



# Higiene Ocupacional I

*Neverton Hofstadler Peixoto*

*Leandro Silveira Ferreira*



**Santa Maria - RS**  
**2012**

Presidência da República Federativa do Brasil  
Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Técnico Industrial de Santa Maria  
Este caderno foi elaborado pelo Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

**Equipe de Acompanhamento e Validação**  
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

**Coordenação Institucional**  
Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Professor-autor**  
Neverton Hofstadler Peixoto/CTISM  
Leandro Silveira Ferreira/CTISM

**Coordenação Técnica**  
Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

**Coordenação de Design**  
Erika Goellner/CTISM

**Revisão Pedagógica**  
Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM  
Fabiane Sarmento Oliveira Fruet/CTISM  
Janaina da Silva Marinho/CTISM  
Marcia Migliore Freo/CTISM

**Revisão Textual**  
Tatiana Rehbein/UNOCHAPECÓ

**Revisão Técnica**  
José Carlos Lorentz Aita/CTISM

**Ilustração**  
Gabriel La Rocca Cóser/CTISM  
Marcel Santos Jacques/CTISM  
Rafael Cavalli Viapiana/CTISM  
Ricardo Antunes Machado/CTISM

**Diagramação**  
Cássio Fernandes Lemos/CTISM  
Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Inácio Goularte – CRB 10/990  
Biblioteca Central da UFSM

**P379h Peixoto, Neverton Hofstadler**  
**Higiene ocupacional I / Neverton Hofstadler, Leandro Silveira**  
**Ferreira. – Santa Maria : UFSM, CTISM ; Rede e-Tec Brasil, 2012.**  
**92 p. : il. ; 28 cm**  
**Inclui referências**

**1. Segurança do trabalho 2. Higiene ocupacional 3. Riscos**  
**ocupacionais 4. Riscos ambientais I. Ferreira, Leandro Silveira**  
**II. Universidade Federal de Santa Maria. Colégio Técnico Industrial**  
**de Santa Maria III. Escola Técnica Aberta do Brasil IV. Título.**

**CDU 331.45**  
**331.47**  
**613.6**

# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo ao e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional pública de ensino, a Escola Técnica Aberta do Brasil, instituída pelo Decreto nº 6.301, de 12 de dezembro 2007, com o objetivo de democratizar o acesso ao ensino técnico público, na modalidade a distância. O programa é resultado de uma parceria entre o Ministério da Educação, por meio das Secretarias de Educação a Distância (SEED) e de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), as universidades e escolas técnicas estaduais e federais.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes dos grandes centros geograficamente ou economicamente.

O e-Tec Brasil leva os cursos técnicos a locais distantes das instituições de ensino e para a periferia das grandes cidades, incentivando os jovens a concluir o ensino médio. Os cursos são ofertados pelas instituições públicas de ensino e o atendimento ao estudante é realizado em escolas-polo integrantes das redes públicas municipais e estaduais.

O Ministério da Educação, as instituições públicas de ensino técnico, seus servidores técnicos e professores acreditam que uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!

Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação  
Janeiro de 2010

Nosso contato  
[etecbrasil@mec.gov.br](mailto:etecbrasil@mec.gov.br)



# Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



**Atenção:** indica pontos de maior relevância no texto.



**Saiba mais:** oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



**Glossário:** indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



**Mídias integradas:** sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



**Atividades de aprendizagem:** apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



# Sumário

<b>Palavra do professor-autor</b> .....	<b>9</b>
<b>Apresentação da disciplina</b> .....	<b>11</b>
<b>Projeto instrucional</b> .....	<b>13</b>
<b>Aula 1 – Conceituando a higiene ocupacional</b> .....	<b>15</b>
1.1 Trabalho x riscos.....	15
1.2 Conceituação.....	16
1.3 O que é preciso para trabalhar com a higiene ocupacional?.....	22
<b>Aula 2 – Avaliação da exposição aos agentes ambientais</b> .....	<b>25</b>
2.1 Classificação dos riscos ambientais.....	25
2.2 Fatores determinantes de uma exposição.....	26
2.3 Características das avaliações ambientais.....	27
2.4 Estratégias de avaliação ambiental.....	29
2.5 Limites de tolerância.....	30
2.6 Nível de Ação (NA).....	32
2.7 Valor Teto (VT).....	33
2.8 Nexo causal.....	33
2.9 Medidas gerais de higiene ocupacional.....	33
<b>Aula 3 – Riscos físicos: pressões anormais, radiações ionizantes e não ionizantes</b> .....	<b>39</b>
3.1 Riscos físicos.....	39
<b>Aula 4 – Riscos físicos: ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade</b> .....	<b>51</b>
4.1 Ruído.....	51
4.2 Temperaturas extremas.....	54
4.3 Vibrações.....	57
4.4 Umidade.....	58
<b>Aula 5 – Riscos químicos: agentes químicos</b> .....	<b>59</b>
5.1 Agentes químicos.....	59
5.2 As unidades de medida.....	61

5.3 Classificação dos agentes químicos.....	62
5.4 Efeitos no organismo.....	69
<b>Aula 6 – Riscos químicos: limites de tolerância.....</b>	<b>73</b>
6.1 Os limites de tolerância.....	73
6.2 Adaptação dos limites de tolerância.....	76
<b>Aula 7 – Riscos biológicos.....</b>	<b>81</b>
7.1 Agentes biológicos.....	81
7.2 Formas de transmissão dos agentes biológicos.....	82
7.3 Vias de penetração dos agentes biológicos.....	82
7.4 Classes de risco dos agentes biológicos.....	84
7.5 Agentes biológicos na NR 15, em seu Anexo 14.....	87
<b>Referências.....</b>	<b>90</b>
<b>Currículo do professor-autor.....</b>	<b>92</b>



## Palavra do professor-autor

Quando estudamos a Segurança do Trabalho, na etapa anterior, podemos perceber que a prevenção é uma ação essencial para a redução dos acidentes do trabalho. Estudamos sobre os riscos ambientais e sua divisão, bem como a importância das inspeções de segurança. Mas como reconhecer e quantificar os riscos ocupacionais?

A Higiene Ocupacional é a disciplina que vai embasar essas ações, pois fornecerá os conhecimentos necessários para que o Técnico em Segurança do Trabalho possa pautar suas ações tanto qualitativas como quantitativas. O estudo dos riscos ocupacionais, suas subdivisões, suas unidades de medida, a instrumentação necessária e as normas envolvidas nesse trabalho são essenciais para o bom desempenho profissional.

As ações principais de identificação e redução dos riscos passam pelas etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle, para tanto, é necessário que compreendamos cada uma delas.

Começamos aqui uma caminhada que culminará na disciplina de Instrumentação, na última etapa do curso. Lembre-se de que, como disciplina básica, é fundamental que você estude e entenda as informações apresentadas, pois elas serão muito importantes, principalmente, para as disciplinas de Higiene Ocupacional II, Higiene Ocupacional III e Toxicologia, além de outras, no decorrer do curso.

Você, a partir de agora, estará começando a aprender sobre uma das áreas fundamentais do exercício profissional e, portanto, é necessário muito empenho e dedicação. Não se esqueça de fazer as atividades propostas e desenvolver seus conhecimentos com leituras e pesquisas nos diversos *sites* da área.

Acreditamos no seu sucesso como prevencionista, mas reforçamos que, o que diferencia um bom profissional dos outros é, sem dúvida, o conhecimento. Estaremos ao seu lado colaborando com seu desenvolvimento.

Neverton Hofstadler Peixoto  
Leandro Silveira Ferreira



# Apresentação da disciplina

A disciplina de Higiene Ocupacional I tem como objetivo apresentar ao aluno os riscos que podem estar presentes em um ambiente ocupacional, analisando os aspectos técnicos envolvidos, introduzindo a legislação e algumas definições básicas para o desenvolvimento da disciplina.

Serão apresentados conceitos iniciais sobre a higiene ocupacional e, na sequência, apresentaremos, resumidamente, os riscos físicos, químicos e biológicos com suas subdivisões, unidades de medida e instrumentação.

Nessa etapa, estudaremos apenas os aspectos básicos dos referidos riscos, pois os aprofundamentos técnicos necessários merecerão atenção especial e detalhada nas etapas seguintes do curso.

Não atrase estudos, realize exercícios, navegue em *sites* indicados para fazer leituras extras. Lembre-se de que é necessário estudar regularmente e acompanhar as atividades propostas. Para um bom aproveitamento será preciso muita disciplina, comprometimento, organização e responsabilidade. Planeje corretamente seus estudos, se concentre nas leituras, crie estratégias de estudo, interaja com o ambiente virtual e administre seu tempo, só assim, será possível obtermos o sucesso necessário na aprendizagem.

Esperamos atender às suas expectativas e o convidamos a participar conosco na construção, desenvolvimento e aperfeiçoamento desse curso, visto que a sua colaboração através de perguntas, exposição de dúvidas e exemplos, com certeza, contribuirá para torná-lo cada vez mais completo.

Seja bem-vindo!  
Bons estudos!



# Projeto instrucional

**Disciplina:** Higiene Ocupacional I (carga horária: 60h).

**Ementa:** Introdução. Conceituação. Classificação dos riscos ambientais. Fatores determinantes de uma exposição. Característica físico-química do agente químico ou natureza do agente físico. Tempo de exposição. Concentração ou intensidade do agente. Suscetibilidade individual. Características das avaliações ambientais. Avaliação qualitativa. Avaliação quantitativa. Estratégias de avaliação ambiental. Limites de tolerância. Nível de ação. Medidas gerais de higiene ocupacional. Riscos físicos: definições básicas. Pressões anormais. Radiações ionizantes. Radiações não ionizantes. Ruído. Temperaturas extremas. Umidade. Vibrações. Riscos químicos: definições básicas. Classificação dos agentes químicos. Efeitos no organismo humano. Vias de penetração no organismo. Legislação em higiene ocupacional. Norma Regulamentadora N° 15 (NR 15). Normas de Higiene Ocupacional – NHO, ACGIH, NIOSH, OSHA.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Conceituando a higiene ocupacional	Conhecer as definições sobre higiene ocupacional. Conhecer instituições de pesquisa na área, em âmbito nacional e internacional. Conhecer as etapas de antecipação, reconhecimento e avaliação dos riscos ocupacionais.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	10
2. Avaliação da exposição aos agentes ambientais	Conhecer a classificação dos riscos ambientais (ocupacionais). Conhecer os fatores determinantes de uma exposição, as características e as estratégias de avaliação.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	10
3. Riscos físicos: pressões anormais, radiações ionizantes e não ionizantes	Conhecer as pressões anormais (hiper e hipobáricas), bem como sobre os tipos de radiações, suas unidades de medida e legislação básica.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
4. Riscos físicos: ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade	Desenvolver conhecimentos sobre ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade, suas unidades de medida e legislação básica.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
5. Riscos químicos: agentes químicos	Conhecer os tipos de agentes químicos, unidades de medida e classificação, bem como seus efeitos sobre o organismo humano.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
6. Riscos químicos: limites de tolerância	Conhecer os agentes químicos, seus limites de tolerância e a conversão para a jornada de trabalho brasileira a partir de limites de tolerância internacionais.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08
7. Riscos biológicos	Conhecer os riscos biológicos, sua classificação, suas vias de transmissão e ingresso no organismo e a legislação básica.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	08

# Aula 1 – Conceituando a higiene ocupacional

## Objetivos

Conhecer as definições sobre higiene ocupacional.

Conhecer instituições de pesquisa na área, em âmbito nacional e internacional.

Conhecer as etapas de antecipação, reconhecimento e avaliação dos riscos ocupacionais.

## 1.1 Trabalho × riscos

O desenvolvimento tecnológico proporcionou enormes benefícios e conforto para o homem. Apesar das grandes vantagens advindas, o progresso também expôs os trabalhadores a diversos agentes potencialmente nocivos que, sob certas condições, podem provocar doenças ocupacionais ou desajustes no organismo decorrentes das condições de trabalho.

A higiene ocupacional, com seu caráter prevencionista, tem como objetivo fundamental atuar nos ambientes de trabalho (e em ambientes afetados), aplicando princípios administrativos, de engenharia e de medicina do trabalho no controle e prevenção das doenças ocupacionais. Objetiva, também, detectar os agentes nocivos, quantificando sua intensidade ou concentração e propondo medidas de controle necessárias para assegurar condições seguras para realização de atividades laborais.

A higiene ocupacional também é denominada higiene industrial ou higiene do trabalho. É a área onde os profissionais de segurança exercerão grande parte de suas atividades prevencionistas.



**Figura 1.1: Higiene ocupacional atuando como proteção ao trabalhador**

Fonte: CTISM

## 1.2 Conceituação

Conceituamos higiene do trabalho como a ciência e arte que se dedica ao reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ambientais (químicos, físicos, biológicos e ergonômicos) presentes nos locais de trabalho. Abaixo, apresentamos outras definições estabelecidas por importantes órgãos internacionais de pesquisa na área.



Para saber mais sobre  
ACGIH, acesse:  
<http://www.acgih.org>

Segundo a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH – Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais, 2012), a higiene industrial é uma ciência e uma arte que objetiva a antecipação, o reconhecimento, a avaliação e o controle dos fatores ambientais e estresses, originados nos locais de trabalho. Esses podem provocar doenças, prejuízos à saúde ou ao bem-estar, desconforto significativo e ineficiência nos trabalhadores ou entre as pessoas da comunidade.



Para saber mais sobre:  
AIHA, acesse:  
<http://www.aiha.org/aboutaiha/Pages/WhatIsanIH.aspx>

Segundo a *American Industrial Hygiene Association* (AIHA – Associação Americana de Higiene Industrial, 2012), é a ciência e arte dedicadas ao reconhecimento, avaliação, prevenção e controle dos fatores ambientais, tensões emanadas ou provocadas pelo local de trabalho que podem ocasionar enfer-



midades, prejudicar a saúde e o bem-estar ou desconforto significativo entre os trabalhadores ou os cidadãos da comunidade.

Segundo o *National Safety Council* (NSC – Conselho Nacional de Segurança, 2012), – USA, é a ciência e arte devotadas à antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos fatores ou sobrecargas ambientais, originadas nos locais de trabalho que podem causar doenças, prejudicando à saúde e o bem-estar ou gerando considerável desconforto e ineficiência entre trabalhadores ou cidadãos da comunidade.

Segundo a *British Occupational Hygiene Society* (BOHS – Sociedade Britânica de Higiene Ocupacional, 2012), é a prevenção de problemas de saúde do trabalho, através do reconhecimento, avaliação e controle dos riscos.

Segundo a *International Occupational Hygiene Association* (IOHA – Associação Internacional de Higiene Ocupacional, 2012), é a antecipação, reconhecimento, avaliação e controle de riscos para a saúde, no ambiente de trabalho, com o objetivo de proteger a integridade física e o bem-estar do trabalhador e salvaguardar a comunidade em geral.

A IOHA (2012) também define a higiene do ocupacional como a prática de identificação de riscos químicos, físicos e biológicos, no local de trabalho, que poderiam causar a doença ou desconforto. Também avalia a extensão do risco devido à exposição a estes agentes perigosos e seu controle, para prevenir problemas de saúde a longo ou curto prazo.

Segundo a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA – Segurança Ocupacional e Administração de Saúde, 2012), é a ciência da antecipação, reconhecimento, avaliação e controle das condições de trabalho que podem causar lesão nos trabalhadores ou doença. Higienistas industriais usam monitoramento ambiental e métodos analíticos para detectar o grau de exposição dos trabalhadores e empregam engenharia, controles de prática profissional e outros métodos para conter riscos potenciais à saúde.

As definições de higiene podem conter uma ou outra variação conceitual, mas todas elas, essencialmente, visam ao mesmo objetivo que é proteger e promover a saúde, o bem-estar dos trabalhadores como também do meio ambiente em geral, através de ações preventivas no ambiente de trabalho.



Para saber mais sobre NSC, acesse: <http://www.nsc.org/Pages/Home.aspx>



Para saber mais sobre BOHS, acesse: <http://www.bohs.org/NewsItem.aspx?id=1750&terms=writing%20guidance%20for%20occupational%20hygienists>

IOHA, acesse: <http://ioha.net/faqs.html#on>



Para saber mais sobre OSHA, acesse: [http://www.osha.gov/dte/library/industrial\\_hygiene/industrial\\_hygiene.html](http://www.osha.gov/dte/library/industrial_hygiene/industrial_hygiene.html)



**Figura 1.2: Instituições de pesquisa na área de higiene ocupacional**

Fonte: Adaptado pelos autores

Como podemos observar, quatro são as palavras que estão presentes na maioria das definições: antecipação, reconhecimento, avaliação e controle.

Agora, vamos saber um pouco mais sobre essas etapas.

### **1.2.1 Antecipação**

A antecipação consiste em ações realizadas antes da concepção e instalação de qualquer novo local de trabalho. Envolve a análise de projetos de novas instalações (impacto ambiental, saúde ocupacional), equipamentos, ferramentas, métodos ou processos de trabalho, matérias-primas, ou ainda, de modificações. Visa identificar riscos potenciais, procurando alternativas de eliminação e/ou neutralização, ainda na fase de planejamento e projeto (seleção de tecnologias mais seguras, menos poluentes, envolvendo, inclusive, o descarte dos efluentes e resíduos resultantes). A antecipação constitui-se de normas, instruções e procedimentos para correto funcionamento dos processos, visando reduzir ou eliminar riscos que possam surgir, ou seja, assegurar que sejam tomadas medidas eficazes para evitá-los. Isso pode requerer a criação de normas ou procedimentos para compradores, projetistas e para a contratação de prestadores de serviço, de modo a reduzir-se, ao máximo, a probabilidade de que surjam novos riscos aos processos. Nessa etapa qualitativa pode se fazer o uso de técnicas de análise de riscos, como por exemplo, a APR (Análise Preliminar de Riscos) no projeto de novas instalações. Exemplo: na compra de novos equipamentos podemos especificar níveis de ruído máximos e a obrigatoriedade de dispositivos de proteção instalados.



**Figura 1.3: Antecipação – aquisição de grupo gerador com cabine acústica**

Fonte: <http://www.acusticateoria.com.br/imagem/produtos/geradores.jpg>

### Lembre-se

Se possível não adicione novos problemas e sim novas soluções.



## 1.2.2 Reconhecimento

Visa 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 é um levantamento preliminar qualitativo dos riscos ocupacionais e vai exigir um conhecimento extenso e cuidadoso de processos, operações, matérias-primas utilizadas ou geradas e eventuais subprodutos. 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.



**Figura 1.4: Observação de uma atividade para reconhecimento dos riscos**

Fonte: CTISM

### 1.2.3 Avaliação

É o processo de avaliar e dimensionar a exposição dos trabalhadores e a magnitude dos fatores ambientais. Nessa etapa, serão obtidas as informações necessárias para determinar as prioridades de monitoramento e controle ambiental, com a interpretação dos resultados das medições representativas das exposições, de forma a subsidiar o equacionamento das medidas de controle. Nessa etapa, se estabelece o plano de monitoramento (estratégia de amostragem) para avaliar quantitativamente as fontes potenciais de exposição e a eficiência das medidas de controle. A avaliação objetiva determinar a exposição, ou seja, quantas vezes e por quanto tempo o trabalhador fica exposto.



**Figura 1.5: Avaliação de riscos de um espaço confinado**

Fonte: CTISM

### 1.2.4 Controle

Selecionar meios, medidas e ações (procedimentos de trabalho) para eliminar, neutralizar, controlar ou reduzir, a um nível aceitável, os riscos ambientais, a fim de atenuar os seus efeitos a valores compatíveis com a preservação da saúde, do bem-estar e do conforto.

**A-Z**

**hierarquia**

É a ordenação em ordem de importância e/ou prioridade.

As medidas de controle podem estar relacionadas ao ambiente de trabalho ou ao trabalhador. A **hierarquia** dos controles deve ser:

- a) Controle na **fonte** do risco – melhor forma de controle. Deve ser a primeira opção, envolve substituição de materiais e/ou produtos, manutenção, substituição ou modificação de processos e/ou equipamentos.
- b) Controle na **trajetória** do risco (entre a fonte e o receptor) – quando não for possível o controle na fonte, podemos utilizar barreiras na transmissão do agente, tais como: barreiras isolantes, refletoras, sistemas de exaustão, etc.
- c) Controle no **receptor** (trabalhador) – as medidas de controle no trabalhador só devem ser implantadas quando as medidas de controle na fonte e na trajetória forem inviáveis, ou em situações emergenciais. Como exemplo, podemos citar: educação, treinamento, equipamentos de proteção individual, higiene, limitação da exposição, rodízio de tarefas, etc.



**Figura 1.6: Controle: ventilação local exaustora de processo**

Fonte: CTISM

É importante ressaltar o caráter multidisciplinar da higiene do trabalho, que envolve não apenas medidas de engenharia e questões estritamente técnicas, mas também, as informações advindas de estudos médicos do trabalhador exposto (exames periódicos). Pretende-se, assim, determinar e identificar possíveis alterações no seu organismo, provocadas pelos agentes agressivos, as quais podem ter passado despercebidas ou, até mesmo, como comprovantes de que as medidas de controle adotadas foram eficazes ou ineficazes.



Quanto mais cedo for eliminado o risco, melhor.

### 1.3 O que é preciso para trabalhar com a higiene ocupacional?

Basicamente é necessário um excelente **embasamento teórico**, pois precisamos conhecer processos, equipamentos e matéria-prima, assim como, as relações exposição/dose/resposta, as metodologias de avaliação (nacionais e internacionais), a literatura técnica associada e o que existe em termos de legislação e prevenção já estabelecido. Na sequência, são necessários os **conhecimentos práticos** nos quais serão estudadas as situações dos ambientes de trabalho, com a análise de postos de trabalho, a detecção de contaminantes e tempos de exposição, medições e coleta de amostras. De posse dos dados obtidos serão necessários os **conhecimentos analíticos**, ou seja, a análise dos resultados qualitativos e quantitativos dos contaminantes presentes nos ambientes de trabalho, para comparação com padrões normatizados (limites de tolerância). Após o domínio desse conjunto de informações e análises, são necessários **conhecimentos operacionais**, ou seja, com base nas avaliações teóricas e práticas, pode-se recomendar os métodos de controle que devem ser implantados para eliminar e/ou reduzir os níveis de intensidade (concentração) dos agentes presentes no ambiente de trabalho, bem como verificar a eficiência das soluções propostas.

Além de tudo isso, o profissional higienista deve ser capaz de trabalhar efetivamente em uma equipe multidisciplinar que envolva profissionais de outras áreas, participando da análise de risco global e gestão de risco. Deve, ainda, incluir-se nos processos de educação, conscientização, informação e controle de práticas preventivas que envolvam todos os níveis da empresa.

Muitas vezes, a complexidade da avaliação, ou ainda, os equipamentos requeridos para realizá-la, irão exigir a contratação de profissionais externos à empresa com capacitação suficiente para executar tal demanda.



#### Lembre-se

Para a excelência na área de higiene ocupacional é necessário muito estudo e constante atualização, associado ao uso de equipamentos e estratégias de avaliação adequadas.

## Resumo

Nesta aula, podemos conhecer um pouco sobre a higiene ocupacional, sua conceituação e a instituições de estudo na área, bem com estudar sobre as etapas de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais.

## Atividades de aprendizagem



1. Leia atentamente o texto abaixo e identifique ações de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle em segurança do trabalho. Cada item recebeu uma numeração para você poder conferir suas respostas.

Uma empresa metalúrgica pretende comprar um estampo de corte de chapas de aço e encaminhou ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) a especificação para que avaliasse as questões de segurança<sup>1</sup>. O SESMT recomendou que fossem incluídas nas especificações proteção tipo cortina de luz eletrônica para as mãos e treinamento de operação prévio pelo fabricante<sup>2</sup>.

Na chegada do equipamento, o Técnico em Segurança do Trabalho (TST) realizou uma análise preliminar de risco e determinou os procedimentos necessários ao descarregamento<sup>3</sup>.

Com o equipamento em funcionamento, iniciou-se o treinamento prévio (antes da máquina entrar em operação normal)<sup>4</sup> com a participação do instrutor designado pelo fornecedor, SESMT e Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA).

Durante a operação plena do equipamento (em ritmo de produção) o TST ao analisar as atividades detectou itens e procedimentos inseguros<sup>5</sup> e foram realizadas as correções necessárias<sup>6</sup>. Outro aspecto detectado pelos operadores foi a posição de trabalho desconfortável<sup>7</sup>. O SESMT acompanhou um profissional no levantamento ergonômico<sup>8</sup> que comprovou as anormalidades.

Instalados os novos postos de trabalho<sup>9</sup> o SESMT verificou a nova situação (novo levantamento realizado) e comprovou a eficácia das medidas<sup>10</sup>.

Passadas algumas semanas da operação, ocorreu um problema com a cortina de luz protetora das mãos. Para evitar a entrada em zona de perigo, este dispositivo foi tornado inoperante, uma vez que, havendo um incidente, ele

poderia interromper a produção. Em função da [investigação do incidente](#)<sup>11</sup>, o SESMT [determinou novo treinamento](#)<sup>12</sup>, para que ficasse clara a prioridade da segurança do trabalho sobre a produção. Ficou estabelecido pelo SESMT que [inspeções regulares](#)<sup>13</sup> seriam realizadas para avaliação dos procedimentos de trabalho no equipamento.

Fonte: Autores



# Aula 2 – Avaliação da exposição aos agentes ambientais

## Objetivos

Conhecer a classificação dos riscos ambientais (ocupacionais).

Conhecer os fatores determinantes de uma exposição, as características e as estratégias de avaliação.

## 2.1 Classificação dos riscos ambientais

Na maioria das atividades industriais existem processos capazes de gerarem, no ambiente de trabalho, substâncias e fenômenos físicos que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade, ao entrarem em contato com o organismo dos trabalhadores, podem produzir moléstias ou danos à sua saúde.

Na higiene ocupacional, dividimos os riscos presentes no ambiente de trabalho em:

- Riscos físicos.
- Riscos químicos.
- Riscos biológicos.
- Riscos ergonômicos.

Cada um destes grupos subdivide-se de acordo com as consequências fisiológicas que podem provocar, quer em função das características físico-químicas, concentração ou intensidade dos agentes, quer segundo sua ação sobre o organismo. Mais adiante estudaremos com maiores detalhes cada um desses riscos ambientais.

Os riscos ergonômicos, apesar de fazerem parte da higiene ocupacional, por suas características especiais têm sido, na maioria dos casos, estudados em separado, como parte integrante da ciência chamada de **ergonomia**, que você estudará no decorrer de seu curso.

### A-Z

#### **ergonomia**

É a ciência que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, e de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1978a).

## 2.2 Fatores determinantes de uma exposição

Na prática da higiene ocupacional, os resultados de avaliação da exposição são, frequentemente, comparados com os limites de exposição ocupacional (limites de tolerância). Esses fornecem orientações para estabelecer níveis aceitáveis de exposição e seu controle. Exposição acima dos limites requer medidas corretivas imediatas. Para os profissionais prevencionistas a intervenção será no “nível de ação”, que geralmente é a metade do limite de tolerância.

Em função das dificuldades em se realizar uma avaliação representativa da exposição, recomenda-se, sempre, uma análise criteriosa dos resultados, pois muitas variáveis estão presentes.

### 2.2.1 Características físico-químicas do agente químico ou natureza do agente físico

O conhecimento das características específicas de cada agente é fundamental na definição de seu potencial de agressividade e, inclusive, na proposição de medidas técnicas para a sua neutralização. Cada agente ambiental tem características e efeitos específicos de acordo com sua natureza. O primeiro passo na avaliação de uma exposição é a identificação do(s) agente(s) presente(s) e as possíveis consequências desta exposição. Como exemplo, podemos citar a densidade de um gás ou vapor de um agente químico que irá afetar a distribuição e concentração no ambiente (os gases mais densos que o ar tendem a se acumular ao nível do solo e, conseqüentemente, terão a sua dispersão dificultada quando comparada à dispersão dos gases com densidade próxima ou inferior à densidade do ar).

### 2.2.2 Tempo de exposição

Quanto maior o tempo de exposição, maiores serão as possibilidades de se produzir uma doença ocupacional. O tempo real de exposição será determinado considerando-se a análise da tarefa desenvolvida pelo trabalhador. Essa análise deve incluir estudos tais como: tipo de atividade e suas particularidades, movimento do trabalhador ao efetuar o seu serviço, jornada de trabalho e descanso. Devem ser consideradas todas as suas possíveis variações durante a jornada de trabalho, de forma a subsidiar o dimensionamento da avaliação quantitativa da exposição.

### 2.2.3 Concentração ou intensidade do agente

Quanto maior a concentração ou intensidade dos agentes agressivos presentes no ambiente de trabalho, maior será a possibilidade de efeitos nocivos à saúde dos trabalhadores. A concentração dos agentes químicos ou a intensidade

dos agentes físicos devem ser avaliadas, mediante amostragem nos locais de trabalho, de maneira tal que elas sejam as mais representativas possíveis da exposição real do trabalhador a esses agentes agressivos. Esse cuidado na avaliação, faz-se necessário, pois, muitas variáveis estão envolvidas e influem diretamente na representatividade. Como exemplo, podemos citar a temperatura em uma exposição a um determinado agente químico.

### 2.2.4 Suscetibilidade individual

A complexidade do organismo humano implica em que a resposta do organismo a um determinado agente possa variar de indivíduo para indivíduo. Portanto, a suscetibilidade individual é um fator importante e os limites de tolerância não devem ser considerados como 100% seguros. Os controles fixados a 50% dos limites de tolerância devem ser prioritários.

### 2.2.5 Sinergismo

Nos locais de trabalho pode haver a exposição simultânea a mais de um agente, originando exposições combinadas e interações entre eles, modificando os agentes. As consequências para a saúde da exposição a um determinado agente só pode diferir, consideravelmente, das consequências da exposição a este mesmo agente em combinação com os outros, particularmente se houver sinergismo ou potenciação dos efeitos. Exemplo: duas ou mais substâncias perigosas com efeitos toxicológicos devem ter, prioritariamente, analisados seus efeitos combinados e não os efeitos produzidos individualmente.

A-Z

#### Sinergismo

Ação combinada entre dois ou mais fatores que contribuem para o resultado final de um processo.

## 2.3 Características das avaliações ambientais

Em todo o estudo de um ambiente de trabalho o mais importante é estabelecer as relações entre o ambiente, seus riscos, suas especificidades e os possíveis danos à saúde dos trabalhadores. A amostragem, que é a etapa inicial da avaliação ambiental, envolve grande responsabilidade, devendo ser feita criteriosamente, pois todo o trabalho subsequente estará na dependência direta dos procedimentos corretos utilizados na efetivação da avaliação.

#### Lembre-se

O grau de incerteza na avaliação de uma exposição será diminuído com o aumento no número de avaliações.



### 2.3.1 Avaliação qualitativa

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 estudos minuciosos da planta atualizada do local, do fluxograma dos processos, dos agentes presentes, do número de trabalhadores, dos horários de trabalho, das atividades realizadas, das movimentações de trabalhadores e materiais, das matérias-primas, dos equipamentos e processos, dos ritmos de produção, das condições ambientais, do tipo de iluminação e estado das luminárias, da identificação dos riscos e ponto de origem da dispersão, do 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. Todo 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 fidedignos e esclarecer as dúvidas que possam surgir durante o levantamento. 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.

### **2.3.2 Avaliação quantitativa**

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.

Reconhecer e identificar → qualitativo  
Medir → quantitativo



## 2.4 Estratégias de avaliação ambiental

Avaliação é o conjunto de ações necessárias para se realizar uma caracterização mais completa e representativa possível de um determinado ambiente ou exposição ocupacional.

Uma estratégia de avaliação compreende as seguintes definições:

- a) **Do objetivo da avaliação** – é importante a definição do que vai ser avaliado, se é a exposição do trabalhador, a operação, uma função específica ou a verificação da eficiência de algum sistema de proteção coletiva (exaustão, ventilação), pois são básicos para a definição dos métodos de amostragem, que podem ser individuais ou fixos (coletivos).
- b) **Dos métodos de amostragem (medição ou coleta)** – baseados em normas nacionais (**NBR, NR, NHO**) e internacionais (OSHA, NIOSH, ACGIH), de modo a se compararem resultados obtidos com resultados de estudos científicos, que indicam valores máximos aceitáveis para determinada exposição ocupacional.
- c) **Do tempo de amostragem** – deve cobrir um ciclo de trabalho (características e variações sobre duração e condições de exposição, tarefas desempenhadas, tempo de permanência no local contaminado, pausas e movimentos efetuados), isto é necessário para que a amostragem seja representativa da exposição (baseado em normas ou estudos qualitativos da exposição). Pode englobar amostragens instantâneas, de minutos, de horas, de turnos e, até mesmo, de vários turnos em dias alternados.
- d) **Dos períodos para realização das coletas/medições** – a amostragem deve ser realizada em condições normais de trabalho, em períodos de efetiva realização das atividades a serem avaliadas, considerando suas especificidades.
- e) **Do número mínimo de amostragens** – a quantidade de amostragens deve permitir um estudo que possibilite a representatividade da exposição, pois podem estar presentes flutuações na concentração ou intensidade dos agentes, devido a modificações ambientais, e ainda, flutuações no ritmo do processo industrial e atividades.

### A-Z

#### NBR

Normas Brasileiras estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

#### NR

Normas regulamentadoras.

#### NHO

Normas de Higiene Ocupacional estabelecidas pela FUNDACENTRO.

- f) Dos grupos homogêneos de exposição** – quando possível, para grupos de trabalhadores que exerçam atividades a condições semelhantes de exposição, pode-se realizar uma avaliação característica para esse grupo.

Na avaliação da exposição dos trabalhadores aos agentes presentes no ambiente de trabalho, considerando-se normas amparadas por estudos científicos, realiza-se uma exposição estimada, que é uma aproximação da exposição real baseada em uma amostragem no tempo e no espaço a qual, se considera, representativa da exposição.

É importante ressaltar que a exposição real a que o trabalhador está submetido, somente poderia ser conhecida através da medição, de forma instantânea e contínua, durante toda sua vida laboral, dentro e fora do ambiente de trabalho, o que é inviável tanto técnica como economicamente.

O profissional responsável pela avaliação da exposição deve estabelecer uma estratégia de amostragem que contorne as dificuldades até aqui apontadas. Deve-se coletar as amostras de forma tal que se consiga, além da representatividade da exposição do trabalhador, um número de amostras com duração, frequência e condições de coleta estatisticamente aceitáveis. Neste ponto há necessidade de um bom conhecimento técnico em higiene ocupacional e, sobretudo, bom senso para ponderar e utilizar uma estratégia adequada, compatível com o que é tecnicamente necessário e o praticamente realizável.

## 2.5 Limites de tolerância

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



A Portaria nº 281, de 1º de novembro de 2011, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) constitui grupo técnico com o objetivo de elaborar minuta de texto técnico básico para revisão da Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres (1978c).

Na NR 15 (1978c), temos a seguinte definição: “Entende-se por “Limite de Tolerância” a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que **não causará dano** à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral.” Como a fronteira entre o LT e o dano não pode ser 100% estabelecida, essa definição carrega uma imprecisão que, com a revisão da norma, certamente, será corrigida.

Os limites de exposição são baseados em informações científicas oriundas da combinação de experiências industriais, experiências em humanos e estudos em animais.

É importante ressaltar que, devido à susceptibilidade individual, uma pequena porcentagem de trabalhadores pode apresentar desconforto em 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.

No Brasil, os limites de tolerância estão estabelecidos em: NBR (Norma Brasileira); NR (Norma Regulamentadora); NHO (Norma de Higiene Ocupacional).

O quadro abaixo apresenta os principais limites de tolerância internacionais que servem como base de avaliação e comparação nas atividades de avaliação ocupacional.

<b>Quadro 2.1: Limites de tolerância</b>		
<b>Norma</b>	<b>Denominação</b>	<b>Significado</b>
ACGIH	TLV	<i>Threshold Limit Values</i> (valor limite)
ACGIH	BEI	<i>Biological Exposure Índice</i> (índice de exposição biológica)
OSHA	PEL	<i>Permissible Exposure Limit</i> (limite de exposição permissível)
NIOSH	REL	<i>Recommended Exposure Limit</i> (limite de exposição recomendado)

ACGIH: *American Conference of Governmental Industrial Hygienist.*  
 OSHA: *Occupational Safety and Health Administration.*  
 NIOSH: *National Institute for Occupational Safety and Health.*

Fonte: Autores

No momento em que estudamos agentes físicos, químicos e biológicos, devemos sempre fazer uma comparação entre os limites nacionais e internacionais, pelo caráter prevencionista da profissão. A atualização anual dos limites de tolerância internacionais os transforma em referência necessária para os profissionais prevencionistas.

Embora os Limites de Tolerância não sejam garantia absoluta de que os agentes não produzam efeito adverso à saúde, são as melhores alternativas disponíveis, pois foram determinados dentro de critérios científicos e estão sujeitos à contínua evolução (normalmente são rebaixados os valores dos LT). Eles são atualizados sempre que novos dados a respeito dos agentes sejam conhecidos e novos agentes nocivos sejam acrescentados aos ambientes de trabalho.

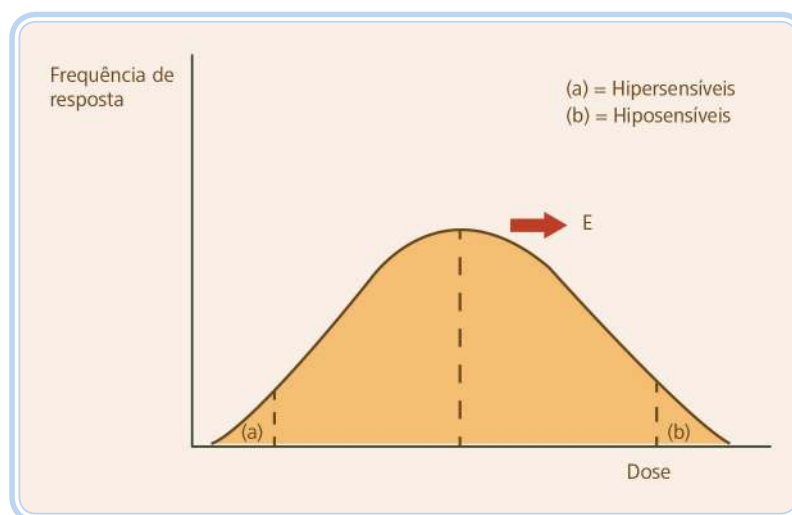
## 2.6 Nível de Ação (NA)

É definido pela NR 9 (1978b) como “o valor acima do qual devem ser iniciadas as ações preventivas, de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição”. Normalmente o nível de ação é estabelecido como metade do LT.

O nível de ação é o referencial para a tomada de decisões dos profissionais preventivistas, uma vez que procura prevenir, com uma margem segura, a exposição dos trabalhadores aos agentes ambientais, ou seja, as medidas de segurança devem manter as concentrações e intensidades em níveis inferiores ao nível de ação.

Em uma exposição é possível apresentar uma dose/resposta através da curva gaussiana, ou seja, ao se observar o efeito de uma exposição para uma determinada população, vamos perceber que nem todos os membros dela responderão de maneira uniforme a uma dose D. Esta não uniformidade é devida às diferenças na susceptibilidade individual, ou seja, à variação biológica dentro de uma espécie. Podemos observar na Figura 2.1 a distribuição normal da frequência, ou seja, existe uma grande parte da população amostrada que irá ser afetada pela dose D com o efeito E. Há também um pequeno número que responderá a uma dose menor que D com o mesmo efeito e outro pequeno número que só responderá com este efeito E a uma dose maior que D.

Estes extremos são os indivíduos hipersensíveis (ou **hipersucetíveis**) e os resistentes (ou **hiposucetíveis**).



**Figura 2.1: Relação dose/frequência de resposta para uma substância hipotética em uma população homogênea**

Fonte: CTISM



A adoção do limite de tolerância propicia que a grande maioria dos trabalhadores expostos não tenha afeitos nocivos em valores abaixo dos limites. A adoção do nível de ação garante uma proteção mais ampla.

## 2.7 Valor Teto (VT)

É o valor que não pode ser ultrapassado, em hipótese alguma, pois oferece risco iminente à saúde do trabalhador.

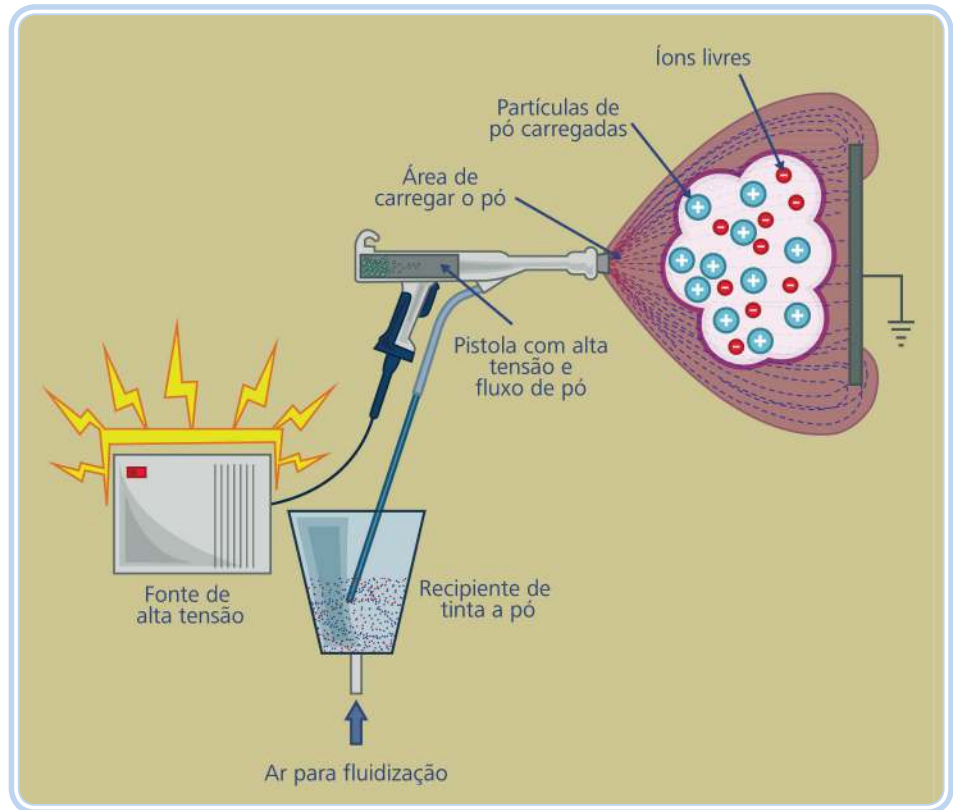
## 2.8 Nexo causal

Na execução de suas atividades os trabalhadores estão expostos a riscos e, dessa exposição, podem aparecer as doenças ocupacionais. O nexo causal é a comprovação da relação direta entre a doença e o exercício do trabalho. O aparecimento da doença ocupacional pode indicar uma deficiência na eficácia de uma medida de proteção fornecida pelo empregador, isto é, uma falha nas medidas adotadas que não conseguiram, efetivamente, eliminar, ou atenuar a exposição aos riscos ambientais.

## 2.9 Medidas gerais de higiene ocupacional

Uma vez realizados os levantamentos ambientais e detectadas anormalidades, devemos executar medidas que eliminem, reduzam ou neutralizem as exposições. Os estudos oriundos das análises dos ambientes de trabalho, pela higiene ocupacional, podem conduzir a várias medidas de controle que podem incluir:

- **Limitação da utilização ou substituição do agente.** Exemplo: a substituição, na indústria automobilística, de tintas a base de solventes por tintas a base de água ou com maiores teores de sólidos e, conseqüentemente, com menos solventes (pintura eletrostática a pó, Figura 2.2). São menos tóxicas, possuem baixo nível de composto orgânico volátil e são menos inflamáveis, reduzindo a emissão de poluentes, melhorando a saúde e a segurança do trabalhador.
- **Limitação da utilização ou substituição do processo.** Exemplos: tampar recipientes que envolvam materiais que possam se dispersar no ambiente; substituir um processo de pintura à pistola por pintura spray eletrostática a pó; reduzir a temperatura de um processo para reduzir evaporação, reduzir a quantidade utilizada e/ou armazenada, usar empilhadeiras com motores elétricos em substituição aos motores de combustão interna.



**Figura 2.2: Pintura a pó**

Fonte: CTISM

- **Utilização de medidas técnicas preventivas.** Exemplo: compra de produtos químicos já misturados, nas quantidades certas, para evitar manipulação desnecessária.
- **Estabelecimento de valores limites, métodos de amostragem, medição e avaliação.** Exemplo: utilização dos equipamentos portáteis de avaliação em ambientes que possam conter atmosferas perigosas ( $H_2S$  em esgotos,  $CO_2$ , gases combustíveis e  $O_2$  em espaços confinados).
- **Adoção de medidas de proteção que impliquem na aplicação de procedimentos e métodos de trabalho apropriados.** Exemplo: evitar que o trabalhador se incline sobre uma fonte de contaminante volátil para não agravar a exposição.
- **Medidas de proteção coletiva.** Exemplos: ventilação local exaustora, barreiras na transmissão ou propagação.
- **Medidas de proteção pessoal, quando não for possível evitar por outros meios.** Exemplo: uso de equipamentos de proteção individual adequado.

- **Medidas de higiene pessoal.** Exemplo: alertar para os trabalhadores lavarem as mãos após manipulação de produtos nocivos.
- **Informar aos trabalhadores sobre os riscos relativos à exposição a um agente, sobre as medidas técnicas de prevenção e, ainda, sobre as precauções a tomar.** Exemplo: treinamento adequado.
- **Sinalização de advertência e segurança.** Exemplo: rotulagem e sinais de advertência para ajudar os trabalhadores nas práticas seguras.
- **Vigilância da saúde dos trabalhadores através de exames periódicos.** Exemplo: execução completa e adequada do Programa de Controle Médico e de Saúde Ocupacional (PCMSO) – NR 7 (1978a).
- **Registro de dados relativos a níveis de exposição, trabalhadores expostos e resultados de vigilância da saúde.** Exemplo: elaboração de estatísticas de acidentes e incidentes.
- **Planos de emergência em caso de exposições anormais.** Exemplos: procedimentos de emergência, plano de evacuação, plano de ação e emergência, plano de auxílio mútuo.

## Resumo

Nesta aula, podemos conhecer um pouco sobre classificação dos agentes ambientais e conhecer fatores que influenciam na exposição ocupacional, bem como estratégias de avaliação.

## Atividades de aprendizagem

1. Relacione as colunas.

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| (1) Agente físico.    | ( ) Adoção de medidas corretivas imediatas. |
| (2) Agente químico.   | ( ) Resposta de cada indivíduo ao agente.   |
| (3) Sinergismo.       | ( ) Intervalo de atenção para a exposição.  |
| (4) Susceptibilidade. | ( ) Efeito combinado de mais de um agente.  |



(5) Concentração > LT. ( ) Nível aceitável de exposição.

(6) NA < concentração < LT. ( ) Concentração.

(7) Concentração < LT. ( ) Intensidade.

**2.** Relacione as colunas.

(1) NIOSH ( ) PEL

(2) ACGIH ( ) REL

(3) OSHA ( ) BEI

(4) NR 15 ( ) TLV

( ) LT

**3.** Dadas as afirmativas.

I. Uma exposição acima do LT será sempre considerada insalubre, independente do tempo de exposição.

II. Para a determinação de uma estratégia de avaliação ambiental, devemos estabelecer uma amostragem o mais representativa possível, já que, devido as variáveis inerentes, é muito difícil uma avaliação 100% real.

III. Uma exposição abaixo do limite de tolerância estabelecido por norma é garantia absoluta de proteção à saúde do trabalhador.

IV. Uma doença ocupacional é caracterizada quando estabelecido um nexo causal entre a doença e o exercício do trabalho.

Está(ão) correta(s):

**a)** II apenas.

**b)** I e II apenas.

**c)** I e IV apenas.

- d)** II e III apenas.
- e)** II e IV apenas.
- 4.** Pode ser considerada uma medida de higiene ocupacional do tipo substituição do processo:
  - a)** Automatização da operação.
  - b)** Treinamento adequado.
  - c)** Enclausuramento do equipamento.
  - d)** Ventilação local exaustora.
  - e)** Cortinas de luz para evitar acesso à zona de perigo.



# Aula 3 – Riscos físicos: pressões anormais, radiações ionizantes e não ionizantes

## Objetivos

Conhecer as pressões anormais (hiper e hipobáricas), bem como sobre os tipos de radiações, suas unidades de medida e legislação básica.

## 3.1 Riscos físicos

Os riscos físicos representam diversas formas de energia que podem estar presentes em um ambiente de trabalho, em quantidade considerada superior àquela que o organismo é capaz de suportar, podendo conduzir a uma doença profissional.

Entre os mais importantes podemos citar:

- Pressões anormais.
- Radiações ionizantes – raios X, raios alfa, raios beta, raios gama.
- Radiações não ionizantes – infravermelho, luz visível, ultravioleta, *laser*, micro-ondas.
- Ruído.
- Temperaturas extremas: calor e frio.
- Vibrações.
- Umidade.

Nesta disciplina, você terá noções básicas sobre os riscos físicos. Existem disciplinas específicas, ao longo das etapas, que dedicarão atenção mais específica sobre esses riscos, para que você obtenha os conhecimentos necessários para tornar-se um bom profissional prevencionista.

### 3.1.1 Pressões anormais

Atividades exercidas a pressões acima (hiperbárica) e abaixo (hipobárica) da atmosférica normal são denominadas atividades sob pressões anormais. Elas



Para saber mais sobre NR 15, acesse: <http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>

são muito específicas e exigem treinamento especializado, equipamentos sofisticados, pessoal e infraestrutura de apoio. A legislação básica encontra-se na NR 15 (1978c) em seu Anexo 6.

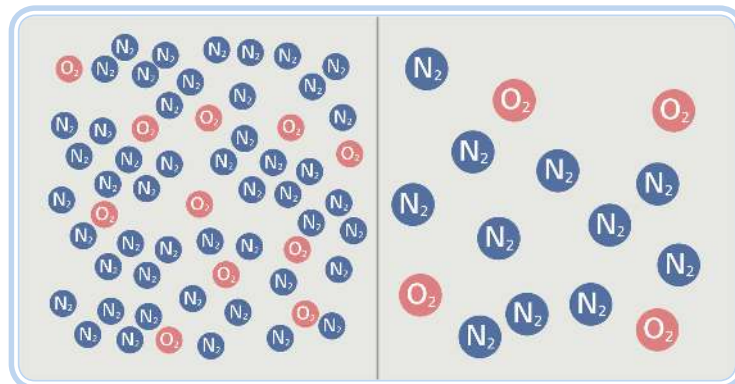
### 3.1.1.1 Baixas pressões

Estão sujeitos a baixas pressões trabalhadores que exercem atividades em grandes altitudes (raro no Brasil). Em condições hipobáricas, com o aumento na altitude, a pressão atmosférica é reduzida e, portanto, diminui também, a pressão parcial de oxigênio no ar. Muitas vezes se lê que o percentual de oxigênio no ar diminui com a altitude, o que não é verdadeiro. O que vai variar é a densidade do ar (as moléculas se espalham).

Com a queda na pressão parcial, o processo de difusão do oxigênio dos alvéolos pulmonares para as hemácias, e destas para os tecidos, é afetado negativamente, diminuindo a porcentagem de  $O_2$  na hemoglobina (o transporte de oxigênio para os tecidos). Então, uma menor pressão parcial de oxigênio ( $pO_2$ ) produz uma diminuição no número de moléculas de oxigênio por unidade de volume, ou seja, se respira menos quantidade de oxigênio que na pressão normal.

O que significa essa pressão parcial de  $O_2$ ?

Quanto maior a altitude de um lugar, menor é a sua pressão atmosférica. Isso porque a quantidade absoluta de ar diminui proporcionalmente à altitude. Desse modo, a baixa oxigenação é resultado da diminuição do ar atmosférico como um todo, e não da porcentagem do oxigênio especificamente. Tanto é assim que o teor de oxigênio é de 21% do ar atmosférico, seja ele ao nível do mar ou na altitude. A diferença é que na altitude há menos ar do que ao nível do mar e, conseqüentemente, menos oxigênio.



**Figura 3.1: O percentual de  $O_2$  em relação ao  $N_2$  permanece o mesmo, variam as quantidades no volume aspirado**

Fonte: CTISM



A diminuição da pressão atmosférica provoca a expansão das moléculas de ar, o que faz com que um determinado volume de ar inspirado tenha menos moléculas de oxigênio do que ao nível do mar. A porcentagem de oxigênio mantém-se igual (cerca de 21%). No entanto, a pressão parcial de O<sub>2</sub> (quantidade de moléculas deste gás num determinado volume de ar) é menor do que ao nível do mar.

A falta de oxigênio pode levar a dores de cabeça, perda de clareza mental, dificuldades para movimentos, perda de coordenação e equilíbrio.

Pessoas que moram em altitudes elevadas têm seu organismo aclimatado, ou seja, basicamente há um aumento no número de hemácias (maior captação de O<sub>2</sub>), aumento do número de vasos sanguíneos (maior irrigação dos músculos) e aumento no número de mitocôndrias (responsáveis pela respiração celular).

### 3.1.1.2 Altas pressões

Ocorrem em atividades executadas por mergulhadores e em trabalhos em **tubulões** de ar comprimido (escavações abaixo do nível do lençol de água), onde a pressão, acima do normal, tem a finalidade de evitar, principalmente, a entrada de água. Ocorre também em trabalhos em **campânulas** (compartimentos estanques utilizados para trabalhos submersos).

Para os mergulhadores, por exemplo, a profundidade, o tempo de mergulho e a velocidade de subida são parâmetros de controle essenciais para evitar as doenças descompressivas e os acidentes como os **barotraumas**, embolias, embriaguês das profundidades (saturação por N<sub>2</sub>), afogamentos, intoxicação pelo oxigênio, intoxicação pelo gás carbônico. Portanto, o processo de descompressão é fundamental e essencial na atividade de mergulho. Esse processo cuidadoso segue o estabelecido nas tabelas de descompressão previstas na legislação. Como regra simples e de fácil entendimento, poderíamos dizer que conforme mais se avança no tempo de duração do mergulho e na profundidade atingida, maior será o tempo necessário para que o corpo consiga eliminar as bolhas de nitrogênio que se formam no sangue quando o ar é respirado sob pressão e, portanto, maior será o tempo necessário de descompressão.

#### A-Z

##### tubulão

Estrutura vertical utilizada para realizar fundações (construção da base da ponte, por exemplo) abaixo da superfície da água ou solo, através da qual os trabalhadores devem descer, entrando pela campânula, para uma pressão maior que atmosférica. A atmosfera pressurizada opõe-se à pressão da água e permite que os homens trabalhem em seu interior. (NR 15, 1978e).

##### campânulas

Câmara através da qual o trabalhador passa do ar livre para a câmara de trabalho do tubulão e vice-versa. (NR 15, Anexo 6, 1978e).

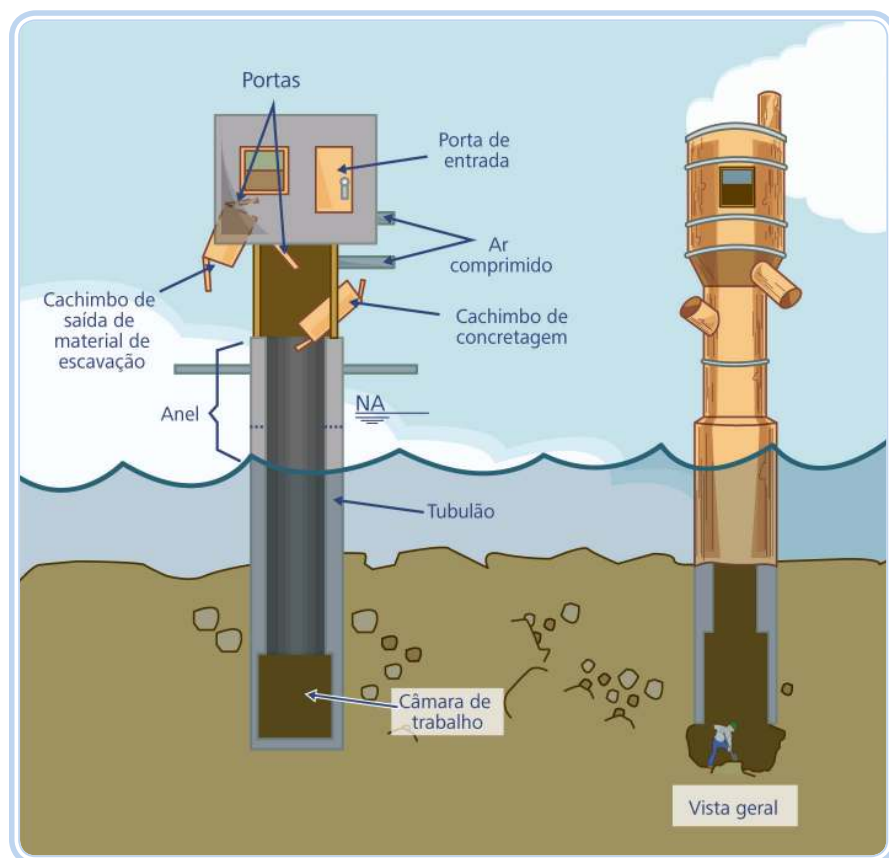
##### barotraumas

Significa traumatismo provocado pela pressão como, por exemplo, a sensação de pressão dentro do ouvido (dor de ouvido).



**Figura 3.2: Operação de soldagem subaquática**

Fonte: <http://www.sitedasoldagem.com.br/Imagens/Soldagem%20subaquatica.jpeg>



**Figura 3.3: Tubulão**

Fonte: CTISM

### 3.1.2 Radiações ionizantes

Caracterizam-se por radiações que produzem a ionização do átomo, ou seja, a radiação ao atingir um átomo tem a capacidade de subdividi-lo em duas partes elétricas carregadas, chamadas íons. O perigo das radiações ionizantes é que o organismo não tem mecanismo de percepção dessas radiações. São exemplos de radiações ionizantes as partículas alfa, beta (elétrons e prótons), o nêutron, os raios X e gama ( $\gamma$ ).

Além da capacidade de ionização, as radiações ionizantes são bastante penetrantes, quando comparadas com as demais. São encontradas na natureza em elementos radioativos (urânio 235, rádio, potássio 40), em isótopos radioativos (Co 60) em raios X e  $\gamma$  de uso medicinal (radiografias) e industrial (**gamagrafia**). As radiações têm efeitos somáticos (anemia, leucemia, catarata, câncer) e genéticos cumulativos e irreversíveis (alterações cromossômicas que podem causar mutações).

As radiações eletromagnéticas do tipo X e  $\gamma$  são mais penetrantes e, dependendo de sua energia, podem atravessar vários centímetros do tecido humano (por isso são utilizadas em radiografias médicas).

Ao desligar uma máquina de raios X, ela deixa de produzir radiação e não torna o material radioativo, ou seja, os locais onde são realizadas as radiografias não ficam radioativos. O cuidado deve-se ao caráter acumulativo da radiação ionizante, por isso não se deve tirar radiografia sem necessidade.

As radiações beta são pouco penetrantes, em relação às anteriores. Dependendo de sua energia, podem atravessar milímetros e até centímetros de tecido humano (permite aplicações médicas em superfícies da pele para acelerar a cicatrização).

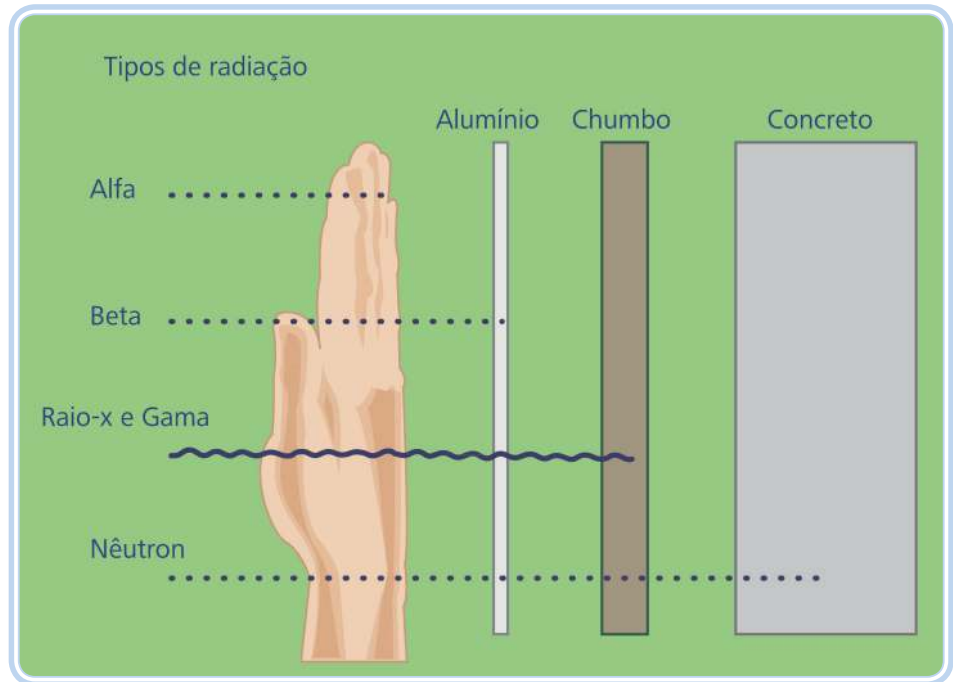
Já as partículas alfa são inofensivas por possuírem um poder de penetração muito pequeno, não conseguindo atravessar a pele, podendo ser detidas, até mesmo, por uma folha de papel. Podem causar danos maiores em situações de contaminação, por inalação ou ingestão, quando em grande quantidade, em função de sua toxicidade.

Os nêutrons são muito penetrantes devido à sua grande massa e à ausência de carga elétrica. Das radiações apresentadas são as que produzem maior dano biológico aos seres humanos. Podem, inclusive, tornar materiais expostos radioativos. São produzidos em reatores nucleares.

A-Z

**gamagrafia**  
Radiografia de peças metálicas.





**Figura 3.4: O poder de penetração das radiações**

Fonte: CTISM, adaptado de [www.biomedicaltopics.net](http://www.biomedicaltopics.net)



Para saber mais sobre radiações ionizantes e suas aplicações, acesse: [www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp](http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas.asp)

As radiações ionizantes, apesar de seu alto poder de contaminação, têm muitas aplicações em saúde. A radioterapia visa eliminar tumores malignos (cancerígenos) utilizando radiação gama, raios X ou feixes de elétrons em doses elevadas, mas controlada. A radiografia permite obter uma imagem de uma determinada região do corpo em estudo, após um feixe de raios X ou raios gama atravessar essa região e interagir com dispositivo revelador, ou ainda, múltiplas imagens computadorizadas (tomografia).

Outros exemplos de aplicação das radiações ionizantes que podemos citar: a datação de um animal ou planta com o C-14 (a quantidade de carbono-14 dos tecidos orgânicos mortos diminui a um ritmo constante com o passar do tempo. Assim, a medição dos valores de carbono-14 em um objeto antigo fornece informações precisas dos anos decorridos desde sua morte).

As radiações ionizantes podem ser avaliadas no ambiente ocupacional através do contador Geiger ou, individualmente, através dos dosímetros de filme de bolso.



**Figura 3.5: (a) Dosímetro de radiação – uma espécie de crachá que mede a dose de radiação absorvida pelo trabalhador e (b) símbolo da radiação ionizante**

Fonte: (a) <http://radiologistas.blogspot.com.br/2009/02/dosimetro.html>  
(b) CTISM

Para avaliar a quantidade de exposição a radiações ionizantes utilizamos o **coulomb/quilograma (C/kg)** ou o roentgen (R), para avaliação da dose absorvida utilizamos o **gray (Gy)** ou o **rad**, para avaliação da dose equivalente o **sievert (Sv)** ou o **rem**, e para expressar a atividade de uma fonte utilizamos o **becquerel (Bq)** ou curie (Ci). O controle da exposição é efetuado por isolamento da radiação (enclausuramento, barreiras de concreto ou chumbo). As unidades grifadas referem-se às unidades do Sistema Internacional (SI).



Para saber mais sobre radiação ionizante, acesse: <http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/entenda-os-niveis-de-radiacao>

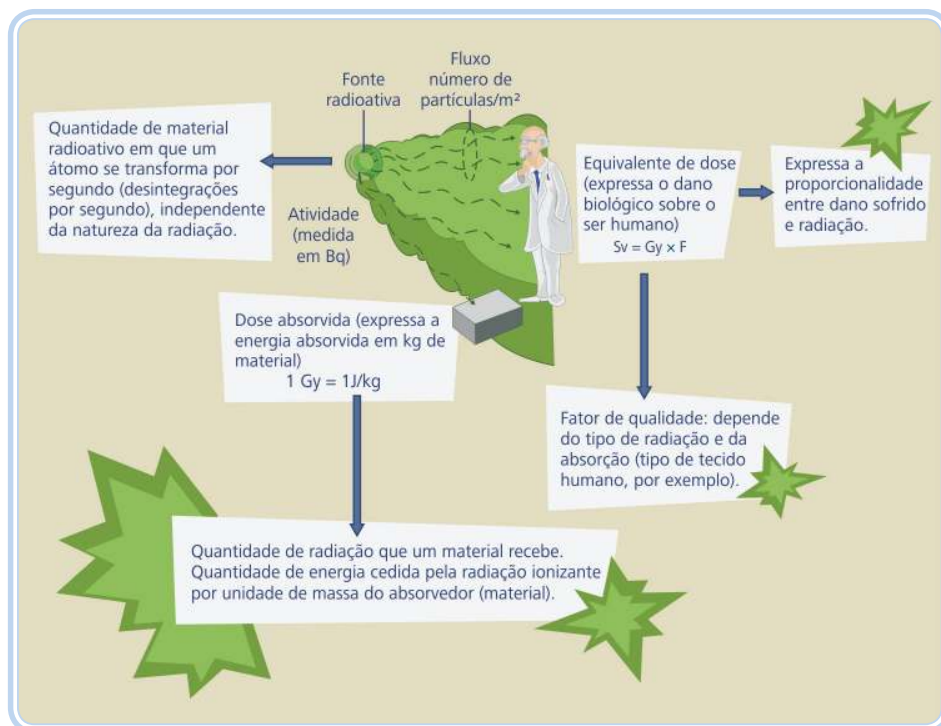
## A-Z

### rad

*radiation absorbed dose*  
(dose de radiação absorvida).

### rem

*roentgen equivalent man.*



**Figura 3.6: Relações entre as unidades de medida de radiação ionizante**

Fonte: CTISM

A radiação ionizante está presente na natureza, porém em valores muito baixos, na ordem de 2,4 mSv/ano. Ao fazermos uma radiografia do tórax estaremos expostos a uma radiação de 0,1 mSv (PIRES, 2011). O limite estabelecido para



No livro "Limites de Exposição Ocupacional" (TLVs) da ACGIH traduzido e comercializado no Brasil pela Associação Brasileira de Higiênistas Ocupacionais (ABHO) ([www.abho.org.br](http://www.abho.org.br)) também aparecem valores guias para exposição à radiação ionizante.



Para saber mais sobre a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), acesse: [http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/rad\\_ion.pdf](http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/rad_ion.pdf)

corpo inteiro, para o ser humano ocupacionalmente exposto, anualmente, é de uma dose efetiva de 20 mSv/ano e para indivíduo público 0,1 mSv/ano (CNEN, 2011).

A CNEN é a responsável pela legislação e regulamentação de segurança relativa ao uso da radiação ionizante. A legislação básica encontra-se na NR 15 (1978c), em seu Anexo 5, que remete a uma norma CNEN.

### 3.1.3 Radiações não ionizantes

Caracterizam-se por radiações de natureza eletromagnética que, quando absorvidas, o efeito mais importante é a excitação dos átomos, aumentando sua energia interna. Produzem aquecimento do corpo, podendo conduzir a efeitos eritêmicos (queimaduras), catarata, fadiga, efeitos carcinogênicos (câncer de pele), conforme seu comprimento de onda.

Os efeitos das radiações não ionizantes sobre o organismo humano dependem da intensidade, duração da exposição e do comprimento da onda de radiação. A legislação básica encontra-se na NR 15 (1978c), em seu Anexo 7. As mais importantes radiações não ionizantes são:

- a) **Micro-ondas** – produzidas em estações de radar, radiotransmissão e em alguns processos industriais e medicinais. Causam aquecimento localizado na pele. A exposição às micro-ondas resulta perigosa, principalmente, quando são emitidas elevadas densidades de radiação.
- b) **Radiação infravermelha** – de origem natural (sol) ou artificial (fornos, metais incandescentes, solda). Tem como característica ser pouco penetrante (alguns milímetros) e sua absorção causa, basicamente, o aquecimento superficial (pele). Quanto maior a temperatura, maior será a quantidade irradiada. Como medidas de controle, podemos citar o uso de barreiras, redução do tempo de exposição, uso de equipamentos de proteção individual, etc.





**Figura 3.7: Solda por brasagem**

Fonte: CTISM

- c) Radiação ultravioleta** – de origem natural (sol – UVA e UVB) ou artificial (arco voltaico em operações de solda, lâmpadas ultravioletas). A radiação ultravioleta é pouco penetrante e seus efeitos serão sempre superficiais, normalmente envolvendo a pele e os olhos. Um efeito importante e reconhecido da radiação ultravioleta é o câncer de pele. Como medidas de controle, podemos citar barreiras e equipamentos de proteção individuais (óculos e protetor solar), etc.



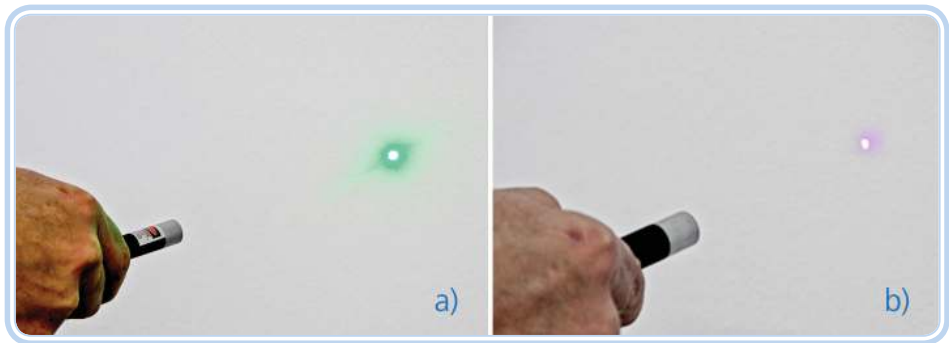
**Figura 3.8: Solda por arco elétrico com máscara eletrônica**

Fonte: CTISM

- d) Radiação *laser*** – feixe de luz direcional altamente concentrado em um único comprimento de onda. LASER é uma sigla, cujo significado é Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*).

O *laser* tem como característica a grande quantidade de energia concentrada em uma área muito pequena (grande perigo de queimaduras graves), a manutenção da intensidade com a distância (é que a luz refletida em superfícies polidas podem ser tão perigosas quanto à emissão principal, apresentando risco de destruição de tecidos, queimadura).

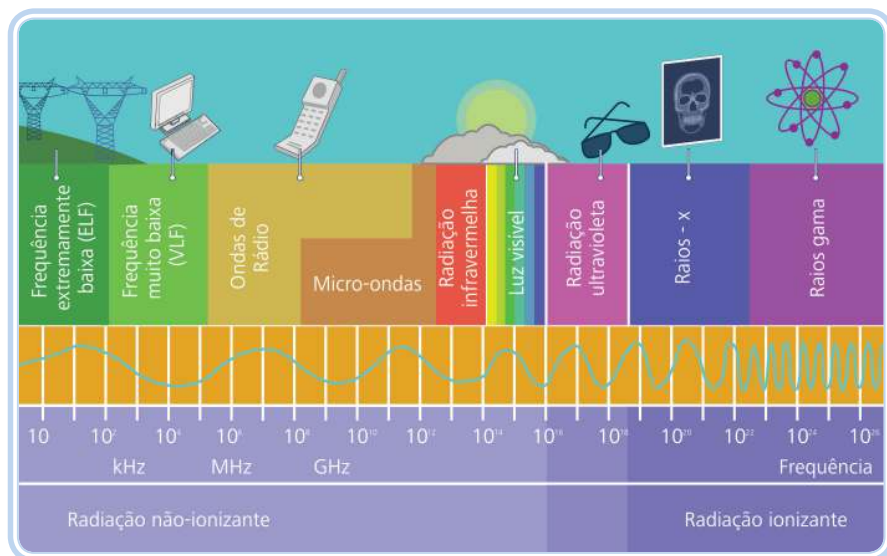
Um *laser* comum (os vendidos para apresentações) pode causar lesões nos olhos, se apontado direta e frontalmente. Quanto maior a potência do *laser*, mais perigosa é sua radiação. Os *lasers* verdes vendidos em camelôs podem ter potência cem vezes maior que os lasers vermelhos mais comuns.



**Figura 3.9: Exemplos de indicadores de *laser***

Fonte: CTISM

**e) Radiofrequência** – radiação de grande comprimento de onda encontradas em radiofusão AM, ondas VHF, UHF, radioamadorismo, radionavegação, radioastronomia e, normalmente, não apresentam problemas ocupacionais. Os efeitos à saúde são predominantemente térmicos, ou seja, aquecimento por absorção da radiação pelos tecidos.



**Figura 3.10: Espectro das radiações**

Fonte: CTISM, adaptado de <http://files.rtelemoveis.webnode.pt/200000048-af704afea7/grafico%20telemovel.gif>



## Resumo

Nesta aula, podemos conhecer, de maneira introdutória, um pouco sobre pressões anormais (hiper e hipobáricas), bem como sobre os tipos de radiações, suas unidades de medida e legislação básica.

## Atividades de aprendizagem



### 1. Relacione as colunas.

- (1) Radiação não ionizante.    ( ) sievert.
- (2) Radiação ionizante.        ( ) Trabalho em tubulões de ar comprimido.
- (3) Pressões hiperbáricas.      ( ) CNEN.
- (4) Pressões hipobáricas.      ( ) Infravermelho.
- ( ) LASER.
- ( ) VHF.
- ( ) Trabalho em grandes altitudes.
- ( ) Trabalho com mergulho.
- ( ) gray.
- ( ) Micro-ondas (celular).
- ( ) Radiografias.
- ( ) Radiação UVA e UVB.
- ( ) Tomografias.



# Aula 4 – Riscos físicos: ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade

## Objetivos

Desenvolver conhecimentos sobre ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade, suas unidades de medida e legislação básica.

### 4.1 Ruído

Talvez o principal risco dos ambientes de trabalho atuais, pois está presente em qualquer espaço industrial. O som é uma variação da pressão sonora do ar que conduz a uma sensibilização nos ouvidos. O ruído é um conjunto de vários sons não coordenados (várias frequências), que causam incômodo e desconforto.

A perda auditiva pelo ruído, normalmente, é produzida pela exposição do trabalhador a ambientes ruidosos (de caráter progressivo) e manifesta-se após muitos anos de exposição.

O ruído é classificado em:

- a) **Ruídos contínuos** – são aqueles cuja variação de nível de intensidade sonora é muito pequena em função do tempo. Exemplos: geladeiras, ventiladores.
- b) **Ruídos intermitentes** – são aqueles que apresentam grandes variações de nível em função do tempo. São os tipos mais comuns. Exemplos: fala, furadeira, esmerilhadeira.
- c) **Ruídos impulsivos ou de impacto** – apresentam altos níveis de intensidade sonora, num intervalo de tempo muito pequeno. São os ruídos provenientes de explosões e impactos. São característicos de rebiteadeiras, prensas, etc.

O ruído ocupacional é avaliado através de medidores de pressão sonora, tecnicamente denominados sonômetros e comumente conhecidos como decibelímetros e dosímetros (Figura 4.1). A unidade de medida é o decibel (dB). Os decibelímetros são mais indicados para avaliação do ruído de um

determinado ambiente e os dosímetros para avaliação da exposição do trabalhador (uma vez que ficam afixados ao trabalhador durante toda a jornada).

A NR 15 – Anexos 1 e 2 (1978c) e a NHO 01 (2001) estabelecem limites máximos de exposição para vários níveis de ruído, segundo os seguintes parâmetros normatizados:

- a) **Limiar de integração** – valor a partir do qual serão contabilizados os níveis de pressão sonora para fins de exposição ocupacional.
- b) **Nível de critério** – valor referência para uma exposição de 8 horas.
- c) **Fator duplicativo de dose** – incremento em dB para o qual o tempo de exposição permitido será reduzido à metade.
- d) **Curva de compensação** – parâmetros de ponderação para compensar a diferente sensibilidade do ouvido humano às diferentes frequências.

Os níveis de pressão sonora em ambientes públicos são avaliados segundo recomendações das normas ABNT/NBR 10151 (Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento) e ABNT/NBR 10152 (Níveis de ruído para conforto acústico) e normas estaduais e municipais específicas.



**Figura 4.1: Medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro) e dosímetro de ruído**  
Fonte: CTISM

Para o estudo de avaliações do ruído, será considerado um ciclo de exposição onde será avaliada uma dose diária (%) ou um nível equivalente (decibéis) que serão comparados com critérios de referência estabelecidos em normas.

No Brasil, o LT permitido para uma jornada de 8 horas é de 85 dB(A). Evidentemente que um aumento no nível de pressão sonora (ruído) vai implicar na diminuição do tempo de exposição. A legislação ainda prevê o valor máximo, acima do qual não é permitida exposição em nenhum momento da jornada de trabalho com ouvidos desprotegidos que é de 115 dB(A). Vide Anexo 1 e 2 da NR 15 (1978c) e NHO 01 (2001) (Avaliação da exposição ocupacional ao ruído).

**Quadro 4.1: Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente da NR 15**

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 40 minutos
94	2 horas e 40 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 45 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: BRASIL, 1978c

O ruído pode ter ação sobre o sistema nervoso produzindo fadiga, perda de memória, irritabilidade, hipertensão, perturbações gastrointestinais, etc. Além disso, dependendo de sua intensidade, pode causar a perda temporária ou definitiva da audição.

Como medidas de controle para evitar ou diminuir os danos provocados pelo ruído no local de trabalho, podemos citar: enclausuramento da fonte e barreiras na transmissão como medidas de proteção coletiva, o fornecimento de EPIs e diminuição da jornada como medidas de proteção individuais. É muito importante a execução dos exames periódicos (audiometrias) e as medidas educacionais (orientação e conscientização) para uso correto do equipamento de proteção.

Na disciplina de Higiene Ocupacional II estudaremos a exposição ao ruído mais detalhadamente.

## 4.2 Temperaturas extremas

Como temperaturas extremas consideram-se o calor e o frio em intensidade suficiente para causar desconforto, alterações e prejuízos à eficiência e saúde dos trabalhadores.

A exposição ao calor é característico de locais como: fundições, usinas, fábricas de vidro, indústrias de papel, olarias, indústrias metalúrgicas, siderúrgicas, etc. O calor pode estar ainda presente em trabalhos ao ar livre nas épocas quentes do ano. Na avaliação devem ser considerados fatores tais como: temperatura, velocidade e umidade relativa do ar, calor radiante e calor gerado pelo metabolismo (atividade física). Os índices de avaliação incluem: Temperatura Efetiva (TE), Temperatura Efetiva Corrigida (TEC), Índice de Bulbo Úmido, Termômetro de Globo (IBUTG) (NR 15, em seu Anexo 3, 1978c) e Índice de Sobrecarga Térmica (IST).

A exposição ao calor é regida pelo equilíbrio térmico, ou seja, o organismo ganha ou perde calor para o meio ambiente segundo a Equação 4.1:

Equação 4.1

$$M \pm C \pm R - E = Q$$

Onde: M = calor produzido pelo metabolismo, sendo um calor sempre ganho (+)

C = calor ganho ou perdido por condução/convecção (+/-)

R = calor ganho ou perdido por radiação (+/-)

E = calor perdido por evaporação (-)

Q = calor acumulado no organismo

Se: Q > 0 acúmulo de calor (sobrecarga térmica)

Q < 0 perda de calor (hipotermia)

O limite de tolerância para exposições ao calor (NR 15, 1978c) é determinado de dois modos: regime de trabalho com descanso no próprio local de trabalho, regime de trabalho com descanso em outro local. Em ambos, a quantificação do calor pelo IBUTG leva em conta a presença, ou não, de carga solar no momento da medição, sendo calculada tanto em ambientes internos ou externos sem carga solar  $IBUTG = 0,7 tbn + 0,3 tg$  como em ambientes externos com carga solar  $IBUTG = 0,7 tbn + 0,2 + 0,1 tbs$ .

Onde:  $tbn$  = temperatura de bulbo úmido natural  
 $tg$  = temperatura de globo  
 $tbs$  = temperatura de bulbo seco

Como consequência do calor, podemos citar a desidratação, a exaustão, a hipertermia, as câibras, a insolação e os edemas.

As medidas de controle adotadas são: a blindagem das fontes radiantes, o aumento da distância entre o trabalhador e a fonte, a redução das temperaturas, o uso de barreiras refletivas, o aumento da velocidade do ar, a redução da carga metabólica, a mecanização das atividades e o ajuste do tempo de exposição e da relação trabalho/descanso térmico.



**Figura 4.2: Monitor de stress térmico para avaliação do IBUTG**

Fonte: CTISM

A exposição ao frio está presente, principalmente, na indústria frigorífica no trabalho em câmaras frias. O frio excessivo, além de interferir na eficiência do trabalhador, pode produzir enregelamento dos membros, ulcerações,

problemas respiratórios, cardiovasculares e dificuldades na execução dos trabalhos. O objetivo, na avaliação do frio, é de impedir que a temperatura interna do corpo reduza a valores abaixo dos 36°C e prevenir lesões pelo frio nas extremidades. Na avaliação do frio devem ser consideradas, principalmente, a temperatura e a velocidade do ar (temperatura equivalente).



No livro "Limites de Exposição Ocupacional" (TLVs) da ACGIH traduzido e comercializado no Brasil pela Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO ([www.abho.org.br](http://www.abho.org.br)) também aparecem valores guias para exposição ao frio.

No caso de aumento de temperatura corpórea, ocorre vasodilatação, mas no frio, há vasoconstrição, pois o objetivo é reduzir as perdas de calor e fluxo sanguíneo é diminuído proporcionalmente à queda de temperatura. Se a temperatura corpórea estiver abaixo de 35°C, ocorrerá uma diminuição das atividades fisiológicas, caindo a pressão arterial, a frequência dos batimentos cardíacos e diminuindo o metabolismo interno. Tremores ocorrem na tentativa de geração de calor metabólico para compensar perdas. Se a queda permanecer, ao atingir a temperatura interna de 29°C, o mecanismo termoregulador localizado no hipotálamo será reprimido, podendo chegar a sonolência e coma. A legislação básica encontra-se na NR 15 (1978c), em seu Anexo 9, que estabelece uma caracterização qualitativa baseada apenas na temperatura.

Como consequências da exposição ao frio, podemos citar as feridas, rachaduras, necroses, enregelamento, agravamento de doenças articulares e respiratórias.

Como medidas de controle, podemos citar a aclimatização, o uso de vestimentas adequadas, regimes de trabalho intercalados, exames médicos prévios e periódicos, educação e treinamento.



**Figura 4.3: Exposição ao frio**

Fonte: CTISM

Na disciplina de Higiene Ocupacional II estudaremos a exposição ao calor e ao frio com mais detalhes

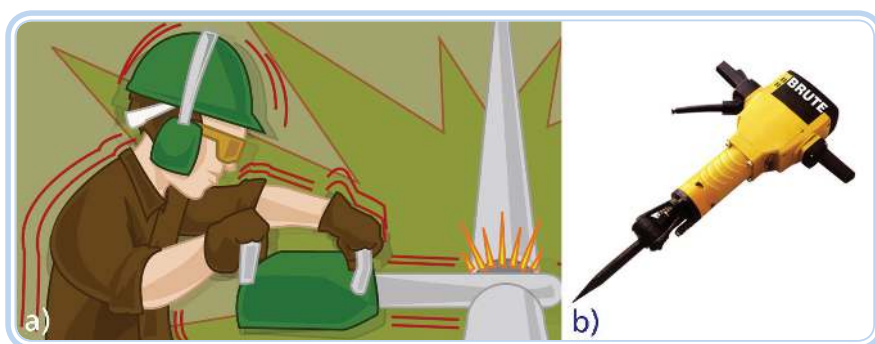


## 4.3 Vibrações

É o movimento oscilatório de um corpo produzido por forças desequilibradas de componentes de movimento rotativo ou alternativo de máquinas e equipamentos. Dependendo da frequência do movimento oscilatório e sua intensidade, as vibrações podem causar desde desconforto (formigamentos e adormecimento leves) até comprometimentos no tato e sensibilidade à temperatura, perda de destreza e incapacidade para o trabalho (problemas articulares).

A vibração só acarretará problemas quando houver o contato físico do trabalhador com a fonte da vibração. Sua avaliação é feita através de acelerômetros (aceleração do movimento –  $m/s^2$  e frequência – Hz).

São exemplos de aplicações sujeitas às vibrações trabalhos com motosserras, furadeiras e socadores pneumáticos. A legislação básica encontra-se na NR 15 (1978c), em seu Anexo 8.



**Figura 4.4: Exemplos de exposição a vibrações, (a) motosserra e (b) marteleto pneumático**

Fonte: (a) CTISM

(b) [http://www.quickabc.com.br/alguel-de-andaimos-locacao-de-andaimos\\_marteletes.html](http://www.quickabc.com.br/alguel-de-andaimos-locacao-de-andaimos_marteletes.html)

As vibrações podem ser:

- a) Localizadas** – provocadas por ferramentas manuais com efeitos em certas partes do corpo (articulações de mãos e braços).
- b) Generalizadas** – lesões de corpo inteiro, normalmente produzidas pelo trabalho em grandes equipamentos (caminhões, ônibus e tratores), acarretando problemas na coluna vertebral e dores lombares.

Como medidas de controle, podemos citar o revezamento no trabalho, ou seja, a diminuição no tempo de exposição e medidas técnicas que reduzam a intensidade das vibrações.

## 4.4 Umidade

Operações realizadas em ambientes com umidade podem causar problemas de pele e fuga de calor do organismo. A umidade está presente em ambientes alagados ou encharcados. A legislação básica encontra-se na NR 15 em seu Anexo 10. As atividades ou operações executadas em locais com umidade excessiva, capazes de produzir danos à saúde dos trabalhadores (problemas respiratórios, quedas, doenças de pele), devem ter a atenção dos prevenzionistas por meio de verificações realizadas nesses locais para estudar a implantação de medida de controle.

Como medidas de controle podemos citar: previsão de escoamento da água e EPIs.

## Resumo

Nesta aula, podemos conhecer, de maneira introdutória, um pouco sobre ruído, temperaturas extremas, vibrações e umidade, bem como suas unidades de medida e legislação básica.



## Atividades de aprendizagem

### 1. Relacione as colunas.

- |                |     |                          |
|----------------|-----|--------------------------|
| (1) Ruído.     | ( ) | NHO 01.                  |
| (2) Frio.      | ( ) | Temperatura efetiva.     |
| (3) Calor.     | ( ) | dB.                      |
| (4) Vibrações. | ( ) | m/s <sup>2</sup> .       |
|                | ( ) | IBUTG.                   |
|                | ( ) | Temperatura equivalente. |
|                | ( ) | Acelerômetro.            |
|                | ( ) | Sonômetros.              |

# Aula 5 – Riscos químicos: agentes químicos

## Objetivos

Conhecer os tipos de agentes químicos, unidades de medida e classificação, bem como seus efeitos sobre o organismo humano.

## 5.1 Agentes químicos

Nesta disciplina, você terá noções básicas sobre os riscos químicos. Existem disciplinas específicas, ao longo das etapas, que dedicarão atenção especial a esses riscos, para que você obtenha os conhecimentos necessários e torne-se um bom profissional prevencionista.

Neste material, até o momento, você estudou os agentes ambientais correspondentes aos agentes físicos, podendo perceber que há uma grande variedade de tipos de energia (ruídos, radiações, temperaturas extremas, vibrações, pressões anormais, umidade).

No ambiente industrial além de termos a possibilidade da presença dos agentes físicos, podem existir também os agentes químicos. Na visão da higiene ocupacional eles são substâncias, elementos, compostos ou resíduos químicos que, durante sua fabricação, armazenamento, manuseio e transporte com capacidade de ação tóxica sobre o organismo ou que venha a contaminar o ar do ambiente de trabalho.

A legislação brasileira apresenta uma definição para os agentes químicos: a NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (1978b) considera-os como

[...] 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 ser absorvidos pelo organismo através da pele ou ingestão. (BRASIL/NR 09, 1978b).



**Figura 5.1: Agentes químicos**

Fonte: CTISM

No mundo, são produzidos aproximadamente 70 mil produtos químicos, alguns deles são padronizados e usados na fabricação de uma vasta gama de produtos. 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 em comparação ao que é feito para os agentes físicos. 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. Além do fato de que a avaliação de um agente químico pode ser prejudicada pelas condições do clima como, por exemplo, um dia de chuva ou dias frios.

O ar próprio para a respiração no ambiente ocupacional deve estar livre de substâncias agressivas ao organismo e ter quantidade de oxigênio ( $O_2$ )

apropriada. Uma atmosfera é considerada normal quando apresenta um teor aproximado de oxigênio de 20,9% em volume. Contudo, para fins de proteção da saúde contra a deficiência de oxigênio nos ambientes de trabalho, normas brasileiras recomendam um teor mínimo de 18% de oxigênio em volume e, nos Estados Unidos, um percentual de 19,5% em volume.

Os agentes químicos são classificados de acordo com a sua estrutura física, em outras palavras, por estado físico, como os aerodispersóides (particulados na forma sólida ou líquida), gases e vapores. Cada um, também pode ser dividido conforme o efeito causador de dano ao organismo humano. Eles são capazes de produzir desde uma sensação de desconforto ou incômodo até um câncer.

## 5.2 As unidades de medida

Antes de estudarmos estes agentes, você deve ter o conhecimento das unidades de concentração que são usadas para quantificá-los no ambiente contaminado. Inclusive, se você consultar a NR 15 (1978c), vai encontrar em seu Anexo 11, os limites de tolerância para estas unidades, que você pode conferir a seguir:

- 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/m<sup>3</sup> (miligrama por metro cúbico)** – unidade normalmente empregada para representar a quantidade de aerodispersóides. Quando temos, por exemplo, a concentração de 1 mg/m<sup>3</sup> 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.

Por mais que se tenha um emprego usual das unidades de concentração para uma determinada classe de agentes químicos, você pode trabalhar também com a conversão entre as mesmas, ou seja, se achar melhor converter a concentração de um gás de ppm para mg/m<sup>3</sup>, só será necessário realizar uma operação matemática, multiplicando-o por um fator, como segue no Quadro 5.1.

**Quadro 5.1: Conversão de unidades de concentração**

Conversão	Fator multiplicador
ppm para mg/m <sup>3</sup>	24,45/Mm
mg/m <sup>3</sup> para ppm	Mm/24,45
ppm para %, em volume	10000
%, em volume, para ppm	0,0001

Observação: Mm é a massa molecular do agente químico (unidade de g.mol<sup>-1</sup>). O valor de 24,45 é, aproximadamente, o volume molar de uma substância a uma temperatura ambiente de 25°C.

Fonte: Autores

## 5.3 Classificação dos agentes químicos

No estudo da química, você pode encontrar inúmeras maneiras de classificar as substâncias químicas ou agentes químicos presentes no ar atmosférico. No entanto, quando nos referimos ao estudo da higiene ocupacional, estes são classificados de acordo com o seu estado físico, como os aerodispersóides, gases e vapores.

### 5.3.1 Aerodispersóides

Os aerodispersóides são definidos como partículas sólidas ou líquidas que podem estar em suspensão no ar atmosférico. Apresentam, aproximadamente, tamanho inferior a 150  $\mu\text{m}$ . Estes também são conhecidos como aerossóis. Quanto maior for o tempo de permanência das partículas no ar, maior será a possibilidade de serem inaladas pelos trabalhadores. Podem ser classificados de acordo com o seu estado físico, assim como, pelos efeitos que provocam no organismo humano, em razão da natureza e da reatividade do material. O tempo para estas partículas permanecerem suspensas depende de sua densidade, tamanho e da velocidade de movimentação do meio contínuo (o ar).

As informações sobre o tamanho das partículas é de suma importância para as etapas de estudo da higiene ocupacional, por exemplo, a avaliação quantitativa em amostragens com o uso de equipamentos específicos e medidas de controle dos agentes. Os aerodispersóides são resultantes de processos industriais e, devido à variabilidade de tamanho com que são gerados, a maioria deles não é possível visualizar com o olho humano. Com base em literatura reconhecida, podemos classificar o tamanho conforme o Quadro 5.2.

**Quadro 5.2: Tipologia e tamanhos de partículas**

Tipo de particulado	Tamanho aproximado ( $\mu\text{m}$ )
Sedimentável	$10 < \varnothing < 150$
Visível	$\varnothing > 50$
Inalável	$\varnothing < 10$
Respirável	$\varnothing < 5$

Fonte: SALIBA, 2010

#### A-Z

##### $\mu\text{m}$

É uma unidade de medida de comprimento denominada de micrometro ou micron. Amplamente usada para expressar distâncias extremamente pequenas. Esta pertence ao Sistema Internacional de Unidades, o valor de 1  $\mu\text{m}$  equivale a 0,001 mm, em outras palavras, é a milésima parte de um milímetro.

No Quadro 5.2, você percebeu que o menor tamanho de particulado é denominado respirável. Estes, nas avaliações de exposição ocupacional, recebe muita atenção dos profissionais da segurança e higiene ocupacional, pois apresentam maior capacidade de penetrar no trato respiratório e ficam retidos nos pulmões e, conforme a concentração e a natureza do particulado, podem acarretar danos à saúde do trabalhador.

Neste momento, você vai entender a classificação física dos aerodispersóides que contaminam o ar como: poeiras, fumos, fumaças, neblinas e névoas de acordo com a terminologia apresentada pela NBR 12543 – Equipamentos de Proteção Individual (1999), assim como as fibras. Além disso, suas classificações pela tipologia e função do tamanho.

### 5.3.1.1 Poeiras

As poeiras podem ser entendidas como um conjunto de partículas que são geradas mecanicamente por procedimento de ruptura ou rompimento, ou ainda, por uma desagregação de partículas maiores em menores, com diâmetros produzidos na faixa aproximada de 0,1 µm a 25 µm. Quando expostos a um longo período de tempo, os trabalhadores podem adquirir doenças do grupo das **pneumoconioses**, que oferecem perigo por causar enrijecimento dos tecidos pulmonares.

Pertence a este grupo uma que merece destaque: a pneumoconiose dos trabalhadores do carvão (ou dos mineiros). Esta é uma doença profissional cuja causa é a inalação de poeiras de carvão mineral. Tem como características o depósito destas poeiras nos alvéolos pulmonares e uma reação tissular (tecidos) em razão de sua presença. No Brasil, as principais fontes de exposição são as minas de extração de carvão mineral, localizam-se nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, onde existe a elevada concentração de **silica** pela presença de contaminantes minerais nas rochas (BRASIL, 2001). Além disso, você pode encontrar as poeiras com sílica em lugares onde se fazem perfurações de rochas, construção civil, jateamento de areia, produção de tijolos refratários, fabricação de vidros e cerâmicas.

#### A-Z

##### **pneumoconioses**

É uma doença que tem como causa, o acúmulo de poeiras nos pulmões e suas reações que ocorrem nos tecidos. Estas podem ser classificadas como fibrogênica e não fibrogênica. A primeira destrói os alvéolos pulmonares, com lesões permanentes para toda a vida. Na segunda, as reações provocadas nos pulmões são mínimas, não oferecendo lesões permanentes, não alterando os alvéolos pulmonares (SPINELLI, 2006, p. 95).

##### **silica**

É um nome dado aos compostos que apresentam na sua composição o dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>), formado por um átomo de silício e dois de oxigênio.



No endereço [http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/trabalhador/pub\\_destaque.php](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/trabalhador/pub_destaque.php) você encontrará um portal temático sobre saúde do trabalhador, e lá, você verá uma lista de protocolos onde um deles é uma publicação sobre pneumoconioses. (BRASIL/MS, 2006). Faça o *download* e conheça a obra que mostra os locais do Brasil em que a exposição à sílica é predominante no endereço [http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mapa\\_exposicao\\_silica\\_brasil.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mapa_exposicao_silica_brasil.pdf)



**Figura 5.2: Trabalhadores de uma mina de carvão**

Fonte: <http://redutodobucaneiro.blogspot.com.br/2010/04/historia-do-carvao.html>

### 5.3.1.2 Fumos

Este tipo de aerodispersóide é característico de operações que envolvem fusão de metais, típica de indústrias onde se tem a presença de processos de soldagens e fundição. Entende-se por fumos, partículas no estado sólido que são produzidas por uma condensação dos vapores emanados da fusão, podendo conter metais pesados no ar como o zinco (Zn), por exemplo. Quando os vapores estão carregados com metais em suspensão são denominados **fumos metálicos**. Além do zinco, existem outros que são nocivos a saúde como os fumos de chumbo (Pb), encontrado em fábricas de baterias e os de cromo (Cr) e Níquel (Ni) em locais onde se realiza revestimento externos de peças por estes metais. A respiração destes fumos por um longo tempo e a não adoção de cuidados pode causar **ulcerações do septo nasal**.

#### A-Z

##### **ulcerações do septo nasal**

É uma doença relacionada ao trabalho que resulta de ação local de aerossóis (aerodispersóides) irritantes, produtores de um processo inflamatório crônico, podendo ser acompanhado de secreção sanguinolenta, ardor e dor nas fossas nasais. Com maior frequência, pode cursar de forma assintomática (sem sintomas). (BRASIL/MS, 2001. p. 324-325).

Durante a fusão é comum termos uma reação de oxidação, quando ocorre a penetração dos fumos metálicos nas vias respiratórias, na forma de óxidos, que apresentam maior solubilidade nos fluidos do organismo humano, como no exemplo do zinco, nesse caso, tem-se o óxido de zinco (ZnO). Vale lembrá-lo que, na formação do óxido, o estado de oxidação é importante, pois os fumos de zinco que aqui mencionamos na verdade é  $Zn^{+}$ , estando presente no ar sob esta forma.





**Figura 5.3: Fumos de uma soldagem**

Fonte: Adaptado de [www.sitedasoldagem.com.br/sms](http://www.sitedasoldagem.com.br/sms)

A Figura 5.4 apresenta alguns dos equipamentos utilizados para avaliação de poeiras e fumos metálicos. Na disciplina de Higiene Ocupacional III você aprenderá como utilizá-los, segundo as técnicas de avaliação normatizadas, e na disciplina de Instrumentação, realizaremos algumas práticas de utilização.



**Figura 5.4: Instrumentação para avaliação de poeiras e fumos metálicos**

Fonte: CTISM

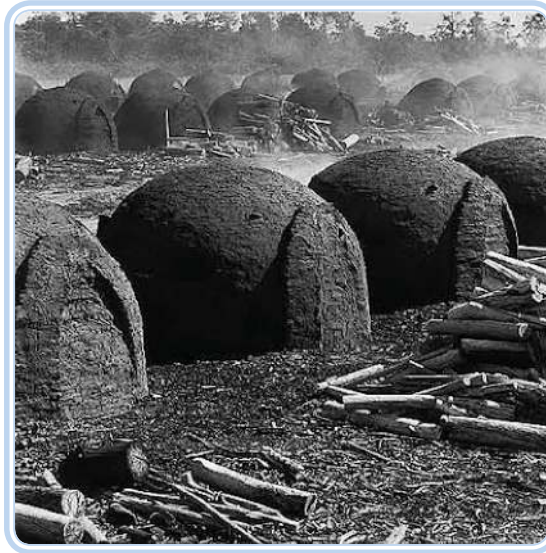
### 5.3.1.3 Fumaças

Assim como as poeiras, as fumaças são partículas que resultam de uma reação química de combustão incompleta. Estas são constituídas de carbono geradas pela queima de materiais orgânicos.



Para saber mais sobre as doenças relacionadas ao trabalho, acesse:  
[http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas\\_relacionadas\\_trabalho1.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho1.pdf)

[http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas\\_relacionadas\\_trabalho1.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/doencas_relacionadas_trabalho1.pdf)



**Figura 5.5: Fumaça em carvoarias**

Fonte: <http://narrativahistorica.blogspot.com.br/2008/04/pequenos-trabalhadores.html>

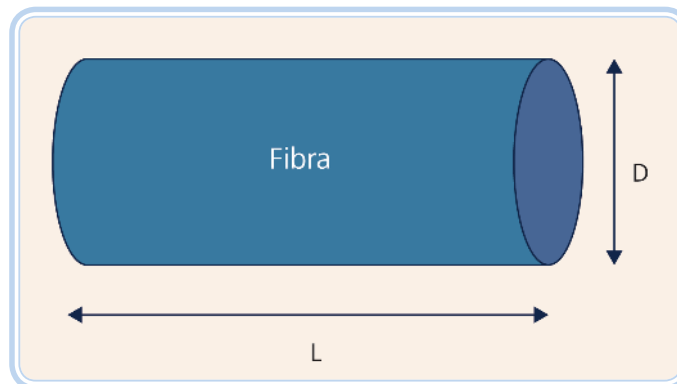
### 5.3.1.4 Fibras

As fibras são partículas sólidas que são produzidas por processos de rompimento mecânico, as quais apresentam como característica física um formato alongado. Para você entender melhor, imagine uma partícula que tenha como comprimento, uma medida cujo valor seja aproximadamente de 3 a 5 vezes o seu diâmetro, conforme Figura 5.6. Você pode encontrar ambientes ocupacionais com este agente nas indústrias que trabalham com fibras de lã, algodão, asbesto, vidro e de cerâmica. No caso de exposição prolongada à fibra de asbesto, a doença que pode ser desenvolvida é a **asbestose**, bastante agressiva aos pulmões dos trabalhadores.

#### A-Z

##### asbestose

É uma pneumoconiose que é causada pela inalação de fibras de amianto ou asbesto. Locais em que se utiliza amianto para a fabricação de artigos à prova de fogo e fibro-cimento amianto incluindo o seu manuseio. (BRASIL/MS, 2001. p. 337). A exposição ao asbesto, considerando as indústrias de extração deste minério e de transformação, envolve cerca de 20 mil trabalhadores. Trabalhando de forma inadvertida, tem-se de 250 mil a 300 mil trabalhadores, na indústria da construção e mecânica. (BRASIL/MS, 2001. p. 15).



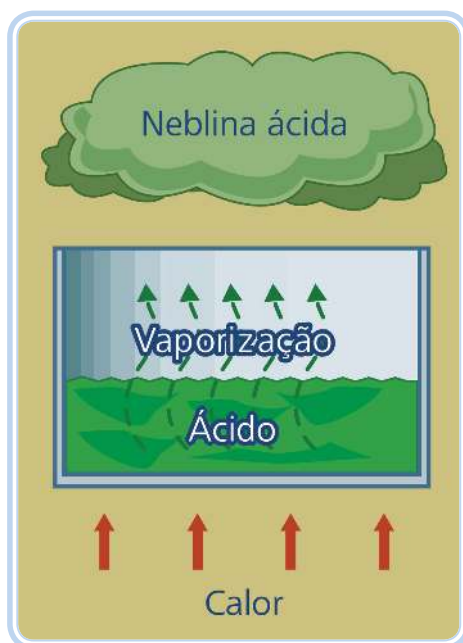
**Figura 5.6: Exemplo hipotético da dimensão de uma fibra**

Fonte: CTISM

### 5.3.1.5 Neblinas

As neblinas podem ser entendidas como um conjunto de partículas líquidas que estão suspensas no ar, resultantes da condensação dos vapores oriundos de substâncias no estado líquido que são voláteis. Em outras palavras, de

acordo com a condição térmica que o líquido está submetido (aquecimento), este tem facilidade de evaporar, com isso, o vapor agrega-se ao ar até atingir a saturação. Nessa condição não se consegue agregar mais vapor ao ar gerando excesso de vapor no ambiente e, ao mesmo tempo, há uma diminuição da temperatura do ar, ocasionando a condensação (mudança do estado físico de vapor para líquido) do vapor que está saturado no ar ambiente, formando partículas líquidas ou gotículas.



**Figura 5.7: Ilustração da formação de neblina, usando como exemplo a neblina ácida**  
Fonte: CTISM

A necessidade de ter-se a condição de uma saturação do vapor e uma posterior condensação tornam as neblinas mais difíceis de serem vistas nas indústrias. Elas são mais conhecidas como um fenômeno do clima.

### 5.3.1.6 Névoas

Do mesmo modo como foram definidas as neblinas, as névoas são partículas líquidas em suspensão no ar. No entanto, ambas diferem quanto ao processo de geração das partículas. As névoas são produzidas por atomização ou ruptura mecânica do líquido pressionado. Você pode encontrá-las em procedimentos de trabalho como pinturas na forma de *spray*, aplicação de agrotóxicos envolvendo nebulização, uso de óleo de corte formando névoa de óleo, etc.



**Figura 5.8: Névoa provocada por pintura em *spray* num veículo**

Fonte: CTISM

### **5.3.1.7 Gases e vapores**

Talvez, por algumas vezes, você já deve ter pensado que gases e vapores pudessem ser sinônimos. Entretanto, não são e apresentam conceitos bem diferentes. O gás é uma dispersão de moléculas que estão espalhadas e misturadas no ar ambiente, com movimentação desordenada, resultante de forças internas fracas e que, sob condições de temperatura e pressão atmosféricas (normais), já estão no estado gasoso. Por apresentarem estas características, os gases têm a capacidade de preencher espaços, em sua totalidade, ou seja, podem adquirir a concentração de 100% do volume. Já o vapor é definido como o estado gasoso de agentes químicos que, quando condicionados à temperatura e pressão atmosféricas, apresentam-se no estado líquido. A sua concentração no meio ambiente dependerá de variáveis como pressão de vapor e temperatura ambiente. Quando houver aumento da temperatura, ocorrerá uma elevação da pressão de vapor e, por conseguinte, maior vaporização do produto no ar.

Como exemplo de gases, podemos citar o próprio ar que respiramos, uma mistura formada na sua maior parte por nitrogênio ( $N_2$ ) e oxigênio ( $O_2$ ). Assim como o gás carbônico ou dióxido de carbono ( $CO_2$ ), monóxido de carbono (CO), amônia ( $NH_3$ ) e o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo ou gás de cozinha), este último de ampla utilização nas indústrias e lares brasileiros. Para vapores, os mais conhecidos são originados dos solventes orgânicos como o tolueno, xileno, benzeno, éteres, cetonas e hidrocarbonetos como a gasolina, querosene e alcoóis.

Sob o ponto de vista da higiene ocupacional, os gases e vapores são estudados em conjunto por apresentarem comportamento no ar de modo similar.

A Figura 5.9 apresenta alguns dos equipamentos utilizados para avaliação de gases e vapores. Na disciplina de Higiene Ocupacional III, você aprenderá como utilizá-los, segundo as técnicas de avaliação normatizadas, e na disciplina de Instrumentação, realizaremos algumas práticas de utilização.



**Figura 5.9: Instrumentação para avaliação de gases e vapores**

Fonte: CTISM

## 5.4 Efeitos no organismo

Você estudou a classificação dos agentes químicos de acordo com o seu estado físico e, para o caso de partículas sólidas, conheceu inclusive, uma classificação pelo tamanho. Agora, faremos uma breve abordagem por outro ponto de vista. Em riscos químicos, além do mencionado, permite-se classificar os aerodispersóides, gases e vapores de acordo com os efeitos que eles provocam em nosso organismo. Alguns tipos destes efeitos você tem a disposição no Quadro 5.3.

**Quadro 5.3: Classificação dos agentes químicos conforme efeitos no organismo**

Estado físico	Tipos de efeito	Descrição	Exemplo de substâncias
Aerodispersóides	Fibrogênicos	Podem produzir nódulos e causar endurecimento (denominadas fibroses) dos tecidos pulmonares.	Sílica e amianto.
	Irritantes	As partículas por ação química podem causar ulcerações e inflamações no trato respiratório.	Névoas oriundas de ácidos e bases.
	Produtores de febre	Podem provocar calafrios e febre.	Fumos metálicos.
	Carcinogênicos	Quando o trabalhador está exposto a um longo período pode adquirir câncer.	Amianto e radionuclídeos.
	Sistêmicos	Os agentes têm a capacidade de atacar órgãos internos e sistemas do organismo humano.	Cádmio e manganês.
	Mutagênicos/teratogênicos	Caracterizam-se por causar modificações celulares e alterações genéticas. Os mutagênicos afetam não somente o indivíduo contaminado, mas também seus descendentes. Os teratogênicos têm a capacidade de afetar o desenvolvimento embrionário ou fetal, resultando em deformidades do feto (congênito).	Mercurio orgânico e fumos de chumbo.
Gases e vapores	Irritantes	Substâncias capazes de causar irritação e ulcerações no trato respiratório pela ação química com as mucosas (solubilidade com partes úmidas) ou por contato direto.	Ácido clorídrico e gás sulfídrico.
	Tóxicos	Ação nociva generalizada independente da via de penetração. Alguns podem agir em órgãos ou sistemas específicos.	Inseticidas e hidrocarbonetos.
	Anestésicos e narcóticos	Ação depressora do Sistema Nervoso Central (SNC), sistema formado pelo conjunto do cérebro e medula espinhal.	Éteres e cetonas.
	Asfixiantes	Estes podem ser classificados como: asfixiantes simples, que atuam substituindo o oxigênio do ar a ser transportado pela hemoglobina quando estão presentes na atmosfera (sem ação bioquímica), já os asfixiantes químicos apresentam ação bioquímica na célula, oferecendo dificuldade ao oxigênio do ar de chegar e de se agregar a hemoglobina.	Nitrogênio, gás carbônico e monóxido de carbono.
	Carcinogênicos	Apresentam a capacidade de causar câncer quando expostos por um longo período.	Cloreto de vinila e benzeno.
	Carcinogênicos	Apresenta a mesma descrição colocada para os aerodispersóides.	Óxido de etileno.

Fonte: Autores

## Resumo

Nesta aula, você começou a conhecer a área de riscos químicos para a higiene ocupacional, já que esta disciplina é introdutória. Iniciamos o nosso estudo pelas principais unidades de grandeza usadas para quantificar a concentração de agentes químicos e depois, vimos suas definições e como estão classificados.

## Atividades de aprendizagem



1. Em uma avaliação instantânea para estimar a concentração de monóxido de carbono (CO) de um supermercado com garagem coberta, foi detectado, com o uso de um medidor, a concentração de 40 ppm. Qual seria o valor desta concentração em  $\text{mg}/\text{m}^3$ ? Faça a conta, sabendo que a massa molecular deste produto é de  $28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  e considerando a temperatura ambiente de  $25^\circ\text{C}$ .

2. Relacione as colunas.

- (1) Unidade de concentração. ( ) Carcinogênico.
- (2) Aerodispersóide. ( ) GLP.
- (3) Gás. ( ) Asbestose.
- (4) Vapor. ( ) Névoas de tinta em gabinetes de pintura.
- (5) Efeito no organismo. ( ) ppm.
- ( ) Asbesto.
- ( ) Estado gasoso de líquido volátil a temperatura ambiente.
- ( ) Neblina.
- ( ) Conversão para percentual em volume.
- ( ) Ulceração causada por exposição a fumos de cromo.





# Aula 6 – Riscos químicos: limites de tolerância

## Objetivos

Conhecer os agentes químicos, seus limites de tolerância e a conversão para a jornada de trabalho brasileira a partir de limites de tolerância internacionais.

## 6.1 Os limites de tolerância

No Brasil, os Limites de Tolerância (LT) para os agentes químicos são estabelecidos pela NR 15 (1978c), em seu Anexo 11. Esses LT são baseados nos valores de *Threshold Limit Value* (TLV), da ACGIH (2010), com modificação para a jornada de trabalho da época (1978, ano de publicação da norma) de 48 horas semanais.

Através de amostragens e inspeções realizadas nos ambientes ocupacionais, analisa-se o comportamento das concentrações ao longo do tempo (jornada), estimando-se um valor médio. Se esse estiver acima do Limite de Tolerância que consta na NR 15 (1978c), considerar-se-á excedido. Com isso, quando os valores de LT são ultrapassados, temos a caracterização de uma atividade ou operação insalubre, ou seja, uma condição de trabalho em que a saúde do trabalhador está sendo prejudicada.

Não esqueça que o profissional prevencionista trabalha tendo como base o nível de ação (Aula 2).

O Anexo 11 da NR 15 (1978c) apresenta ao profissional de segurança um quadro com uma listagem de agentes químicos cuja insalubridade é verificada por ultrapassar os limites de tolerância, válido por absorção pelas vias respiratórias, englobando gases, vapores e **negro de fumo**. Uma parte deles você pode conferir no Quadro 6.1.

A NR 15 (1978c) estabelece dois tipos de LT para agentes químicos:

- a) **LT média ponderada com valor máximo** – a concentração é avaliada por amostragens onde a média obtida não pode ultrapassar o LT, preven-

### A-Z

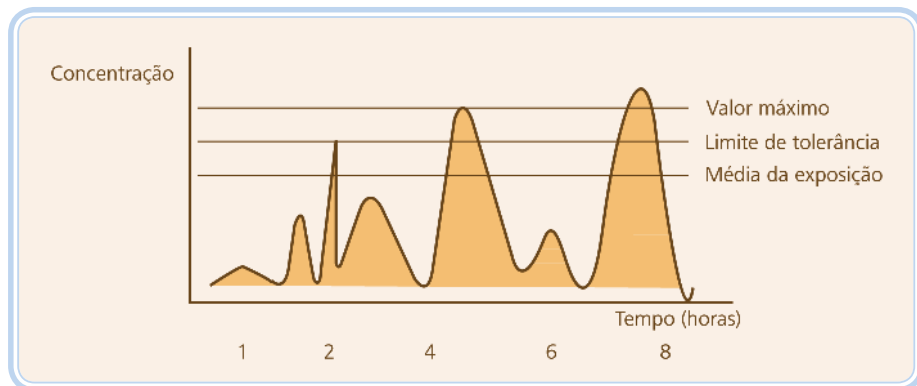
#### negro de fumo

Tem uma definição apresentada pelo Ministério do Trabalho e Emprego dado pela Portaria nº 9, de 09/10/1992 que altera os Anexos 11 e 13 da Norma Regulamentadora nº 15, com a seguinte transcrição no Art. 2: "1. Entende-se por negro de fumo as formas finamente divididas de carbono produzidas pela combustão incompleta ou decomposição térmica de gás natural ou óleo de petróleo" e em seguida "3. Entende-se por exposição ao negro de fumo a exposição permanente no trabalho ao negro de fumo em suspensão originada pelo manuseio do mesmo." O limite de tolerância para o negro de fumo conforme esta portaria é de até 3,5 mg/m<sup>3</sup> para uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais. (BRASIL, 1992).

do também um **valor máximo**, o qual não pode ser ultrapassado em nenhum momento da jornada.

**b) LT valor teto** – substâncias que **não** têm LT média ponderada e que têm um valor que não pode ser ultrapassado em nenhum momento da jornada.

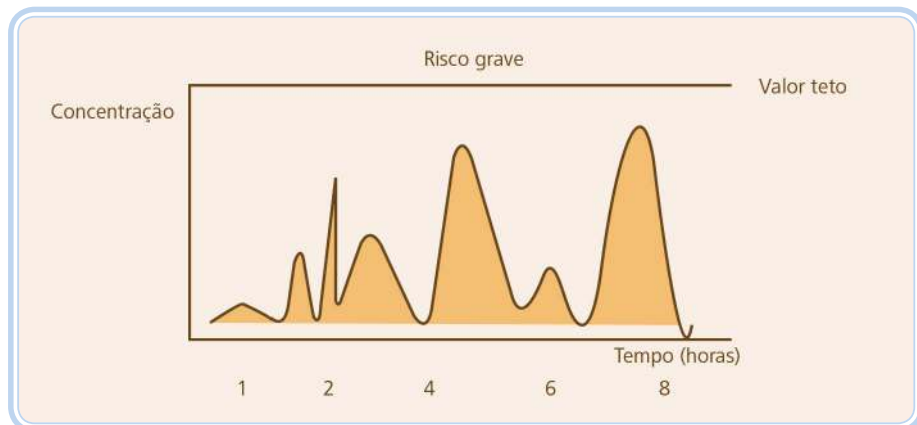
Na disciplina de Higiene Ocupacional III, estudaremos com mais detalhes a exposição e a avaliação dos agentes químicos. Apenas para exemplificar os limites de tolerância para agentes químicos, observe as Figuras 6.1 e 6.2.



**Figura 6.1: LT média ponderada**

Fonte: CTISM

Podemos observar na Figura 6.1 que a média da exposição ficou abaixo do limite de tolerância, mas a exposição é insalubre por ultrapassar o valor máximo em um determinado instante.



**Figura 6.2: LT valor teto**

Fonte: CTISM

Na Figura 6.2, em nenhum momento, o valor teto foi ultrapassado, portanto a exposição não é insalubre. Para esse tipo de substância **não** se realiza a média ponderada.

**Quadro 6.1: Quadro I do Anexo 11 da NR 15, limites de tolerância para agentes químicos**

Agentes químicos	Valor teto	Absorção também pela pele	Até 48h/semana		Grau de insalubridade a ser considerado no caso de sua consideração
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	
Ácido cianídrico		+	8	9	Máximo
Ácido clorídrico	+		4	5,5	Máximo

Fonte: BRASIL, 1978c

Ao ler o Quadro 6.1, você percebeu que existe uma sinalização na forma “+”, isto indica, no caso do ácido cianídrico (HCN), que este pode ser absorvido também pela pele (via cutânea), sendo exigidos equipamentos de proteção individual para as mãos como luvas adequadas para a sua manipulação, além de proteção para outras partes do corpo. De modo análogo, para o ácido clorídrico (HCl), você notou que há uma sinalização colocada na coluna que menciona “Valor teto”. Este nos mostra que o valor da concentração (no caso, o LT) não pode ser ultrapassado em momento algum da jornada de trabalho.

Há na NR 15 (1978c), o Anexo 12 que apresenta limites de tolerância para poeiras minerais tais como: asbesto (amianto), sílica cristalizada, manganês e seus compostos. Por fim, há o Anexo 13, a caracterização de exposição insalubre por inspeção no local de trabalho para os seguintes agentes químicos: arsênico, carvão, chumbo, cromo, fósforo, silicatos, mercúrio, hidrocarbonetos e outros compostos de carbono.

Para o profissional da área de segurança, trabalhar somente com os LT da legislação brasileira não é suficiente, pois a NR 15 (1978c) atem-se mais a percepção do adicional de insalubridade. Para você se tornar um bom técnico, será necessário estudar e trabalhar com conceitos e limites estabelecidos por órgãos de destaque internacional, como os TLVs definidos pela ACGIH (2010), os PEL definidos pela OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*), os REL e os IDLH do NIOSH (*National Institute Occupational Safety and Health*).

A seguir, apresentamos os mais conhecidos:

- a) TLV-TWA** (*Time Weighted Average*) – da tradução é uma Média Ponderada no Tempo. Este tipo de limite de tolerância representa uma concentração média ponderada no tempo para uma jornada de trabalho de 40 horas semanais e 8 horas diárias. Acredita-se que, a maior parte dos trabalhadores, com repetida exposição laboral, não venha sofrer efeitos adversos à saúde (ACGIH, 2010, p. 4).



Acesse o site:

<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>

Você vai encontrar o portal do Ministério do Trabalho e Emprego, e lá, você verá uma lista de normas regulamentadoras, clique no link da Norma Regulamentadora nº 15 (1978c) em seguida, leia os Anexos 11, 12 e 13.

- b) **TLV-STEL** (*Short Time Exposure Limit*) – da tradução é um Limite de Exposição de Curta Duração. Este limite representa um valor de concentração média ponderada para uma exposição de 15 minutos e durante a jornada de trabalho, não devendo ser ultrapassado em nenhum momento (ACGIH, 2010, p. 5).
- c) **TLV-C** (*Ceiling*) – da tradução significa Valor Teto. Neste caso, representa a concentração do agente químico que não poderá ser ultrapassada, em momento algum da jornada (ACGIH, 2010, p. 5).

É importante ressaltar que os TLVs são marcas registradas da ACGIH (2010).

Outros limites de tolerância muito usados em higiene ocupacional são:

- **PEL** (*Permissible Exposure Limit*) – da tradução é Limite de Exposição Permissível. Estes são estabelecidos pelo órgão fiscalizador do trabalho nos Estados Unidos. Representam um nível de concentração médio para uma jornada de trabalho de 40 horas semanais e 8 horas diárias, à qual a exposição é permitida sem a adoção de medidas de proteção a respiração.
- **REL** (*Recommended Exposure Limit*) – da tradução é Limite de Exposição Recomendado. Representa uma concentração média recomendada pelo NIOSH para uma jornada de trabalho de 40 horas semanais e 10 horas diárias.
- **IDLH** (*Immediately Dangerous to Life or Health*) – da tradução é Imediatamente Perigoso à Vida ou à Saúde. Os valores de concentração de IDLH (no Brasil são conhecidos como IPVS) indicam para uma exposição aguda para a respiração, podendo haver ameaça direta de morte ou consequências irreversíveis à saúde. É uma concentração de perigo imediato que pode comprometer uma possível fuga, na ocorrência de falhas em equipamentos para proteção respiratória.



Para saber mais sobre as grandes instituições de pesquisa na área de higiene ocupacional, acesse: <http://www.acgih.org/home.htm>

<http://www.cdc.gov/niosh/>

<http://www.cdc.gov/niosh/npg/pgintrod.html>

## 6.2 Adaptação dos limites de tolerância

A alteração dos TLVs, com mudança de jornada adaptada para o Brasil, foi possível através de uma expressão matemática conhecida como fórmula de *Brief & Scalla*. Para obtê-las é feito um cálculo de um parâmetro denominado “Fator de Redução” (Equação 6.2) que representa a influência do aumento do tempo da jornada de trabalho, junto com a redução do tempo de descanso do trabalhador, resultando numa redução do limite de tolerância (Equação 6.1), já

que o TLV é estabelecido e determinado para o período de trabalho semanal dos Estados Unidos, de 40 horas. A seguir, você tem à disposição este modelo.

Equação 6.1

$$L_{t_h} = L_{t_{40h}} \times F_{Red}$$

Equação 6.2

$$F_{Red} = \frac{40}{h} \times \frac{(168-h)}{128}$$

Onde:  $L_{t_h}$  é limite de tolerância adaptado para a jornada a desejar, acima de 40 h  
 $L_{t_{40h}}$  é o limite de tolerância estabelecido, referente a uma exposição de 40 h  
 $F_{Red}$  é o fator de redução  
 $h$  é a jornada de trabalho semanal, em horas

É importante você saber que a presença do valor 168 contida na Equação 6.2 recém apresentada, deve-se ao número total de horas de uma semana ( $24 \times 7$ ) e, o número 128 é o resultado de uma subtração entre o valor de 168 (horas da semana) com o valor de 40 (horas trabalhadas pela jornada do limite de tolerância fornecido).

Para você entender melhor, vamos resolver um exercício onde podemos aplicar o modelo mencionado, passo a passo.

### Exercício

Um operário de uma indústria de engarrafamento de solventes executa suas atividades em uma jornada de trabalho de 44 horas semanais, de acordo com normas trabalhistas brasileiras. Está exposto a um agente químico "A" cujo limite de tolerância estabelecido pela ACGIH (2010) é de uma concentração de 10 ppm, para uma jornada de 40 horas semanais. Calcule o limite de tolerância apropriado para a jornada de trabalho deste trabalhador.

### Solução

**1º passo** – identifique a quantidade de horas semanais de trabalho real e aplique a Equação 6.2. Neste caso, o valor da variável é igual a 44 e equivale ao número de horas que o operário trabalha. Note na expressão, com o uso de setas na equação que está sendo resolvida, que a parte 1 apresenta a influência do aumento da jornada de trabalho, enquanto que a parte 2, representa a parcela do descanso semanal que foi reduzido.

$$F_{\text{Red}} = \frac{40}{h} \times \frac{(168-h)}{128}$$

↑  
**Parte 1**  
 Influência do tempo  
 trabalhado a mais

← **Parte 2**  
 Influência do tempo  
 reduzido de descanso

Aplicando o valor de h, tem-se um fator de redução de 0,88:

$$F_{\text{Red}} = \frac{40}{44} \times \frac{(168-44)}{128}$$

$$F_{\text{Red}} = 0,88$$

**2º passo** – determinado o fator anterior, multiplique-o pelo limite de tolerância estabelecido para a jornada de 40 horas semanais. No caso, 10 ppm. Com isso, o trabalhador poderá estar exposto a uma concentração de até 8,8 ppm para uma jornada de até 44 horas semanais.

$$L_{t_h} = L_{t_{40h}} \times F_{\text{Red}} \leftarrow 0,88$$

↑  
 10 ppm

$$L_{t_h} = 10 \times 0,88 = 8,8 \text{ ppm}$$

## Resumo

Nesta aula, você aprendeu que existem limites de tolerância que servem para auxiliar o profissional da área de segurança do trabalho a elaborar estudos em higiene ocupacional a fim de proteger a saúde dos trabalhadores contra a exposição de agentes químicos nocivos à saúde. Além de serem desenvolvidos por instituições de renome, também são publicados pela legislação brasileira.

## Atividades de aprendizagem



1. Leia atentamente as seguintes afirmativas e marque a opção correta.

I. Os limites de exposição estabelecidos pelo OSHA são os “REL”, para 40 horas semanais de trabalho.

II. O TLV-STEL, o TLV-C e o valor teto da NR 15 (1978c), não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho.

III. Os valores de TLV são desenvolvidos pelo NIOSH.

IV. A segunda e terceira colunas (contada da esquerda para direita), do Quadro I do Anexo 11 da NR 15 (1978c), são sinalizadas as substâncias que apresentam valor teto e que também são absorvíveis pela pele, sendo exigido o uso de luvas para manipulação, além de outros equipamentos de proteção para outras partes do corpo.

Está(ão) correta(s):

a) I e II somente.

b) II e IV somente.

c) III e IV somente.

d) Todas estão incorretas.

2. Suponha que o limite de tolerância estabelecido por uma agência internacional de higiene ocupacional para uma exposição de acetona é de 500 ppm, para uma jornada de 40 horas semanais. O novo valor deste limite para uma jornada de 44 horas semanais será de:

a) 440,34 ppm.

b) 600,2 ppm.

c) 540 ppm.

d) 320 ppm.

e) 20 ppm.





# Aula 7 – Riscos biológicos

## Objetivos

Conhecer os riscos biológicos, sua classificação, suas vias de transmissão e ingresso no organismo e a legislação básica.

## 7.1 Agentes biológicos

De acordo com a NR 32 (1978d), consideram-se agentes biológicos os microrganismos, geneticamente modificados ou não, as culturas de células, os parasitas, as toxinas e os **prions**.

Esses são constituídos por seres vivos capazes de contaminar os ambientes ocupacionais e afetar a saúde do trabalhador, como os microrganismos (vírus, bactérias, bacilos, fungos, etc.). Em geral, os riscos biológicos estão presentes em atividades relacionadas à manipulação de produtos de origem animal, atendimento e tratamento de animais, serviços de limpeza e reciclagem do lixo urbano, cemitérios, trabalhos em laboratórios biológicos e clínicos, serviços de saúde em geral, esgotos (galerias e tanques), incineradores de lixo, estábulos, cocheiras e locais com resíduos deteriorados de animais.



**Figura 7.1: Simbologia internacional para riscos biológicos, utilizado também para transporte de produtos infectantes**

Fonte: CTISM, adaptado de [www.brasilecola.com/quimica/simbolos-seguranca-laboratorio.htm](http://www.brasilecola.com/quimica/simbolos-seguranca-laboratorio.htm)

## A-Z

### prions

São partículas compostas apenas por proteínas normais do organismo que, quando modificadas, tornam-se patogênicas (capaz de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros). Ao se acumular no organismo, essa proteína modificada, leva à morte de neurônios, deixando o cérebro com aspecto esponjoso e causando doenças degenerativas do sistema nervoso central. Exemplo: encefalopatia espongiforme bovina (doença da vaca louca). Segundo a teoria mais aceita, o homem contrai a doença principalmente através da ingestão de carne de animais infectados pela vaca louca.

Os agentes biológicos podem provocar, basicamente, três tipos de doenças: infecções, alergias e intoxicações (ou efeitos tóxicos). A diferença essencial entre os agentes biológicos e outras substâncias perigosas é a sua capacidade de se reproduzir. Uma pequena quantidade de um microrganismo pode crescer consideravelmente em um tempo muito curto, sob condições favoráveis.

As medidas de proteção contra esses grupos de riscos biológicos são: vacinação, esterilização, higiene pessoal, uso de equipamento de proteção individual (EPI), ventilação adequada e controle médico. Para que os agentes biológicos provoquem doenças, faz-se necessário analisar alguns fatores desencadeantes, tais como: a natureza dos agentes ambientais, a concentração da intensidade desses agentes, o tempo de exposição a eles.

## 7.2 Formas de transmissão dos agentes biológicos

A transmissão de um agente biológico pode se dar das seguintes maneiras:

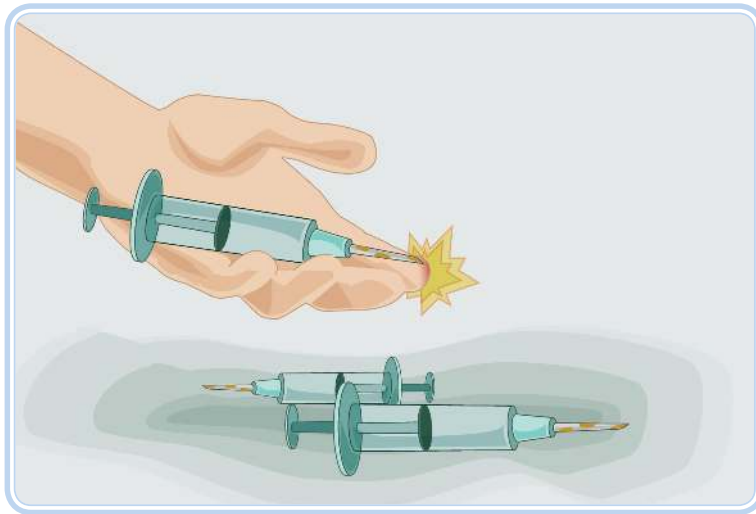
- a) **Direta** – a transmissão se dá sem a intermediação de veículos ou vetores, como a que ocorre na transmissão aérea por bioaerossóis, na transmissão por gotículas e contato com a mucosa dos olhos.
- b) **Indireta** – a transmissão se dá através de veículos ou vetores, como a que acontece na transmissão por meio de mãos, perfurocortantes, luvas, roupas, instrumentos, vetores, água, alimentos, superfícies, etc.

## 7.3 Vias de penetração dos agentes biológicos

Os microrganismos patogênicos podem entrar no corpo humano, penetrando a pele danificada, por picadas acidentais, mordidas, ou por fixarem-se em membranas mucosas. Eles também podem ser inalados ou ingeridos, levando às infecções do trato respiratório superior ou do sistema digestivo.

- a) **Exposição por via cutânea** – a pele é uma importante porta de entrada de uma substância biológica. Algumas substâncias afetam localmente a pele provocando irritações. As principais formas de contaminação se dão através da pele danificada ou membranas mucosas (boca, olhos), lesões por materiais perfurocortantes contaminados e arranhões ou mordidas. Como exemplo de contaminação através da pele podemos citar a contaminação de profissionais de saúde pelo vírus da hepatite C e pelo vírus

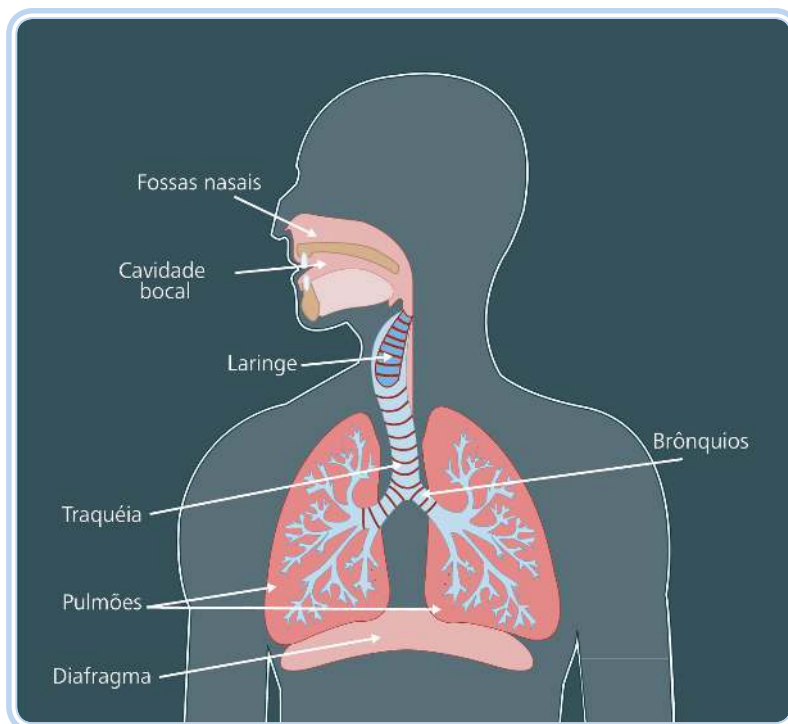
HIV (*human immunodeficiency virus*), o tétano (doença infecciosa e não contagiosa, causada pela toxina da *Clostridium tetani*) e a leptospirose.



**Figura 7.2: Contaminação pela pele**

Fonte: CTISM

**b) Exposição por via respiratória** – a maioria dos agentes biológicos entra no organismo humano através das vias respiratórias, penetrando através do nariz, garganta, traqueia e brônquios. Como exemplo de uma contaminação por via respiratória, podemos citar a gripe H1N1.



**Figura 7.3: Penetração do agente biológico por via respiratória**

Fonte: CTISM

- c) **Ingestão** – as substâncias biológicas são introduzidas no sistema gastrointestinal através da boca, com trânsito pelo esôfago, antes de atingirem o estômago. Como exemplo de uma contaminação por ingestão, podemos citar a contaminação por *Salmonella ssp* no consumo de alimentos conservados em condições não adequadas e a hepatite A que é transmitida através de alimentos e água contaminados com o vírus.



**Figura 7.4: Ingestão**

Fonte: CTISM

## 7.4 Classes de risco dos agentes biológicos

A NR 32 (1978d), em seu Anexo I, classifica os agentes biológicos em:

- a) **Classe de risco 1** – baixo risco individual para o trabalhador e para a coletividade, com baixa probabilidade de causar doença ao ser humano. Exemplo: *Lactobacillus sp* utilizados pela indústria alimentícia em iogurtes.
- b) **Classe de risco 2** – risco individual moderado para o trabalhador e com baixa probabilidade de disseminação para a coletividade. Podem causar doenças ao ser humano, para as quais existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplos: vírus da febre amarela (doença infecciosa transmitida por mosquitos contaminados) e *Schistosoma mansoni* (causador da esquistossomose, popularmente conhecida no Brasil como “Barriga d’água”).

- c) **Classe de risco 3** – risco individual elevado para o trabalhador e com probabilidade de disseminação para a coletividade. Podem causar doenças e infecções graves ao ser humano, para as quais nem sempre existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplos: *Mycobacterium tuberculosis* ou bacilo de Koch (bactéria que provoca a maioria dos casos de tuberculose), e *Bacillus anthracis* (bactéria que causa a doença denominada carbúnculo em atividades com contato direto com animais ou cadáveres destes infectados).
- d) **Classe de risco 4** – risco individual elevado para o trabalhador e com probabilidade elevada de disseminação para a coletividade. Apresenta grande poder de transmissibilidade de um indivíduo a outro. Podem causar doenças graves ao ser humano, para as quais não existem meios eficazes de profilaxia ou tratamento. Exemplos: vírus Marburg, agente causador da febre hemorrágica (doença viral que origina quadros de febre e hemorragia que podem levar à morte) e vírus Ebola (causa uma febre hemorrágica, considerada uma das doenças virais mais perigosas, com alto índice de mortalidade).

Em seu Anexo II a NR 32 (1978d) apresenta uma tabela de classificação dos agentes biológicos de acordo com as classes referidas anteriormente. Também apresenta algumas informações adicionais, a saber:

A – possíveis efeitos alérgicos.

E – agente emergente e oportunista.

O – agente **oncogênico** de baixo risco.

O+ – agente oncogênico de risco moderado.

T – produção de toxinas.

V – vacina eficaz disponível.

Para que estas doenças possam ser consideradas doenças profissionais, torna-se necessário que haja exposição do trabalhador a estes microrganismos. Como medidas de prevenção à exposição aos agentes biológicos em geral, podemos citar:

A-Z

**oncogênico**

Que ocasiona ou contribui para o surgimento de tumor canceroso.



Para saber mais sobre doenças e patologias, acesse: <http://www.brasilecola.com/doencas/>



**Figura 7.5: Métodos de prevenção aos riscos biológicos**

Fonte: CTISM

- Controle médico permanente.
- Uso de equipamento de proteção individual adequado à atividade.
- Organização e higiene rigorosa nos locais de trabalho.

- Hábitos de higiene pessoal.
- Uso de roupas adequadas.
- Vacinação.
- Treinamento.
- Descarte adequado de resíduos.

#### Quadro 7.1: Exemplos de doenças produzidas por vírus, bactérias, bacilos, protozoários e fungos

Vírus	Bactérias e bacilos	Protozoários e fungos
Hepatite, poliomielite, herpes, varíola, febre amarela, raiva, AIDS, rubéola, dengue, meningite viral.	Tuberculose, tétano, febre tifóide, cólera, pneumonia, hanseníase, difteria, leptospirose, disenterias, meningite bacteriana.	Malária, alergias, micoses toxoplasmose, mal de Chagas.

Fonte: Autores, adaptado de [www.brasilecola.com/doencas](http://www.brasilecola.com/doencas)

## 7.5 Agentes biológicos na NR 15, em seu Anexo 14

A NR 15 (1978c) apresenta o seguinte sobre os agentes biológicos:

Relação das atividades que envolvem agentes biológicos, cuja insalubridade é caracterizada pela avaliação qualitativa.

### 7.5.1 Insalubridade de grau máximo (40%)

Trabalho ou operações, em contato permanente com:

- Pacientes em isolamento por doenças infecto-contagiosas, bem como objetos de seu uso, não previamente esterilizados.
- Carnes, glândulas, vísceras, sangue, ossos, couros, pêlos e dejeções de animais portadores de doenças infectocontagiosas (carbunculose, brucelose, tuberculose).
- Esgotos (galerias e tanques).
- Lixo urbano (coleta e industrialização).

## 7.5.2 Insalubridade de grau médio (20%)

Trabalhos e operações em contato permanente com pacientes, animais ou com material infecto-contagante, em:

- Hospitais, serviços de emergência, enfermarias, ambulatórios, postos de vacinação e outros estabelecimentos destinados aos cuidados da saúde humana (aplica-se unicamente ao pessoal que tenha contato com os pacientes, bem como aos que manuseiam objetos de uso desses pacientes, não previamente esterilizados).
- Hospitais, ambulatórios, postos de vacinação e outros estabelecimentos destinados ao atendimento e tratamento de animais (aplica-se apenas ao pessoal que tenha contato com tais animais).
- Contato em laboratórios, com animais destinados ao preparo de soro, vacinas e outros produtos.
- Laboratórios de análise clínica e **histopatologia** (aplica-se tão só ao pessoal técnico).
- Gabinetes de autópsias, de anatomia e **histoanatomopatologia** (aplica-se somente ao pessoal técnico).
- Cemitérios (exumação de corpos).
- Estábulos e cavalariças.
- Resíduos de animais deteriorados.

### A-Z

#### **histopatologia**

É o estudo microscópico de células ou tecidos doentes e/ou lesados que são removidas dos pacientes quando é feita uma biópsia.

#### **histoanatomopatologia**

Estudo microscópico de células ou tecidos de partes do organismo alteradas por processos patológicos (doenças).

## Resumo

Nesta aula, vimos uma introdução aos riscos biológicos, às formas de transmissão, às vias de penetração, às classes de risco e à legislação básica.



## Atividades de aprendizagem



1. Nos parênteses a seguir assinale V para doenças transmitidas por vírus, B para doenças transmitidas por bactérias e P para doenças transmitidas por protozoários.

- ( ) Catapora
- ( ) Caxumba
- ( ) Dengue
- ( ) Gripe
- ( ) Hepatite
- ( ) Cólera
- ( ) Coqueluche
- ( ) Leptospirose
- ( ) Salmonelose
- ( ) Tétano
- ( ) Doença de Chagas
- ( ) Malária
- ( ) Toxoplasmose
- ( ) Micoses
- ( ) Candidíase oral (sapinho)

## Referências



Para saber mais sobre as aulas desta apostila e higiene ocupacional acesse:

<http://www.brasile scola.com/doencas/tuberculose.htm>

<http://www.bohs.org/library/technical-publications/>

<http://www.fag.edu.br/professores/karin/Biosseguran%E7a/5.%20Riscos%20Biol%F3gicos.pdf>

[http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/riscos\\_biologicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_biologicos.html)

[www.higieneocupacional.com.br/download/riscos-Zille.ppt](http://www.higieneocupacional.com.br/download/riscos-Zille.ppt)

<http://ioha.net/faqs.html#one>

[www.saude.df.gov.br/sites/100/163/00006134.ppt](http://www.saude.df.gov.br/sites/100/163/00006134.ppt)

[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/dire\\_trabalho\\_agentes\\_biol\\_3ed.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/dire_trabalho_agentes_biol_3ed.pdf)

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). **Limites de exposição ocupacional (TLVs<sup>®</sup>) para substâncias químicas e agentes químicos & índices biológicos de exposição (BEIs<sup>®</sup>)**. Tradução: ABHO (Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais), p. 4-5. São Paulo: ABHO, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12543**: Equipamentos de proteção individual – Terminologia. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Norma **CNEN-NN-3.01**: Diretrizes básicas de proteção radiológica. Setembro, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Organização Pan-americana da Saúde no Brasil. **Doenças relacionadas ao trabalho**: manual de procedimentos para os serviços de saúde. p. 15, 324, 325, 334 e 337. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas. **Pneumoconioses**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. **NHO 01** (Norma de Higiene Ocupacional). Avaliação de exposição ocupacional ao ruído (procedimento técnico). Ministério do Trabalho e Emprego: FUNDACENTRO, 2001.

BRASIL. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 07 (NR 7)**: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1978a. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr\\_07.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D308E21660130E0819FC102ED/nr_07.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 09 (NR 9)**: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1978b. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr\\_09\\_at.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978: Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15)**: Atividades e operações insalubres. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1978c. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978: Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 17 (NR 17):** Ergonomia. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1978d. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978: Aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **Norma Regulamentadora nº 32 (NR 32):** Segurança e saúde no trabalho em serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 1978d. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000138812EAFCE19E1/NR-32%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000138812EAFCE19E1/NR-32%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 9, de 09 de outubro de 1992. **Altera os Anexos 11 e 13 da Norma Regulamentadora nº 15 (NR 15).** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, Brasília, 1992. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA172DD82848/p\\_19921009\\_09.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA172DD82848/p_19921009_09.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 281, de 01 de novembro de 2011. **Constitui e designa os membros do grupo técnico da Norma Regulamentadora nº 15.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, Brasília, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA172DD82848/p\\_19921009\\_09.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEA172DD82848/p_19921009_09.pdf)>. Acesso em: 03 ago. 2012.

PIRES, Marco Túlio. Crise nuclear. Entenda os níveis de radiação e seus efeitos. Perigo invisível. Revista **VEJA**. Publicação de 16 de março de 2011. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/ciencia/entenda-os-niveis-de-radiacao>>. Acesso em: 03 ago. 2012.

SALIBA, Messias Tuffi. **Manual prático de avaliação e controle de poeira e outros materiais particulados:** PPRa. 4. ed., p. 15. São Paulo: LTr, 2010.

SPINELLI, Robson. **Higiene ocupacional:** agentes biológicos, físicos e químicos. 5. ed., p. 95. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2006.

## Currículos do professor-autor



**Néverton Hofstadler Peixoto** é Engenheiro Mecânico formado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho realizada na Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre (PUC/POA), licenciatura para Professores da Educação Profissional, Mestrado e Doutorado em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atualmente trabalha como Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM), escola técnica vinculada à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde ministra disciplinas de Higiene Ocupacional, Segurança do Trabalho e Instrumentação para o Curso Técnico em Segurança do Trabalho e disciplinas de Máquinas Térmicas, Sistemas Térmicos, Tecnologia Mecânica e Manutenção para os cursos Técnicos em Mecânica e Eletromecânica, além de atuar na realização de laudos de avaliações ambientais relacionados à Segurança do Trabalho.



**Leandro Silveira Ferreira** é Engenheiro Químico formado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho com Mestrado em Engenharia, pela UFRGS e licenciatura cursada no Programa Especial de Formação de Professores para a Educação Profissional, pela UFSM. Atualmente, trabalha como Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria (CTISM), escola técnica vinculada à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde ministra disciplinas de Higiene Ocupacional, Segurança do Trabalho, Gerência de Riscos e Toxicologia no Curso Técnico em Segurança do Trabalho e a disciplina de Higiene e Segurança do Trabalho para os Cursos Técnicos em Mecânica e Eletromecânica.