusão de plásticos e borracha;
- reparação de revestimentos refratários;
- fusão de ceras e parafinas;
- forjamento e estampagem a quente;
- tratamentos térmicos;
- autoclaves;
- trabalho ao ar livre;
- cozinhas etc.

Algumas medidas de controle específicas:

Realizar uma avaliação dos níveis de calor existentes nas diferentes posições; isolar a fonte de calor; ventilar o local de trabalho corretamente; reduzir a carga de trabalho. Separar o trabalhador da fonte de calor; minimizar os tempos de exposição; supervisão médica; uso proteção pessoal adequada para o risco.

2.4 UMIDADE E VENTILAÇÃO

Altos níveis de umidade relativa (mais de 60 por cento) com calor ambiente causam transpiração, mas neste ambiente úmido o suor não evapora, o que aumenta a sensação de calor. Em contraste, umidade relativa inferior a 30 por cento causa pele seca e dermatite, dores de cabeça, sinusite, aumento da suscetibilidade a infecções e sensação de falta de ar.

A ventilação dos centros de trabalho deve garantir condições térmicas aceitáveis (temperatura interior e níveis de umidade) e uma qualidade correta do ar interior, isto é, deve garantir que a mistura do ar exterior com o interior seja adequada e que tenha sistemas de filtragem e limpeza do ar capaz de eliminar os contaminantes presentes no mesmo.

Os sistemas de ventilação/ar-condicionado nunca devem criar correntes perturbadoras. Em ambientes industriais, eles devem favorecer a diluição de contaminantes (gases, fumaça, vapores etc.) e reduzir o calor ambiente.

2.5 VIBRAÇÕES

A vibração é um movimento oscilatório. De acordo com Barreno, Merino e García (2009, p. 43), “as vibrações transmitidas tanto ao corpo inteiro como ao sistema mão-braço constituem uma das principais fontes de desconforto a que os trabalhadores estão sujeitos”.

As vibrações do corpo inteiro ocorrem quando o corpo é suportado por uma superfície vibratória (por exemplo, quando sentado em um assento vibrante, parado em um piso vibrante ou deitado sobre uma superfície vibratória). As vibrações do corpo inteiro estão presentes em todas as formas de transporte e ao trabalhar perto de máquinas industriais. As vibrações transmitidas às mãos são as vibrações causadas por diferentes processos na indústria, agricultura, mineração e construção em que as ferramentas vibratórias ou as peças são agarradas ou empurradas com as mãos ou os dedos (GRIFFIN, 1990).

Recentemente, os fabricantes de máquinas estão introduzindo elementos que tendem a minimizar a exposição a vibrações, mas ainda há um grande número de máquinas e equipamentos, que por razões de antiguidade ou defeitos de manutenção, causam exposições a vibrações acima do permitido.

O quadro a seguir fornece uma lista de alguns ambientes que podem envolver uma alta probabilidade de risco para a saúde:

QUADRO 17 – SITUAÇÕES EM QUE PODEM EXISTIR VIBRAÇÕES

Frequência	Maquinário, ferramenta ou veículo que a origina	Efeito sobre o organismo
Frequência muito baixa < 1 Hz	O movimento ou balanço de trens, barcos, aviões etc.	Estimulam o labirinto da orelha esquerda. Causam distúrbios no sistema nervoso central. Podem causar tonturas e vômitos.
Frequência baixa 1 – 20 Hz	Vibrações causadas por empilhadeiras, tratores, veículos de transporte urbano, máquinas de escavação.	Doenças do sistema musculoesquelético. Podem agravar lesões na coluna e afetar distúrbios devido à postura. Pode haver dificuldade de equilíbrio, distúrbios da visão.
De alta frequência 20 – 1000 Hz	Máquinas pneumáticas e rotativas, máquinas de polir, lixadeiras etc.	Transtornos articulares, tais como: lesão no cotovelo e pulso, por exemplo. Síndrome de Raynaud. Problemas estomacais.

FONTE: Adaptado de INSHT (apud BARRENO; MERINO; GARCÍA, 2009)

2.6 RADIAÇÃO

As radiações são um tipo de energia que se propaga no meio sob a forma de ondas eletromagnéticas. Algumas têm origem na própria natureza, como os raios do sol, e outros são produzidos artificialmente pelo homem, como os raios X. A exposição à radiação no local de trabalho está ligada à propagação dessas ondas eletromagnéticas e envolve diferentes tipos de riscos e efeitos à saúde dos trabalhadores em função da frequência, quantidade que está diretamente relacionada à quantidade de energia que eles transmitem e seu comprimento de onda. O conjunto dessas ondas forma o chamado espectro eletromagnético de radiação não ionizante (baixa frequência e longos comprimentos de onda) para a radiação (com altas frequências e comprimentos de onda curtos).

A presença de radiação ionizante no trabalho (raios X, alfa, beta ou gama) não pode ser considerada um evento comum, mas restrita a certos setores de atividade, como a pesquisa ou uso médico. No entanto, a radiação não ionizante (campos eletromagnéticos, linhas de energia, fornos de micro-ondas, televisão, telefones celulares, aparelhos elétricos, radiações ópticas) está presente diariamente em nossas vidas, dentro e fora do trabalho, e mesmo que o risco associado a ela ainda seja um tema de controvérsia científica, há uma crescente preocupação da sociedade.

2.6.1 Radiação não ionizante

A radiação não ionizante ocupa a parte do espectro eletromagnético que varia de frequências extremamente baixas (ELF) à radiação ultravioleta (UV), através de frequências de rádio ou ondas de rádio (RF), micro-ondas (MC), ultrassons, radiação infravermelha (IR) e radiação visível. Cada uma dessas radiações possui características peculiares resultantes da frequência diferente (isto é, energia) associada a ela. Isso faz com que os efeitos de cada uma, ao entrar em contato com o corpo humano, sejam diferentes. O dano resultante dependerá do tipo de onda eletromagnética, bem como das características da exposição (superfície do corpo irradiado, duração da exposição etc.) e outros fatores individuais ou ambientais.

De acordo com a NR 15, Anexo 7:

São radiações não ionizantes as micro-ondas, ultravioletas e *laser*. As operações ou atividades que exponham os trabalhadores às radiações não ionizantes, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores às radiações da luz negra (ultravioleta na faixa – 400-320 nanômetros) não serão consideradas insalubres (BRASIL, 1978, s.p.).

O quadro a seguir apresenta algumas ações e medidas que podem ser estabelecidas para minimizar a exposição a radiações não ionizantes:

QUADRO 18 – AÇÃO FRENTE A RADIAÇÕES NÃO IONIZANTES

Tipo de ação	Medidas a tomar
Ação na fonte	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Design</i> adequado da instalação; • Isolamento parcial da máquina; • Monitoramento periódico do campo de difusão da intensidade de radiação.
Ação sobre o ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Revestimento antirreflexivo de paredes; • Controle de temperatura, umidade e ventilação; • Evitar sempre que possível a concentração de mais de uma fonte no mesmo ambiente; • Delimitação e sinalização de zonas perigosas.
Ação sobre a organização do trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzir o tempo de exposição ao risco em proporção ao grau de perigo; • Permitir acesso apenas a pessoas autorizadas.
Ação sobre as pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Informar e treinar os trabalhadores; • Usar as medidas de proteção apropriadas, dependendo do tipo de radiação e da parte exposta do corpo; • Exames específicos de saúde baseados em risco.

FONTE: Disponível em: <http://www.cancerceroeneltrabajo.ccoo.es/comunes/recursos/99924/pub44637_Exposicion_laboral_a_agentes_fisicos.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2017.

3 CONTAMINANTES OCUPACIONAIS BIOLÓGICOS QUE AFETAM OS TRABALHADORES

O rápido desenvolvimento da indústria contemporânea requer a utilização maciça nos processos de produção de praticamente todas as substâncias químicas conhecidas e a incorporação acelerada de muitas novas, geralmente mais complexas e prejudiciais. Esta situação, sem dúvida, aumenta o risco potencial de contaminação do local de trabalho por tais substâncias, bem como o risco de exposição e intoxicação entre os trabalhadores. Por conseguinte, são necessárias medidas para evitar possíveis danos à saúde da população ativa sujeitas a estes riscos.

De acordo com a Asociación de Empresarios del Henares (AEDHE, 2008), os contaminantes biológicos são todos os agentes representados por organismos (a maioria são microrganismos, como bactérias, vírus, fungos etc.) com certo ciclo de vida que, ao penetrar no ser humano, causam doenças infecciosas ou parasitárias.

São doenças causadas por agentes biológicos:

- Doenças transmissíveis que afetam certas espécies de animais, e que através deles, ou seus produtos, são transmitidas direta ou indiretamente ao homem, como o antraz, o tétano, brucelose e raiva.

- Doenças infecciosas ambientais, como toxoplasmose, histoplasmose, malária etc.
- Doenças infecciosas do pessoal de saúde. São doenças em que a infecção recai sobre profissionais de saúde ou pessoas que trabalham em laboratórios clínicos, salas de autópsia ou centros de investigações biológicas, como hepatite B.

Principais rotas de penetração:

- Via respiratória: por inalação. Substâncias tóxicas que penetram por esta rota são normalmente encontradas difundidas no ambiente ou em suspensão (gases, vapores ou aerossóis).
- Dérmica: através do contato com a pele, muitas vezes sem causar alterações significativas ou erupções.
- Trato digestivo: através da boca, esôfago, estômago e intestino, geralmente quando há hábito de comer alimentos, beber ou fumar no trabalho.
- Via parenteral: através do contato com feridas não protegidas corretamente.

Profissionais expostos a riscos biológicos:

- Veterinários.
- Pessoal de saúde.
- Agricultores etc.

LEITURA COMPLEMENTAR**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DO TRABALHO DE UMA MARCENARIA LOCALIZADA NA CIDADE DE TERESINA-PI**

Ana Maria
Maxwell Santos
Rejanne Andrade
Verônica Costa

1 INTRODUÇÃO

Os problemas e a preocupação com a saúde dos trabalhadores foram objeto de estudo bem antes de Cristo. Hipócrates (460-355 a.C.) escreveu sobre as verminoses dos minérios, as cólicas intestinais dos que trabalhavam com chumbo, bem como sobre as propriedades tóxicas deste metal. Lucrécio (99-55 a.C.) manifestou sua preocupação com as condições de trabalho nas minas de Siracusa, onde os trabalhadores encaravam jornadas de trabalho de 10 horas diárias em galerias de 1 metro de altura por 60 cm de largura. Posteriormente, Plínio e Galeno escreveram sobre a observação de algumas doenças a que estavam sujeitos os indivíduos que trabalhavam com o enxofre, o zinco e o chumbo.

A preocupação com o bem-estar, a saúde e a segurança do ser humano no trabalho, seja ele pesado ou leve, vem se acentuando no decorrer dos últimos anos, pois, quando o trabalho representa apenas uma obrigação e/ou uma necessidade, a situação é desfavorável tanto para o empregado quanto para o empregador. Os trabalhadores em marcenarias, de maneira geral, estão expostos a diversos riscos para a sua integridade física e psicológica. Existe um elevado risco de acidentes que podem levar ao afastamento do trabalhador por períodos de tempo consideráveis, o que, além de prejudicar o funcionário, implica prejuízos para as empresas, em virtude de, na maioria das vezes, não haver mão de obra treinada para substituir o acidentado, interferindo, assim, nos prazos de entrega dos produtos e levando consequentemente ao afastamento da clientela (VENTUROLI, 2002 apud FIEDLE, 2007).

No processo de produção da marcenaria, os agentes presentes são o esforço físico, levantamento de peso, postura inadequada. Os profissionais desse ramo devem passar por exames realizados anualmente, entre eles: exame clínico, ureia, creatinina, audiométrico, hemograma completo, contagem global, eosinófilos. Por conta disso surge a necessidade de analisar as condições de trabalho de uma marcenaria e os riscos desse tipo de trabalho, já que o processo produtivo de uma marcenaria contém riscos químicos, físicos, ergonômicos e de acidentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nas atividades de marcenaria o trabalho é efetuado de várias maneiras adversas ao bem-estar e à segurança e saúde do ser humano. O trabalhador exerce suas tarefas na posição em pé durante toda a jornada de trabalho e, na maioria das vezes está sujeito a níveis de ruídos elevados, inalação de partículas sólidas e gases, variações de temperaturas, posturas inadequadas, entre outros fatores (SILVA, 1999 apud FILDREL).

Segundo a legislação trabalhista brasileira (Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991), acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou pelo exercício do trabalho de segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda de redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. E de acordo com a definição da NBR 14280/1, acidente de trabalho é a ocorrência imprevista e indesejável, instantânea ou não, relacionada com o exercício do trabalho, de que resulte ou possa resultar lesão pessoal. De acordo com relatório elaborado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT), cerca de cinco mil trabalhadores morrem no mundo, todos os dias, por causa de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho (REVISTA OBSERVATÓRIO SOCIAL, 2006).

Segundo o Artigo 116 da CLT, a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento de proteção individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes e danos à saúde dos empregados.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A marcenaria está localizada no bairro Bom Jesus da cidade de Teresina, especificamente na Avenida Jerumenha. A marcenaria conta com um galpão de aproximadamente 20x40 m, o local é desprovido de ventilação e iluminação adequada.

A marcenaria funciona há 30 anos, mas não possui registro e licença para funcionar; conta com cinco profissionais, sendo que a quantidade varia de acordo com a produção.

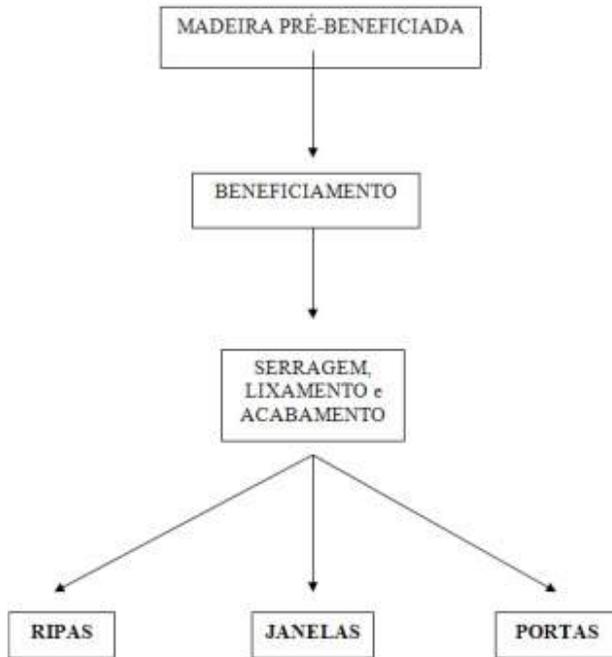
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo do tema proposto, foram realizadas visitas *in loco* para observação do ambiente de trabalho e as condições laborais, como também identificação dos agentes que possam vir a ocasionar riscos. Foram realizadas entrevistas com os funcionários e com o proprietário, a fim de conhecer a percepção dos mesmos sobre os riscos existentes no ambiente.

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A marcenaria possui um processo de produção bastante simples. Consiste basicamente na compra da matéria-prima (madeira semibruta), que é uma madeira pré-beneficiada e transformá-la em pedaços menores através de máquinas (desengrossadeira, lixadeira e serra), de acordo com o produto que se deseja. Os produtos desenvolvidos na empresa são: portas, janelas e ripas para construção (ver Figura 1):

Figura 1 – Representação do processo de produção



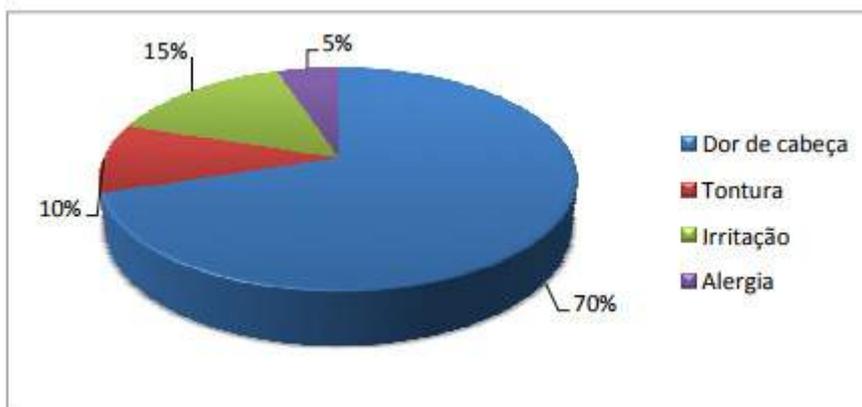
Fonte: Costa (dezembro/2009).

De acordo com as observações realizadas ao local de estudo, o que se pode avaliar é que o ambiente está permeado por todos os riscos, dentre eles o risco físico, com níveis de ruídos elevados e insuportáveis. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores, sem proteção adequada, a níveis de ruído de impacto superiores a 140 dB ou superiores a 130 dB, medidos no circuito de resposta rápida, oferecerão risco grave e iminente (NR-15, Anexo n/1); o outro agente seria o calor, a temperatura ambiente é insatisfatória, faltam portas e aberturas vazadas, outro ponto a ser destacado seria a iluminação do local, tanto a natural como a artificial são insuficientes.

Os riscos químicos presentes na marcenaria são as colas, vernizes e solventes. Segundo Fio Cruz (2009): O risco químico é o perigo a que determinado indivíduo está exposto ao manipular produtos químicos que podem causar danos físicos ou prejudicar a saúde. Os danos físicos relacionados à exposição química

incluem, desde irritação na pele e olhos, passando por queimaduras leves, indo até aqueles de maior severidade, causados por incêndio ou explosão. Os danos à saúde podem advir de exposição de curta e/ou longa duração, relacionadas ao contato de produtos químicos tóxicos com a pele e olhos, bem como a inalação de seus vapores, resultando em doenças respiratórias crônicas, doenças do sistema nervoso, doenças nos rins e fígado, e até mesmo alguns tipos de câncer. Outros riscos encontrados são o risco biológico, pois a situação das dependências sanitárias é precária e rudimentar, existe uma fossa negra no ambiente de trabalho. Além desse risco, existe o ergonômico, as mesas são muito baixas. E ainda, o próprio ambiente possui agentes de incêndios, instalações elétricas são bem antigas e desgastadas. O pó de serragem é armazenado no interior do ambiente em grandes quantidades, sendo este um material com grande poder calorífico somado com a falta de ventilação do ambiente, se caracteriza um risco de acontecer um incêndio. Quanto às informações obtidas pelas entrevistas, aos funcionários foi perguntado se sentiam algum desconforto ou doença por conta do trabalho, obtiveram-se que, 70% sofriam de dores de cabeça, 10% sentiam tonturas regularmente, 15% sentiam algum tipo de irritação ao fim do trabalho, 5% sofriam de algum tipo de alergia (ver Figura 2):

Figura 2 – Principais doenças apontadas pelos funcionários

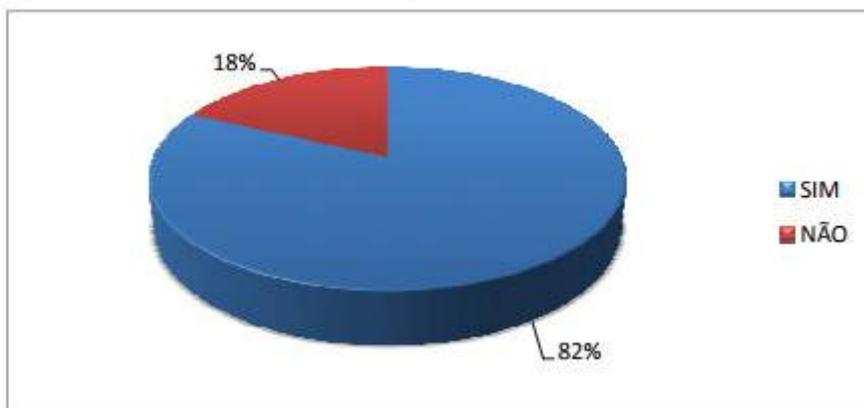


Fonte: Pesquisa direta (dezembro/2009)

Quando aos funcionários foi perguntado sobre a importância de utilizarem EPI, 72% afirmaram achar importante utilizar, enquanto 28% afirmaram não achar importante, o que é preocupante, pois esses funcionários deveriam saber os riscos desse processo de produção. Com as observações feitas viu-se que nenhum funcionário utiliza equipamento de proteção individual. Em relação aos acidentes sofridos pelos trabalhadores, 82% afirmaram que já sofreram algum tipo de acidente de trabalho, sejam cortes, amputações de membros, choques elétricos e 18% afirmaram nunca terem sofrido acidentes no local de estudo. Esse percentual é considerado, podendo ter ligação exclusiva por falta da utilização de EPI e falta

de treinamento. Sendo que esses dados podem ser falhos, pois são baseados na memória dos funcionários. Como a empresa é pequena e irregular não é feito o CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho), ao acontecer um acidente de trabalho (ver Figura 3):

Figura 3 – Funcionários já sofreram algum tipo de acidente de trabalho



Fonte: Pesquisa direta (dezembro/2009)

A CAT deverá ser feita pela empresa, ou na falta desta o próprio acidentado, seus dependentes, a entidade sindical competente, o médico assistente ou qualquer autoridade pública. É obrigatória a emissão da CAT relativa ao acidente de trabalho ou doença profissional, a fim de que o trabalhador (segurado) possa receber o benefício de AT – Acidente do Trabalho ou DO – Doença Ocupacional. O prazo para emissão da CAT é até o primeiro dia útil seguinte ao da ocorrência e, em caso de morte, de imediato (SEBRAE, 2009).

5 CONCLUSÃO

Com relação aos riscos encontrados no local de estudo, a princípio recomenda-se que se faça uma higienização do ambiente. Seria de grande importância também algumas reformas para melhorar a iluminação do local e ventilação; um sistema de exaustor bem simples ajudaria a controlar o pó de serragem que fica em suspensão por todo ambiente, evitando assim o risco de uma explosão e seria uma nova fonte de renda para o empreendedor, já que esse pó segregado pode ser vendido como combustível. Na questão de riscos químicos com a utilização de colas, solventes e outros são necessários que os funcionários utilizem EPIs, para isso é importante que haja um trabalho de educação ambiental concomitante com treinamento de segurança do trabalho, pois os funcionários e o proprietário não estão conscientes e sensibilizados com os agentes e riscos existentes no ambiente de trabalho. Quanto aos riscos ergonômicos, poderiam elevar a altura das mesas utilizadas pelos marceneiros, e as serras devem se acopladas à altura do peito e não da cabeça, como estão.

RESUMO DO TÓPICO 2

Neste tópico, você viu que:

- Contaminação ambiental é definida como a presença no meio de qualquer agente (físico, químico ou biológico) ou uma combinação de vários agentes.
- De todos os riscos ocupacionais aos quais os trabalhadores estão expostos, aqueles associados a agentes físicos estão entre os mais frequentes e também entre os menos considerados.
- Os riscos físicos estão relacionados às condições ambientais: temperatura, umidade e correntes de ar, iluminação, ruído, vibração e radiação, tanto ionizantes quanto não ionizantes.
- O ruído é um som indesejável, sua intensidade é medida em decibéis (dB).
- O ruído é provavelmente o agente físico mais frequente presente no ambiente de trabalho, bem como em nossa vida cotidiana.
- A presença de altos níveis de ruído no local de trabalho pode afetar diretamente o trabalhador, tanto em aspectos físicos quanto psicológicos, podendo causar a perda auditiva quando a exposição for maior.
- Para que a atividade de trabalho seja realizada de forma segura é necessário que a luz e a visão se complementem, isto é, as características ambientais da iluminação estão integradas com as características pessoais de cada trabalhador.
- Estresse térmico é um conjunto de sinais e sintomas que aparecem no corpo como consequência do desenvolvimento da atividade do trabalho em temperaturas extremas.
- A ventilação dos centros de trabalho deve garantir condições térmicas aceitáveis.
- Os sistemas de ventilação/ar-condicionado nunca devem criar correntes perturbadoras. Em ambientes industriais, eles devem favorecer a diluição de contaminantes (gases, fumaça, vapores) e reduzir o calor ambiente.
- A vibração é um movimento oscilatório. As vibrações transmitidas tanto ao corpo inteiro como ao sistema mão-braço constituem uma das principais fontes de desconforto a que os trabalhadores estão sujeitos.

- As radiações são um tipo de energia que se propaga no meio sob a forma de ondas eletromagnéticas.
- A exposição à radiação no local de trabalho está ligada à propagação dessas ondas eletromagnéticas e envolve diferentes tipos de riscos e efeitos à saúde dos trabalhadores.
- Os riscos e efeitos sobre a saúde dos trabalhadores é em função da frequência, quantidade que está diretamente relacionada à quantidade de energia que eles transmitem e seu comprimento de onda.

AUTOATIVIDADE



- 1 Relacione a Coluna 1, na qual encontram-se alguns dos agentes físicos, com a Coluna 2, que descreve algumas características deste tipo de agente:

Coluna 1	Coluna 2
I- Vibração	() Sua intensidade é medida em decibéis (dB). É provavelmente o agente físico mais frequente presente no ambiente de trabalho, bem como em nossa vida cotidiana.
II- Iluminação	() Significa um maior esforço, aumenta a fadiga e pode causar uma deterioração do trabalho realizado.
III- Estresse térmico	() É um movimento oscilatório, pode ser transmitido tanto ao corpo todo como ao sistema mão-braço, constitui uma das principais fontes de desconforto a que os trabalhadores estão sujeitos.
IV- Ruído	() Pode ter consequências negativas para a segurança e a saúde dos trabalhadores, que vão desde fadiga ocular, fadiga, dor de cabeça, insatisfação, distúrbios do humor, estresse etc. Além disso, pode aumentar o número de erros e acidentes.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) () I, III, II e IV.
- b) () I, IV, III e II.
- c) () II, III, IV, e I.
- d) () IV, III, I e II.

- 2 Identifique a opção que preenche de forma correta o enunciado a seguir:

São considerados _____ as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, estresse térmico, radiações ionizantes, radiações não ionizantes.

- a) () agentes físicos
- b) () agentes químicos
- c) () riscos químicos
- d) () agentes biológicos

- 3 A utilização de equipamentos de proteção individual é obrigatória quando as medidas de proteção coletivas não são satisfatórias. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído, contínuo ou

intermitente, sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente, não sendo permitida, segundo a NR 15 - Anexo 1, a exposição a níveis de ruído acima de:

- a) () 100 dB (A)
- b) () 115 dB (A)
- c) () 120 dB (A)
- d) () 125 dB (A)

- 4 Um trabalhador fica exposto aos seguintes níveis de ruído, em sua jornada de trabalho de 8h: 5 horas a 100 dB (A); 2 horas a 85 dB (A); 1 hora a 90 dB (A). Calcule o efeito combinado deste nível de ruído ao qual o trabalhador está exposto durante sua jornada de trabalho e explique se este está acima ou não do nível permitido de tolerância.
- 5 O técnico de segurança do trabalho de uma indústria de fabricação de móveis realizou cinco medições ambientais de ruído no posto de trabalho do marceneiro, durante uma jornada de trabalho de 8 horas. Os resultados das medições ambientais, com seus respectivos tempos de exposição, encontram-se no quadro a seguir:

Número da medição realizada	Nível de ruído encontrado em dB (A)	Tempo de exposição em horas
1	102	3
2	85	2
3	90	1
4	94	1
5	87	1

Calcule o efeito combinado dos diferentes níveis de ruído ao qual o marceneiro está exposto durante sua jornada de trabalho e diga se o mesmo excedeu o limite permitido na NR 15.



TOXICOLOGIA DOS AGROTÓXICOS

1 INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos no campo ainda é a forma mais utilizada no combate e na prevenção de doenças causadas por pragas que podem comprometer a produção agrícola. O uso de agrotóxicos tem sido uma das alternativas mais úteis e talvez também a mais perigosa dentro da produção agrícola.

Sem condições de manejo adequadas, os agrotóxicos representam o maior perigo. A situação se torna perigosa quando os usuários destes produtos não seguem as informações contidas nos rótulos e bulas e as orientações que os técnicos recomendam.

Os países em desenvolvimento são os maiores consumidores destas substâncias tóxicas, em contrapartida, nos países desenvolvidos os produtores cuidam para não usarem estes produtos de modo excessivo. A tendência atual é uma agricultura sustentável, na qual os agrotóxicos têm seu nicho de uma forma mais responsável, predominando o manejo integrado do cultivo e o uso de substâncias menos tóxicas e mais biodegradáveis.

É necessário que os envolvidos na produção agrícola conheçam aspectos básicos relacionados à Toxicologia dos diferentes grupos de agrotóxicos e transfiram esses conhecimentos aos produtores para que estes evitem riscos à saúde e ao meio ambiente.

Neste tópico, primeiramente definiremos agrotóxicos, conhecer os tipos e a classificação destes e também abordar as consequências do uso de agrotóxicos sobre a saúde do trabalhador. Boa leitura!

2 AGROTÓXICOS

“Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta, veneno. Essas são algumas das inúmeras denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas (animais e vegetais) e doenças de plantas” (FUNDACENTRO, 1998 apud PERES; MOREIRA, 2003, p. 21).

De acordo com Peres e Moreira (2003, p.22), “a legislação brasileira, até a Constituição de 1988, tratava esse grupo de produtos químicos por defensivos agrícolas, denominação que, pelo seu próprio significado, excluía todos os agentes utilizados nas campanhas sanitárias urbanas. A Norma Regulamentadora Rural nº 5 (NRR 5), que trata da utilização de produtos químicos no trabalho rural, alterada durante o processo constituinte, passa a tratar esse grupo de produtos químicos por agrotóxicos”.

Assim, a NRR 5 define agrotóxicos da seguinte maneira:

Entende-se por agrotóxicos as substâncias, ou mistura de substâncias, de natureza química quando destinadas a prevenir, destruir ou repelir, direta ou indiretamente, qualquer forma de agente patogênico ou de vida animal ou vegetal, que seja nociva às plantas e animais úteis, seus produtos e subprodutos e ao homem (BRASIL, 2002, s.p.).

A necessidade de se produzir uma maior quantidade e qualidade de alimentos através do controle de pragas resultaram no uso intensivo de agrotóxicos. O aumento do uso e o manuseio inadequado dessas substâncias causam preocupações quanto aos riscos e danos que poderiam resultar na economia, no meio ambiente e na saúde pública.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que cada ano há no mundo cerca de um milhão de intoxicações agudas por exposição a agrotóxicos, com uma taxa de mortalidade de 0,4% e 1,9%. A exposição ocupacional ficaria em torno de 70% dessas mortes. Além disso, a exposição prolongada a baixas doses de agrotóxicos tem sido associada a uma variedade de distúrbios a médio e longo prazo, incluindo vários tipos de câncer, distúrbios reprodutivos e distúrbios do sistema nervoso, entre outros problemas.

Segundo Peres et al. (2005, p.28), o “Ministério da Saúde estima que mais de 400.000 pessoas são contaminadas anualmente por agrotóxicos, no Brasil. Tais estimativas levam em conta o número de casos notificados no país multiplicado por 50, fator de correção usado pelo Ministério da Saúde para dimensionar o número de casos não notificados”.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG, 2012, p. 5), “o Brasil possui uma área cultivada de 50 milhões de hectares. Representa apenas 4% de toda área cultivada entre os 20 maiores países agrícola”.

No entanto, consumimos 20% de todos os venenos do mundo, e somos os campeões mundiais de consumo de veneno. Outros grandes países agrícolas que cultivam mais de 120 milhões de hectares, duas ou três vezes mais áreas do que o Brasil, consomem muito menos. No Brasil, o veneno mais utilizado está na soja, cana, milho e algodão. E nos alimentos diretos está presente no tomate, pimentão, na maçã, melão e outras frutas consumidas pela população (BNDES; FIESP; SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS; DIEES; ANVISA, 2012, p. 5).



A maior utilização dos agrotóxicos é na agricultura, mas estes também são utilizados na saúde pública para o controle de vetores, no tratamento de madeira, no armazenamento de grãos e sementes, na produção de flores, no combate a piolhos e outros parasitas no homem e na pecuária (BRASIL, 2010). Você também pode acessar o *site*: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/vigilancia_do_cancer_relacionada_ao_trabalho_e_ao_ambiente_2.pdf> para saber mais detalhes sobre os agrotóxicos.

2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos englobam uma vasta gama de substâncias químicas – além de algumas de origem biológica, o que torna sua classificação difícil. Um recurso útil para realizar a classificação dos agrotóxicos é de acordo com a praga que controlam (sua função), de acordo com os efeitos à saúde humana e ao ambiente e também quanto ao grupo químico ao qual pertencem que fornece mais informações sobre sua toxicidade (PERES et al., 2005).

Os agrotóxicos são classificados pela ANVISA, órgão de controle do Ministério da Saúde, em quatro em quatro categorias, sendo atribuída uma cor distinta para cada uma delas. Cada classe é representada por uma cor no rótulo e na bula do produto (ANVISA, 2011 apud RUPPENTHAL, 2013, p. 82).

A Tabela 6 a seguir apresenta a classificação dos agrotóxicos de acordo com a toxicidade aguda e está expressa em termos de DL_{50} (Dose Letal para matar 50% dos organismos de uma população exposta experimentalmente).

TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS QUANTO AO RISCO À SAÚDE

CLASSIFICAÇÃO	COR DA FAIXA	DOSAGEM LETAL 50	DOSE CAPAZ DE MATAR UM ADULTO
Classe I Extremamente tóxico	Vermelha	5 mg/kg de peso corpóreo	1 pitada / algumas gotas
Classe II Altamente tóxico	Amarela	5-50 mg/kg de peso corpóreo	Algumas gotas / uma colher de chá
Classe III Medianamente tóxico	Azul	50-500 mg/kg de peso corpóreo	Uma colher de chá / 2 colheres de sopa
Classe IV Pouco tóxico	Verde	500-5000 mg/kg de peso corpóreo	2 colheres de sopa / um copo

FONTE: Adaptado de Santos (2003 apud YAMASHITA; SANTOS, 2009)

Caro acadêmico, na Tabela 7 a seguir, você vai encontrar a classificação dos agrotóxicos de acordo com sua periculosidade ambiental, que vai de “pouco perigoso” até “altamente perigoso”.

TABELA 7 – CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS QUANTO AO GRAU DE PERICULOSIDADE AMBIENTAL

CLASSE	NÍVEL DE PERIGO AO AMBIENTE
Classe I	Altamente perigoso
Classe II	Muito perigoso
Classe III	Perigoso
Classe IV	Pouco perigoso

FONTE: Adaptado de Santos (2003 apud YAMASHITA; SANTOS, 2009)

Caro acadêmico, a forma de classificar os agrotóxicos é importante e pode ser útil para o diagnóstico das intoxicações e para a adoção de tratamento específico. Na Tabela 8 você encontra a classificação dos agrotóxicos de acordo com o grupo químico ao qual pertencem e o tipo de ação (natureza da praga controlada).

TABELA 8 – PRINCIPAIS CATEGORIAS DE AGROTÓXICOS QUANTO A SUA AÇÃO E AO GRUPO QUÍMICO AO QUAL PERTENCEM

Tipos de ação (classe)	Principais grupos químicos	Exemplos (produtos/substâncias)
Inseticidas (controle de insetos, larvas e formigas)	Organofosforados	Azodrin, Malathion, Parathion, Nuvacron, Tamaron, Hostation, Lorsban
	Carbamatos	Carbaryl, Furadan, Lannate, Marshal
	Organoclorados ¹	Aldrin, Endrin, DDT, BHC, Lindane
	Piretroídes	(sintéticos) Decis, Piredam, Karate, Cipermetrina
Fungicidas (combate aos fungos)	Ditiocarbamatos	Maneb, Mancozeb, Dithane, Thiram, Manzate
	Organoestânicos	Brestan, Hokko Suzu
	Dicarboximidos	Orthocide, Captan
Herbicidas (combate às ervas daninhas)	Bipiridílios	Gramoxone, Paraquat, Reglone, Diquat
	Glicina	substituída Roundup, Glifosato, Direct
	Derivados do ácido fenoxiacético	Tordon, 2,4-D, 2,4,5-T ²
	Dinitrofenóis	Bromofenoxim, Dinoseb, DNOC
	Triazina	Stopper, Sinerge, Ametron

¹ - Seu uso tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido em vários países, inclusive no Brasil. ² A mistura de 2,4-D com 2,4,5-T representa o principal componente do agente laranja, utilizado como desfolhante na guerra do Vietnã.

FONTE: Ruppenthal (2013, p. 82)

3 INTOXICAÇÃO POR AGROTÓXICOS

De acordo com Yamashita e Santos (2009, p. 201), “quando os agrotóxicos começaram a ser utilizados no Brasil, eram comumente denominados defensivos agrícolas. Na simplicidade do campo, também eram conhecidos como ‘remédios para plantas’”.

O Brasil, hoje, é um dos principais produtores agrícolas do mundo. Isso se reflete na grande demanda e consumo de agrotóxicos. O país tornou-se o maior consumidor dessas substâncias no mundo desde 2008 e é responsável por 86% do consumo da América Latina (SANTANA et al., 2013, p. 599).

Com a utilização em massa de agrotóxicos na produção de alimentos, “práticas de manejo inadequadas e o uso de substâncias químicas para controle de doenças nas lavouras, deixam à agricultura uma atividade de um potencial elevado na degradação ambiental, capaz de causar danos irreversíveis à saúde humana e ao ambiente” (SILVA et al., 2015, p. 2).

Os danos à saúde do homem podem se manifestar de duas maneiras: como intoxicação aguda ou crônica (PERES et al., 2005).

Na intoxicação aguda, os sintomas surgem rapidamente, geralmente em até 24 horas após a exposição curta, porém excessiva a produtos extremamente ou altamente tóxicos (aqueles cujos rótulos são identificados com tarjas vermelha e amarela, respectivamente – ver Tabela 6) e são, em geral, bem nítidos. “Entre os sintomas mais comuns encontram-se espasmos musculares, náuseas, vômitos, dificuldades respiratórias e desmaios” (YAMASHITA, 2008, p. 35).

Na intoxicação crônica, os sintomas aparecem tardiamente, meses ou anos após a exposição pequena ou moderada a agrotóxicos, quase sempre acarreta danos irreversíveis, como neoplasias ou paralisias. É o tipo de intoxicação mais difícil de ser diagnosticada, por não ter sintomas bem definidos, que se confundem facilmente com os de outras doenças (YAMASHITA, 2008, p. 35).

3.1 VIAS DE INTOXICAÇÃO (OU CONTAMINAÇÃO)

Como vimos no item 2.1, os agrotóxicos apresentam diferentes graus de toxicidade, por isso podem ocasionar problemas à saúde do trabalhador.

De acordo com Ciati e Oliveira (2000, p. 15), existem três vias de entrada de agrotóxicos no organismo humano. São elas:

- a) **Via dérmica:** é a penetração pela pele. É a mais frequente e ocorre não somente pelo contato direto com os produtos, mas também pelo uso de roupas contaminadas ou pela exposição contínua à névoa do produto, formada no momento da aplicação. Nesses casos, nos dias mais quentes do ano, os cuidados precisarão ser redobrados, pois, devido à transpiração do corpo, aumenta a absorção pela pele. Podemos, também, incluir nessa via de penetração a entrada do produto pelos cortes (ferimentos no corpo do aplicador).
- b) **Via digestiva:** é a penetração do produto pela boca.
- c) **Via respiratória:** o produto penetra quando respiramos, sem a utilização de máscaras.

3.2 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Como visto nos itens anteriores, os agrotóxicos podem representar riscos para os seres humanos. O perigo depende da toxicidade do produto e do tempo de exposição. A gravidade de um envenenamento por agrotóxicos depende da composição e da formulação química do agrotóxico, seu caminho para o corpo e o tempo de exposição.

Segundo Ciati e Oliveira (2000, p. 21), “usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) pode reduzir significativamente o potencial de exposição dérmica, inalatória, ocular e oral, e assim reduzir significativamente as chances de um envenenamento por agrotóxicos, mas não o elimina necessariamente”.

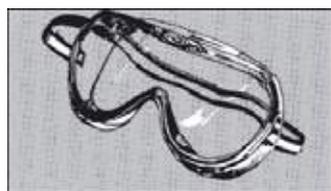
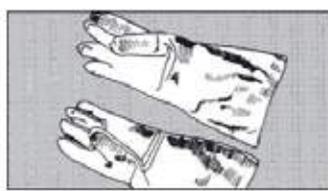
Os equipamentos de proteção necessários dependem dos efeitos nocivos do agrotóxico e da maneira como ele é usado. Na prática, as informações são fornecidas no rótulo dos agrotóxicos e geralmente especificam o nível de proteção necessário. Informações detalhadas sobre a qualidade de vários itens, tais como a espessura mínima de luvas ou o material do qual são feitas, por exemplo: neoprene, nitrilo ou butilo, também podem ser fornecidos. Da mesma forma, itens prescritos de equipamentos de proteção respiratória e os cuidados necessários em sua manutenção podem ser listados (ILO, 1991).

Assim, segundo o SENAR (2000, p. 21), cada equipamento de proteção tem uma função específica, como:

- a) proteção da pele - usar luvas, chapéu de abas largas e avental impermeáveis, camisa com mangas longas e calça;
- b) proteção dos pés - botas impermeáveis;
- c) proteção dos olhos e face - óculos de segurança e protetor facial;
- d) proteção quanto à inalação do produto - máscaras com filtros específicos, para a aplicação de agrotóxicos.

A figura a seguir apresenta alguns exemplos de equipamentos de proteção individual que devem ser utilizados quando for realizar aplicação de agrotóxicos:

FIGURA 30 – EXEMPLOS DE ALGUNS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Óculos de proteção
(proteção para os olhos)

Luvas

Proteção de cabeça, olhos
e rosto

Chapéu



Protetor respiratório

FONTE: Disponível em: <<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-38.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

Neste tópico, você aprendeu quais são os equipamentos de proteção individual que devem ser utilizados quando for aplicar agrotóxicos. Agora vamos ver quais são as maneiras preventivas de evitar a intoxicação por agrotóxicos.

4 MÉTODOS PREVENTIVOS PARA EVITAR A INTOXICAÇÃO

A prevenção da intoxicação depende de uma atitude responsável do usuário em todas as circunstâncias de uso. Antes de iniciar a aplicação do agrotóxico, o usuário deve ler, entender e seguir as informações no rótulo, verificar a adequação do equipamento de proteção individual e garantir que este tenha a proteção necessária. A responsabilidade do usuário terminará somente após o uso. Todos os itens utilizados devem ser descontaminados com segurança e qualquer excedente de agrotóxico deve ser retornado à loja.

De acordo com ILO (1991, p. 31), as medidas preventivas podem ser resumidas da seguinte forma:

- *Use o produto menos venenoso.* Onde há possibilidade de escolha de diversos agrotóxicos, o selecionado deve ser o menos venenoso.
- *Use como indicado.* O agrotóxico deve ser usado apenas para o propósito para o qual foi destinado e em conformidade com as recomendações no rótulo.
- *Observe as precauções no rótulo.* Cumprir questões como vestuário de proteção, taxas de aplicação e proteção do público geral.
- *Controle a exposição na fonte.* Onde a exposição pode ser controlada por uma medida de controle de engenharia, isso deve ser feito primeiro. Exemplos podem incluir o uso de sistemas fechados, bacias de pré-mistura e sondas de sucção,

bem como a manutenção e reparo correto dos equipamentos de aplicação do agrotóxico.

- *Cumprir a lei.* Quando a legislação está em vigor para controlar o uso de agrotóxicos, isso deve ser cumprido.

- *Evite práticas inseguras.* Agrotóxicos devem ser utilizados com um senso de responsabilidade para com os seres humanos, os animais e o meio ambiente.

- *Educação.* O treinamento no uso de agrotóxicos é necessário para desenvolver a competência do usuário. O conhecimento de medidas preventivas básicas ajuda a prevenir uma intoxicação acidental e deve ser incluída no treinamento.

- *Limpeza.* A roupa e o equipamento de proteção devem ser descontaminados após o uso e inspecionados para ver se qualquer item precisa ser reparado ou substituído.

- *Atenção à higiene pessoal.* A limpeza física, particularmente após o trabalho e nas refeições, evita a absorção de agrotóxicos que podem causar problemas de saúde.

- *Procurar atendimento médico.* Se houver suspeita de intoxicação, deve-se obter uma atenção médica o mais rápido possível, a fim de evitar uma doença mais grave. Lembre-se do nome do produto e informe ao médico se, por qualquer motivo, não é possível pegar o recipiente rotulado do produto utilizado, o médico pode realizar um tratamento imediato ou pode procurar conselhos, por exemplo, de um centro de informação de venenos.

4.1 INFORMAÇÕES EM RÓTULOS E BULAS DE AGROTÓXICOS

De acordo com Yamashita e Santos (2009, p. 197):

A tarefa de aplicar o agrotóxico exige do trabalhador um conhecimento aprofundado sobre o produto, seu modo seguro de aplicação e os riscos à saúde do trabalhador e ao meio ambiente. Portanto, bulas e rótulos têm um papel de vital importância, devendo transmitir ao aplicador de agrotóxicos todas as informações necessárias para o uso correto dos produtos, tais como uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e procedimentos em caso de intoxicação.

Entretanto, o número elevado de casos de intoxicação revela um problema: ou as informações em rótulos e bulas de agrotóxicos não são lidas ou não são compreendidas pelos agricultores. A legislação federal de agrotóxicos e afins determina diversas exigências e apresenta modelos de rótulo e bula que devem ser utilizados na criação de qualquer impresso dessa natureza. O objetivo de um rótulo é transmitir uma mensagem sobre o que o produto é, o que faz, e como ele pode ser usado com segurança e eficácia. Os rótulos devem fornecer uma comunicação clara, concisa e facilmente compreensível. Para que o produto (agrotóxico) seja usado com segurança, então os usuários devem primeiro ler, entender e cumprir o rótulo. Esta é uma atividade tão importante quanto qualquer outra envolvendo o uso de agrotóxicos, e não deve ser negligenciada. Se houver alguma dificuldade em entender o rótulo, é necessário então procurar conselhos com pessoas especializadas antes de utilizar de forma inadequada.



Prezado acadêmico, na Unidade 1 apresentamos para você um quadro com alguns símbolos utilizados para identificar substâncias químicas que merecem atenção ao serem manipuladas (ver Quadro 5, da Unidade 1). Embora os símbolos de toxicidade, irritação e corrosividade sejam os mais conhecidos e descrevem os riscos para a saúde, existem outros símbolos (que você poderá verificar neste quadro) para designar propriedades físicas importantes, portanto, as pessoas envolvidas na aplicação/manuseio de agrotóxicos devem entender esses símbolos e as palavras nos rótulos para prevenir riscos à saúde e ao meio ambiente. Vale à pena rever este quadro.

Segundo ILO (1991, p. 6), antes de usar qualquer agrotóxico, o usuário deve ler o rótulo e entender a informação. Os seguintes dados devem estar indicados:

- símbolo de perigo;
- nome comercial do produto;
- nome e quantidade de ingrediente ativo;
- propósito para o qual deve ser usado;
- número de registro quando exigido pela legislação;
- nome e endereço do fabricante, distribuidor ou agente;
- instruções de uso;
- precauções de segurança;
- avisos e declarações de boas práticas;
- instruções de primeiros socorros e conselhos para o pessoal de saúde;
- nome e quantidade de qualquer solvente ou material similar classificado como perigoso;
- quantidade em peso ou volume no recipiente;
- número de identificação do lote ou consignação;
- intervalo entre aplicação e colheita.



Os usuários sempre devem ler o rótulo antes de usar ou, se não entenderem as instruções, perguntar a alguém que sabe e pode ajudar. Se o rótulo for muito pequeno e não puder ser lido, eles devem usar uma lupa ou pedir a alguém com melhor visão para lê-los. Se estiver rasgado ou desfigurado, pode ser necessário solicitar ao fornecedor um outro recipiente no qual o rótulo é legível.

4.2 FISPQ – FICHA DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS- AGROTÓXICOS

Caro acadêmico, você deve estar lembrado que já estudamos as Fichas de Informação de Produtos Químicos na Unidade 1 deste livro, portanto vamos apenas relembrar que a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ e os rótulos devem ser consultados a fim de se obter a composição e algumas informações básicas de um produto comercial.



Caso a FISPQ do produto não estiver disponibilizada pelo fornecedor, você pode obter através da internet, no *site* do fabricante.

De acordo com a NBR 14725 (BRASIL, 2001, p. 2), “a ficha de informação de segurança de produto químico – FISPQ – fornece informações sobre vários aspectos desses produtos químicos (substâncias ou preparados) quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente”.

Os empregadores e trabalhadores usam a FISPQ como fonte de informação sobre os perigos dos produtos químicos que manuseiam e para obter orientações sobre medidas de segurança.

A figura a seguir apresenta, como exemplo, a primeira página da FISPQ de um agrotóxico:

FIGURA 31 – EXEMPLO DE PRIMEIRA PÁGINA DA FISPQ DE UM AGROTÓXICO

 <p>BASF The Chemical Company</p>	
<p>Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico</p>	
página: 1/11	
<p>BASF Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico Data / revisada: 30.10.2014 Produto: OPERA</p>	
<p>Versão: 1.0 (30813729/SDS_CPA_BRPT) Data de impressão 30.10.2014</p>	
<p>1. Identificação do produto e da empresa</p>	
<p>OPERA</p> <p>Uso: Agronômico, fungicida</p>	
<p><u>Empresa:</u> BASF S.A. Av. Nações Unidas, 14.171 04794-000 Morumbi - São Paulo - SP, BRASIL Telefone: +55 11 2030-2273 Número de fax: +55 11 2030-3131 Endereço de email: ehs-brasil@basf.com</p>	
<p><u>Informação em caso de emergência:</u> Telefone: 0800-0112273 / +55 12 3128-1500</p>	
<p>2. Identificação de perigos</p>	
<p>Efeitos do produto: Perigos mais importantes: Pode ser tóxico ao homem e perigoso ao meio ambiente se não utilizado conforme as recomendações. Efeitos ambientais: ALTAMENTE TÓXICO para organismos aquáticos.</p> <p>Perigos específicos: Os dados disponíveis não indicam que existam condições médicas geralmente reconhecidas como possíveis de ser agravadas por uma exposição a essa substância/produto.</p>	
<p>3. Composição e informações sobre os ingredientes</p>	
<p>Tipo de produto: preparado <u>Natureza química</u></p>	

FONTE: Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/pt_BR/function/conversions:/publish/content/APBrazil/solutions/fungicidas/FISPQ/OPERA.PDF>. Acesso em: 24 set. 2017.

4.3 ETAPAS DE TRATAMENTO

Segundo Ruppenthal (2013, p. 23):

Os agrotóxicos podem ter vários efeitos sobre a saúde humana, dependendo da forma e tempo de exposição e do tipo de produto por sua toxicidade específica. Os agrotóxicos que mais causam preocupação, em termos de saúde humana, são os inseticidas organofosforados e carbamatos, os piretroides e os organoclorados, os fungicidas ditiocarbamatos e os herbicidas fenoxiacéticos (2,4-D), o glifosato e o paraquat.

De acordo com Iwami et al. (2002, p. 23),

a maioria dos casos de contaminação são resultado de erros cometidos durante as etapas de manuseio ou aplicação dos agrotóxicos e são causados pela falta de informação ou displicência do operador. Nos casos de contaminação, são necessárias ações imediatas para descontaminar as partes atingidas, com o objetivo de eliminar a absorção do produto pelo corpo, antes de levar a vítima para o hospital.

Ainda, segundo os autores:

Os procedimentos básicos para casos de intoxicação são:

- Descontamine a pessoa de acordo com as instruções de primeiros socorros do rótulo ou da bula do produto;
- Dê banho e vista uma roupa limpa na vítima, levando-a imediatamente para o hospital;
- Toda pessoa intoxicada deve receber atendimento médico imediato;
- Mostre para o médico o rótulo ou a bula do produto;
- Ligue para o telefone de emergência do fabricante, informando o nome e idade do paciente, o nome do médico e o telefone do hospital (IWAMI et al., 2002, p. 23).

De acordo com a International Labour Organisation (ILO, 1991), um número razoável de países tem acesso a centros de informação sobre intoxicações por venenos e que foram criados em resposta à crescente necessidade de aconselhamento médico sobre agroquímica e produtos farmacêuticos. O papel de cada centro é essencialmente proporcionar um serviço de apoio a médicos, serviços de emergência e outros profissionais de saúde que são chamados a tratar casos de intoxicação aguda. O serviço funciona por referência a um extenso índice informatizado de substâncias que descreve a sua toxicidade, diagnóstico e tratamento. Em alguns países, os centros são operados 24 horas por dia ao longo do ano. Os centros também podem fornecer outros serviços, tais como:

- fornecer antídotos para venenos, particularmente àqueles que não estão amplamente disponíveis;
- coordenar as atividades de especialistas médicos para tratar casos particulares;
- fornecer um serviço de laboratório para analisar sangue ou outras amostras de venenos;
- identificar as tendências de todas as perguntas para determinar as causas de intoxicações que apontam para a necessidade de uma solução específica, como melhorias para rotulagem ou embalagem.

É importante manter contato com centros de informação de veneno, pois tais contatos podem ser vitais para salvar vidas nos casos de envenenamento por agrotóxico.

LEITURA COMPLEMENTAR**AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO DE SUAS CONSEQUÊNCIAS
PARA A SAÚDE PÚBLICA****1 INTRODUÇÃO**

O uso de agrotóxicos tem se difundido na agricultura, principalmente nos últimos 30 anos. Especificamente o Brasil se tornou um dos maiores consumidores desses produtos xenobióticos, ficando atrás somente do Japão e dos Estados Unidos (DAMS, 2006). O Brasil encontrava-se entre os oito maiores consumidores de agrotóxicos do mundo (CARNEIRO; ALMEIDA, s.d.). Há três anos o Brasil ocupa o primeiro lugar no *ranking* de consumo de agrotóxicos no mundo (ORTIZ, 2012). No Rio Grande do Sul o uso de agrotóxicos chega a quase o dobro da média nacional (CIGANA, 2013).

Em 2002 foram disponibilizados para o agricultor brasileiro 2.011 produtos formulados com registro no Ministério da Agricultura, dentre eles 655 herbicidas, 556 inseticidas, 259 acaricidas e 58 nematicidas para o controle de pragas, doenças e ervas daninhas (SINDAG, 2005). Em 2010, de acordo com a Anvisa (2013), o mercado nacional movimentou cerca de U\$ 7,3 bilhões e representou 19% do mercado global de agrotóxicos.

Em 2008 o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. Um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos, segundo alerta feito pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco), em dossiê lançado durante o primeiro congresso mundial de nutrição, o World Nutrition Rio 2012 (ORTIZ, 2012).

Especificamente sobre a safra 2009/2010 foi destacado o uso de 85 milhões de litros de agrotóxicos no Rio Grande do Sul, o equivalente a 34 piscinas olímpicas cheias de veneno agrícola. É como se cada gaúcho, à época, utilizasse 8,3 litros de veneno a cada ano, no período analisado. O volume *per capita* gaúcho é bem superior ao nacional, que em 2011, a média do país foi de 4,5 litros por habitante (ABRASCO, 2013). Outra constatação refere-se à existência de uma concentração do mercado de agrotóxicos em determinadas categorias de produtos. Os herbicidas, por exemplo, representaram 45% do total de agrotóxicos comercializados. Os fungicidas respondem por 14% do mercado nacional, os inseticidas 12% e, as demais categorias de agrotóxicos, 29% (ANVISA; UFPR, 2012). O processo produtivo agrícola brasileiro está cada vez mais dependente dos agrotóxicos e fertilizantes químicos.

A lei dos agrotóxicos (Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, atualmente regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002), define que essas substâncias são: “os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e

beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento”. Essa definição exclui fertilizantes e químicos administrados a animais para estimular crescimento ou modificar comportamento reprodutivo (PORTAL EDUCAÇÃO, 2008).

Segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e do Observatório da Indústria dos Agrotóxicos da Universidade Federal do Paraná, divulgados durante o 2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação, realizado em Brasília (Distrito Federal), em abril de 2012, enquanto, nos últimos dez anos, o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. Mato Grosso é o maior consumidor de agrotóxicos, representando 18,9%, seguido de São Paulo (14,5%), Paraná (14,3%), Rio Grande do Sul (10,8%), Goiás (8,8%), Minas Gerais (9,0%), Bahia (6,5%), Mato Grosso do Sul (4,7%) e Santa Catarina (2,1%). Os demais estados consumiram 10,4% do total do Brasil (IBGE, 2006; SINDAG, 2011; THEISEN, 2012).

Com relação às hortaliças, com base em dados disponíveis no Dossiê Abrasco (2013, o consumo de fungicidas atingiu uma área potencial de aproximadamente 800 mil hectares, contra 21 milhões de hectares somente na cultura da soja. Isso revela um quadro preocupante de concentração no uso de ingrediente ativo de fungicida por área plantada em hortaliças no Brasil, podendo chegar entre 8 a 16 vezes mais agrotóxico por hectare do que o utilizado na cultura da soja, por exemplo. Numa comparação simples, estima-se que a concentração de uso de ingrediente ativo de fungicida em soja no Brasil, no ano de 2008, foi de 0,5 litro por hectare, bem inferior à estimativa de quatro a oito litros por hectare em hortaliças, em média. Pode-se constatar que cerca de 20% da comercialização de ingrediente ativo de fungicida no Brasil é destinada ao uso em hortaliças. Dessa maneira pode-se inferir que o uso de agrotóxicos em hortaliças, especialmente de fungicidas, expõe de forma perigosa e frequente a saúde do consumidor, o ambiente e os trabalhadores à contaminação química por uso de agrotóxicos (ALMEIDA; CARNEIRO; VILELA, 2009).

Pesticidas, quando usados corretamente, causam pouco impacto adverso no meio ambiente. Entretanto, quando utilizado indiscriminadamente, sem as devidas precauções e cuidados em relação à manipulação, produção, estocagem e destino final, põe em risco não só o meio ambiente, mas também a saúde das pessoas que de alguma forma entram em contato com tais produtos. É evidente que traços de resíduos de pesticidas presentes no solo, água, ar e alimentos podem ser perigosos à saúde do homem e ao meio ambiente. Com isso, o objetivo desta revisão é relatar os perigos da utilização indiscriminada de agrotóxicos na agricultura e suas consequências na saúde pública.

1. Impacto na saúde pública

Elevados níveis de contaminação humana e ambiental têm sido encontrados em regiões agrícolas no Brasil. São vários os fatores que contribuem para essa estatística, como por exemplo, a ampla utilização, o desrespeito às normas de segurança, a livre comercialização e a pressão exercida pelas empresas distribuidoras e produtoras. Faria et al. (2004) relatam que os principais fatores ocupacionais que evidenciam um risco aumentado para intoxicações são: aplicar agrotóxicos, reentrar na cultura após aplicação, usar equipamentos para trabalho com agrotóxicos mais que dez dias por mês e trabalhar com agrotóxicos em mais de uma propriedade.

Um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos, segundo análise de amostras coletadas em todas as 26 Unidades Federadas do Brasil, realizadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) da ANVISA (2011). Evidenciou-se que 63% das amostras analisadas apresentaram contaminação por agrotóxicos, sendo que 28% apresentaram ingredientes ativos não autorizados (NA) para aquele cultivo e/ou ultrapassaram os limites máximos de resíduos (LMR) considerados aceitáveis.

O caso mais grave é o do pimentão, com 92% das amostras irregulares, contra 63% dos morangos, 57% do pepino, 54% das amostras de alface e 50% de cenoura. O tomate, que já esteve no topo do *ranking*, hoje, tem contaminação de 16%. Foram observadas irregularidades em cerca de 30% das amostras analisadas de beterraba, mamão e abacaxi. O alimento que saiu ileso de agrotóxicos foi a batata, que obteve resultado satisfatório em 100% das amostras analisadas. Parte dos agrotóxicos utilizados tem a capacidade de se dispersar no ambiente, e outra parte pode se acumular no organismo humano, inclusive no leite materno. O leite contaminado, ao ser consumido pelos recém-nascidos, pode provocar agravos à saúde, pois os mesmos são mais vulneráveis à exposição a agentes químicos presentes no ambiente, por suas características fisiológicas e por se alimentarem, quase exclusivamente, com o leite materno até os seis meses de idade (CARNEIRO et al., 2012).

São inúmeros os estudos que associam o uso de agrotóxicos e seus efeitos nocivos na saúde humana (ALAVANJA, 1999; COLOSSO et al., 2003; PERES et al., 2005; SANTOS, 2003). Os efeitos agudos, conforme Mariconi (1986), aparecem durante ou após o contato da pessoa com o agrotóxico, podendo ser divididos em efeitos muscarínicos (bradicardia, miose, espasmos intestinais e brônquicos, estimulação das glândulas salivares e lacrimais); nicotínicos (fibrilações musculares e convulsões); e centrais (sonolência, letargia, fadiga, cefaleia, perda de concentração, confusão mental e problemas cardiovasculares). Segundo Koifman e Hatagima (2003), um grande número de agrotóxicos apresenta atividade potencialmente capaz de desregular o equilíbrio endócrino de seres humanos e animais, sendo que a exposição a esses disruptores endócrinos estaria associada a cânceres, à modificação na razão entre sexos ao nascimento, infertilidade, más-formações congênicas no trato genital masculino e as modificações na qualidade do sêmen.

O uso indiscriminado de agrotóxicos tem resultado em intoxicações, em diferentes graus, de agricultores e de consumidores, tornando-se um problema de saúde pública. Apesar de vários estudos evidenciarem as graves consequências que estes podem implicar, ainda existem no Brasil alguns obstáculos que impedem o desenvolvimento de uma agricultura menos agressiva para as pessoas e para o meio ambiente (PIRES et al., 2005). A exposição ocupacional aos agrotóxicos tem um forte impacto na saúde pública. Os efeitos mais bem documentados sobre a exposição ocupacional de trabalhadores rurais envolvem o sistema nervoso.

Keifer e Mahurin (1997) observaram que as consequências neurotóxicas de uma exposição aguda de alto nível estão associadas a uma série de sintomas e defeitos na conduta neurológica e anormalidades na função nervosa. Os sintomas neurológicos menos severos incluem dor de cabeça, tontura, náusea, vômito e excessivo suor. Já os mais perigosos são o desenvolvimento de fraqueza muscular e bronquiespasmos, podendo progredir para convulsões e coma. Bhatt et al. (1999) também notaram que a exposição a pesticidas pode estar associada ao aumento do risco de doenças neurodegenerativas, particularmente a Doença de Parkinson. Entre algumas das manifestações de intoxicação por agrotóxicos observadas em trabalhadores rurais estão a diminuição das defesas imunológicas, anemia, impotência sexual masculina, cefaleia, insônia, alterações da pressão arterial, alterações do humor e distúrbios do comportamento, como surtos psicóticos (LUNDBERG et al., 1997). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) foram responsáveis por 63% das mortes no mundo em 2008 e por 45,9% do volume global de doenças. A Organização prevê que o número de mortes deve crescer 15% até 2020 em decorrência desses tipos de doença.

No Brasil, os casos de intoxicação por agrotóxicos apresentam grande subnotificação e descentralização de informações, decorrentes de fatores diversos: dificuldade de acesso dos agricultores às unidades de saúde, inexistência de centros de saúde em regiões produtoras importantes, dificuldade de diagnóstico e de relacionar os problemas de saúde com a exposição a agrotóxicos, escassez de laboratórios de monitoramento biológico e inexistência de biomarcadores precoces e/ou confiáveis.

Para Menezes (2006), apesar das deficiências de registro, o Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológica (SINITOX) e o Sistema Nacional de Informação de Agravos Notificáveis (SINAN) são uma referência importante. Embora o maior consumo de agrotóxicos ocorra nos países desenvolvidos, grande parte de envenenamentos e mortes causadas por agrotóxicos ocorre nos países em desenvolvimento, sendo preocupantes os quadros de contaminação humana e ambiental observados no Brasil. Acredita-se que essa realidade possa estar associada à utilização desses produtos em excesso, à ocorrência de inadequados padrões ocupacionais e de segurança, ao desconhecimento dos riscos associados a sua utilização e consequente ineficiente uso de equipamentos de proteção individual, a elevados níveis de analfabetismo, à regulamentação e rotulagem insuficientes, a inadequadas ou inexistentes infraestruturas para lavagem dos utensílios, ao

manuseio inadequado dos resíduos e das embalagens, ao aproveitamento dos recipientes para armazenar alimentos e água, bem como à grande pressão comercial por parte das empresas distribuidoras e produtoras. Podem-se acrescentar também a existência de uma fiscalização precária do cumprimento das leis, uma deficiente assistência técnica ao homem do campo e a baixa atenção à saúde (CAMPANHOLA; BETTIOL, 2002; MOREIRA et al., 2002).

Como já mencionado anteriormente, o Brasil é o oitavo maior consumidor de agrotóxicos por hectare do mundo, sendo os herbicidas (utilizados na destruição de plantas que impedem o desenvolvimento da cultura desejada) e inseticidas (produto próprio para matar insetos) responsáveis por 60% dos produtos comercializados no país. No período compreendido entre 1992 e 2002 foram registradas no Estado do Mato Grosso do Sul 1.355 notificações de intoxicações provocadas pelo manuseio de agrotóxicos na agricultura, sendo destes, cerca de 500 casos decorrentes de ingestão voluntária (PIRES et al., 2005). Levigard e Rozemberg (2004), em trabalho realizado em Nova Friburgo (RJ), a partir de entrevistas com profissionais da área da saúde, onde foram analisadas as formas de tratamento prestado às queixas de “nervos” dos agricultores. Os autores ressaltam o fato dos profissionais na área da saúde estarem preocupados com os hábitos da população no consumo indiscriminado de calmantes, caracterizando a automedicação.

O uso de remédios sem prévia consulta com especialista, com o uso dos agrotóxicos utilizados nas lavouras, acaba por agravar o processo de intoxicação dos indivíduos. Investigações no estado do Rio Grande do Sul também apontam os malefícios da utilização de agrotóxicos para o meio ambiente e população humana.

Faria et al. (2004), em estudo realizado com trabalhadores rurais cultivadores da fruticultura dos municípios de Antônio Prado e Ipê, constataram que das famílias entrevistadas, 95% informaram utilizar algum tipo de agrotóxico, 73% faziam uso regular de agrotóxicos na agricultura, e que, em média, 75% dos trabalhadores rurais relataram trabalhar regularmente com os agrotóxicos. Os autores acima constaram que a prevalência de exposição agroquímica foi maior entre os homens, estes em 86% dos casos, enquanto em 68% de casos com mulheres. Entre os agricultores, 35% disseram nunca terem usado luvas, máscaras ou roupas de proteção. Em um grupo considerado pelos autores, sem escolaridade esse índice foi maior.

Também se percebeu que as intoxicações ocorreram, na maioria das vezes, entre outubro e janeiro, pois neste período devido às temperaturas elevadas, o organismo absorve mais as toxinas liberadas pelos agrotóxicos e também pelo fato das aplicações serem mais intensas nessa época do ano. A gravidade destas intoxicações foi considerada leve-moderada em 80% dos casos e como grave em 20% das ocorrências (FARIA et al., 2004). Segundo o IBGE (2012), cerca de 70 milhões de brasileiros vivem em estado de insegurança alimentar e nutricional, sendo que 90% desta população consome frutas, verduras e legumes abaixo da quantidade recomendada para uma alimentação saudável.

Apesar da grande importância das atividades agrícolas, há pouco interesse no estudo de aspectos da saúde e segurança na agricultura. Existe grande interesse em desenvolver novas tecnologias para aumento da produção na agropecuária, sem levar em consideração os impactos à saúde e à segurança do trabalhador (FRANK et al., 2004). Diante do exposto, no consumo de alimentos vegetais, o primeiro cuidado é saber a procedência dos produtos, optando sempre pelos que possuem origem identificada. Segundo a Anvisa (2012), a identificação irá aumentar o comprometimento dos produtores em relação à qualidade dos alimentos. Optar por orgânicos e sazonais também são procedimentos recomendados pela Anvisa para obter um produto livre de agrotóxicos. A lavagem correta dos alimentos e a retirada de cascas e folhas externas ajudam na redução dos resíduos de agrotóxicos presentes apenas nas superfícies.

FONTE: CASSAL, Vivian Brusius; AZEVEDO, Leticia Fátima de; FERREIRA, Roger Prestes; SILVA, Danúbio Gonçalves da; SIMÃO, Rogers Silva. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai - IDEAU - Campus Bagé, RS, Brasil, 2014.

RESUMO DO TÓPICO 3

Neste tópico, você viu que:

- O Brasil consome 20% de todos os venenos do mundo, sendo o campeão mundial de consumo de venenos. O veneno mais utilizado está na soja, cana, milho e algodão. Nos alimentos diretos está presente no tomate, pimentão, maçã, melão, entre outros.
- Os agrotóxicos podem ser classificados de acordo com a praga que controlam (sua função), de acordo com os efeitos à saúde humana e ao ambiente, e também quanto ao grupo (informa a toxicidade).
- Os agrotóxicos são classificados pela ANVISA, órgão de controle do Ministério da Saúde, em quatro categorias, sendo atribuída uma cor distinta para cada uma delas: vermelha (extremamente tóxico); amarela (altamente tóxico); azul (medianamente tóxico) e verde (pouco tóxico).
- Os agrotóxicos causam danos à saúde do homem e podem se manifestar de duas maneiras: como intoxicação aguda ou crônica.
- Na intoxicação aguda, os sintomas surgem rapidamente, geralmente em até 24 horas após a exposição curta, porém excessiva a produtos extremamente ou altamente tóxicos.
- Na intoxicação crônica, os sintomas aparecem tardiamente, meses ou anos após a exposição pequena ou moderada a agrotóxicos. É o tipo de intoxicação mais difícil de ser diagnosticada, por não ter sintomas bem definidos e ser facilmente confundido com outras doenças.
- Existem três vias de entrada de agrotóxicos no organismo humano: via dérmica, via digestiva e via respiratória.
- Usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) pode reduzir significativamente o potencial de exposição dérmica, inalatória, ocular e oral, reduzindo significativamente as chances de um envenenamento por agrotóxicos.
- A prevenção da intoxicação depende de uma atitude responsável do usuário em todas as circunstâncias de uso.
- Algumas medidas preventivas para evitar a contaminação por agrotóxicos são: usar o produto menos venenoso; usar como indicado; observar as precauções no rótulo; controlar a exposição na fonte; cumprir a lei; evitar práticas inseguras; educação, limpeza, atenção à higiene pessoal; e procurar atendimento médico.

AUTOATIVIDADE



1 Quanto ao seu grau de toxicidade, os agrotóxicos são classificados em quatro categorias, sendo atribuída uma cor distinta para cada uma delas. Cada classe é representada por uma cor no rótulo e na bula do produto. Assinale a alternativa em que está correta a relação classe, potencial de perigo e cor dos agrotóxicos:

- a) () Classe II – Medianamente tóxico – azul
- b) () Classe I – Extremamente tóxico – Vermelho
- c) () Classe III – Altamente tóxico – Verde
- d) () Classe IV – Pouco tóxico – Amarelo
- e) () Classe I – Extremamente tóxico – Verde

2 Com relação aos agrotóxicos, analise as assertivas a seguir:

- I- O Brasil é o oitavo maior consumidor de agrotóxicos por hectare do mundo, sendo os herbicidas e inseticidas responsáveis por 60% dos produtos comercializados no país.
- II- Os agrotóxicos que possuem permissão de uso no Brasil são devidamente testados e aprovados, e, portanto, não causam danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente.
- III- As embalagens de agrotóxicos, por serem de plástico comum, podem ser encaminhadas para reciclagem ou descartadas em lixo comum.
- IV- Existem três vias de entrada de agrotóxicos no organismo humano: via dérmica, via digestiva e via respiratória.

É correto o que se afirma em:

- a) () III apenas.
- b) () II, apenas.
- c) () I, apenas.
- d) () I e IV, apenas.
- e) () II e III, apenas.

3 De acordo com Peres e Moreira (2003), agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédios de planta e veneno são algumas das inúmeras denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas (animais e vegetais) e doenças de plantas. Os agrotóxicos podem ter vários efeitos sobre a saúde humana, dependendo da forma e tempo de exposição e do tipo de produto por sua toxicidade específica, portanto todo trabalhador exposto deve utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para se proteger. Com relação aos EPIs utilizados na aplicação de agrotóxicos, analise as afirmativas a seguir:

FONTE: PERES, F., MOREIRA, J. C. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/sg3mt/pdf/peres-9788575413173.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

- I- Os equipamentos de proteção necessários dependem dos efeitos nocivos do agrotóxico e da maneira como ele é usado.
- II- As informações quanto ao uso de EPIs são fornecidas no rótulo dos agrotóxicos e geralmente especificam o nível de proteção necessário.
- III- Para proteção dos olhos, quando da aplicação de agrotóxicos, são utilizados: capacete, óculos de segurança e protetor facial.
- IV- Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) reduzem totalmente o potencial de exposição dérmica, inalatória, ocular e oral se forem usados adequadamente durante a aplicação e manuseio do agrotóxico.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência CORRETA:

- a) () Apenas as afirmativas I e II estão corretas.
- b) () Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- c) () Apenas as afirmativas II e IV estão corretas.
- d) () Apenas as afirmativas III e IV estão corretas.

4 Os agrotóxicos causam danos à saúde do homem e podem se manifestar de duas maneiras: como intoxicação aguda ou crônica. Descreva quais são os sintomas de uma intoxicação aguda e crônica que a contaminação por agrotóxicos pode causar.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-4**. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). 2009. Disponível em: <http://www3.icb.usp.br/corpoeditorial/ARQUIVOS/residuos_quimicos/normas_leis/Parte4_NBR_14725-4-2009.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2017.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725**. Ficha de informações de segurança de produtos químicos – FISPQ, 2001. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-14.725-Ficha-de-informa%C3%A7%C3%B5es-de-seguran%C3%A7a-de-produtos-qu%C3%ADmicos-FISPQ.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413** – Iluminância de interiores. 1992. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM802/NBR5413.pdf>>. Acesso em: 23 set. 2017.

ABREA. Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto. **O amianto no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.abrea.com.br/cartilha.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

AEDHE. Asociación de Empresarios del Henares. **Riesgos Laborales relacionados con el Medio Ambiente**. Novembro de 2008. Disponível em: <<http://www.inpahu.edu.co/biblioteca/imagenes/libros/Riesgos.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

ALEMU, B.; WOLDE, A. M. LECTURE NOTES. For Medical Laboratory Science Students. **Hawassa University**. In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative – EPHTI, 2007.

ALMEIDA, T. et al. **Guia geral para o controle da exposição a agentes químicos**. Lisboa: ACT, 2016.

ALTIMARI, L. R. et al. Efeitos Ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 141-158, jul./dez., 2000.

AMORIM, L. **Doenças Ocupacionais**. Instituto Formação. Cursos Técnicos Profissionalizantes. Técnico em Segurança do Trabalho, 2014. Disponível em: <www.ifcursos.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2017.

BACKES, L. M. da T. et al. Conceitos de Saúde e Doença ao Longo da História sob o Olhar Epidemiológico e Antropológico. **Rev. enferm. UERJ**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, 9 jan./mar., 2009.

BARAZZUTTI, L. D. **Análise de Gases em Locais de Trabalho**. [s.d.]. Disponível em: <https://progep.furg.br/arquivos/ppra/E_2008_LAUDO_GASES.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

BARBOSA, F.; MATOS, L.; SANTOS, P. **As diferentes metodologias de recolha e análise de Poeiras Ocupacionais**: Equipamentos e Técnicas. Cinfu – Centro de Formação Profissional da Indústria de Fundição. International Symposium on occupational safety and hygiene, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/2687/1/34445.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

BARRENO, A. M.; MERINO, M. de las H.; GARCÍA, M. A. I. **Exposición Laboral a Agentes Físicos**. 1. ed. 2009. Disponível em: <http://www.cancerceroeneltrabajo.ccoo.es/comunes/recursos/99924/pub44637_Exposicion_laboral_a_agentes_fisicos.pdf>. Acesso em: 23 set. 2017.

BNDES; FIESP; SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS; DIEESE; ANVISA. **Situação do Mercado de Agrotóxicos no Mundo e no Brasil**. São Paulo, maio de 2012. Disponível em: <<https://biowit.files.wordpress.com/2010/11/cartilha-dados-sobre-agrotoxicos-mundo-brasil-maio-12.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2017.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 jan. 2002. NRR 5 Produtos Químicos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 24 set. 2017.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 - Atividades e Operações Insalubres**. Portaria MTb nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20\(atualizada_2011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20(atualizada_2011).pdf)>. Acesso em: 20 maio 2017.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1996. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF19C09E2799/nr_07_sst.pdf>. Acesso em: 20 maio 2017.

_____. Ministério do Trabalho. **Limite de tolerância**. Portaria nº 3214, de 8 de junho de 1978. NR 15 - Anexo 7. Disponível em: <<http://sislex.previdencia.gov.br/paginas/05/mtb/15.htm>>. Acesso em: 23 set. 2017.

_____. **NR 32 – Segurança e Saúde no Trabalhador em Serviços de Saúde.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2005. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR32.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2017.

_____. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978b. **NR 20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis.** Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR20.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2017.

BUSCHINELLI, J. T. **Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas.** Fundacentro, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.anamt.org.br/site/upload_arquivos/sugestoes_de_leitura_3420141148287055475.pd>. Acesso em: 30 jul. 2017.

BUSCHINELLI, J. T.; KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas.** São Paulo: Fundacentro, 2011. Disponível em: <www.fundacentro.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2017.

BUTIERRES, M. C. **O Direito à saúde do trabalhador e a convenção 187 da OIT: Elementos para uma transição de paradigmas na prevenção.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

CARRARA, G. L. R.; MAGALHÃES, D. M.; LIMA, R. C. Riscos ocupacionais e os agravos à saúde dos profissionais de enfermagem (Occupation alhazard and arms to health of nursing professionals). Centro Universitário UNIFAFIBE – Bebedouro, SP. **Revista Fafibe On-Line**, Bebedouro, SP, v. 8, n. 1, p. 265-286, 2015.

CARVALHO, Miguel Mundstock Xavier de; NODARI, Eunice Sueli; NODARI, Rubens Onofre. **“Defensivos” ou “agrotóxicos”? História do uso e da percepção dos agrotóxicos no estado de Santa Catarina, Brasil, 1950-2002.** História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 75-91, jan./mar., 2017.

CASTRO, Hermano Albuquerque. Brasil: rumo à eliminação do asbesto/amianto. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 28(5):816-817, maio, 2012.

CCA. Comisión para la Cooperación Ambiental. **Sustancias químicas tóxicas y salud infantil en América del Norte.** 2006. Disponível em: <<http://www3.cec.org/islandora/en/item/2280-toxic-chemicals-and-childrens-health-in-north-america-es.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

CEPRIT. Centro de Prevención de Riesgos del Trabajo. **Enfermedades Ocupacionales y Higiene Ocupacional.** Año V, Mayo n. 5, 2016. Disponível em: <http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/MAYO_2016_Enfermedades_Ocupacionales_e_Higiene_Ocupacional.pdf>. Acesso em: 27 set. 2017.

CIATI, R. S.; OLIVEIRA, M. A de. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Administração Regional do Estado de São Paulo. **Trabalhador na aplicação de agrotóxicos**: aplicação de agrotóxicos com pulverizador costal manual. São Paulo: SENAR, 2000. Disponível em: <http://www.agrocurso.com.br/pdf/aplicacao_agrotoxicos_manual.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2017.

DEGROSSI, M. C. Conceptos Básicos de Toxicología Toxicocinética. Universidad de Belgrano. Buenos Aires – Argentina. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3658/4050%20-%20Toxicologia%20-%20degrossi.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

DEKANT, Wolfgang; VAMVAKAS, Spiridon. **Toxicology**. 2005. Disponível em: <https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527312471_c01.pdf>. Acesso: 30 jul. 2017.

DEUS, R. B. **Noções básicas de Toxicologia ocupacional**. Ouro Preto: UFOP, 2013.

ECHA. European Chemicals Agency. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho. **Perigo: químicos!** [s.d.]. Disponível em: <https://echa.europa.eu/documents/10162/2621167/eu-osha_chemical_hazard_pictograms_leaflet_pt.pdf/abccc853-bc2c-4e58-99ef-22a80dc0bdd0>. Acesso em: 29 jun. 2017.

ECKHARDT, Moacir. **Segurança do trabalho IV**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2014.

FARZA, H. R. **A saúde do trabalhador e a Toxicologia**. Rio de Janeiro: ANVISA, 2014. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/26535399/Toxicologia-ocupacional/4>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

FERREIRA- PACHECO, H. Epidemiologia das substâncias químicas neurotóxicas. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.iesc.ufrj.br/cursos/saudetrab/estudodirigido/NEUROToxicologia%20-%20ARTIGO%201.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2017.

FERREIRA, C. P. Aspectos Toxicológicos e de Segurança no Manuseio de Agroquímicos. **Série Técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 132-149, Piracicaba – SP, 1987.

FIOCRUZ. **II Seminário Nacional de Saúde e Ambiente**. 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_seguranca/_arquivos/pronasq_ult_versao1_143.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2017.

FREITAS, N. B. B. Cadernos de saúde do trabalhador. **Riscos devido a substâncias químicas**. 2000. Disponível em: <<http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/caderno%20risco%20quimico.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017.

GILBERT, S. G. **A Small Dose of Toxicology** - The Health Effects of Common Chemicals. Institute of Neurotoxicology & Neurological Disorders (INND) Seattle, WA 98115, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/05709246930/Downloads/A%20Small%20Dose%20of%20Toxicology,%202nd%20Edition.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

GILBERT, S. G.; HAYES, A. **Historical milestones and discoveries that shaped the toxicology sciences**. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology. V. 1: Molecular Toxicology, 2009.

GOELZER, B. I. F. **Reconhecimento, Avaliação, Prevenção e Controle de Riscos Ocupacionais**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.saude.ufpr.br/portal/medtrab/wp-content/uploads/sites/25/2016/08/HO-por-Berenice-Goelzer.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

GREENPEACE BRASIL. Campanha de Substâncias Tóxicas, Fevereiro de 2004. **Impactos na Saúde Humana de Substâncias Sintéticas**. Disponível em: <https://saudesemdano.org/sites/default/files/documents-files/2257/Impactos_Saude_Substancias_Sinteticas.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

GRIFFIN, M. J. **Handbook of Human Vibration**. Londres: Academic Press, 1990. Disponível em: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/50.pdf>. Acesso em: 23 set. 2017.

GUIA SOBRE SUBSTÂNCIAS E MATERIAIS NOCIVOS. Abril 2013. Disponível em: <http://portaldesuprimentos.rio2016.com/wp-content/uploads/2013/07/Rio-2016-Guia-sobre-Subst%C3%A2ncias-e-Materiais-Nocivos.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2017.

ILO. International Labour Office. **Safety and health in the use of agrochemicals: A guide** Geneva, International Labour Office, Geneva, 1991. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/instructionalmaterial/wcms_110196.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2017.

_____. International Labor Office. Safe work and safety culture. **The ILO report for world day for safety and health at work 2004**. 2004. Disponível em: <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/worldday/products04/report04_eng.pdf>. Acesso em: 7 maio 2017.

_____. International Labour Office. **Identification and recognition of occupational diseases: Criteria for incorporating diseases in the ILO list of occupational diseases**, Genebre, 2010. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_150323.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Vigilância do câncer relacionado ao trabalho e ao ambiente/** Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância. 2.ed. rev. atual. – Rio de Janeiro: INCA, 2010. Disponível em: <http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/comunicacao/vigilancia_do_cancer_relacionada_ao_trabalho_e_ao_ambiente_2.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. **NTP 547: Evaluación de riesgos por agentes químicos. El método analítico: aspectos básicos.** 2000. Disponível em: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_548.pdf>. Acesso em: 9 out. 2017.

IPCS. Programa Internacional de Segurança Química. **Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente / Organização Mundial da Saúde.** Programa Internacional de Segurança Química. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008.

IWAMI, A. et al. **Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários – agrotóxicos.** São Paulo: Línea Creativa, 2002.

JIMÉNEZ, R. M.; KUHN, R. G. **Toxicologia Fundamental.** 4. ed. 2009. Disponível em: <<http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479788988.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2017.

KLAASSEN, Curtis. **Casarett and DOULL's Toxicology: The basic science of poisons.** New York: MacGraw-Hill, 2001.

KLOCZKO, IRIS. **Avaliação da Qualidade do Ar no Ambiente Laboral: Vapores Orgânicos Nafta e Estireno- Estudo de Caso.** Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Construção Civil. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. CURITIBA, 2014.

LEITE, E. M. A.; AMORIM, L. C. A. Depto. Apostila de Toxicologia Geral. **Análises Clínicas e Toxicológicas.** Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAXkAC/apostila-Toxicologia-geral>>. Acesso em: 17 set. 2017.

_____. **Toxicologia Geral.** [s.d.]. Disponível em: <http://www.geocities.ws/farmaserver/Toxicologia/apostila_Toxicologia_geral_5_periodo.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

LEONEL, F. **Estudo analisa efeito combinado de substâncias químicas.** 2011. Disponível em: <<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/materia/detalhe/26380>>. Acesso em: 8 out. 2017.

LIMA, A. A.; MATIAS, J. D. **Higiene Ocupacional Aplicada ao Setor de Soldagem**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.tstblog.com.br/wp-content/uploads/2016/11/HIGIENE-OCUPACIONAL-APLICADA-AO-SETOR-DE-SOLDAGEM.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2017.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

MAESTRI, A. A.; VITALI, C. A. **Aspectos negativos dos fumos de soldagem: prevenção e soluções para salvaguardar a saúde do trabalhador**. Monografia. Especialização – Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR. Ponta Grossa, 2005.

MATOS, C. F. T. **Análise e Avaliação de Riscos para Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais numa Indústria Transformadora de Polímeros**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Química e Bioquímica. Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2012. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/8755/1/Matos_2012.pdf>. Acesso em: 21 out. 2017.

MEDEIROS, Marina Áurea Oliveira. **Avaliação do ponto de névoa, fluidez e entupimento do óleo diesel combustível**. Monografia, UFRN, Departamento de Engenharia Química. Programa de Recursos Humanos – PRH 14/ANP. Áreas de Concentração: Engenharia de Petróleo e Engenharia Bioquímica, Natal/RN, Brasil, 2004.

MENDES, D. **Interpretando o Anexo 11 da NR 15**. 2001. Disponível em: <<http://temseguranca.com/interpretando-o-anexo-11-da-nr-15/>>. Acesso em: 8 out. 2017.

MENDES, P. **Agentes Químicos Perigosos – Algumas Diretrizes Práticas para Implementação da Legislação**. Publicações: TECNOMETAL, n. 168, 2007. Disponível em: <<http://www.factor-segur.pt/wp-content/uploads/2014/11/Agentes-quimicos-perigosos-1.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

MENDES, R. A Atualidade dos ensinamentos de Bernardino Ramazzini, 300 anos após sua morte (5/11/1714). In: **CONFERÊNCIA III DA 28ª JORNADA AMIMT**. Belo Horizonte, 15/11/2014. Disponível em: <[http://amimt.org.br/downloads/jornada2014/A%20Atualidade%20dos%20ensinamentos%20de%20Bernardino%20Ramazzini%20300%20anos%20ap%C3%B3s%20sua%20morte%20\(5.11.1714\)_Dr.%20Ren%C3%A9%20Mendes.pdf](http://amimt.org.br/downloads/jornada2014/A%20Atualidade%20dos%20ensinamentos%20de%20Bernardino%20Ramazzini%20300%20anos%20ap%C3%B3s%20sua%20morte%20(5.11.1714)_Dr.%20Ren%C3%A9%20Mendes.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Organização Panamericana de Saúde. **Manual de doenças relacionadas ao Trabalho**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2001. Disponível em: <https://www3.fmb.unesp.br/emv/pluginfile.php/31914/mod_page/content/55/ST_no_SUS_-_obrigatorio%20%281%29.pdf>. Acesso: 10 de dez. 2017.

MINISTERIO DE SALUD. Programa de Prevencion y Control de Intoxicaciones Direccion Nacional de Emergencias, Traumas y Desastres. Gobierno de la Nacion. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.msal.gob.ar/images/stories/ministerio/intoxicaciones/emergencias-quimicas/generalidades-sobre-toxicos-intoxicaciones.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2017.

MONTEIRO, Wanderson. Prevenção Online. **O ruído: dose de exposição**. 2017. Disponível em: <<https://wandersonmonteiro.wordpress.com/2016/08/07/dose-de-exposicao-ao-ruído/>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

MORO, B. P. **Um estudo sobre a utilização de agrotóxicos e seus riscos na produção do fumo no município de Jacinto Machado - SC**. Monografia apresentada à Diretoria de Pós-graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. Criciúma, junho de 2008.

MOTA, Leandro; DI VITTA, Patrícia Busko. **Química Forense: Utilizando Métodos Analíticos em Favor do Poder Judiciário**. Centro de Pós-Graduação Oswaldo Cruz. [s.d.]. Disponível em: <http://www.revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Qu%C3%ADmica_Forense_utilizando_m%C3%A9todos_anal%C3%ADticos_em_favor_do_poder_judici%C3%A1rio_.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

NR 15 – ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES ANEXO Nº 11. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO11.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2017.

NR 20 – SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO COM INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR20.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

OGA, Seize; CAMARGO, Márcia M. A.; BATISTUZZO, José A. O. Fundamentos de Toxicologia. 3. ed. Editora Atheneu, 2008.

OISS. Organización Ibero Americana de Seguridad Social. **Metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos**. 2016. Disponível em: <<http://www.oiss.org/estrategia/IMG/pdf/EOSyS-09-v2.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

OIT. Convenção da Organização Internacional do Trabalho. **El desarrollo sostenible, el trabajo decente y los empleos verdes**. Conferência Internacional del Trabajo, V Informe, 102ª, reunión, Ginebra, 2013. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_235105.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2017.

ORTEGA, B. U.; BENEITEZ, N. M.; SAN JOSÉ, M. J. Q. **Determinación de La Incertidumbre de Medida de Agentes Químicos**. Incertidumbre de Medida de Gases Y Vapores. Parte 2. - Muestreo por difusión y desorción térmica. Departamento de Contaminantes y Toxicología _ Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2011. Disponível em: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/MetodosAnalisis/Ficheros/CR/cr_07_2011.pdf>. Acesso em: 9 out. 2017.

OSHA. Occupational Safety and Health Administration. **Hazard Classification Guidance for Manufacturers, Importers, and Employers**. U.S. Department of Labor, 2016. Disponível em: <<https://www.osha.gov/Publications/OSHA3844.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

PASSAGLI, Marcos; RODRIGUES, Roberta de Faria. Princípios e Áreas da Toxicologia. In: **Toxicologia Forense - Teoria e Prática**. 3. ed. Campinas, São Paulo: Millennium, 2011. Cap. I, p. 5 – 13. Disponível em: <<http://www.millenniumeditora.com.br/trechos/Toxicologia.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

PEIXOTO, N. H.; FERREIRA, L. S. **Higiene ocupacional I**. Santa Maria: UFSM, CTISM; Rede e-Tec Brasil, 2012. Disponível em: <http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/segunda_etapa/higiene_ocupacional_1.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

_____. **Higiene ocupacional III**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. Colégio Técnico Industrial de Santa Maria. Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_seguranca/sexta_etapa/higiene_ocupacional_3.pdf. Acesso em: 8 out. 2017.

PEÑA, C. E.; CARTER, D. E.; AYALA-FIERRO, F. **Toxicologia ambiental: Evaluación de riesgos y restauración ambiental**. The University of Arizona: Southwest Hazardous Waste Program. 2001. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/Toxicologia-ambiental-pdf-d114118589>>. Acesso em: 1 maio 2012.

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**. v. 10, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000500006>. Acesso em: 24 set. 2017.

PERES, F., MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/sg3mt/pdf/peres-9788575413173.pdf>>. Acesso em: 27 set. 2017.

REYES, E. R. *Introducción a la Toxicología*. UNAM - Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, 2016. Disponível em: <<https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Toxico-ago18.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

RIBEIRO, J. **Higiene do Trabalho II**. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, 2012. Disponível em: <<http://academico.escolasatelite.net/system/application/materials/uploads/12/est-ge-m3d2-pv-a33-jarbas-postado.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2017.

RIBEIRO, M. G.; FILHO, W. dos R. P.; RIEDERER, E. E. **Avaliação qualitativa de riscos químicos**: orientações básicas para o controle da exposição a produtos químicos em fundições. São Paulo: Fundacentro, 2011.

_____. **Avaliação qualitativa de riscos químicos**. Ministério do Trabalho e Emprego. São Paulo: Fundacentro, 2007.

RIBEIRO, M. L. et al. **Pesticidas**: usos e riscos para o meio ambiente. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/279672394_PESTICIDAS_USOS_E_RISCOS_PARA_O_MEIO_AMBIENTE>. Acesso em: 3 ago. 2017.

RODRIGUES, D. S. et al. **Apostila de Toxicologia Básica**. CIAVE (Centro de Informações Antiveneno). Governo da Bahia. 2009. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/pdf/Apostila_CIAVE_Ago_2009_A4.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

ROSA, R. C. **Apostila Prevenção e Combate a Incêndio e Primeiros Socorros**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Rio Grande do Sul. Campus de Porto Alegre – RS, 2015. Disponível: <<https://www.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2016/03/seguranca-ifrs-poa-apostila-treinamento-brigada-de-incendio.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2017.

RUPPENTHAL, J. E. **Toxicologia**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013.

SANTANA, V.; MOURA, M. C. P.; NOGUEIRA, F. F. **Mortalidade por intoxicação ocupacional relacionada a agrotóxicos, 2000-2009, Brasil**. Ver. Saúde Pública 2013; 47(3):598-606.

SANTOS, M. P. A. Toxicologia ocupacional – Toxicidade dos Solventes Orgânicos. **BOLETIM SPQ**, 42, 1990. Disponível em: <<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/567/article/3000492/pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SCHNEIDER, R. P.; GAMBA, R. C.; ALBERTINI, L. B. **Manuseio de Produtos Químicos**. Capítulo 3 Produtos Químicos e Saúde Humana. São Paulo: ICBI USP, 2010. 28 p. Protocolo da Rede PROSAB Microbiologia. Área: Métodos Básicos. Disponível em: <https://ww2.icb.usp.br/icb/wp-content/uploads/seguranca_quimica/Produtos_quimicos_Saude_Humana.pdf?x89681>. Acesso em: 8 out. 2017.

SCHVARTSMAN, S. **Agrotóxicos**: informações para uso médico, sintomas de alerta e tratamento das intoxicações. Editado pelo Departamento de Fumo e pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Souza Cruz. 1. ed. 1993. Disponível em: <http://www.psiquiatriageral.com.br/saudecultura/conduta_intoxicacoes_agudas.htm>. Acesso em: 27 set. 2017.

SILBERGELD, E. K. Toxicología. Herramientas y enfoques. **Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo**. Capítulo 33, 2000.

SILVA, A. V. B. **Identificação de Riscos Ambientais em Comércio de Ferro e Aço na Cidade de Foz do Iguaçu** – PR. Monografia. Departamento de Pós-Graduação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Câmpus Medianeira, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1637/1/MD_ENSEG_%20IV_2011_02.pdf>. Acesso em: 8 out. 2017.

SILVA, L. A. D da. **Avaliação dos níveis de ruído ocupacional do setor de conversão de guardanapos em uma indústria de papel para uso doméstico e higiênico-sanitário**. Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba – PR, 2015.

SILVA, L. M. M. Iluminação no ambiente de trabalho visando ao conforto ambiental. Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Belo Horizonte - MG, 2016. **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia – 12. ed., v. 1, n. 12, dez., 2016. Disponível em: <[file:///C:/Users/05709246930/Downloads/luisa-maia-miglio-1716912%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/05709246930/Downloads/luisa-maia-miglio-1716912%20(2).pdf)>. Acesso em: 23 set. 2017.

SILVA, M. et al. **Os riscos no uso indiscriminado de agrotóxicos**: uma visão bibliográfica, 2015. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

SPRADA, E. Instituto Federal do Paraná – Educação a Distância. **Toxicologia**. Rede e-Tec Brasil, Curitiba- PR, 2013. Disponível em: <http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURAN%C3%87A%20DO%20TRABALHO/M%C3%B3dulo%20IV/21Toxicologia/Livro_Toxicologia.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2017.

TIMBRELL, J. A. **Introduction to toxicology**. 3rd ed. p; cm. Includes bibliographical references and index. 1. Toxicology. I. Title. [DNLM: 1. Toxicology. 2. Poisoning. 3. Poisons. 2002.

TOXICOLOGY. Fundamentals y. University of Wuerzburg, Germany. Disponível em: <https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527312471_c01.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2017.

VEIGA, Lene Holanda Sadler; FERNANDES, Horst Monken. **Avaliação de risco para a saúde humana e ecossistemas**. 1999. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/ffk9n/pdf/brilhante-9788575412411-06.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

VINCENZI, R. A. **Fatores causadores de doenças nos diversos grupos de trabalhadores**. Piracicaba, SP: [s.n.], 2007. 67f. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/VicenziRodrigoAugusto_TCE.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2017.

VKM. Vitenskapskomiteen for mattrygghet Norwegian Scientific Committee for Food Safety. **Combined toxic effects of multiple chemical exposures**. 2008. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs/13223.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2017

VOLZ, C. **Occupational Health: Workplace Injuries and Diseases**. [s.d.]. Disponível em: <http://www.chec.pitt.edu/documents/Occupational%20Health_2011_Volz.pdf>. Acesso em: 19 set. 2017.

WHITFORD, F.; STONE, J.; MACMILIAN, T. **Pesticides and Personal Protective Equipment, Selection, Care, and Use**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ppp/ppp-38.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

YAMASHITA, M. G. N. **Análise de rótulos e bulas de agrotóxicos segundo dados exigidos pela legislação federal de agrotóxicos e afins e de acordo com parâmetros de legibilidade tipográfica**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial da UNESP/FAAC. Bauru, 2008.

YAMASHITA, M. G. N.; SANTOS, J. E. G. **Rótulos e bulas de agrotóxicos: parâmetros de legibilidade tipográfica**. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

ANEXO A – Tabela de Limites de Tolerância da NR-15 – anexo nº 11

AGENTES QUÍMICOS	Valor teto	Absorção também p/pele	Até 48 horas/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua caracterização
			ppm*	mg/m3**	
Acetaldeído			78	140	máximo
Acetato de cellosolve		+	78	420	médio
Acetato de éter monoetilico de etileno glicol (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetato de etila			310	1090	mínimo
Acetato de 2-etóxi etila (vide acetato de cellosolve)			-	-	-
Acetileno			Axfixiante	simples	-
Acetona			780	1870	mínimo
Acetonitrila			30	55	máximo
Acido acético			8	20	médio
Acido cianídrico		+	8	9	máximo
Acido clorídrico	+		4	5,5	máximo
Acido crômico (névoa)			-	0,04	máximo
Acido etanóico (vide ácido acético)			-	-	-
Acido fluorídrico			2,5	1,5	máximo
Acido fórmico			4	7	médio
Acido metanóico (vide ácido fórmico)			-	-	-
Acrilato de metila		+	8	27	máximo
Acrilonitrila		+	16	35	máximo
Alcool isoamílico			78	280	mínimo
Alcool n-butílico	+	+	40	115	máximo
Alcool isobutílico			40	115	médio
Alcool sec-butílico (2-butanol)			115	350	médio

FONTE: Disponível em: <<https://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/NR-15%20Anexo-11%20-%20Agentes%20Qu%C3%ADmicos%20Limites%20de%20Toler%C3%A2ncia.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2017.

**ANEXO B – Tabela de Limites de Tolerância da NR-15 – anexo nº 11 –
Continuação**

Álcool terc-butílico			78	235	médio
Álcool etílico			780	1480	mínimo
Álcool furfúrico		+	4	15,5	médio
Álcool metil amílico (vide metil isobutil carbinol)			-	-	-
Álcool metílico		+	156	200	máximo
Álcool n-propílico		+	156	390	médio
Álcool isopropílico		+	310	765	médio
Aldeído acético (vide acetaldeído)			-	-	-
Aldeído fórmico (vide formaldeído)			-	-	-
Amônia			20	14	médio
Amido sulfuroso (vide dióxido de enxofre)			-	-	-
Anilina		+	4	15	máximo
Argônio			Asfixiante	simples	-
Arsina (arsenamina)			0,04	0,16	máximo
Benzeno	<i>(Excluído pela Portaria n.º 03, de 10 de março de 1994)</i>				
Brometo de etila			156	695	máximo
Brometo de metila		+	12	47	máximo
Bromo			0,08	0,6	máximo
Bromoetano (vide brometo de etila)			-	-	-
Bromofórmio		+	0,4	4	médio
Bromometano (vide brometo de metila)			-	-	-
1,3 Butadieno			780	1720	médio
n-Butano			470	1090	médio
n-Butano (vide álcool n-butílico)			-	-	-
sec-Butanol (vide álcool sec-butílico)			-	-	-
Butanona (vide metil etil cetona)			-	-	-
1-Butanotiol (vide butil mercaptana)			-	-	-
n-Butilamina		+	4	12	máximo
Butil cellosolve		+	39	190	médio
n-Butil mercaptana			0,4	1,2	médio
2-Butóxi etanol (vide butil cellosolve)			-	-	-
Cellosolve (vide 2-etóxi etanol)			-	-	-
Chumbo			-	0,1	máximo
Cianeto de metila (vide acetonitrila)			-	-	-
Cianeto de vinila (vide acrilonitrila)			-	-	-
Cianogênio			8	16	máximo
Ciclohexano			235	820	médio
Ciclohexanol			40	160	máximo
Ciclohexilamina		+	8	32	máximo
Cloreto de carbonila (vide fósforo)			-	-	-
Cloreto de etila			780	2030	médio
Cloreto de fenila (vide cloro benzeno)			-	-	-
Cloreto de metila			78	165	máximo
Cloreto de metileno			156	560	máximo
Cloreto de vinila		+	156	398	máximo
Cloreto de vinilideno			8	31	máximo
Cloro			0,8	2,3	máximo
Clorobenzeno			59	275	médio
Clorobromometano			156	820	máximo
Cloroetano (vide cloreto de etila)			-	-	-
Cloroetilico (vide cloreto de vinila)			-	-	-
Clorodifluometano (freon 22)			780	2730	mínimo
Clorofórmio			20	94	máximo

Continua

1-Cloro 1-nitropropano			16	78	máximo
Cloroprene		+	20	70	máximo
Cumeno		+	39	190	máximo
Decaborano		+	0,04	0,25	máximo
Demeton		+	0,008	0,08	máximo
Diamina (vide hidrazina)			-	-	-
Diborano			0,08	0,08	máximo
1,2-Dibromoetano		+	16	110	médio
o-Diclorobenzeno			39	235	máximo

FONTE: Disponível em: <<https://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/NR-15%20Anexo-11%20-%20Agentes%20Qu%C3%ADmicos%20Limites%20de%20Toler%C3%A2ncia.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2017.