Higiene no Trabalho

Monica Beltrami

Silvana Stumm

INSTITUTO FEDERAL
PARANÁ
Educação à Distância

Curitiba-PR
2013

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ - EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Este Caderno foi elaborado pelo Instituto Federal do Paraná para a rede e-Tec Brasil.

Prof. Irineu Mario Colombo
Reitor

Prof. Joelson Juk
Chefe de Gabinete

Prof. Ezequiel Westphal
Pró-Reitoria de Ensino – PROENS

Gilmar José Ferreira dos Santos
Pró-Reitoria de Administração – PROAD

Prof. Silvestre Labiak
Pró-Reitoria de Extensão, Pesquisa e Inovação – PROEPI

Neide Alves
Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas e Assuntos Estudantis – PROGEPE

Bruno Pereira Faraco
Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento Institucional – PROPLAN

Prof. Marcelo Camilo Pedra
Diretor Geral do Câmpus EaD

Prof. Célio Alves Tibes Jr.
Diretor de Ensino, Pesquisa e Extensão – DEPE/EaD
Coordenador Geral da Rede e-Tec Brasil – IFPR

Thiago da Costa Florencio
Diretor Substituto de Administração e Planejamento do Câmpus EaD

Prof.ª Patrícia de Souza Machado
Coordenadora de Ensino Médio e Técnico do Câmpus EaD

Prof.ª Monica Beltrami
Coordenadora do Curso

Prof. Sergio Silveira de Barros
Vice-coordenador do curso

Jessica Brisola Stori
Tatiane Gonçalves
Assistência Pedagógica

Prof.ª Ester dos Santos Oliveira
Prof.ª Sheila Cristina Mocellin
Lídia Emi Ogura Fujikawa
Prof.ª Cibele Herrera Bueno
Revisão Editorial

Aline Kavinski
Diagramação

Ricardo Meira
Ilustração

e-Tec/MEC
Projeto Gráfico

Catalogação na fonte pela Biblioteca da Direção de Educação a Distância do Instituto Federal do Paraná

B453h Beltrami, Monica.
Higiene no trabalho [recurso eletrônico] / Monica Beltrami; Silvana Stumm. – Dados eletrônicos (1 arquivo: 4693 kilobytes). – Curitiba : Instituto Federal do Paraná, 2013.

Inclui bibliografia
ISBN 978-85-8299-015-5

1. Higiene do trabalho. 2. Segurança do trabalho. I. Stumm, Silvana. II. Título.

CDD 363.11

Catalogação na fonte : Taís Helena Akatsu – CRB-9/1781

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,

Bem-vindo à Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec - Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

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, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o Ensino Médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em 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
Novembro de 2011

Nosso contato
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

Palavra das professoras-autoras **13**

Aula 1 – Introdução à Higiene do Trabalho **15**
1.1 Ambiente de trabalho insalubre 15
1.2 Definição de Higiene Ocupacional 16
1.3 Etapas da Higiene Ocupacional 16

Aula 2 – Introdução aos Agentes Biológicos **19**
2.1 Conceitos iniciais 19
2.2 Tipos de agentes biológicos 20

Aula 3 – Avaliação dos Agentes Biológicos **23**
3.1 Características gerais dos agentes biológicos 23
3. 2 Métodos de coleta de agentes biológicos 24
3.3 Estratégia de amostragem para agentes biológicos 25

Aula 4 – Medidas de controle para Agentes Biológicos **27**
4.1 Medidas de controle 27
4.2 Normas técnicas brasileiras **28**

Aula 5 – Introdução aos Agentes Físicos e ao Calor **31**
5.1 O que são os agentes físicos? 31
5.2 Temperaturas extremas 31

Aula 6 – Avaliação do Calor I **35**
6.1 Limites de tolerância 36
6.2 Instrumentos de medição **37**

Aula 7 – Avaliação do Calor II **41**
7.1 Considerações acerca do Índicede Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG) 41
7.2 Trabalho e descanso no mesmo local 41
7.3 Trabalho com descanso em outro local 44

Aula 8 – Medidas de controle para o Calor **49**
8.1 Medidas de controle relativas ao ambiente 49

8.2 Medidas de controle administrativas e relativas ao trabalhador 49

Aula 9 – Temperaturas extremas: Frio 53

9.1 Exposição ocupacional ao frio e seus efeitos no organismo 53

9.2 Normas aplicáveis e limites de tolerância 54

9.3 Medidas de controle 56

Aula 10 – Introdução à radiação 59

10.1 Classificação das radiações 59

10.2 Tipos de radiações 60

Aula 11 – Radiações Ionizantes 65

11.1 Exposição à radiação ionizante e seus efeitos 65

11.2 Limites de tolerância e normas aplicáveis 66

11. 3 Avaliação quantitativa 68

11.4 Áreas classificadas 68

11.5 Medidas de controle 69

Aula 12 – Radiações não Ionizantes 71

12.1 Normas aplicáveis 71

12.2 Radiação ultravioleta 71

12.3 Radiação infravermelha 73

12.4 Laser 74

12.5 Radiação de micro-onda e radiofrequência 75

Aula 13 – Pressões Anormais 76

13.1 Trabalho sob condições hiperbáricas 77

13.2 Efeitos da pressão atmosférica no organismo 78

13.3 Medidas de controle 79

13.4 Câmaras hiperbáricas de recompressão e terapêutica 80

Aula 14 – Iluminação: Conceitos Gerais 83

14.1 Iluminação não é agente físico 83

14.2 Tipos de iluminação e outros conceitos importantes 84

14.3 Índice de refletância das cores 85

14.4 Normas aplicáveis 86

Aula 15 – Avaliação do Iluminamento **89**
15.1 Equipamento de medição 89
15.2 Técnicas de medição 89
15.3 Avaliação conforme NBR 5413 90

Aula 16 – Audição e Ouvido I **95**
16.1 A audição 95
16.2 O ouvido (orelha) internamente 95
16.3 Divisão do ouvido humano 96

Aula 17 – Audição e Ouvido II **99**
17.1 O ouvido e seus cílios 99
17.2 O aparelho vestibular 100

Aula 18 – Ondas Sonoras **101**
18.1 O que é onda sonora? 101
18.2 O som 102
18.3 Como se propaga o som 102
18.4 Qualidades fisiológicas do som 103
18.5 A frequência sonora 103
18.6 Outras grandezas e definições 103

Aula 19 – Ruído **105**
19.1 Definição de ruído 105
19.2 Os efeitos do ruído na saúde do homem 105
19.3 Ruído contínuo ou intermitente 106
19.4 Ruído de impacto 107
19.5 Outras definições importantes **107**

Aula 20 – Avaliação do Ruído I **109**
20.1 Nível de pressão sonora 109
20.2 Somando os níveis sonoros 110
20.3 Subtraindo os níveis sonoros 112

Aula 21 – Avaliação do Ruído II **115**
21.1 Curvas de ponderação 115
21.2 Dose 116
21.3 Limite de tolerância 117
21.4 Avaliação do ruído 118

21.5 Equipamentos de medição de ruído 118
21.6 Medidas de controle 120

Aula 22 – Vibração 121
22.1 Introdução 121
22.2 Vibrações de corpo inteiro 122
22.3 Vibrações localizadas 123
22.4 Efeitos na saúde do homem 123

Aula 23 – Avaliação da Vibração I 127
23.1 Limites de tolerância x limites de exposição 127
23.2 Medição de corpo inteiro 128
23.3 Medição de vibrações localizadas 129

Aula 24 – Avaliação da Vibração II 131
24.1 Procedimentos de avaliação 131
24.2 Medidas de controle 131

Aula 25 – Introdução aos Agentes Químicos 135
25.1 Conceitos iniciais 135
25.2 Tipos de agentes químicos 135

Aula 26 – Gases e Vapores 139
26.1 Classificação 139
26.2 Solventes 140
26.3 Carcinogenicidade 142

Aula 27 – Aerodispersoides 145
27.1 Classificação 145
27.2 Classificação das poeiras quanto aos efeitos no organismo 145
27.3 Pneumoconioses 146

Aula 28 – Avaliação dos Agentes Químicos 149
28.1 Conceitos de avaliação 149
28.2 Avaliação da exposição aos agentes químicos 150
28.3 Amostragem 151

Aula 29 – Medidas de controle para Agentes Químicos **155**
29.1 Medidas de controle 155
29.2 Normas técnicas brasileiras 157

Aula 30 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA **159**
30.1 Introdução 159
30.2 O que é o PPRA 160
30.3 Desenvolvimento do PPRA 160

Referências **163**

Atividades autointrutivas **165**

Currículo das professoras-autoras **191**

Palavra das professoras-autoras

Querido aluno,

Seja muito bem-vindo à disciplina de Higiene no Trabalho! Esta disciplina é sem dúvida uma das mais importantes de todo o seu curso e também uma das mais interessantes. A partir de agora, além de aprender novos assuntos, você vai poder colocar em prática muitos dos conhecimentos já adquiridos no curso. Você vai aprender a avaliar os ambientes de trabalho, a diagnosticar se os trabalhadores estão realizando atividades sob condições de insalubridade e, com base nesta análise, propor medidas de controle para os riscos ambientais em questão. É importante destacar, que não importa a empresa que você venha a trabalhar, você com certeza precisará fazer avaliações de higiene ocupacional. Logo, é de suma importância que você estude com muita atenção e carinho todo o conteúdo deste livro, de forma a dominar o assunto apresentado. Sendo assim, é preciso que você resolva os exercícios propostos e consulte as normas sugeridas ao longo das aulas, para que sua formação seja completa e de excelência. Temos certeza que você vai gostar da Higiene Ocupacional! Desejamos a você um excelente estudo e muito sucesso!

As autoras

Aula 1 – Introdução à Higiene do Trabalho

Nesta aula, você aprenderá o que estuda a Higiene do Trabalho e quais são os seus objetivos.

A partir deste momento, daremos início ao estudo da Higiene do Trabalho também conhecida por Higiene Ocupacional, você vai perceber sua importância preventiva com o objetivo de evitar que os trabalhadores adoeçam.

1.1 Ambiente de trabalho insalubre

Quando um trabalhador realiza suas atividades em um ambiente insalubre, ou seja, contaminado por agentes físicos, químicos ou biológicos, ele pode desenvolver alguma doença que o incapacitará para o trabalho. Se isso ocorrer, será afastado das suas atividades e, dependendo do tipo e da gravidade da doença contraída, será submetido a tratamento e após a cura, retornará ao trabalho. Entretanto, note que se retornar para a atividade inicial, o trabalhador voltará para o mesmo ambiente onde contraiu a doença, desta forma, é provável que ele fique novamente doente, mais rápido e mais intensamente do que na primeira vez, e quem sabe fique totalmente incapacitado (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).



Figura 1.1: Ambiente insalubre, ruído acima do tolerado.
Fonte: SESI – DN (2005)

Mas, você deve estar se perguntando, por que isto acontece? Porque agindo da maneira como relatamos acima, estaremos apenas tratando a doença do trabalhador (a consequência) e não a causa fundamental que é a exposição ao ambiente insalubre (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Então, conforme você já aprendeu em diversas outras disciplinas, devemos trabalhar de forma **preventiva**, ou seja, **devemos tratar o ambiente de trabalho** a fim de evitar que os trabalhadores fiquem doentes. Neste contexto é que entra o estudo da Higiene do Trabalho ou Higiene Ocupacional, conforme veremos a seguir.

1.2 Definição de Higiene Ocupacional

De acordo com a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), a Higiene Ocupacional é a ciência e a arte do reconhecimento, da avaliação e do controle de fatores ou tensões ambientais originados do ou no local de trabalho e que podem causar doenças, prejuízos para a saúde e bem-estar, desconforto e ineficiência significativos entre os trabalhadores ou entre os cidadãos da comunidade.

1.3 Etapas da Higiene Ocupacional

Conforme a definição da ACGIH, a Higiene do Trabalho é constituída por três etapas: **Reconhecimento**, **Avaliação** e **Controle** dos agentes ambientais (agentes físicos, químicos e biológicos). Segundo Saliba (2011, p.11 - 12), cada uma destas etapas é constituída da seguinte forma:

- **Reconhecimento**: nesta primeira etapa, realizamos o reconhecimento dos agentes ambientais que afetam a saúde dos trabalhadores. É importante observar que se um agente tóxico não for reconhecido, ele não será avaliado e nem controlado. Desta forma, para que esta etapa seja bem sucedida, devemos ter conhecimento profundo do processo produtivo, ou seja, dos produtos envolvidos no processo, dos métodos de trabalho, do fluxo do processo, do arranjo físico das instalações, do número de trabalhadores expostos, dentre outros fatores relevantes.

- **Avaliação**: nesta etapa, realizamos uma avaliação quantitativa e/ou qualitativa dos agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos postos de trabalho. É nesta fase que devemos detectar os contaminantes, fazer a coleta das amostras (quando cabível), realizar medições e análises das

intensidades e das concentrações dos agentes, realizar cálculos e interpretações dos dados levantados no campo, comparando os resultados com os limites de exposição estabelecidos pelas normas vigentes.

- **Controle**: com base nos dados obtidos nas etapas anteriores, devemos propor e adotar medidas que visem à eliminação ou minimização do risco presente no ambiente.



É importante lembrar que devemos adotar, como **prioridade**, medidas de controle relativas à **fonte**, pois assim estaremos eliminando o risco do ambiente. Logo, devemos priorizar a adoção de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC)

Com isso, devemos ter em mente a seguinte ordem relativa ao controle de agentes ambientais (SALIBA, 2011, p. 12):

1. **(Prioridade) Adoção de medidas relativas ao ambiente ou medidas coletivas**: são medidas aplicadas na fonte ou trajetória, como: substituição do produto tóxico usado no processo, isolamento das partes poluentes, ventilação local exaustora, ventilação geral diluidora, dentre outros.

2. **Medidas administrativas**: compreendem, entre outras, a limitação do tempo de exposição do trabalhador, educação e treinamento, exames médicos (pré-admissional, periódico e demissional). Os exames médicos, além de avaliar a saúde dos trabalhadores expostos aos agentes ambientais, avaliam a eficácia das medidas de controle adotadas.

3. **Medidas relativas ao trabalhador (EPI)**: não sendo possível o controle coletivo ou administrativo, ou enquanto essas medidas estiverem sendo implantadas, ou ainda, como complemento às medidas já adotadas, devemos utilizar o Equipamento de Proteção Individual adequado ao risco. Perceba que essa medida é a última linha de defesa a ser empregada e não a primeira como muitos pensam.

Nas próximas aulas, você aprenderá quais são os principais riscos ambientais existentes nos ambientes de trabalho e como fazer para reconhecê-los, avaliá-los e controlá-los.

Ao finalizar esta aula, você pôde perceber a importância da Higiene Ocupacional para todos os trabalhadores, pois ela oferece medidas preventivas, evitando possíveis doenças.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu o conceito básico de Higiene do Trabalho, seu objetivo e suas três etapas que são: o reconhecimento, a avaliação e o controle dos agentes ambientais.



Atividade de aprendizagem

- Conforme aprendemos nesta aula, a Higiene no Trabalho faz o reconhecimento, avaliação e controle dos agentes ambientais (riscos químicos, físicos e biológicos). Você já aprendeu a classificação destes riscos em diversas outras disciplinas do curso. Aproveite este momento para revisar alguns desses exemplos, escrevendo abaixo aqueles que você conhece segundo sua respectiva classificação:

a) Agentes físicos:

b) Agentes biológicos:

c) Agentes químicos:

Aula 2 – Introdução aos Agentes Biológicos

Nesta aula, daremos início ao estudo do primeiro grupo de agentes ambientais: os agentes biológicos.

Você aprenderá quem são estes agentes biológicos, em que atividades são encontradas e quais são seus principais riscos, ou seja, as doenças causadas por eles.

2.1 Conceitos iniciais

Todos nós sabemos que estamos constantemente expostos aos mais diversos tipos de microrganismos causadores de doenças. Entretanto, apesar desses seres microscópicos estarem presentes em todo lugar, existem determinados ambientes de trabalho em que o risco de adoecer em decorrência deles, é bem maior (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Os agentes biológicos que contaminam os ambientes ocupacionais são os vírus, as bactérias, os protozoários, os fungos, os parasitas e alguns derivados de animais e vegetais que causam alergia (por exemplo: pólen e pós de madeira). Em geral, estes microrganismos estão presentes em hospitais, estabelecimentos de serviços de saúde em geral, cemitérios, matadouros, laboratórios de análises e pesquisas, frigoríficos, indústrias – como a farmacêutica e alimentícia, empresas de coleta e reciclagem de lixo, estações de tratamento de esgotos, incineradores, dentre outros (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

A contaminação por agentes biológicos no local de trabalho pode ocorrer pelo contato do trabalhador com materiais contaminados e pessoas portadoras de doenças contagiosas, por transmissão de vetores (roedores, baratas, mosquitos e animais domésticos), por contato com roupas e objetos de pessoas doentes, pela permanência em ambientes fechados, por acidentes com objetos pontiagudos etc.(BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Você sabia? Em estabelecimentos de saúde, como hospitais, um dos grandes índices de acidente de trabalho são os cortes com os chamados



Figura 2.1: Acidente de profissional da saúde com perfurocortante.
Fonte: SESI – DN (2005)

perfurocortantes que são as agulhas, por exemplo. Ainda, profissionais como carteiros e os que fazem leitura de água e luz em residências, também, têm como alto índice de acidentes de trabalho as mordidas de animais raivosos (cachorros). Ambos os casos são maneiras de infecção por agentes biológicos.

2.2 Tipos de agentes biológicos

Vamos aprender agora, mais detalhadamente, os principais agentes biológicos existentes e algumas das doenças causadas por eles.

2.2.1 Vírus

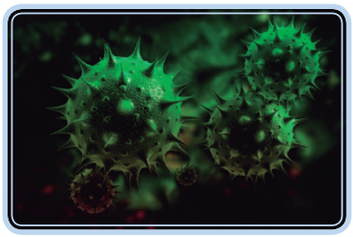


Figura 2.2: Vírus
Fonte: Figura cortesia de Dream Designs/ FreeDigitalPhotos.net

Os vírus são seres bastante simples e pequenos que só conseguem realizar suas atividades vitais quando estão no interior de células vivas. Desta forma, são considerados parasitas intracelulares obrigatórios (ARAGUAIA, 2012). Como os vírus são constituídos por material genético envolto por uma camada de proteínas, ao infectar a célula hospedeira, o vírus injeta seu material genético e usa da estrutura dessa célula hospedeira para se multiplicar e invadir novas células.

2.2.2 Bactérias

As bactérias são estruturas bem maiores que os vírus e podem apresentar quatro diferentes formatos. Estes organismos têm capacidade de liberar esporos, que são formas de vidas resistentes às condições adversas, podendo manter-se durante anos em condições de alta temperatura, clima seco e falta de nutrientes. Ainda, por sua resistência, podem, mesmo depois da adversidade, recuperar seu estado normal e sua capacidade infectante entrando em contato com um meio adequado para se desenvolver (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).



Figura 2.3: Bactérias
Fonte: Figura cortesia de RenjithKrishnan/Free Digital Photos.net

Os antibióticos têm mostrado bastante eficácia contra uma série de infecções bacterianas existentes. Dentre as várias doenças que podem ser causadas por bactérias estão: a pneumonia bacteriana, a peste, a cólera, o tétano, as infecções hospitalares etc.

2.2.3 Protozoários

Os protozoários são organismos cujo ciclo de vida é complexo e em alguns casos necessitam de vários hospedeiros para completar seu desenvolvimento. A transmissão de um hospedeiro a outro é geralmente feita por meio de insetos. Embora sejam microscópicos, esses organismos são maiores que as bactérias e possuem uma estrutura celular mais evoluída. Desta forma, os protozoários não são afetados pelos antibióticos na mesma concentração em que é comumente letal para as bactérias (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

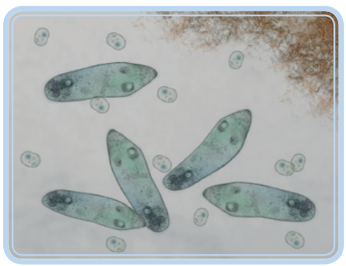


Figura 2.4: Protozoários
Fonte: Figura cortesia de Nixxphotgraphy/ Free Digital Photos.net

Dentre as doenças causadas pelos protozoários estão: doença de chagas, amebíase, malária, toxoplasmose, leishmaniose etc.

2.2.4 Outros agentes biológicos

Além dos vírus, das bactérias e dos protozoários, também podemos citar outros agentes biológicos, como os fungos e parasitas, que são responsáveis por inúmeras doenças.

Na natureza, existem diversos tipos de fungos, mas apenas alguns deles infestam os serem humanos fazendo isso normalmente na pele, unhas e cabelos. Já dentre os parasitas, podemos citar os artrópodes (piolhos, pulgas), os vermes (lombrigas e solitárias) e também protozoários, já estudados anteriormente (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Ainda, diversos animais e plantas também produzem substâncias alergênicas, irritativas e tóxicas com as quais os trabalhadores podem entrar em contato, como pelos e pólen ou por picadas e mordidas (BRASIL, 2008).

Para saber mais sobre os fungos e parasitas, assim como as doenças causadas por eles, consulte os *links*: http://www.brasilescola.com/doencas/doencas-fungicas.htm

http://www.todabiologia.com/microbiologia/parasitas.htm

http://www.todabiologia.com/doencas/parasitoses.htm.

Resumo

Nesta aula, você deu início ao estudo dos Agentes Biológicos. Você conheceu alguns dos principais tipos destes agentes - os vírus, as bactérias e os protozoários, e algumas das doenças causadas por eles.

Atividade de aprendizagem

- Nesta aula, você aprendeu que os agentes biológicos são causadores de inúmeras doenças. Para dar continuidade ao seu estudo, que tal você pesquisar um pouco sobre algumas destas doenças? Pesquise na internet ou em livros, quais são os agentes infecciosos causadores, as formas de transmissão, os sintomas e o tratamento das doenças abaixo:

a) HIV:

b) Hepatite B:

c) Tétano:

Aula 3 – Avaliação dos Agentes Biológicos

Nesta aula, daremos continuidade ao estudo dos agentes biológicos. Você aprenderá, neste momento, como fazer a avaliação e a coleta das amostras desses agentes.

Como vimos na aula 1, de acordo com a definição de Higiene Ocupacional, precisamos seguir uma metodologia para avaliar os contaminantes. Primeiramente, temos que reconhecer quais são os agentes biológicos a que estão expostos os trabalhadores. Em seguida, devemos avaliar o problema que consiste em coletar a amostra, analisar e interpretar os resultados. Por fim, com base na avaliação realizada, devemos pensar nas medidas de controle a serem empregadas.

Nesta aula, você estudará como coletar e avaliar os agentes biológicos, e na aula 4, conhecerá algumas medidas de controle.

3.1 Características gerais dos agentes biológicos

Antes de darmos início ao estudo da coleta de amostras, é importante lembrar algumas características relevantes da maioria dos agentes biológicos. Geralmente, esses agentes são microrganismos vivos de tamanho microscópico, sem cheiro, sem cor ou sem outra propriedade que nos permita detectá-los por meio de nossos sentidos (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

O acesso dos agentes biológicos ao corpo humano pode ocorrer pelo sistema respiratório (nariz), pela pele (também por feridas e arranhões), pelo sistema digestivo (boca) e pela mucosa dos olhos. Podem, ainda, ser transportados por partículas de pó ou estar em suspensão no meio ambiente. Desta forma, podemos encontrá-los no ar, na água, nas matérias primas, em equipamentos utilizados nas indústrias, na superfície da pele dos trabalhadores, nas superfícies de trabalho etc. (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Considerando estas características, a amostragem deve ser feita com equipamentos que permitam uma ampla faixa de coleta e que assegurem a sobrevivência dos organismos coletados (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

3. 2 Métodos de coleta de agentes biológicos

Existem várias técnicas para coletar os microrganismos presentes no ar de um ambiente de trabalho. Vejamos alguns desses métodos:

- **Sedimentação**: consiste na exposição de Placas de Petri contendo meios de cultura adequados (superfície aderente) colocados nas zonas escolhidas para a amostragem durante um tempo controlado. As vantagens deste método são seu baixo custo, pois não necessita de equipamentos de sucção (bombas), e a facilidade de manipulação. Como desvantagens, podemos citar: a impossibilidade de fazer uma avaliação quantitativa do número de microrganismos e o fato de alguns microrganismos morrerem por secagem quando o tempo de coleta é superior a vinte minutos (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

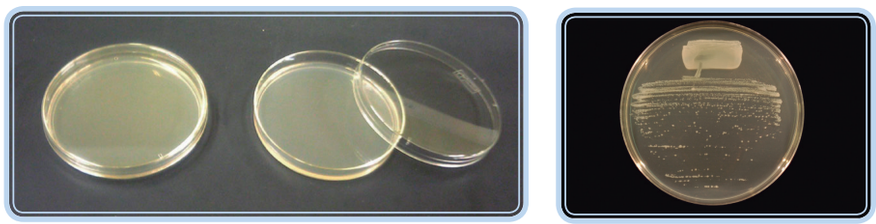


Figura 3.1: Placas de Petri vazias e com colônia de bactérias
Fonte: http://upload.wikimedia.org

- **Coleta em meio líquido (impínger)**: o ar é aspirado por uma bomba e passa através de um líquido contido dentro de um recipiente chamado impínger. As partículas impactadas neste líquido são, posteriormente, transferidas para meio adequado para contagem (SALIBA, 2011). De acordo com Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012), as vantagens deste método são a possibilidade de determinar a quantidade de microrganismos e a inexistência do risco de morte desses agentes por secagem. Já a desvantagem é a possibilidade de erros por contaminação do líquido.

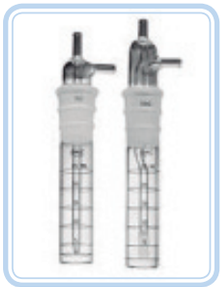


Figura 3.2: Impínger
Fonte: http://www.aesolutions.com.au

- **Filtração**: o ar é aspirado por meio de uma bomba e passa através de um filtro de gelatina. Posteriormente, o filtro é colocado em uma placa com um **meio de cultura**, ou dissolvido por um líquido apropriado, fazendo-se a contagem por métodos específicos. Este método é adequado para coleta de microrganismos aerotransportados e permite a avaliação quantitativa. Entretanto, ele permite um volume de coleta de no máximo 250 litros (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

- **Impactação**: o ar é aspirado por uma bomba de vácuo passando por um orifício até o meio de cultura que contém uma placa adequada (SALIBA, 2011). O nome impactação vem do choque que o volume de ar sofre sobre o meio de cultura. Existem vários equipamentos que trabalham com este princípio, como o coletor de Andersen e o coletor de fenda (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

- **Centrifugação**: neste método, utiliza-se a força centrífuga para separar as partículas das correntes de ar. O ar é aspirado por uma bomba e as partículas, com a **inércia**, ficam impactadas no meio de cultura (SALIBA, 2011).

A-Z

Meio de cultura são preparações sólidas, líquidas, ou semisólidas que contém todos os nutrientes necessários para o crescimento de microorganismos. Estas preparações são utilizadas com a finalidade de cultivar e manter os microorganismos vivos no laboratório (Fonte: http://www.e-escola.pt/topico.asp?hid=312).

Inércia é a propriedade física dos corpos em manter seu estado de repouso (ou de movimento), enquanto nenhuma força atua sobre eles (Fonte: http://www.dicio.com.br/inercia/).

Quando existe a possibilidade de contaminação dos equipamentos de trabalho e mobiliários, seja por desinfecção ineficiente ou por depósitos de contaminantes biológicos, é possível fazer a coleta dos agentes biológicos utilizando técnicas de amostragem em superfícies. Isso pode ser feito com uma placa de contato, que se encontra em um meio de cultura solidificado, pressionando-a sobre a superfície a ser avaliada. Ainda, é possível fazer a avaliação pelo método do esfregaço, passando um chumaço de algodão estéril sobre a superfície de avaliação. (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

3.3 Estratégia de amostragem para agentes biológicos

No quadro 3.1, serão apresentados alguns exemplos e orientações de como fazer a avaliação dos agentes biológicos em hospitais. Você conhecerá em que ponto fazer a coleta, a quantidade e a frequência de amostragens em locais específicos de trabalho.

Quadro 3.1: Exemplos de amostragem para agentes biológicos

Local de amostragem	Posição de amostragem	Número e frequência de amostragens	
		Inicial	Rotina
Salas de cirurgia	Próximo à mesa de operação	1x todos os dias nas 2 primeiras semanas	1x a cada 15 dias
UTI	Móveis	2x todos os dias nas 2 primeiras semanas	1x todas as semanas
Consultórios	Lugares diversos	-	1x todos os meses
Lavanderia	Pontos de entrega e retirada	-	1x todos os meses

Fonte: Brevigliero, Possebon, Spinelli (2012).

Nesta aula, você aprendeu várias técnicas empregadas para fazer a coleta de agentes biológicos, as quais variam pela forma de coleta, tipo equipamento, custo, capacidade, dentre outros. A escolha do método a ser empregado na avaliação dependerá do local de amostragem e da finalidade da mesma.

Resumo

Nesta aula vimos:

- Métodos para coleta de agentes biológicos.
- Estratégias de amostragem para agentes biológicos.



Atividade de aprendizagem

- Aproveite este momento para fazer um resumo de cada um dos métodos para coleta de agentes biológicos aprendidos, apontando as diferenças, vantagens e desvantagens.

Aula 4 – Medidas de controle para Agentes Biológicos

Nesta aula, você aprenderá algumas das medidas de controle aplicadas aos agentes biológicos.

Você verá que estas medidas devem obedecer a uma hierarquia, sendo as adotadas na fonte as de caráter prioritário. Em complemento, você aprenderá informações importantes sobre graus de insalubridade relativos a agentes biológicos. Vamos saber mais?

4.1 Medidas de controle

Na primeira aula, você aprendeu que as medidas de controle podem ser: (1) relativas ao ambiente, (2) administrativas e (3) relativas ao trabalhador, e que devem obedecer necessariamente a esta ordem de prioridade. Mas, por que isso?

Porque as medidas de controle de agentes biológicos aplicadas na fonte têm por objetivo **evitar a presença (existência) de microrganismos** no local de trabalho. Desta forma, elas são as mais importantes, pois visam **eliminar** o risco. Entretanto, se não for possível eliminar o risco, devemos pensar em uma forma de neutralizá-lo, ou seja, de conviver com o risco de maneira que não prejudique o trabalhador. Neste contexto, é que entram as demais medidas de controle: as aplicadas na trajetória para **evitar que os contaminantes se proliferem no meio ambiente** - as administrativas e as relativas ao trabalhador para **complementar** as duas anteriormente descritas.

Nesse sentido, Saliba (2011) e Brevivigliero, Possebon e Spinelli (2012) citam algumas medidas preventivas que devem ser adotadas:

- **Medidas relativas ao meio ambiente (adotadas na fonte e/ou na trajetória)**: modificação do processo, encerramento (isolamento) do processo, esterilização de instrumentos e objetos de pacientes em estabelecimentos de saúde, limpeza e desinfecção de superfícies fixas e de mobiliários dos ambientes de trabalho, ventilação (utilizar filtro de



Figura 4.1: Sinalização de agentes biológicos
Fonte: Resignent / www.sxc.hu

Muitos dos desinfetantes químicos utilizados na descontaminação de superfícies e objetos contaminados por agentes biológicos são tóxicos, inflamáveis e até mesmo cancerígenos. Então, deve-se, nestes casos, ter uma atenção especial à proteção do trabalhador que faz o manuseio desses produtos

As autoclaves são equipamentos que utilizam calor úmido na forma de vapor saturado sobre pressão para destruir agentes biológicos e/ou resíduos infecciosos. Os trabalhadores envolvidos com estes equipamentos estão sujeitos a vários riscos como: queimaduras, contato com contaminantes e explosão do equipamento devido à pressão. Para saber mais sobre os acidentes ocorridos com autoclaves, consulte os *links* das seguintes reportagens: http://nr-13-noticias-explosoes.blogspot.com.br/2010/11/acidente-com-auto-clave-deixa-6-feridos.html e http://www.d24am.com/noticias/amazonas/problema-com-equipamento-medico-deixa-uma-pessoa-ferida-em-ubs-no-sao-jorge/29810

ar nos ambientes de trabalho climatizados), controle de vetores (roedores, morcegos, ninhos de aves e respectivos excrementos) e sinalização.



Figura 4.2: Higienização e desinfecção hospitalar
Fonte: http://www.atriorio.com.br

- **Medidas administrativas e relativas ao trabalhador**: treinamento nos métodos de trabalho, informação sobre os riscos dos agentes biológicos, diminuição do número de pessoas expostas, controle médico (realização de exames periódicos e emprego de vacinas), estabelecimento de procedimentos de higiene pessoal (não beber ou comer nos locais de trabalho, ter dois vestiários - um para roupa de trabalho e outro para roupa comum, tomar banho antes das refeições e após o término do trabalho) e uso de EPIs.

4.2 Normas técnicas brasileiras

No Brasil, as normas técnicas não estabelecem limites para exposição ocupacional a agentes biológicos. A NR-15 - Atividades e Operações Insalubres - no seu anexo 14, que trata de Agentes Biológicos, determina que a insalubridade por exposição ao agente biológico deve ser feita por meio de avaliação qualitativa através de inspeção nos locais de trabalho (SALIBA, 2011). De acordo com o anexo 14 da NR-15, são consideradas:

- **Insalubridade de grau máximo**
  Trabalhos ou operações, em contato permanente, com:

a) Pacientes em isolamento por doenças infectocontagiosas, bem como objetos de seu uso não previamente esterilizados.

b) Carnes, glândulas, vísceras, sangue, ossos, couros, pelos e dejeções de animais portadores de doenças infectocontagiosas (carbunculose, brucelose, tuberculose).

c) Esgotos (galerias e tanques).

d) Lixo urbano (coleta e industrialização).

- **Insalubridade de grau médio**
  Trabalhos e operações em contato permanente com pacientes, animais ou com material infectocontagiante, em:

a) 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).

b) 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).

c) Contato, em laboratórios, com animais destinados ao preparo de soro, vacinas e outros produtos.

d) Laboratórios de análise clínica e histopatologia (aplica-se tão só ao pessoal técnico).

e) Gabinetes de autópsias, de anatomia e histoanatomopatologia (aplica-se somente ao pessoal técnico).

f) Cemitérios (exumação de corpos).

g) Estábulos e cavalariças.

h) Resíduos de animais deteriorados.

Nesta aula, você estudou a ordem de prioridade das medidas de controle e aprendeu em alguns exemplos o que deve ser feito para o controle de agentes biológicos. Ainda, você verificou que, de acordo com o anexo 14 da NR15, as atividades, envolvendo agentes biológicos caracterizados por avaliação qualitativa, possuem graus de insalubridade máximo ou médio.



O texto geral da NR-15 está em processo de alteração e até 31 de dezembro de 2012, o mesmo estará em consulta pública para coleta de sugestões da sociedade. Posteriormente, os anexos da NR-15 também serão modificados e as suas propostas básicas serão submetidas à consulta pública em períodos específicos a serem divulgados pelo MTE. Lembre-se de que como futuro técnico de segurança do trabalho, você deve estar atento às atualizações das legislações! Para saber mais, acesse o *link* do Ministério do Trabalho e Emprego disponível em: http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm.

Resumo

Nesta aula vimos:

As medidas de controle para agentes biológicos e a norma técnica brasileira pertinente a estes agentes.

Atividade de aprendizagem

- Conforme você aprendeu, alguns tipos de desinfetantes químicos são utilizados para desinfetar superfícies e objetos contaminados por agentes biológicos. Dentre estes podemos citar o ácido peracético, o glutaraldeído e o álcool etílico. Pesquise na internet: (1) onde e para que são empregados estes desinfetantes e (2) se eles podem causar algum dano à saúde de quem os manuseia. Anote no espaço abaixo as suas conclusões.

Aula 5 – Introdução aos Agentes Físicos e ao Calor

Nesta aula, daremos início ao estudo dos agentes físicos. Primeiramente, faremos uma breve revisão para você relembrar quais são os elementos que pertencem a este grupo. Na sequência, apresentaremos as temperaturas extremas, mais especificamente o calor, que será nosso primeiro agente físico a ser apreendido.

Nosso objetivo, no estudo dos agentes físicos, é compreender como estas formas de energia podem afetar os trabalhadores, em que atividades laborativas estão presentes, como avaliá-las e como controlá-las.

5.1 O que são os agentes físicos?

Você lembra o que são agentes físicos? Para responder a esta pergunta, vejamos o que define a NR-9, que trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais:

"Consideram-se agentes físicos as **diversas formas de energia** a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom".

5.2 Temperaturas extremas

Temperaturas extremas são condições térmicas rigorosas sob as quais podem ser realizadas atividades profissionais (OLIVEIRA et al., 2011). Dentre estas condições, destacamos o calor e o frio intenso. Nesta aula, iremos aprender sobre o calor e, futuramente, sobre o frio.

5.2.1 Conceitos fundamentais sobre o calor

O calor constitui um fator de risco relevante do ponto de vista da saúde ocupacional. A exposição a este agente físico pode ocorrer em diversos ambientes de trabalho, tais como: siderúrgicas, fundições, indústrias têxteis, padarias, entre outros (SALIBA, 2011).

A-Z

Prostração significa desânimo, depressão e abatimento.



Figura 5.1: Exposição de trabalhadores ao calor em uma fundição.
Fonte: Figura cortesia de Victor Habbick/Free Digital Photos.net

As pessoas que trabalham em ambientes onde a temperatura é muito alta estão sujeitas a sofrer de fadiga, ocorrendo falhas na percepção e no raciocínio, e sérias perturbações psicológicas que podem produzir esgotamento físico e **prostrações** (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Desta forma, é importante que você, futuro técnico em segurança do trabalho, saiba como ocorre a interação térmica do nosso organismo com o meio ambiente. Vamos, então, conhecer este processo?

Uma pessoa, quando exposta a diferenças de temperatura, pode:

Na disciplina de Controle de Riscos e Sinistros, você estudou as três formas básicas de transferência de calor: condução, convecção e radiação, e aprendeu que para haver troca de calor entre dois corpos ou sistemas é preciso ter uma diferença de temperatura entre eles. Caso você tenha alguma dúvida sobre esses mecanismos, consulte seu material didático impresso ou o virtual, que está disponível no nosso Ambiente Virtual de Aprendizagem.

- ganhar ou perder calor por condução, convecção e radiação, dependendo se a temperatura da sua pele está mais alta ou mais baixa que a temperatura do ar;
- ganhar calor por metabolismo (gerado pelo seu próprio organismo, dependendo da atividade física que está realizando);
- perder calor por evaporação (por meio do suor).

Assim, para que o corpo humano se mantenha em equilíbrio térmico, a quantidade de calor ganha pelo organismo deve ser igual à quantidade de calor perdida para o meio ambiente. (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Então, as trocas térmicas entre o corpo e o meio ambiente podem ser descritas pela seguinte expressão matemática (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

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

Onde:

M = calor produzido pelo metabolismo

C = calor ganho ou perdido por condução – convecção

R = calor ganho ou perdido por radiação

E = calor perdido por evaporação

S = calor acumulado no organismo.

Assim, se:

S > 0: o corpo está em hipertermia (elevação da temperatura corporal)

S = 0: o corpo está em equilíbrio térmico

S < 0: o corpo está em hipotermia (diminuição da temperatura corporal)

É importante ressaltar que as trocas térmicas são influenciadas por inúmeros fatores, mas dentre esses, cinco são os de maior relevância e devem, portanto, ser considerados na quantificação da sobrecarga térmica: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a velocidade do ar, o calor radiante e o tipo de atividade exercida pelo trabalhador (SALIBA, 2011).

5.2.2 Mecanismos de defesa do organismo frente ao calor e doenças do calor

Quando o organismo humano está submetido ao calor intenso, ele apresenta dois mecanismos de defesa (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

a) **Vasodilatação periférica**: é o aumento da circulação (fluxo) de sangue na superfície do corpo para permitir maior troca de calor entre o organismo e o ambiente, pois o fluxo de sangue transporta calor do núcleo (interior) do corpo para superfície, onde ocorrem as trocas térmicas.

b) **Sudorese**: é a ativação das glândulas sudoríferas, permitindo a perda de calor por meio da evaporação do suor. O número de glândulas ativadas é diretamente proporcional ao desequilíbrio térmico existente.

Mas, se estes dois mecanismos forem insuficientes para promover a perda adequada de calor (de forma a manter a temperatura do corpo em torno de 37°C), uma fadiga fisiológica poderá ocorrer, manifestando- se na forma das seguintes doenças (SALIBA, 2011):

a) **Exaustão do calor**: com a dilatação dos vasos sanguíneos em resposta ao calor, há insuficiência do suprimento de sangue do córtex cerebral, resultando em queda de pressão (baixa pressão arterial).

b) **Desidratação**: em seu estágio inicial, a desidratação atua principalmente na redução do volume de sangue, promovendo a exaustão do calor. Mas, em casos mais extremos produz distúrbios na função celular, ineficiência muscular, redução da secreção (especialmente das glândulas salivares), perda de apetite, dificuldade de engolir, acúmulo de ácido nos tecidos, febre e até mesmo a morte (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

c) **Cãibra do calor**: durante a sudorese, ocorre perda de água e sais minerais, principalmente do cloreto de sódio. Com a redução desta substância no organismo, poderão ocorrer espasmos musculares e cãibras (SALIBA, 2011).

d) **Choque térmico**: ocorre quando a temperatura do núcleo do corpo é tal que põe em risco algum tecido vital que permanece em contínuo funcionamento (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Muitos são os sintomas destas doenças, dentre os quais podemos destacar: dores de cabeça, tonturas, mal-estar, franqueza etc.

Nesta aula, vimos como ocorrem as trocas térmicas entre o organismo e o meio ambiente, os fatores que as influenciam, os mecanismos de defesa do corpo e as doenças do calor.

Resumo

Nesta aula, você relembrou o que são agentes físicos e aprendeu conceitos básicos acerca do calor, nosso primeiro agente físico a ser estudado.

Atividade de aprendizagem

- Você conhece alguém, entre seus amigos e familiares, que já teve desidratação ou alguma outra doença resultante do calor? Caso não conheça, pesquise entre seus colegas de classe se algum deles já vivenciou esta situação, seja por eles mesmos ou com conhecidos. Anote no espaço abaixo os relatos, sintomas e queixas a respeito deste assunto.

Aula 6 – Avaliação do Calor I

Nesta aula, você vai aprender como deve ser feita a avaliação da exposição ao calor. Vai entender também, quais são os instrumentos de medição utilizados, quais são os parâmetros avaliados e, também, as normas aplicáveis.

Conforme você aprendeu na aula 5, na avaliação do calor devemos levar em consideração os parâmetros que influem na sobrecarga térmica a que estão submetidos os trabalhadores, isso para que a análise realizada expresse as condições reais de exposição. Desta forma, cinco são os fatores que devem ser considerados: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, calor radiante e tipo de atividade exercida pelo trabalhador (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Perceba, no entanto, que os quatro primeiros fatores citados são característicos do meio ambiente e podem ser mensurados por meio de instrumentos específicos. Mas, a quantificação do calor produzido pelo tipo de atividade física exercida pelo trabalhador é bem mais complexa, e na prática, só pode ser estimada por tabelas e gráficos, que serão vistos mais adiante (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Vamos observar agora, no quadro 6.1, como cada troca térmica se correlaciona com as variáveis do meio ambiente e com a tarefa exercida (SESI, 2007).

Quadro 6.1: Correlação entre as trocas térmicas e as variáveis do ambiente

Parâmetro / Troca	Temperatura do ar	Velocidade do ar	Carga radiante do ambiente	Umidade relativa do ar
Convecção	xxx	xxx	.....	.....
Radiação	.....	.....	xxx	.....
Evaporação	xxx	xxx	.....	xxxx
Metabolismo (*)	.....	.....	.....	.....

xxx interfere na troca
..... não interfere na troca
(*) o metabolismo se relaciona diretamente com a atividade física da tarefa

Fonte: SESI (2007)

6.1 Limites de tolerância

O Anexo 3 da NR-15, que trata dos limites de tolerância para exposição ao calor, determina que devemos empregar na avaliação da exposição do calor o Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG).

O IBUTG consiste em um índice de sobrecarga térmica definido por uma equação matemática que correlaciona alguns parâmetros medidos no ambiente de trabalho. A equação varia em função da presença ou não de carga solar no momento da mediação (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Desta forma, de acordo com o Anexo 3 da NR-15, devemos ter para:

- **Ambientes internos ou externos sem carga solar**:

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,3tg$$

- **Ambientes externos com carga solar**:

$$IBUTG = 0,7tbn + 0,1tbs + 0,2tg$$

Onde:

tbn = temperatura de bulbo úmido natural

tg = temperatura de globo

tbs = temperatura de bulbo seco

Ainda, de acordo com o Anexo 3 da NR-15, os aparelhos que devem ser usados nesta avaliação são: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum. As medições devem ser efetuadas no local onde permanece o trabalhador à altura da região do corpo mais atingida.

É muito importante que você leia e estude o Anexo 3 da NR-15 para dominar o que se estabelece sobre os limites de tolerância para exposição ao calor. Este anexo pode ser consultado no *site* do Ministério do Trabalho e Emprego, disponível em: http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm

A Norma de Higiene Ocupacional NHO-06 da Fundacentro estabelece procedimentos técnicos para avaliação da exposição ocupacional ao calor. Essa norma, além de preencher as lacunas no Anexo 3 da NR-15, auxilia os profissionais de segurança a interpretar e analisar de maneira científica o índice de avaliação IBUTG, adotado pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) por meio da NR-15 (SALIBA, 2011). Desta forma, sugerimos a você, futuro técnico de segurança do trabalho, que consulte e estude a NHO-06, que se encontra disponível no *link*: **http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=CTN&C=1191&menuAberto=196**

6.2 Instrumentos de medição

Vamos, agora, conhecer os instrumentos de medição empregados para determinar o IBUTG:

- **Termômetro de Bulbo Seco**: é um termômetro de mercúrio comum, cujo bulbo fica em contato com o ar. Portanto, por meio dele obtemos a temperatura do ar (tbs).

- **Termômetro de Bulbo Úmido Natura**l: é um termômetro cujo bulbo é recoberto por um pavio em forma tubular, de cor branca, de tecido de algodão, com alto poder de absorção de água. Esse pavio deve ser mantido úmido em água destilada, no mínimo meia hora antes de fazer a leitura da temperatura (tbn).

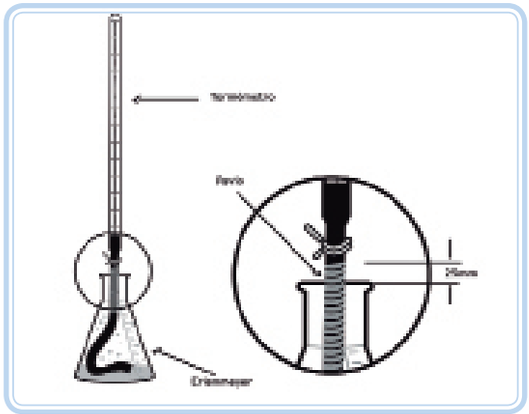


Figura 6.1: Termômetro de Bulbo Úmido Natural
Fonte: Fundacentro citado por SESI (2007)

- **Termômetro de Globo**: é um aparato que possui um termômetro posicionado no centro de uma esfera oca de cobre de diâmetro de seis polegadas. A esfera é preenchida naturalmente com ar e a abertura é fechada pela rolha do termômetro. A esfera é pintada externamente de preto fosco, um acabamento altamente absorvedor de radiação infravermelha (SESI, 2007). A leitura deste instrumento corresponde à temperatura média de radiação do ambiente (calor radiante).locais específicos de trabalho.

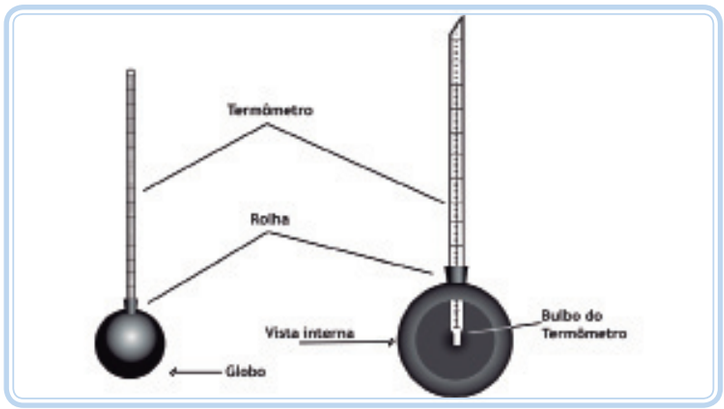


Figura 6.2: Termômetro de Globo
Fonte: Fundacentro citado por SESI (2007)

Neste momento, você pode estar se perguntando: estes três instrumentos não medem apenas temperatura? Como os cinco fatores que influenciam as trocas térmicas entre o corpo e o meio estão relacionados nesta avaliação? A resposta para estes questionamentos está no quadro 6.2 que explica como funcionam estes instrumentos e quais parâmetros afetam sua leitura.

Quadro 6.2: Princípio de funcionamento dos principais instrumentos (sensores) e parâmetros que afetam sua leitura

Sensor	Princípio	Parâmetro do ambiente que afeta sua leitura	Peculiaridades e observações
Termômetro de Bulbo Seco	Estabiliza com a temperatura do ar que circunda o bulbo.	Temperatura do ar	
Termômetro de Bulbo Úmido Natural	A evaporação da água destilada presente no pavio refrigera o bulbo.	Temperatura do ar Velocidade do ar Umidade relativa do ar	A temperatura do Tbn será sempre menor ou igual à temperatura do termômetro bulbo seco. Será igual quando a umidade relativa do ar for de 100%, pois o ar saturado não admite mais evaporação de água. Sem evaporação, não há redução da temperatura.
Termômetro de Globo	A absorção da radiação infravermelha aquece o globo, que aquece o ar interno, que aquece o bulbo. Possui um tempo de estabilização de 20 a 30 minutos, por essa razão.	Calor radiante no ambiente (fontes radiantes) Temperatura do ar Velocidade do ar	A temperatura de globo será sempre maior que a temperatura de bulbo seco, pois sempre há uma carga radiante no ambiente; quando muito pequena, a diferença pode ser mascarada pela precisão dos sensores, podendo ser numericamente igual. A esfera perde calor por convecção; portanto seu diâmetro deve ser padronizado.

Fonte: SESI (2007)

Nesta aula, você aprendeu que o Anexo 3 da NR-15 estabelece que a exposição ao calor deve ser avaliada pelo Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG), que considera os cinco principais fatores que influenciam as trocas térmicas do indivíduo com o meio.

Resumo

Nesta aula vimos:

- Os instrumentos de medição: termômetro de bulbo úmido natural, termômetro de globo e termômetro de mercúrio comum.

- Os limites de tolerância e as normas técnicas aplicáveis ao calor.

Atividade de aprendizagem



- Como futuro técnico em segurança do trabalho, você deve estar familiarizado com as legislações, normas regulamentadoras e, também, normas técnicas. Neste contexto, a Fundacentro, visando auxiliar profissionais da área de Segurança, publicou algumas normas de higiene ocupacional, dentre elas a NHO-06 que estabelece procedimentos técnicos para avaliação da exposição ao calor. Aproveite este momento de estudo para consultar e estudar esta norma que se encontra disponível em: **http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=CTN&C=1191&menuAberto=196**. Anote no espaço abaixo as principais informações.

Aula 7 – Avaliação do Calor II

Agora, daremos continuidade ao nosso estudo da avaliação da exposição ao calor. Você aprenderá, por meio de exemplos práticos, como interpretar e utilizar os quadros e fórmulas do Anexo 3 da NR-15.

Você estudou na aula 6 que o IBUTG é, de acordo com a NR-15, o índice empregado na análise da exposição ao calor, sendo calculado por meio de duas equações, conforme a presença ou não de carga solar. O IBUTG, ainda, considera o tipo de atividade desenvolvida: leve, moderada e pesada. Vamos saber mais?

7.1 Considerações acerca do Índice de Bulbo Úmido – Termômetro de Globo (IBUTG)

A partir de agora, você aprenderá que o IBUTG, ainda, considera o tipo de atividade desenvolvida (leve, moderada, pesada), e que a NR-15 prevê um regime de trabalho (envolvendo trabalho e descanso) para duas situações distintas:

- Regime de trabalho intermitente com períodos de descanso no próprio local de prestação de serviço.
- Regime de trabalho intermitente com período de descanso em outro local (local de descanso).
- Sendo os períodos de descanso considerados tempo de serviço para todos os efeitos legais.

7.2 Trabalho e descanso no mesmo local

Nos casos em que o descanso e o trabalho ocorrem no mesmo local, a avaliação da exposição ao calor é realizada de acordo com o Quadro 1 do Anexo 3 da NR-15, transcrito na figura 7.1.

Regime de trabalho intermitente com descanso no próprio local de trabalho (por hora)	Tipo de atividade		
	Leve	Moderada	Pesada
Trabalho contínuo	Até 30,0	Até 26,7	Até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	Acima de 32,2	Acima de 31,1	Acima de 30,0

Figura 7.1: Quadro 1 do Anexo 3 da NR15
Fonte: NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego

Antes de utilizar o Quadro 1, devemos calcular o IBUTG por meio das fórmulas vistas na aula 6 e determinar se o tipo de atividade realizada pelo trabalhador é leve, moderada ou pesada. Para saber qual é o tipo da atividade, consultamos o quadro 3 do Anexo 3 da NR-15, transcrito na figura 7.2. Na sequência, de posse das informações, verificamos no Quadro 1, qual é o regime de trabalho que a norma propõe para a situação avaliada.

Taxas de metabolismo por tipo de atividade	
Tipo de atividade	**Kcal/h**
Sentado em repouso	**100**
Trabalho Leve	
Sentado, movimentos moderados com braços e tronco (ex.: datilografia)	125
Sentado, movimentos moderados com braços e pernas (ex.: dirigir)	150
De pé, trabalho leve, em máquina ou bancada, principalmente com os braços.	150
Trabalho Moderado	
Sentado, movimentos vigorosos com braços e pernas.	180
De pé, trabalho leve em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	175
De pé, trabalho moderado em máquina ou bancada, com alguma movimentação.	220
Em movimento, trabalho moderado de levantar ou empurrar.	300
Trabalho Pesado	
Trabalho intermitente de levantar, empurrar ou arrastar pesos (ex.: remoção com pá).	440
Trabalho fatigante	550

Figura 7.2: Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15
Fonte: NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego

É importante esclarecer que para utilizar o Quadro 1 do Anexo 3 da NR-15, o descanso no próprio local de trabalho deve ser entendido como aquele **que ocorre no mesmo ponto físico do trabalho,** e não no "mesmo recinto", significando que o trabalhador está submetido ao mesmo IBUTG de quando trabalha. Pois, se houver qualquer alteração do IBUTG, por mudança da posição física do trabalhador, este quadro já não pode mais ser aplicado (SESI, 2007). Esse critério é utilizado para definir regimes de trabalho – descanso nas condições de operação em que o trabalhador não pode abandonar o local de trabalho, entre a execução de uma tarefa e a seguinte (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Vejamos, agora, um exemplo prático retirado de SESI (2007), que ilustra como fazer a avaliação da exposição ao calor no caso de trabalho e descanso no mesmo local.

Exercício Resolvido 1

Trabalho e descanso no próprio local:

Um operador de forno carrega a carga em 03 minutos, a seguir aguarda por 04 minutos o aquecimento da carga, sem sair do lugar, e gasta outros 03 minutos para a descarga. Este ciclo de trabalho é continuamente repetido durante a jornada de trabalho. No levantamento ambiental, obtivemos os seguintes valores:

Tg = 35°C

Tbn = 25°C

A atividade moderada foi definida por meio do Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15

O tipo de atividade é considerado como moderado.

Resposta:

Cada ciclo de trabalho é de 10 minutos; portanto, em uma hora teremos 06 ciclos, e o operador trabalha 6x6 = 36 minutos e descansa 4x6 = 24 minutos. Como o ambiente é interno, sem incidência solar, o IBUTG será:

IBUTG = 0,7Tbn + 0,3Tg

IBUTG = 0,7 x 25 + 0,3 x 35

IBUTG = 28,0°C

Consultando-se o quadro I da NR-15, Anexo 3, verificamos que o regime de trabalho nesse caso deve ser de 45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso a cada hora, para que não haja sobrecarga térmica. Como o operador trabalha 36 minutos e descansa 24 minutos, a sobrecarga térmica é considerada aceitável.

Logo, podemos concluir que a atividade exercida pelo trabalhador, do exercício 1, é salubre.

7.3 Trabalho com descanso em outro local

Quando o trabalhador descansa em local diferente (termicamente mais ameno) do lugar em que trabalha, devemos utilizar outra metodologia para avaliar a exposição ao calor. Nestes casos, devemos calcular o IBUTG do ambiente de trabalho e o IBUTG do ambiente de descanso, para, então, com estes valores, calcular o IBUTG médio, ponderado por hora.

Para estas condições, os limites de tolerância são fornecidos pelo Quadro 2, do Anexo 3 da NR-15, transcrito na figura 7.3.

M (Kcal/h)	Máximo IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Figura 7.3: Quadro 2 do Anexo 3 da NR-15
Fonte: NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego

Onde: M é a taxa de metabolismo média ponderada para uma hora, determinada pela seguinte fórmula:

$$M = \frac{M_t \times T_t + M_d \times T_d}{60}$$

Sendo que:

- M_t = taxa de metabolismo no local de trabalho.

- T_t = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de trabalho.

- M_d = taxa de metabolismo no local de descanso.

- T_d = soma dos tempos, em minutos, em que se permanece no local de descanso.

Os tempos T_t e T_d devem ser tomados no período mais desfavorável (crítico) do ciclo de trabalho e devem somar 60 minutos corridos ($T_t+T_d=60$). Já, as taxas de metabolismos M_t e M_d devem ser obtidas por meio do Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15.

Já, os valores presentes na segunda coluna do Quadro 2 do Anexo 3 da NR-15 correspondem ao maior valor do IBUTG médio ponderado, que é admissível ao respectivo metabolismo.

O IBUTG médio ponderado para uma hora, chamado de $\overline{IBUTG}$, é determinado pela seguinte fórmula:

$$\overline{IBUTG} = \frac{IBUTG_t \times T_t + IBUTG_d \times T_d}{60}$$

Onde:

- $IBUTG_t$ = valor do IBUTG no local de trabalho.

- $IBUTG_d$ = valor do IBUTG no local de descanso.

- T_t e T_d = variáveis anteriormente definidas.

Agora, para melhor entendermos a aplicação das fórmulas e dos quadros apresentados, vejamos um exemplo prático retirado de SESI (2007), que ilustra como fazer a avaliação da exposição de calor, para locais onde o descanso e trabalho ocorrem em locais distintos.

Exercício Resolvido 2

Regime de trabalho com descanso em outro local:

Um operador de forno demora 03 minutos para carregar o forno, a seguir aguarda o aquecimento por 04 minutos, fazendo anotações em um local distante do forno, para depois descarregá-lo durante 03 minutos. Verificar qual o regime de trabalho/descanso.

Nesse caso, temos duas situações térmicas diferentes, uma na boca do forno e outra na segunda tarefa. Temos, portanto, de fazer as medições nos dois lugares.

Local 1 (Trabalho)
Tg = 54°C
Tbn = 22°C
Atividade Metabólica M = 300 kcal/h

A atividade metabólica definida por meio do Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15

Máximo IBUTG Médio Ponderado Permissível – NR – 15

M (Kcal/h)	Máximo IBUTG
175	30,5
200	30,0
250	28,5
300	27,5
350	26,5
400	26,0
450	25,5
500	25,0

Resposta:

Calculando-se o IBUTG de trabalho = 0,7 x 22 + 0,3 x 54

(IBUTG)t = 31,6°C

Local 2 (Descanso)
Tg = 28°C
Tbn = 20°C
M = 125 kcal/h

A atividade metabólica definida por meio do Quadro 3 do Anexo 3 da NR-15

Calculando-se o IBUTG de descanso = 0,7 x 20 + 0,3 x 28

(IBUTG)d = 22,4°C

Temos que calcular o IBUTG médio e o Metabolismo médio, que será a média ponderada entre o local de trabalho e o de descanso. O tempo de trabalho no ciclo é de 06 minutos e o de descanso de 04 minutos. Como os ciclos se repetem, em uma hora teremos, portanto, 06 ciclos de 10 minutos cada um. Teremos em uma hora 36 minutos de trabalho e 24 minutos de descanso.

O IBUTG médio será:

$$\overline{IBUTG} = \frac{31{,}6 \times 36 + 24 \times 24}{60} \qquad \overline{IBUTG} = 27{,}9^{o}C$$

$$\overline{M} = \frac{300 \times 36 + 125 \times 24}{60} \qquad \overline{M} = 230 \text{ Kcal/h}$$

Considerando o quadro do máximo IBUTG médio ponderado permissível para o metabolismo médio de 230 kcal/h da legislação (não encontramos esse valor, adotamos o valor de 250 kcal/h a favor da segurança), deparamos com o valor de 28,5°C. Como o IBUTG médio calculado foi de 27,9°C, concluímos que esse ciclo de trabalho é compatível com as condições térmicas existentes.

A Fundacentro, por meio da Norma de Higiene Ocupacional NHO-06, fornece mais valores de limites de tolerância além dos apresentados no Quadro 2 do Anexo 3 da NR-15, de maneira a complementar a NR. Estes novos valores estão disponíveis no Quadro 2 da NHO-06 que pode ser encontrada no *link*: **http://www.fundacentro.gov.br/conteudo.asp?D=CTN&C=1191&menuAberto=196**. Consultando este quadro, você verá que para um metabolismo médio de 231 kcal/h, o valor máximo permissível para o IBUTG médio é de 29,3°C, o que igualmente comprova a conformidade da situação do exercício 2 (atividade salubre). Note, entretanto, que no Quadro 2 da NHO-06, também, não há o valor de metabolismo de 230 kcal/h, de forma que temos que adotar 231 kcal/h (usamos sempre o maior valor em favor da segurança). Entretanto, perceba que este número é muito mais próximo do que o proposto pela NR-15 (250 kcal/h). Assim, é muito importante que você conheça os valores complementares propostos pela NHO-06, para que possa melhor executar a avaliação de exposição ao calor.

Vimos, nesta aula, que é preciso utilizar os respectivos quadros e fórmulas estabelecidos no Anexo 3 da NR-15 para fazer a avaliação da exposição ao calor.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu a fazer a avaliação da exposição ao calor em duas situações distintas:

- em regime de trabalho com descanso no mesmo local;
- em regime de trabalho com descanso em local diferente.

Atividade de aprendizagem

- Um trabalhador da indústria de galvanoplastia (técnica de revestimento metálico) realiza seu trabalho em dois postos de trabalho sem a influência solar, onde foram avaliadas as seguintes condições:

- Estufa: trabalho em pé, de carregar e descarregar a estufa para secagem de peças. Os suportes de peças são retirados do carrinho e empurrados por meio de ganchos até a estufa. O mesmo procedimento é utilizado para retirada das peças da estufa, porém puxando-se os ganhos.

  Temperaturas: tg = 32°C, tbn = 29°C, tbs = 31°C.

  Tempo para carregar e descarregar = 30 minutos.

- Preparação de suportes (local distante da estufa): trabalho em pé, colocando peças no suporte para serem deslocadas por carrinhos até a estufa.

  Temperaturas: tg=25°C, tbn = 23°C, tbs = 26°C.

  Tempo para preparação do suporte = 30 minutos

- Com base nos dados acima, faça a avaliação da exposição ao calor e avalie se esta atividade é compatível com o que prevê a NR-15.

A condição de trabalho é salubre, pois de acordo com a NR-15, para uma taxa de metabolismo de 250 kcal/h, o IBUTG máximo é 28,5°C. Como o IBUTG médio calculado é de 26,75°C, ele é, portanto, menor que o permissível.

Aula 8 – Medidas de controle para o Calor

Nesta aula, você aprenderá algumas das medidas utilizadas para controlar o calor.

Primeiramente, você estudará as medidas relativas ao ambiente, que são as prioritárias, para então estudar as medidas administrativas e as relativas ao trabalhador.

8.1 Medidas de controle relativas ao ambiente

As medidas relativas ao ambiente destinadas ao controle do calor procuram diminuir os fatores que influenciam na sobrecarga térmica, como os fatores ambientais (temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar e calor radiante) e metabólicos (influenciados pelo tipo de atividade desenvolvida).

Neste sentido, muitos são os dispositivos que podem ser empregados no ambiente para controle do calor. No quadro 8.1 descrevemos alguns destes exemplos, apontando sobre qual fator atuam.

Quadro 8.1: Medidas de controle em função do fator alterado

Medida adotada	Fator alterado
Insuflação de ar fresco no local em que permanece o trabalhador e revestimento adequado das tubulações condutoras de fluido térmico.	Temperatura do ar
Maior circulação do ar existente no local de trabalho.	Velocidade do ar
Exaustão dos vapores d´água emanados de um processo.	Umidade relativa do ar
Utilização de barreiras refletoras (alumínio polido, aço inoxidável) ou absorventes (ferro ou aço oxidado) de radiação infravermelha, colocadas entre a fonte e o trabalhador.	Calor radiante
Automatização do processo. Por exemplo, mudança do transporte manual de carga, por transporte com esteira ou ponte rolante.	Calor produzido pelo metabolismo

Fonte: SALIBA (2011)



Embora inúmeras medidas relativas ao ambiente possam ser aplicadas no controle do calor, para cada caso é preciso fazer uma análise minuciosa do problema para se determinar a melhor solução (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Por exemplo: na adoção de um sistema de climatização do ar, é preciso avaliar a necessidade do local, para fazer o dimensionamento adequado do sistema.

8.2 Medidas de controle administrativas e relativas ao trabalhador

Existe uma série de medidas que podem ser aplicadas diretamente ao trabalhador visando minimizar a sobrecarga térmica. Dentre elas, estão as medidas de caráter administrativo e outras específicas ao pessoal, conforme veremos a seguir:

- **Exames médicos**: recomenda-se a realização de exames médicos pré-admissionais (ou de seleção) e exames periódicos. Mas, por que isso? Os exames pré-admissionais têm por objetivo detectar problemas de saúde que possam ser agravados pela exposição ao calor, tais como: problemas respiratórios, cardiocirculatórios, deficiências glandulares (principalmente glândulas sudoríparas), problemas de pele, hipertensão etc. Tais exames permitem selecionar um grupo adequado de profissionais que tenham condições para executar tarefas sob calor intenso. Já, os exames periódicos promovem um acompanhamento contínuo dos trabalhadores e visam identificar possíveis estados patogênicos em estágios iniciais (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).



Figura 8.1: Exames médicos
Fonte: http://upload.wikimedia.org

- **Aclimatização**: consiste em uma adaptação fisiológica do organismo a um ambiente quente. É uma medida de fundamental importância na prevenção dos riscos decorrentes do calor intenso. Quando um indivíduo se expõe pela primeira vez ao calor, há um aumento significativo da temperatura retal e do ritmo cardíaco, baixa sudorese e outros desconfortos como tonturas e náuseas. Nos quatro ou seis dias subsequentes, há redução deste desconforto, queda da **temperatura retal** e do ritmo cardíaco, intensificando-se a sudorese. A aclimatização será total em aproximadamente duas semanas. É importante mencionar que a perda de cloreto de sódio (sais) pela sudorese será menor no indivíduo aclimatizado (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

A-Z

Podemos verificar a temperatura de uma pessoa de três formas: pela boca, pela axila ou pelo reto. A **temperatura retal** corresponde à temperatura avaliada pelo reto.

- **Reposição hídrica e salina**: um profissional exposto ao calor intenso, deverá ingerir maior quantidade de água e sal, sob orientação médica, para compensar a perda ocorrida na sudorese. A não reposição destes elementos pode levar à desidratação e cãibras do calor (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

- **Limitação do tempo de exposição**: os tempos de exposição devem ser compatíveis com as condições de trabalho, no sentido de que o regime de trabalho – descanso atenda aos limites recomendáveis pela NR-15.

- **Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**: o uso de óculos com lentes especiais é necessário sempre que houver fontes consideráveis de calor radiante. Luvas, mangotes, aventais e capuzes devem ser utilizados para proteção das diversas partes expostas ao calor. Amianto é um excelente isolante térmico, mas possui um alto coeficiente de absorção de calor radiante. Logo, o uso de EPI constituído simplesmente de amianto não é recomendável. O EPI deve ser revestido por um tecido aluminizado a fim de refletir a maior parte do calor radiante. Em complemento, as vestimentas dos trabalhadores devem ser confeccionadas com tecido leve e cor clara. Para situações de exposição crítica, existem diversas vestimentas para corpo inteiro e algumas que possuem sistema de ventilação acoplado (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).



Figura 8.2: Luvas de proteção térmica
Fonte: http://www.grupobt.com.br

- **Educação e treinamento**: a orientação dos trabalhadores quanto à prática correta de suas tarefas pode, por exemplo, evitar esforços físicos inúteis ou longos e desnecessários períodos de permanência próximos à fonte de calor. Deve-se conscientizar o trabalhador sobre o risco que representa a exposição ao calor intenso, educando-o quanto ao uso correto dos EPIs e alertando-o sobre a importância de asseio pessoal.

Nesta aula, você aprendeu a importância de estudar cada situação de exposição ao calor para saber qual a melhor medida a adotar, priorizando, é claro, as medidas implantadas no ambiente.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu vários exemplos de medidas de controle para o calor, desde as relativas ao ambiente quanto as administrativas e relativas ao trabalhador.

Atividade de aprendizagem

- A implantação de períodos de descanso constitui uma medida eficiente no controle de sobrecarga térmica. Porém, alguns empregadores, ainda, são resistentes a essa ideia, pois alegam que pausas para descanso interferem na organização do trabalho e reduzem a produtividade. Se você, futuro técnico de segurança do trabalho, se deparasse com esta situação, quais argumentos utilizaria para convencer o empregador da necessidade destas pausas?

Aula 9 – Temperaturas extremas: Frio

Nesta aula, você aprenderá sobre o agente físico - frio. Estudaremos os efeitos do frio no organismo, as normas aplicáveis à exposição ocupacional ao frio e as medidas de controle.

9.1 Exposição ocupacional ao frio e seus efeitos no organismo

A exposição ocupacional ao frio pode ser observada em diversas atividades laborativas realizadas em indústrias alimentícias, lacticínios, fabricação de sorvetes, frigoríficos, indústrias de bebidas, dentre outras.



Figura 9.1: Trabalho em frigorífico
Fonte: http://www.revistasupersul.com.br

Assim como o calor intenso, o frio também provoca inúmeras alterações no organismo e a exposição de trabalhadores a estas condições pode levar a doenças sérias, conforme veremos a seguir.

Neste contexto, podemos dizer que a vasoconstrição periférica é a primeira reposta do organismo frente à exposição ao frio, objetivando reduzir as perdas de calor do nosso corpo, de forma que o fluxo sanguíneo se reduz proporcionalmente à queda de temperatura corpórea (SALIBA, 2011).

Se a temperatura do corpo cair de maneira a atingir 35°C, uma redução gradual de todas as atividades fisiológicas ocorrerá, diminuindo a pressão arterial, a frequência dos batimentos cardíacos e a taxa metabólica (SALIBA, 2011).

A-Z

O **hipotálamo** é a região do encéfalo que tem por função manter o equilíbrio das funções corporais, como, a regulação da temperatura corporal, da sensação de fome, de sede e até do estresse emocional. Fonte: http://www.mundoeducacao.com.br/biologia/hipotalamo.htm. Acesso: 15/01/2013.

Com isso, o corpo tentará compensar as perdas por meio de tremores, como tentativa de produzir calor pela atividade muscular. Mas, se esta medida não for suficiente, o corpo continuará a perder calor e por volta dos 29°C, o **hipotálamo** perderá sua capacidade termorreguladora e, consequentemente, entraremos em um estado de sonolência e coma, determinando um quadro de hipotermia (SALIBA, 2011).

Além da hipotermia (queda excessiva da temperatura corporal), vários outros estados patogênicos, conhecidos como lesões do frio, podem afetar nosso organismo. Dentre estas lesões, podemos citar (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

- **Enregelamento dos membros**: que pode levar à gangrena (apodrecimento do tecido) e amputação dos mesmos.

- **Pés de imersão**: quando os trabalhadores permanecem com os pés umedecidos ou imersos em água fria por longos períodos, provocando estagnação do sangue e paralisação dos pés e pernas.

- **Ulcerações do frio**: feridas, bolhas radiadoras e necrose poderão ocorrer devido à exposição ao frio intenso.



Figura 9.2: Ulcerações do frio
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Ainda, é importante ressaltar que o frio interfere na eficiência do trabalho e aumenta a incidência de acidentes, além de desencadear inúmeras doenças reumáticas e respiratórias (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

9.2 Normas aplicáveis e limites de tolerância

O Anexo 9 da NR-15 é aquele que trata do agente físico frio. A seguir, transcrevemos toda a informação nele contido:

1. As atividades ou operação executadas no interior de câmaras frigoríficas, ou em condições que apresentem condições similares, que exponham os trabalhadores ao frio, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres em decorrência de laudo de inspeção realizada no local de trabalho.

Perceba que o Anexo 9 é bastante sucinto e traz pouca informação a respeito da exposição ao frio. Então, devemos nos embasar em outras normas regulamentadoras para complementar nosso conhecimento acerca do frio. Nesse sentido, temos a NR-29, que trata da segurança e saúde no trabalho portuário, a qual estabelece que a jornada de trabalho em locais frigorificados deve obedecer à tabela 9.1:

Tabela 9.1: Regime de trabalho em locais frigorificados

Faixa de Temperatura de Bulbo Seco (°C)	Máxima Exposição Diária Permissível para Pessoas Adequadamente Vestidas para Exposição ao Frio
+15,0 a -17,9* +12,0 a -17,9** +10,0 a -17,9***	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 6 horas e 40 minutos, sendo quatro períodos de 1 hora e 40 minutos alternados com 20 minutos de repouso e recuperação térmica fora do ambiente de trabalho.
-18,0 a -33,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 4 horas alternando-se 1 hora de trabalho com 1 hora de recuperação térmica fora do ambiente frio.
-34,0 a -56,9	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 1 hora, sendo dois períodos de 30 minutos com separação mínima de 4 horas para recuperação térmica fora do ambiente frio.
-57,0 a -73,0	Tempo total de trabalho no ambiente frio de 5 minutos sendo o restante da jornada cumprida obrigatoriamente fora de ambiente frio.
Abaixo de -73,0	Não é permitida a exposição ao ambiente frio, seja qual for a vestimenta utilizada.

(*) Faixa de temperatura válida para trabalho em zona climática quente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.
(**) Faixa de temperatura válida para trabalho em zona climática subsequente, de acordo com o mapa oficial do IBGE.
(***) Faixa de temperatura válida para trabalho em zona climática mesotérmica, de acordo com o mapa oficial do IBGE.

Fonte: NR-23 do Ministério do Trabalho e Emprego

Ainda, na nossa relação com outras normas regulamentadoras, é importante destacar que na avaliação de agentes ambientais (sejam físicos, químicos ou biológicos) a NR-9, que trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, define que na ausência de limites estabelecidos pela NR-15, podemos utilizar como referência os limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ver item 9.3.5.1c da NR-9). Anualmente, a ACGIH



Ressaltamos mais uma vez a necessidade de se ter o conhecimento de todas as normas regulamentadoras já que as informações contidas nas mesmas se complementam. Isso pode ser claramente verificado na relação do Anexo 9 da NR-15 com a NR-29

publica um manual contendo os limites de tolerância de diversos agentes ambientais, o qual pode ser adquirido no *site* da ACGIH, disponível em: **http://www.acgih.org.** Como o manual original está em inglês, é possível comprar a tradução realizada pela Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais – ABHO - através do *link*: **http://www.abho.org.br.** Neste livreto, estão contidos mais de 700 limites de exposição para agentes químicos e agentes físicos e mais de 50 Índices Biológicos de Exposição, cobrindo mais de 80 substâncias.

9.3 Medidas de controle

Da mesma forma que com o calor, as medidas de controle para ambientes frios visam alterar os fatores que influenciam as trocas térmicas. Logo, muitas das medidas são semelhantes às que já aprendemos na aula anterior, mas, é claro, voltadas para o frio. Vejamos quais são elas:

a) **Aclimatização**: consiste na exposição gradual de trabalhadores a ambientes frios para sua adaptação.

b) **Vestimentas de trabalho e EPIs**: é necessário que o isolamento do corpo proporcionado pela vestimenta de trabalho seja satisfatório e que a camada de ar compreendida entre a pele e a roupa elimine parcialmente a transpiração para se ter uma troca regular de temperatura (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Além das vestimentas, é necessário proteger as extremidades do corpo. Logo, é indicado usar botas, luvas, capuz, entre outras, visando proteger pés, mãos e cabeça (SALIBA, 2011).

c) **Limitação do tempo de exposição**: quando a exposição ao frio é intensa, é necessário que o trabalhador intercale períodos de descanso em local termicamente superior ao local frio para manter uma reposta termorreguladora adequada do corpo (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Para isso, devem ser considerados os limites de tolerância propostos nas normas vigentes.

d) **Exames médicos**: os exames médicos admissionais devem levar em conta a exclusão de diabéticos, fumantes, alcoólatras que tenham doenças articulares ou vasculares periféricas. Nos exames médicos, deve-se atentar para o diagnóstico de vasculopatias periféricas, ulcerações térmicas, dores articulares, perda de sensibilidade, pneumonias e infecções das vias áreas superiores (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

e) **Educação e treinamento**: todo trabalhador que executar atividades sob frio intenso deverá ser instruído sobre os riscos da sua atividade, orientado e treinado quanto ao uso das proteções adequadas e rotinas de trabalho (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Estudamos, nesta aula, sobre as normas de segurança e os limites de exposição aplicáveis, assim como as medidas de controle utilizadas nesta situação.

Resumo

Você aprendeu sobre a exposição de trabalhadores a condições de frio intenso e seus efeitos sobre o organismo.

Atividade de aprendizagem



- Em locais frigorificados, é permitido o uso de máquinas e equipamentos movidos a combustão interna? Consulte a NR-29, disponível em **http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388121F38C7688/NR-29%20(atualizada).pdf**, e responda a esta pergunta.

Aula 10 – Introdução à radiação

Nesta aula, faremos uma breve introdução, explicando o que é radiação e como ela é classificada.

Iniciaremos nossos estudos apresentando as características das radiações e seus efeitos no organismo.

10.1 Classificação das radiações

Radiação é uma forma de energia que se propaga pelo espaço por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas. Existem diversas formas de radiação que podem ser verificadas no espectro eletromagnético da figura 10.1.

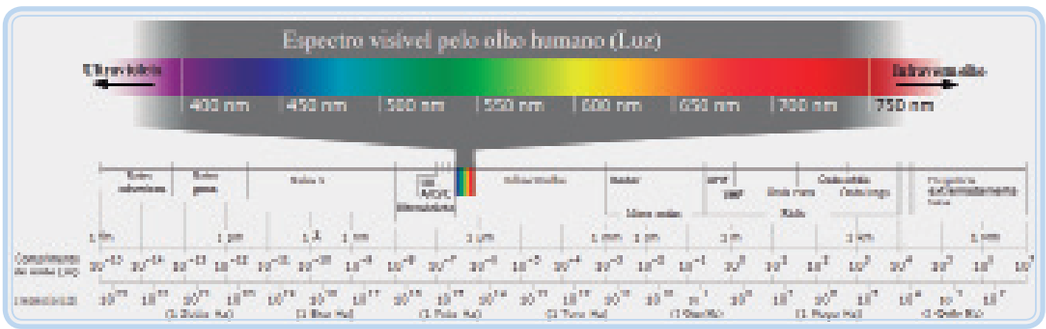


Figura 10.1: Espectro eletromagnético
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Mas, o que diferencia uma radiação da outra é o seu nível de energia, seu comprimento de onda e a sua frequência. É importante que você tenha em mente que quanto maior a frequência de uma radiação, maior é sua energia e menor é seu comprimento de onda. Logo, pela figura 10.1, os raios gama cuja frequência está em torno de 10^{22} (=100000000000000000000) Hertz, são aquelas de maior frequência/energia e, portanto, as mais nocivas ao ser humano. Note, também, que esta radiação é a de menor comprimento de onda, em torno de 10^{-14} (= 0,00000000000001) metros.

Assim, as radiações, de acordo com seu efeito biológico no organismo, sua frequência e energia, podem ser classificadas em:

A-Z

Ação mutagênica ou mutação é um dano na molécula de DNA causada por um agente físico, químico ou biológico.

- **Radiações ionizantes**: são ondas eletromagnéticas de altíssima frequência que possuem grande poder de ionização, ou seja, possuem energia suficiente para arrancar elétrons dos átomos constituintes da matéria, podendo gerar rupturas de ligações moleculares e, consequentemente, a alteração em nível celular (DNA), realizando **ação mutagênica**. Fazem parte deste grupo: a radiação alfa (α), radiação beta (β), radiação gama (γ) e os raios X (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

- **Radiações não ionizantes**: são ondas eletromagnéticas de menor energia e menor frequência quando comparadas às radiações ionizantes. Portanto, essas radiações não possuem a energia necessária para produzir a perda do átomo, ou seja, são radiações cuja energia é insuficiente para ionizar a matéria sobre qual incide (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Entretanto, não podemos menosprezá-las, pois, também, apresentam risco significativo à saúde do ser humano. Neste grupo estão: as ondas de rádio e televisão, as micro-ondas, a radiação infravermelha, o laser e a ultravioleta.

10.2 Tipos de radiações

Conforme vimos no tópico anterior, as radiações são classificadas em ionizantes e não ionizantes e nestes grupos estão contidos vários tipos de radiações. Vamos, agora, conhecer as principais características destas radiações.

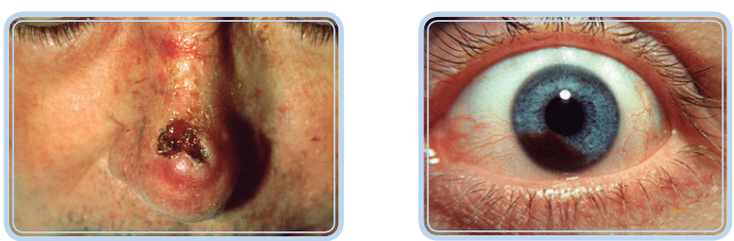
a) **Radiação alfa** (α): são partículas provenientes de emissões do núcleo de átomos instáveis. Apresenta uma grande quantidade de energia em curtas distâncias, limitando seu poder de penetração. A maior parte destas partículas não consegue atravessar mais que alguns poucos centímetros de ar, uma folha de papel ou a camada externa da pele. Na exposição humana, seus efeitos são observados em nível do tecido cutâneo (na pele), pois a radiação é facilmente atenuada pela camada superficial da pele. Mas, em casos de exposição acidental, de maneira a ser introduzida no organismo humano, por ingestão ou inalação, torna-se uma importante fonte de exposição interna nos órgãos e tecidos expostos devido a sua toxidade. Este tipo de radiação é o mais nocivo que os demais a serem abordados (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

b) **Radiação beta** (β): são partículas emitidas por núcleos de átomos instáveis. Seu alcance no ar é de até 3 metros e ela penetra mais facilmente na matéria, se comparada com a radiação alfa. A maior parte das partículas beta é blindada por camadas finas de plástico, vidro ou alumínio. Quanto aos danos biológicos, as partículas beta podem causar danos ao

olho e à pele em função de sua maior penetração no tecido exposto. Se inaladas ou ingeridas, também se tornam uma importante fonte de exposição interna (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

c) **Radiação gama** (γ) e raios X: são ondas eletromagnéticas de altíssima energia e, portanto, de frequência elevada. A diferença entre os raios X e os raios gama está na sua origem, os raios X são originados por movimentos de elétrons e os raios gama têm origem no núcleo do átomo. Por não terem massa, ambos possuem alto poder de penetração. Logo, devem ser blindados por materiais densos, como concreto, chumbo ou aço. Seus danos no organismo humano são mais profundos em função do seu poder de penetração e de seu nível de energia (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Dentre os males causados, podemos citar anemia, leucemia e câncer, além de alterações genéticas que podem comprometer fisicamente gerações futuras (OLIVEIRA *et al*., 2011).

d) **Radiação ultravioleta** (UV): o espectro da radiação ultravioleta está dividido em três faixas de radiação - UVA, UVB e UVC, sendo que os espectros B e C podem apresentar ação mutagênica (apesar de serem radiações não ionizantes). A principal fonte de radiação UV é o sol, porém fontes artificiais presentes na indústria (arco elétrico empregado em processos de soldagem e lâmpadas diversas), comércio e recreação também podem emiti-la. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2002), a exposição do homem à radiação UV resulta em danos agudos e crônicos na pele, olhos e sistema imunológico. O efeito agudo mais comum ocorrido na pele é o eritema (vermelhidão). No entanto, exposições crônicas ao UV podem causar mudanças degenerativas nas células da pele, nos seus tecidos fibrosos e vasos sanguíneos, como: o aparecimento de sardas, nevos e manchas. Ainda, o UV acelera o envelhecimento da pele e a perda de elasticidade gerando rugas, pele seca e grossa. Além desses efeitos, podemos destacar o aparecimento de cânceres de pele do tipo não melanoma (carcinoma espinocelular e carcinoma basocelular) e melanoma que são tumores malignos, sendo o melanoma o de pior prognóstico (BELTRAMI, 2011). Na figura 10.2, estão alguns dos efeitos anteriormente descritos.



Carcinoma Espinocelular | Carcinoma Basocelular

Figura 10.2: Efeitos da radiação UV na pele
Fonte: http://upload.wikimedia.org

e) **Radiação infravermelha**: não tem poder suficiente para modificar a configuração eletrônica dos átomos da matéria incidente. Portanto, seus efeitos são unicamente térmicos (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). São, geralmente, encontradas em indústrias metalúrgicas, de fabricação de vidros e outras, onde existem fornos e materiais altamente aquecidos. É igualmente encontrada em trabalhos ao ar livre quando trabalhadores estão expostos à radiação solar. Além de contribuir para a sobrecarga térmica imposta ao trabalhador, a radiação infravermelha pode causar queimaduras, bem como a catarata, que é uma doença irreversível (OLIVEIRA *et al*., 2011).

f) ***Laser(light amplification by stimulate demission of radiation)***: é a energia eletromagnética altamente concentrada num determinado comprimento de onda do espectro magnético. Cada vez mais, o laser é aplicado na indústria e em outras atividades profissionais, como levantamentos topográficos, medicina e na área de comunicação. Seus principais efeitos são queimaduras na pele e nos olhos, que podem ser bastante graves conforme o tipo e a duração da exposição (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

g) **Radiação de micro-onda e radiofrequência**: são bastante utilizadas nas comunicações, sendo produzidas em instalações de radar e transmissão de rádio. Também são utilizadas em processos industriais químicos, em fornos de micro-ondas e em secagem de materiais. Os efeitos mais graves no organismo são os de natureza aguda, como a catarata e o superaquecimento dos órgãos internos que, em determinados casos, pode levar à morte. Exposições prolongadas às micro-ondas de baixa potência podem resultar em efeitos crônicos, entre os quais estão a hipertensão, as alterações no sistema nervoso central, o aumento da atividade da glândula tireoide etc (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Nesta aula, você conheceu as características dos principais tipos de radiação e seus efeitos no organismo.

Resumo

Estudamos sobre as radiações, o espectro magnético e sua classificação em radiações ionizantes e não ionizantes.

Atividade de aprendizagem



- Nesta aula, você aprendeu que muitas são as fontes de radiação existentes. Desta forma, sabemos que, em nosso cotidiano, estamos expostos a diversos tipos de radiação. Reflita sobre o seu dia a dia e anote abaixo quais são as radiações a que você comumente é submetido e de onde ela provém. Você pode relatar, também, as radiações a que você está esporadicamente exposto, como: Raios X de exames médicos.

Aula 11 – Radiações Ionizantes

Nesta aula, abordaremos exclusivamente as radiações ionizantes. Você aprenderá sobre suas aplicações, seus efeitos no organismo, seus limites de tolerância, as normas aplicáveis, as áreas classificadas e as medidas de controle

As radiações ionizantes são largamente utilizadas na área da saúde para diagnóstico médico e odontológico e para tratamento de doenças. Elas, também, são empregadas em atividades industriais para medição de nível de silos, radiografia industrial, análises laboratoriais, dentre outros (SALIBA, 2011).

11.1 Exposição à radiação ionizante e seus efeitos



Figura 11.1: Exame de Raios X
Fonte: http://www.cascavel.pr.gov.br

Devido a sua alta energia, os efeitos das radiações ionizantes no organismo podem ser diversos, como: alterações no sistema hematopoiético (perda de leucócitos, diminuição do número de plaquetas, anemia), no aparelho digestivo (inibição da proliferação celular, diminuição ou supressão de secre-

ções), na pele (inflamação, eritema e descamação), no sistema reprodutor (redução da fertilidade ou esterilidade), nos olhos, no sistema cardiovascular (pericardites), no sistema urinário (fibrose renal) e no fígado (hepatite de radiação) (SALIBA, 2011).

Em função de suas consequências adversas, existe o princípio da proteção radiológica que consiste em evitar todas as exposições desnecessárias à radiação. Segundo a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), é preciso controlar a exposição às radiações ionizantes do público e dos trabalhadores envolvidos na atividade. Desta forma, devemos obedecer aos seguintes princípios básicos:

a) **Princípio da justificação**: nenhuma prática de trabalho envolvendo exposição à radiação ionizante deve ser adotada a menos que produza benefícios suficientes aos indivíduos expostos ou à sociedade, capazes de compensar o dano causado (SALIBA, 2011)

b) **Princípio da otimização**: o projeto, o planejamento do uso e a operação de instalações e de fontes de radiação devem ser feitos de modo a garantir que as exposições sejam tão reduzidas quanto possível, levando-se em consideração fatores sociais e econômicos (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

c) **Princípio da limitação de dose**: as doses individuais de trabalhadores e de indivíduos não devem exceder os limites anuais de dose equivalentes estabelecidos na norma da CNEN – NN 3.01 (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

11.2 Limites de tolerância e normas aplicáveis

O anexo 5 da NR-15 é aquele que trata dos limites de tolerância para radiações ionizantes. A seguir, transcrevemos todas as informações nele contidas:

> *"Nas atividades ou operações onde trabalhadores possam ser expostos a radiações ionizantes, os limites de tolerância, os princípios, as obrigações e controles básicos para a proteção do homem e do seu meio ambiente contra possíveis efeitos indevidos causados pela radiação ionizante, são os constantes da Norma CNEN - NE -3.01: "Diretrizes Básicas de Radioproteção", de julho de 1988, aprovada, em caráter experimental, pela Resolução CNEN n°12/88, ou aquela que venha substituí-la."*

Perceba que o anexo 5 da NR-15 nos direciona a consultar e obedecer aos requisitos de segurança propostos pela norma da CNEN. A norma 3.01 vigente é a de setembro de 2011.

Esta norma de radioproteção estabelece que os limites de dose individual devem ser:

Quadro 11.1: Limites de doses anuais

Limites de Dose anuais [a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
Dose efetiva	Corpo inteiro	20 mSv [b]	1 mSv [c]
Dose equivalente	Cristalino	20 mSv [b] (alterado pela Resolução CNEM 114/2011)	15 mSv
	Pele [d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	-

[a] Para fins de controle administrativo efetuado pela CNEN, o termo dose anual deve ser considerado como dose no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.

[b] Média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

[c] Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de dose efetiva de até 5 mSv em um ano, desde que a dose média em um período de 5 anos consecutivos não exceda a 1 mSv por ano.

[d] Valor médio em 1 cm2 de área, na região mais irradiada.

Fonte: Norma CNEN NN - 3.01

A norma CNEN NN – 3. 01 ainda faz as seguintes determinações:

- Os limites de dose previstos no quadro 11.1 não se aplicam às exposições médicas.

- Para mulheres grávidas ocupacionalmente expostas, suas tarefas devem ser controladas de maneira que seja improvável que, a partir da notificação da gravidez, o feto receba dose efetiva superior a 1 mSv durante o restante do período da gestação.

- Indivíduos com idade inferior a 18 anos não podem estar sujeitos a exposições ocupacionais.



É importante que você leia e estude todo o conteúdo da norma CNEN - NN 3.01, que está disponível no *link*: http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=301. Juntamente com esta norma, há, também, 11 posições regulatórias que podem ser igualmente consultadas no *site* da CNEN.



Sievert (Sv) ou seu submúltiplo **milisievert (mSv)** é a unidade de medida do Sistema Internacional de Unidades para dose de radiação.

11. 3 Avaliação quantitativa

A avaliação da radiação ionizante deve ser feita pelo método quantitativo, conforme estabelece a norma da CNEN que determina a implantação de um programa de monitoramento individual e de área. Para as medições de área utiliza-se o contador GEIGER e para o monitoramento individual, os dosímetros de filme. Quando não for possível realizar o monitoramento individual, recomenda-se que a avaliação ocupacional tome como base os resultados obtidos nas medições de área (SALIBA, 2011).



Figura 11.2: Dosímetro
Fonte: http://upload.wikimedia.org

É importante destacar que o dosímetro é de uso pessoal, individual e intrasferível. Ao final de cada mês, os dosímetros devem ser substituídos e enviados à empresa responsável pela dosimetria para realizar a dosagem. Com base nos resultados obtidos, é possível monitorar a dose equivalente efetiva recebida durante a jornada de trabalho mensal e estabelecer o controle da exposição anual permitida pela legislação (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

11.4 Áreas classificadas

A norma CNEN – NN 3.01 também estabelece, para fins de gerenciamento de proteção radiológica, que áreas de trabalho com radiação ou com material radioativo devem ser classificadas em áreas controladas, áreas supervisionadas ou áreas livres.



Figura 11.3:Símbolo internacional da radiação ionizante-
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Uma área deve ser classificada como controlada quando for preciso adotar medidas específicas de proteção e segurança para garantir que as exposições ocupacionais estejam em conformidade com os requisitos (princípios) de otimização e limitação da dose, bem como prevenir ou reduzir a magnitude das exposições potenciais. Estas áreas devem estar sinalizadas com o símbolo internacional de radiação ionizante acompanhado de um texto que descreve o tipo de material, equipamento ou uso relacionado à radiação ionizante.

Já as áreas classificadas em supervisionadas são aquelas que, embora não requeiram a adoção de medidas específicas de proteção e segurança, devem ter as condições de exposições ocupacionais reavaliadas regularmente com o objetivo de determinar se a classificação continua adequada.

11.5 Medidas de controle

Assim como para os demais agentes, as medidas de controle da radiação ionizante podem ser realizadas por meio de medidas coletivas, administrativas e no trabalhador. Dentre essas, podemos destacar as seguintes (SALIBA, 2011):

d) Blindagem das fontes de radiação ionizante.

e) Uso de barreiras ou paredes revestidas com chumbo.

f) Controle de distância entre o trabalhador e a fonte, devendo ser as áreas, isoladas e sinalizadas.

g) Limitação do tempo de exposição em área controlada.

h) Monitoramento individual de todos os trabalhadores ocupacionalmente expostos à radiação ionizante.

i) As mulheres ocupacionalmente expostas, em caso de gravidez, tão logo tomem conhecimento devem comunicar ao seu empregador.

j) Controle médico de todos os trabalhadores ocupacionalmente expostos.

Nesta aula, você aprendeu sobre as radiações ionizantes. Você estudou seus efeitos no organismo, as normas aplicáveis e os limites de tolerância estabelecidos, ainda, as áreas classificadas e medidas de controle a serem empregadas.

Resumo

Nesta aula vimos:

- As radiações ionizantes, suas aplicações e efeitos.
- Os princípios básicos de proteção.
- Os limites de tolerância.
- As normas e medidas de controle.

Atividade de aprendizagem

- Consulte o site da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e verifique na parte de normas, os oito grupos de normas que estão em vigor. Verifique que dentro de cada um desses grupos estão contidas diversas outras normas, resoluções e posições regulatórias. Veja os títulos de cada uma delas e anote em seu livro. É importante que você conheça os assuntos tratados para que se um dia você precisar trabalhar com radiações ionizantes, saiba onde consultar as normas e como proceder. O *link* para consulta é: **http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/normas.asp**. Bons estudos!

Aula 12 – Radiações não Ionizantes

Nesta aula, você aprenderá sobre as radiações não ionizantes. Você estudará quais são as normas aplicáveis, os limites de tolerância e as medidas de controle.

As radiações não ionizantes são aquelas que possuem menor energia, porém não são menos importantes, pois oferecem muitos riscos ao trabalhador. Vamos saber mais?

12.1 Normas aplicáveis

O anexo 7 da NR-15 é aquele que trata das radiações não ionizantes. A seguir transcreveremos todo o seu conteúdo:

1. *Para os efeitos desta norma, são radiações não ionizantes as micro-ondas, ultravioletas e laser.*
2. *As operações ou atividades que exponham os trabalhadores às radiações não ionizantes, sem a proteção adequada, serão consideradas insalubres, em decorrência do laudo de inspeção realizada no local do trabalho.*
3. *As atividades ou operações que exponham os trabalhadores às radiações da luz negra (ultravioleta na faixa 400 – 320 nanômetros) não serão consideradas insalubres.*

Perceba que o anexo 7 da NR-15 não estabelece limites de tolerância para as radiações não ionizantes. Neste caso, conforme já explicamos anteriormente, a NR-9 (item 9.3.5.1) nos permite adotar os limites da ACGIH, que é o comumente utilizado como referência em higiene ocupacional.

12.2 Radiação ultravioleta

Na aula 10, você aprendeu que a radiação ultravioleta é dividida de acordo com os seus comprimentos de onda em três faixas de radiação: UVA (320 a 400 nm), UVB (290 a 320 nm) e UVC (100 a 290 nm), e que seus efeitos envolvem basicamente a pele e os olhos.



1nanômetro (nm) é um submúltiplo do metro, utilizado para representar medidas de comprimento muito pequenas. 1nm é 10-9 do metro, ou seja, 0,000000001 m.

Os efeitos sobre a pele foram bastante discutidos na aula 10, e os sobre os olhos consistem basicamente em uma querato-conjuntivite (inflamação fotoquímica da córnea e da conjuntiva ocular) muito dolorosa e granulosa, que causa a sensação de areia nos olhos. Esse efeito cessa em um ou dois dias e não produz nenhuma sequela (SESI, 2007).

12.2.1 Avaliação

Vimos pelo anexo 7 da NR-15 que a avaliação da insalubridade decorrente da radiação ultravioleta deve ser feita por meio de laudo de inspeção. Mas, como o anexo não define um limite de tolerância, esta quantificação pode ser feita com base nos limites da ACGIH.

Antes de realizar a avaliação da radiação UV por meio dos limites de exposição (LE) da ACGIH, é preciso conhecer alguns requisitos implícitos a eles (SESI, 2007):



Os limites de exposição da ACGIH não preveem a proteção contra o câncer de pele.

- Esses limites protegem a maioria das pessoas, mas não a todas. Logo, podem existir pessoas expostas à radiação UV que desenvolvam efeitos, mesmo que os LE sejam respeitados.

- Os LE da ACGIH se referem à proteção de efeitos específicos, e não de todos os efeitos possíveis. Neste caso, os efeitos que se pretende evitar são o eritema e a querato-conjuntivite.

- Para aplicar o limite de exposição da ACGIH é preciso ter uma instrumentação específica composta por um detector de UV e um radiômetro de leitura. Esse detector é muito especial, pois nem todos os comprimentos de onda UV têm a mesma capacidade de produzir os efeitos nocivos. Essa habilidade varia com o comprimento de onda, ou seja, há uma eficiência espectral ao longo da faixa de 270 nm. Assim, o detector deve seguir essa mesma sensibilidade como se fosse um trecho de pele (ou dos olhos) exposto. Não é qualquer medidor UV que é capaz disso, portanto sua seleção e compra devem ser cuidadosos.

Os limites da ACGIH são dados em função do tempo de exposição e da intensidade da radiação. Assim, para certa irradiância efetiva, cuja unidade é μW/cm2, indica-se seu respectivo tempo de exposição permissível.

12.2.2 Medidas de controle

Dentre as medidas de controle para a radiação UV, podemos citar (SALIBA, 2001):

- Uso de barreiras de forma a impedir a propagação da radiação.
- Controle da distância da fonte.
- EPIs: óculos com lentes filtrantes de radiação, roupas apropriadas para proteção do braço e do tórax (principalmente em operações de soldagem).
- Protetor solar e chapéu de aba larga em trabalhos a céu aberto.
- Controle médico periódico.



Figura 12.1: Soldador utilizando EPIs apropriados
Fonte: Imagem cortesia de Suwatpo/Free Digital Photos.net

12.3 Radiação infravermelha

Conforme estudamos na aula 10, a radiação infravermelha produz unicamente efeitos térmicos que podem lesionar principalmente os olhos e a pele.

Em relação às normas, você deve ter percebido pelo anexo 7 da NR-15, essas não estabelecem limites de tolerância para radiação infravermelha e nem critérios de avaliação qualitativa para fins de insalubridade. Desta forma, devemos recorrer novamente aos limites de exposição propostos pela ACGIH.

A ACGIH propõe, em consequência da exposição à radiação infravermelha, limites que visam proteger a retina contra lesão térmica provocada pela radiação visível, lesões térmicas na córnea e possíveis efeitos tardios no cristalino (cataratogênese) (SALIBA, 2011).

Igualmente ao que acontece com a radiação ultravioleta, a instrumentação e a metodologia de avaliação quantitativa da radiação infravermelha é pouco difundida. Tampouco, há normas brasileiras referentes à exposição a esse agente (SALIBA, 2011).

Como medidas de controle para esta radiação, podemos citar (SESI, 2007):

- Blindar as fontes incandescentes, munindo fornos e estufas de portas e fechamento adequado.
- Reduzir a área exposta das fontes e afastar-se das fontes.

- Promover o uso de barreiras, feitas de material metálico polido (o melhor em termos práticos e de eficiência é o alumínio polido).

- Reduzir o tempo de exposição às áreas com radiação intensa.

- Prover-se de proteção ocular.

12.4 Laser

Você sabia?

O laser não é outra radiação, mas sim outra forma de emissão das radiações conhecidas. Por essa razão, ele não aparece no espectro não ionizante de forma individualizada, pois qualquer radiação do espectro pode, em princípio, ser emitida na forma de laser (luz, infravermelho, micro-onda e ultravioleta). A luz de uma fonte laser é monocromática, ou seja, tem um único comprimento de onda (SESI, 2007).

Os raios laser são classificados de acordo com o seu potencial de provocar danos biológicos à saúde. Assim, são divididos em cinco classes (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

- Classe I: é composta de lasers que não emitem radiação em níveis considerados perigosos.

- Classe IA: é composta de lasers com limite superior de energia de 4mW e não devem ser olhados diretamente.

- Classe II: é composta de lasers visíveis de baixa energia, com limite superior de 1 mW.

- Classe IIIA: é composta de lasers de energia intermediária e são perigosos se olhados de frente. Os apontadores a laser se encaixam nesta classificação.

- Classe IV: é composta de lasers de alta energia (os contínuos de 500 mW e os pulsados de 10 J/cm2). Há risco para visão, diretamente ou pulsados.

12.4.1 Avaliação

Novamente, o anexo 7 da NR-15 determina, para fins de caracterização de insalubridade devido à radiação laser, a avaliação qualitativa da exposição ocupacional. Já a ACGIH recomenda limites de tolerância que são estabeleci-

dos em função do comprimento de onda, da intensidade da radiação laser e do tempo de exposição. Ainda, a ACGIH recomenda limites específicos para a exposição ocular e na pele (SALIBA, 2011).

Porém, como grande parte dos raios laser tem um rótulo fixado pelo fabricante, descrevendo sua classe de risco, normalmente não há necessidade de realizar avaliação quantitativa. Nestes casos, não é preciso determinar a irradiância para compará-la com os limites de tolerância da ACGIH (SALIBA, 2011).

12.4.2 Medidas de controle

Em relação às medidas de controle, as exposições perigosas podem ser minimizadas com a aplicação de medidas apropriadas a cada classe de risco do laser. Assim, o fabricante do laser deve fornecer sua classe por meio de sinalização com advertência do risco. Em qualquer classe, deve-se sempre evitar a exposição direta do olho ao feixe de laser (SALIBA, 2011).



Figura 12.2: Sinalização de alerta para o laser
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Mais, os feixes de laser devem ser totalmente protegidos em seu trajeto, e quando isso não ocorrer, deve-se definir a área controlada e sinalizá-la (SALIBA, 2011).

É importante destacar também que o treinamento do operador é necessário principalmente na classe IV, e deve-se fornecer a ele procedimento escrito para operação do laser, especialmente durante a emissão do **feixe**. Deve-se, também, limitar a presença de pessoas em áreas controladas (SALIBA, 2011).

A-Z

Feixe é o conjunto de raios luminosos paralelos ou quase paralelos de uma fonte comum. Fonte: http://aulete.uol.com.br/feixe#ixzz2Kt3T7p2X.

Por fim, os EPIs recomendados são óculos com fator de proteção adequado, roupas apropriadas e barreiras para a proteção dos raios laser, em especial na classe IV (SALIBA, 2011).

12.5 Radiação de micro-onda e radiofrequência

A exposição à radiação de micro-onda e de radiofrequência pode provocar efeito térmico quando absorvida pelo corpo. O maior risco ocorre quando a absorção é feita pelos olhos ou pelo cérebro (SALIBA, 2011).

Novamente, temos o anexo 7 da NR-15 que determina que a avaliação da insalubridade decorrente da radiação de micro-onda seja avaliada por inspeção realizada no ambiente de trabalho (avaliação qualitativa) (SALIBA, 2011).

Em contrapartida, existem limites de exposição definidos pela ACGIH que pretendem limitar o aquecimento por absorção para as exposições ocupacionais, mas não eliminá-lo. A avaliação destas radiações é bastante complexa e requer instrumentação específica (SESI, 2007).

Entre as medidas de controle das radiações de micro-onda e radiofrequência, podemos destacar (SALIBA, 2011):

- As fontes de produção devem ser blindadas de forma a evitar o escapamento para o ambiente, e as possíveis aberturas, como nos fornos de micro-ondas, devem ser seladas.

- Na operação de um forno, o operador não deve permanecer com a porta aberta e nem colocar o rosto na abertura da porta.

- Deve-se controlar a distância da fonte de micro-ondas para reduzir a exposição.

- Utilizar roupas de proteção para a pele e para os olhos.

- Controle médico.

Você estudou nesta aula, que apesar de menos nocivas, as radiações não ionizantes também oferecem diversos riscos à saúde do trabalhador.

Resumo

Nesta aula vimos:

- As radiações não ionizantes.

- As normas aplicáveis a elas, os limites de tolerância e suas medidas de controle.

Atividade de aprendizagem

- Releia a aula 10 e a aula 12 e faça um resumo dos principais efeitos à saúde provocados pelas radiações não ionizantes. Este resumo irá ajudá-lo a se familiarizar com estas radiações.

Aula 13 – Pressões Anormais

Nesta aula, você vai aprender sobre o agente físico - pressão anormal. Você estudará os riscos à saúde do trabalhador, normas aplicáveis e medidas de controle.

No desenvolvimento das suas atividades, os trabalhadores são influenciados pela pressão do ar presente em seu ambiente de trabalho. Mas, como na maioria das atividades, esta pressão é igual ou muito próxima à pressão atmosférica, não sentimos sua intensidade, pois estamos acostumados a ela. Vamos saber mais sobre pressão anormal nesta aula.

13.1 Trabalho sob condições hiperbáricas

Existem situações especiais chamadas condições hiperbáricas em que os trabalhadores estão expostos a pressões muito acima do normal. Estas condições oferecem grande risco à saúde humana, como veremos mais adiante, e são características das atividades de mergulho e trabalhos realizados em tubulões de ar comprimido.

13.1.1 Trabalho sob ar comprimido

De acordo com o anexo 6 da NR-15, que trata do trabalho sob condições hiperbáricas, tubulão de ar comprimido é uma estrutura vertical que se estende de abaixo da superfície da água ou solo através da qual os trabalhadores devem descer, entrando pela campânula (câmara) para uma pressão maior que a atmosférica.



Figura 13.1: Tubulão de ar comprimido
Fonte: https://sites.google.com

Os tubulões são indicados para fazer fundações onde há a presença de água, exigência de grandes profundidades e existência de perigo de desmoronamento das paredes. Na figura 13.1, visualizamos esta estrutura.

13.1.2 Trabalhos submersos: mergulho

O mergulho comercial subdivide-se em dois grupos: o mergulho raso e o mergulho profundo. O mergulho raso é aquele que se realiza até a faixa dos 50 metros de profundidade, normalmente utiliza-se o ar comprimido como mistura respiratória fornecida através de equipamento autônomo ou dependente, quando interligado à superfície. O mergulho profundo é aquele cujas atividades realizadas ultrapassam a barreira dos 50 metros, caso em que as operações necessitam não apenas da utilização de misturas especiais como o heliox (hélio e oxigênio), mas de todo um suporte/monitorização dado pela superfície. Até a profundidade de 130 metros realiza-se o chamado mergulho de intervenção. A partir deste limite até a profundidade máxima de 320 metros, a alternativa são os mergulhos de saturação (FIGUEIREDO et al., 1998).



Figura 13.2: Mergulho
Fonte: : Imagem cedida de Hamletnc / www.sxc.hu

O mergulho de saturação é a atividade de mergulhador profissional em alta profundidade, como do mergulhador de plataforma submarina de exploração de petróleo que imerge a mais de 300 metros de profundidade para manipular válvulas nos oleodutos ou fazer reparos nos equipamentos (MEDICINA HIPERBÁRICA: MERGULHO DE SATURAÇÃO, 2013).

Você sabe o que é um oleoduto?

É um sistema formado por canos longos e largos para levar petróleo ou seus derivados a regiões distantes. Fonte: **http://aulete.uol.com.br/Oleoduto**

13.2 Efeitos da pressão atmosférica no organismo

Os riscos das atividades realizadas sob condições hiperbáricas estão relacionados com o momento de compressão e descompressão do trabalhador.

Durante o processo de compressão (aumento da pressão), o sangue passa a absorver mais partículas de gases, oxigênio e nitrogênio que ficam dissolvidos no sangue. Com a diminuição da pressão (descompressão), essa solubilidade de gases vai diminuindo. Logo, se a descompressão for feita muito

rapidamente, os gases tentarão sair bruscamente do corpo causando dores, ruptura dos alvéolos, penetração do ar na corrente sanguínea e até mesmo a morte por **embolia**. Desta forma, o trabalhador precisa ser pressurizado e despressurizado de forma gradual, em estágios, para equilibrar a pressão dos gases de seu corpo com o ambiente externo.

A-Z

Embolia pelo ar é a obstrução dos vasos sanguíneos causada pela presença de bolhas na corrente sanguínea, normalmente, provocadas pela expansão do ar retido nos pulmões do mergulhador enquanto diminui a pressão durante uma subida (http://www.manualmerck.net).

Além dos sintomas citados acima, a descompressão rápida pode gerar ruptura da membrana timpânica, hemorragia dos seios sinusais da face, dores abdominais pela expansão dos gases no intestino, dores de dente provocadas pela expansão dos gases presos entre os dentes, dores em articulações, tonturas, confusão, funcionamento cerebral anormal, fraqueza, formigamento, fadiga aguda, erupção na pele e paralisia no caso da expansão dos gases atingir a parte central do sistema nervoso. Estes sintomas ocorrem principalmente nas atividades de mergulho.

13.3 Medidas de controle

Como medidas de controle, o Anexo 6 da NR-15 estabelece critérios para o planejamento das compressões e descompressões. Neste anexo, existem diversas tabelas de descompressão para os mais variados períodos de trabalho em função da pressão, no caso de trabalhos sob ar comprimido; e tabelas em função da profundidade e do tempo, para os mergulhadores. Essas tabelas devem ser rigorosamente respeitadas a fim de se evitar as doenças anteriormente explicadas.

O Anexo 6 da NR-15, dentre suas 54 páginas de conteúdo, traz consigo muitas tabelas e requisitos de segurança para o trabalhador que realiza atividades sob condições hiperbáricas. Desta forma, não há como transmitir nesta aula todas as informações nele contida. Sendo assim, cabe a você, aluno, a leitura e o estudo integral deste anexo. Para acessá-lo, consulte o *link*:http://portal.mte.gov.br/data/filessadsdasdasdapFF8080812BE914E6012BEF3C660E1A90nr_15_anexo6.pdf.

Além da descompressão gradual e em estágios, outra medida de controle importante são os exames médicos que devem ser pré-admissionais e periódicos. Ainda, antes de iniciar a jornada de trabalho, os trabalhadores deverão ser inspecionados pelo médico de forma que não será permitida a entrada em serviço dos trabalhadores que apresentarem sinais de **afecções** das vias respiratórias ou outras moléstias.

Você sabia?

O risco do trabalho sob condições hiperbáricas é tão grande que no caso dos trabalhadores sob ar comprimido, os mesmos devem permanecer, no mínimo, por duas horas no canteiro de obra, cumprindo um período de observação médica. Ainda, o trabalhador deve ter mais que 18 anos e menos que 45 anos para realizar esta atividade.

A-Z

Afecções: qualquer fenômeno patológico que ocorre no corpo humano, como doenças ou anormalidades das vias respiratórias. Fonte: Adaptado de http://aulete.uol.com.br/patologia.

13.4 Câmaras hiperbáricas de recompressão e terapêuticas

Para as atividades realizadas sob condições hiperbáricas, contamos com a presença de câmaras, sejam com finalidade de submeter os trabalhadores às condições hiperbáricas para realizar descompressão ou tratamento de doenças descompressivas.

Por exemplo, para as atividades de mergulho podemos citar as câmaras hiperbáricas que são vasos de pressão especialmente projetados para a ocupação humana onde os ocupantes podem ser submetidos a condições hiperbáricas, conforme podemos visualizar na figura 13.3.



Figura 13.3: Câmara hiperbárica
Fonte: Imagens cedidas para Marinha Portuguesa

Os mergulhadores devem permanecer dentro desta câmara por horas antes de realizar seu trabalho para adaptação às condições hiperbáricas.

Além da câmara hiperbárica, temos a câmara de superfície que é projetada para a descompressão dos trabalhadores, seja em decorrência da atividade ou para tratamento hiperbárico. Ainda, há as chamadas câmaras terapêuticas utilizadas exclusivamente para o tratamento hiperbárico. Existem, também, no anexo 6 da NR-15 tabelas que recomendam a forma de tratamento para as doenças descompressivas.

Nesta aula, você aprendeu sobre o trabalho em tubulões de ar comprimido e o mergulho profissional, atividades realizadas em condições hiperbáricas que são consideradas das mais agressivas ao trabalhador.

Resumo

Você estudou sobre as doenças causadas pela pressão anormal, as normas aplicáveis e as medidas de controle aplicáveis.

Atividade de aprendizagem



- Conforme explicamos, o anexo 6 da NR-15 por ser muito extenso não pode ser tratado integralmente nesta aula. Logo, cabe a você, futuro técnico em segurança do trabalho, o estudo deste anexo. Junte-se com seus colegas de sala em um grupo de 4 a 5 alunos, realizem a leitura deste anexo e façam a discussão sobre os requisitos de segurança aprendidos nesta tarefa. Para acessar o anexo 6 da NR-15, acesse: **http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF3C660E1A90/nr_15_anexo6.pdf.** Bons estudos!

Aula 14 – Iluminação: Conceitos Gerais

Nesta aula, você aprenderá sobre iluminação, os tipos principais, os efeitos na atividade do trabalhador e as normas aplicáveis a sua avaliação.

Antes de darmos início ao estudo da iluminação, é muito importante destacar que iluminação **não é agente físico!**

Sendo assim, você deve estar se perguntando: o que é então iluminação? Por que estamos estudando este assunto em higiene ocupacional? Para responder a estas perguntas, vamos contar a história desde o início. Vamos lá?

14.1 Iluminação não é agente físico

Antigamente, a iluminação era considerada um agente físico e, também, uma condição de insalubridade determinada pelo extinto anexo 4 da NR-15. Entretanto, com a atualização das normas regulamentadoras, a iluminação deixou de ser condição de insalubridade e se tornou uma condição de conforto. Logo, ela é considerada hoje um agente ergonômico que é regido pela NR-17, que trata de ergonomia.



O Anexo 4 da NR-15 foi revogado pela Portaria n° 3751 de 23/11/1990. Para saber mais sobre esta portaria, consulte- a em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BE9F6D1C35CD8/p_19901123_3751.pdf

Sendo assim, no mapa de risco, o risco decorrente de iluminação inadequada deve aparecer com a **cor amarela** (risco ergonômico) e não com a **cor verde** (risco físico). Mas, verifique em mapas de riscos que, apesar da mudança ter ocorrido em 1990, muitas pessoas ainda pintam este risco com a cor errada.

Também, em virtude destas mudanças, alguns profissionais ainda vinculam o estudo da iluminação com a Higiene do Trabalho, apesar dela ser um tópico da disciplina de Ergonomia relacionado ao estudo do conforto ambiental. Mas, como muitos dos profissionais da ergonomia são fisioterapeutas, eles enfatizam mais os assuntos voltados à biomecânica e deixam de tratar da iluminação. Logo, este tópico continua sendo explicado por alguns Higienistas Ocupacionais, e por esta razão, é que estudaremos a iluminação nesta disciplina. Porém, você deve ter sempre em mente que **iluminação não é risco físico e sim ergonômico!**

A-Z

Iluminamento é a densidade de fluxo luminoso sobre uma superfície. Sua unidade de medida é o lux, onde 1 lux corresponde a um lúmen distribuído numa superfície de 1 m2.

14.2 Tipos de iluminação e outros conceitos importantes

Do ponto de vista da segurança do trabalho, a preocupação que devemos ter em relação à iluminação é quanto a sua ação nos pontos de trabalho, ou seja, devemos verificar se os níveis de **iluminamento** para os pontos de trabalho estão de acordo com o que as normas estabelecem para as atividades realizadas nestes locais, de forma que não haja excesso ou falta de iluminamento.

É importante observar que o excesso de iluminamento, também **chamado de ofuscamento**, tanto quanto a falta podem muito influenciar sobre as atividades do trabalhador, causando-lhe: dor de cabeça, forçamento da vista, cansaço mental e visual, queda da produtividade, maior risco de acidentes e doenças (por exemplo - cataratas, devido ao excesso de iluminamento).

Desta forma, a NR-17 estabelece que em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada - natural ou artificial, geral ou suplementar apropriada à natureza da atividade.

a) **Iluminação natural**: é a iluminação feita pela luz solar que atravessa vidraças, portas, janelas, telhas de vidro etc. (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

b) **Iluminação artificial**: é a iluminação feita por lâmpadas elétricas que podem ser fluorescentes, incandescentes, de mercúrio, de sódio etc. A iluminação artificial pode ser geral ou suplementar (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

c) **Iluminação geral**: é aquela que ilumina todo o local de trabalho, não objetivando uma única operação. Está, geralmente, afastada dos trabalhadores, como é o caso das lâmpadas ou luminárias colocadas no teto (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

d) **Iluminação suplementar**: é aquela que, além da iluminação existente no local, é colocada próxima ao trabalhador com o objetivo de melhor iluminar a operação, como luminárias de mesa (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Na figura 14.1, temos um exemplo de um ambiente de trabalho com iluminação artificial geral e iluminação artificial suplementar.

A NR-17 estabelece ainda que a iluminação geral ou suplementar deve ser projetada e instalada de forma a evitar ofuscamento, reflexos incômodos, sombras e contrastes excessivos.



Figura 14.1: Exemplo de iluminação geral e suplementar
Fonte: Adaptado de Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012) / IFPR

Na figura 14.2, temos exemplo de iluminação inconveniente e conveniente, onde há respectivamente sombra no primeiro caso e iluminação adequada no segundo.

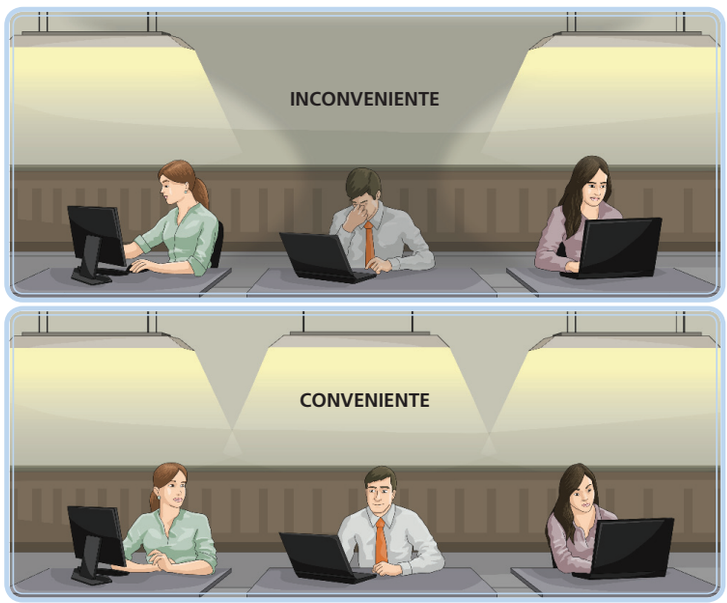


Figura 14.2: Exemplo de iluminação conveniente e inconveniente
Fonte: Adaptado de Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012) / IFPR

Além dos tipos anteriormente aprendidos, podemos ter outras classificações de iluminação (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

a) **Iluminação direta**: o fluxo luminoso é dirigido diretamente para a superfície.

b) **Iluminação semidireta**: o fluxo luminoso é obtido pelo direcionamento da lâmpada e parte do reflexo do teto, paredes e maquinaria.

A-Z

Difusa é aquela que é disseminada, generalizada, ou seja, que não é direta.

c) **Iluminação semi–indireta**: a maior parte do fluxo luminoso é transmitida da reflexão do teto e das paredes.

d) **Difusa**: decorrente do uso de lâmpadas difusoras

14.3 Índice de refletância das cores

As cores têm grande influência na iluminação, pois algumas delas possuem grande capacidade de refletir luz, enquanto outras a absorvem mais do que as refletem. O primeiro caso refere-se, por exemplo, à cor branca, enquanto que o segundo refere-se à cor preta. Assim, existe um índice que mede esta capacidade de refletância chamado de índice de refletância das cores. É importante o conhecimento deste índice, pois as cores das paredes do local de trabalho irão influenciar na avaliação do iluminamento, conforme aprenderemos na aula 15.

Na tabela14.1, temos os índices de refletância das cores segundo diferentes autores e métodos.

Tabela 14.1: Índice de refletância das cores

Cores de tintas	Método do papel branco %	Piloto Neto (1980) %	Santos *et al.* (1992)%	Castro *et al.* (2003)%
Branco	90	80	98	88
Amarelo claro	72,52	70	70	70
Laranja	57,79	50	50	51
Azul claro	54	50	50	41
Rosa	51,3	60	60	51
Verde claro	49,40	60	60	36
Lilás	37,8	38	40	-
Verde azulado	32,4	12	12	-
Verde máquina	31,5	25	25	17
Cinza escuro	20,7	30	31	28
Vermelho	16,02	17	7	30
Preto	3,08	0	-	4

Fonte: Okimoto, Marchi, Krüger (200-)

14.4 Normas aplicáveis

Você aprendeu que a NR-17, que trata de ergonomia, é aquela que estabelece os requisitos de segurança para a iluminação. Em seu item 17.5.3.3, ela define que os níveis mínimos de iluminamento a serem observados nos locais de trabalho são os valores de iluminâncias estabelecidos pela NBR 5413.

Assim, esta NBR, que trata da iluminância de interiores, deve ser utilizada como referência na avaliação do iluminamento. Na aula 15, mostraremos como fazer esta avaliação.

Nesta aula, você estudou que iluminação é uma condição de conforto, ou seja, um agente ergonômico regido pela NR-17 e não um agente físico. Você percebeu como a iluminação incorreta pode prejudicar o trabalho e as pessoas que o executam.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu sobre a iluminação, os tipos e efeitos na saúde do trabalhador.

Atividade de aprendizagem



- Você, ainda, não aprendeu como fazer a avaliação quantitativa de iluminamento nos locais de trabalho. Mas, aproveite para observar no seu polo, na sua sala de aula, quais são os tipos de iluminação existentes. Elas são do tipo artificial, natural, geral e/ou suplementar?

- Agora, de maneira qualitativa, você acredita que a iluminação lá presente está de acordo com a NBR 5413, ou seja, ela é apropriada para a atividade realizada, a de estudos? Você acha que se fosse fazer a medição do iluminamento, ela estaria conforme a NBR ou não? Por quê?

Aula 15 – Avaliação do Iluminamento

Nesta aula, você vai conhecer qual é o instrumento utilizado para fazer a medição do iluminamento e quais as técnicas corretas para isso. Você, também, vai aprender como realizar esta avaliação de acordo com o que estabelece a NBR 5413.

Você sabe o que é um luxímetro? É o equipamento utilizado na avaliação do iluminamento, vamos saber mais?

15.1 Equipamento de medição

O equipamento empregado na avaliação do iluminamento é o **luxímetro**, instrumento que possui uma fotocélula que deve estar corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência, conforme estabelece a NR-17.

Durante a medição, a luz incide sobre a fotocélula que funciona como um sensor. O estímulo gerado por este sensor é lido pelo medidor que fornece, então, o nível de iluminância na unidade de medida lux. Na figura 15.1, podemos visualizar um luxímetro.



Figura 15.1: Luxímetro
Fonte: http://en.wikipedia.org

15.2 Técnicas de medição

Alguns cuidados devem ser tomados para se obter uma leitura correta dos níveis de iluminamento, para isso devemos obedecer algumas técnicas de medição. Vejamos algumas delas (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

- O instrumento deve ser calibrado periodicamente por empresa idônea, para garantir a confiabilidade da medição.

a) A célula fotoelétrica deve ser exposta à luz por cinco ou quinze minutos antes de se iniciar o trabalho, para que o equipamento possa estabilizar.

Calibração de um instrumento são procedimentos realizados sob condições especificadas que permitem a confiabilidade da medição do aparelho, ou seja, garantem que o valor medido está dentro de um padrão aceitável, de forma que não inviabilize a avaliação realizada.

b) A fotocélula deve ficar paralela à superfície onde se desenvolve a tarefa visual.

c) O operador não deve criar sombras sobre a fotocélula e deve se posicionar de forma a não interferir na leitura.

d) As leituras devem ser feitas na pior situação, ou seja, em dias nublados ou em dias ensolarados caso haja muita reflexão de luz sobre os campos de trabalho, ou em ambientes sem a interferência de luz solar, para serem consideradas no levantamento as piores condições de iluminamento. Quando existirem atividades no ambiente analisado, as medições deverão ser realizadas à noite.

e) A NR-17 define que quando não puder ser definido o campo de trabalho, este deverá ser um plano horizontal a 0,75 metros do piso de forma que a leitura deverá ser realizada nesta posição.

15.3 Avaliação conforme NBR 5413

Neste momento, vamos mostrar como fazer a avaliação do iluminamento. Para isso, ensinaremos a você os procedimentos por meio de um exemplo didático. Como não podemos colocar todo o conteúdo da norma NBR 5413 nesta aula, cabe a você, estudante, consultá-la na sua integralidade.

A versão em vigor da NBR 5413 é a de 1992. Apesar das NBR serem normas que devem ser compradas para se obter o acesso, esta NBR, em específico, pode ser consultada no *site* da Universidade de Santa Catarina, pelo *link*: http://www.labcon.ufsc.br/anexos/13.pdf

É importante que você esteja sempre a par de qual é a versão das NBRs está em vigor, para não consultar uma norma ultrapassada. Você pode fazer esta consulta e adquirir as respectivas normas pelo *site* da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, cujo *link* é: http://www.abntcatalogo.com.br/default.aspx

Exemplo: Queremos verificar se o iluminamento de uma sala de usinagem de alta precisão onde são realizados trabalhos de ajuste está de acordo com o que prescreve a NBR 5413. Sabemos que as cores das paredes desta sala são marfim cuja refletância é de 71%. Os funcionários que ali trabalham tem a média de idade de 42 anos, e a precisão da tarefa é considerada crítica. Foi feita a medição do iluminamento utilizando-se um luxímetro e obteve-se a seguinte medida: 1200 lux. Precisamos, agora, verificar se esta medida está de acordo com o que estabelece a norma. Mas, como fazer esta análise?

De acordo com a NBR 5413, o uso adequado da iluminância específica é determinada por três fatores: idade, velocidade e precisão, e a refletância do fundo da tarefa conforme mostra a tabela 15.1.

Tabela 15.1: Fatores determinantes da iluminância adequada

Características da tarefa e do observador.	Peso		
	–1	0	+ 1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70 %	30 a 70 %	Inferior a 30 %

Fonte: NBR 5413 (1992)

Para realizar a análise, devemos respeitar o seguinte procedimento estabelecido pelo item 5.2.2 da NBR 5413:

a) Analisar cada característica para determinar o seu peso (–1, 0 ou +1).

b) Somar os três valores encontrados, algebricamente, considerando o sinal.

c) Usar a iluminância inferior do grupo quando o valor for igual a –2 ou –3; a iluminância superior quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média, nos outros casos.

Para o nosso exemplo da sala de usinagem, temos:

a) Determinação do peso de cada característica, conforme tabela 15.1:

Média de idade de 42 anos = Peso 0

Precisão da tarefa crítica = Peso +1

Refletância do fundo da tarefa, que se refere às paredes marfim da sala com índice de refletância de 71% =Peso -1

b) Somando os valores dos pesos temos: Soma = 0 +1 + (-1) = 0

c) Como a soma dos pesos é zero, devemos utilizar a iluminância média do grupo.

Vimos pelo cálculo anterior que devemos utilizar a iluminância média do grupo. Mas, qual é o nosso grupo? Na NBR 5413 existem diversos grupos de trabalho e tipos de atividade. No quadro 15.1, apresentamos diversos exemplos retirados desta norma, inclusive aquele que se aplica ao nosso exercício, que está destacado em negrito.

Quadro 15.1: Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço)

5.3.46 Indústrias de luvas	Cortes, prensagem, perfuração.... Confecção de malhas, bobinagem.... Costura, guarnecimento, inspeção....	750 – 1000 – 1500 300 – 500 – 750 1500 – 2000 – 3000
5.3.47 Indústria de materiais elétricos e telecomunicações	Impregnação..... Isolação ..... Enrolamento, bobinagem..... Ensaio, inspeção..... Trabalhos mecânicos e de montagem.....	150 – 200 – 300 300 – 500 - 750 300 - 500 – 750 300 – 500 – 750 (ver 5.3.33)
5.3.48 Indústria metalúrgica	Usinagem grosseira e trabalhos de ajustador..... Usinagem média e ajustador, trabalhos grosseiros de plainas, tornos e polimento.... Usinagem de precisão de trabalhos de ajustador, máquinas de precisão automática, plainamento, tornos de precisão e polimento de alta qualidade.... **Usinagem de alta precisão e trabalhos de ajustador.....**	150 – 200 – 300 300 – 500 – 750 750 – 1000 – 1500 **1500 – 2000 - 3000**

Fonte: NBR 5413 (1992)

Assim, de acordo com o nosso resultado, devemos utilizar como referência a iluminância média do grupo que é de 2000 lux. Percebemos, então, que os 1200 lux medidos por meio do luxímetro estão abaixo do valor mínimo recomendado pela norma, que é de 2000 lux. Logo, é necessária uma correção imediata neste ambiente de trabalho.

Nesta aula, você estudou sobre a avaliação do iluminamento nos locais de trabalho. Você aprendeu qual é o aparelho empregado na medição do iluminamento, quais as técnicas de medição adequadas e como fazer a avaliação de acordo com a norma NBR 5413.

Resumo

Nesta aula você estudou sobre:

- Iluminamento.
- Equipamento de medição: o luxímetro.
- Avaliação do iluminamento.

Atividade de aprendizagem



- Se você ou um de seus colegas tiver um luxímetro, ou conhecer alguém que tenha, pegue-o emprestado e aproveite para medir o nível de iluminamento da sua sala de aula no seu pólo. Após realizar a medição, verifique se o nível de iluminamento está de acordo com o que estabelece a NBR 5413.

  Agora que você já fez esta análise, aproveitamos para perguntar: você se lembra de que na atividade de aprendizagem da aula 14, nós questionamos o que você achava sobre o iluminamento da sua sala de aula? Você estava certo quanto a sua avaliação qualitativa? Sim ou não?

Aula 16 – Audição e Ouvido I

Nesta aula, vamos falar sobre o que é audição, a importância em nossa vida e como o ouvido se divide internamente. Aqui, você conhecerá termos novos relacionados ao ouvido e suas funções.

Você sabia que a audição é o sentido que nos permite aprender a falar? Interessante não é mesmo, vamos saber mais?

16.1 A audição

A audição é o sentido que nos permite aprender a falar. E tem mais, o ouvido está sempre alerta, mesmo quando você está dormindo! Procure lembrar quantas vezes já foi acordado por um barulho que veio da rua, dos vizinhos ou até mesmo da sua casa.



Figura 16.1: Menino que expressa som alto
Fonte: http://estudiarsonido.files.wordpress.com

O ouvido é um órgão bastante sensível, por isso é importante não assistirmos televisão com o volume alto ou ouvir música no último volume. Mesmo os aparelhos pessoais utilizados diretamente na orelha devem ficar em um volume tal que apenas você ouça, e não todos aqueles que estão ao seu redor.

Você sabia? Alguns profissionais da saúde e médicos que tratam problemas ligados à audição chamam esse órgão de ouvido, outros, de orelha, sem que isso comprometa qualquer entendimento referente a tal órgão.

16.2 O ouvido (orelha) internamente

Você já viu como é o ouvido por dentro? Antes de partirmos às explicações, veja a figura 16.2:

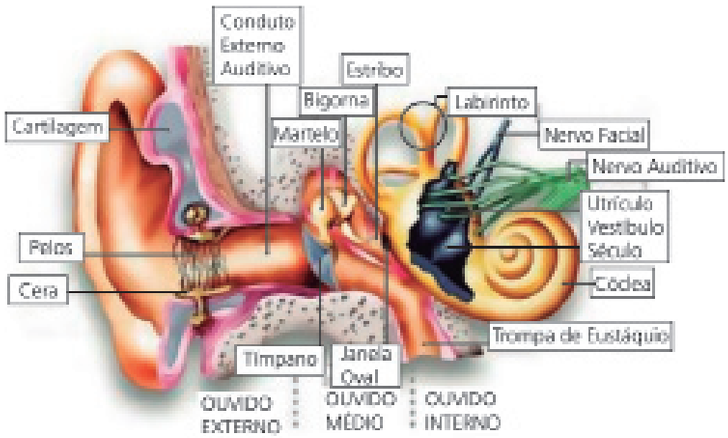


Figura 16.2: Ouvido
Fonte: Adaptado de http://ouvindomelhor.files.wordpress.com / IFPR.

Com a idade, o ouvido humano vai diminuindo sua capacidade de escutar, isto é, fica menos sensível aos sons, especialmente nas frequências mais altas. Abordaremos esse assunto na sequência do nosso livro. Mas, é importante você saber que dentro do ouvido existem cílios para nos proteger dos sons mais altos. Quando escutamos barulhos em volume excessivo, esses cílios podem se danificar para sempre e perder sua função. Isso pode levar à surdez. Mais à frente, você compreenderá melhor!

16.3 Divisão do ouvido humano

Preste atenção na figura 16.2. Na parte inferior verá que está escrito ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. Essas são as partes que compõem o ouvido, propriamente dito. Agora, vamos detalhá-las para ficar um pouco mais simples de compreender.

- **Ouvido externo**: é formado pelo pavilhão auricular e pelo canal auditivo. Esse canal, responsável pela amplificação e condução dos sons, compõe-se da membrana timpânica no fundo e é revestido de pelos e glândulas (NISHIDA, 2012). A figura 16.3 mostra claramente o pavilhão da orelha e o canal auditivo.

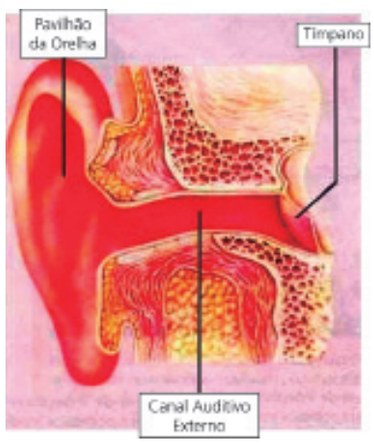


Figura 16.3: Ouvido externo
Fonte: http://www.portalsaofrancisco.com.br

- **Ouvido médio**: esta parte é composta por três pequenos ossos, bigorna, estribo e martelo que têm a capacidade de amplificar as vibrações em até 22 vezes (IIDA, 2005). Juntamente com a membrana timpânica, têm a função de formar uma audição perfeita. Sobre vibrações, você terá uma aula à parte.



Figura 16.4: Ouvido médio
Fonte: http://www.portalsaofrancisco.com.br

Você sabia? Os três ossos, chamados de ossículos, que fazem parte do ouvido médio, são os menores ossos do corpo humano (FERNANDES E QUEIROZ, 2010).

- **Ouvido interno**: também conhecido por labirinto, é formado pelo aparelho vestibular e pela cóclea. O labirinto é responsável pelo equilíbrio e a cóclea pela percepção dos sons (NISHIDA, 2012).

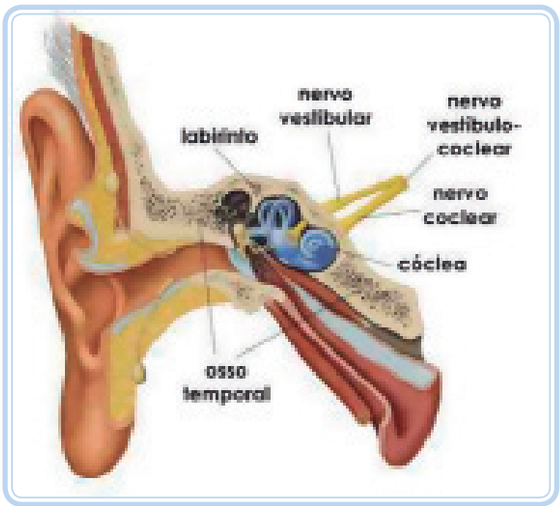


Figura 16.5: Labirinto, cóclea e nervo vestibular
Fonte: http://www.hipertrofia.org

O labirinto você já sabe o que é, vamos falar sobre a cóclea e sobre o aparelho ou nervo vestibular, ou ainda, vestíbulo. Apesar dos nomes diferentes, ficará mais fácil de compreender durante as aulas e os estudos. Devido à quantidade de informações novas, é bastante importante que você mantenha a atenção. Vamos às definições!

Primeiro vamos falar da cóclea. Olhe novamente a figura 16.5 e localize-a no desenho. A cóclea é o órgão que identifica e interpreta os sons (NISHIDA, 2012). É aí que estão as células sensíveis que captam as diferenças de

pressão que são transformadas em sinais elétricos. Esses sinais são transmitidos ao cérebro por meio do nervo auditivo e transformam-se em ondas sonoras (IIDA, 2005).

Perceberam como nosso ouvido é complexo? Já o nervo vestibular possui receptores responsáveis pela percepção da posição e dos movimentos da cabeça (NISHIDA, 2012). É fácil notar que todos os órgãos de nosso corpo estão interligados.

Você sabia? A cóclea mede de 30 a 35 mm e, também, é conhecida como caracol por ter seu formato praticamente igual ao do caramujo de jardim? (FERNANDES, 2002).

Na próxima aula, daremos continuidade a esse assunto, tamanha a sua complexidade.

Nesta aula, você conheceu um pouco da nossa audição, como o ouvido se divide. Aprendeu, também, a denominação e definição de alguns órgãos que fazem parte do ouvido. Não deixe de estudar!

Resumo

Estudamos nesta aula:

- O ouvido e suas partes internas e externas.



Atividade de aprendizagem

- Conforme vimos nesta aula, o ouvido, também chamado de orelha, tem várias partes e cada parte tem uma função. Leia essa aula mais uma vez e escreva as divisões internas do ouvido e suas funções. Esta atividade ajudará você a gravar mais facilmente o que estudou.

Aula 17 – Audição e Ouvido II

Nesta aula, vamos abordar mais algumas partes que fazem parte de nosso ouvido e completam nossa audição. Aqui, você terá um pouco mais de detalhamento sobre o assunto.

17.1 O ouvido e seus cílios

Você lembra que na aula anterior falamos sobre o ouvido e suas divisões. Dissemos que sua função é captar e converter as ondas de pressão em sinais elétricos e transmiti-los ao cérebro para produzir as sensações sonoras. Fernandes (2002) afirma que o ouvido é a estrutura mecânica mais sensível do nosso corpo. Com certeza, lembra, também, que a cóclea é o órgão que identifica e interpreta os sons. Mas, agora, vamos falar mais sobre esse órgão de formato espiral que lembra um caracol. Situado nesse tal caracol, há o órgão de Corti e nele estão células sensíveis chamadas ciliadas.



Figura 17.1: Células ciliadas da cóclea
Fonte: http://desculpenaoouvi.laklobato.com

As células ciliadas possuem prolongamentos que se parecem com pelos e são elas que convertem os sons em sinais elétricos.

As células ciliadas, que você vê na figura 17.2, reagem a frequências diferentes do som e, em forma de impulsos nervosos, chegam ao cérebro por meio do nervo acústico. Como falamos rapidamente na aula anterior, o ruído intenso pode danificar as células ciliadas para sempre. São diferentes do nosso cabelo, por exemplo, que crescem constantemente. A exposição contínua a ruídos intensos prejudica a audição e pode levar à surdez.

Sobre frequência, não se preocupe que falaremos mais adiante.

Você sabia? A surdez provocada por exposição contínua ao ruído é irreversível.

17.2 O aparelho vestibular

Também, já falamos sobre o nervo vestibular e suas funções, mas é preciso que você tenha uma compreensão maior em relação ao que apresentamos até agora.

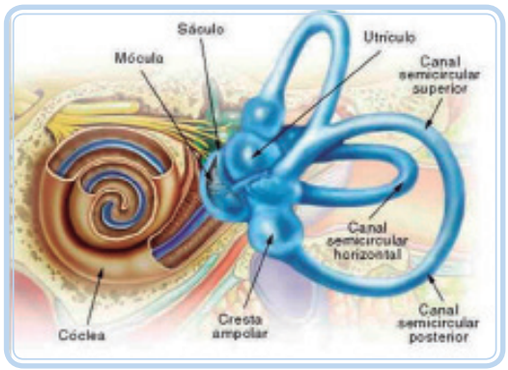


Figura 17.2: Sáculo e utrículo
Fonte: http://www.portalsaofrancisco.com.br

O sistema vestibular é formado por canais semicirculares e duas cavidades chamadas de sáculo e utrículo (IIDA, 2005). O sistema passa informações para o Sistema Nervoso Central de nosso corpo, conhecido também como SNC, sobre a posição da cabeça e seus movimentos (NISHIDA, 2012). Essas duas cavidades são formadas por células nervosas que têm na extremidade pesos, parecidos com cabeça de alfinete e que detectam a posição da cabeça em relação a vertical. Já os canais semicirculares respondem à aceleração e desaceleração do corpo em todas as direções (IIDA, 2005).

De forma resumida, fica mais simples se você entender que o aparelho vestibular é responsável em manter nossa postura ereta, em poder movimentar-se sem cair e em perceber a aceleração ou desaceleração do corpo em qualquer direção, independentemente do auxílio dos olhos (IIDA, 2005).

Ao finalizarmos esta aula, você entendeu a importância do Órgão de Corti para o nosso corpo, especialmente para os nossos movimentos.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu que o órgão de Corti faz parte da cóclea e que as cavidades sáculo e utrículo pertencem ao aparelho vestibular.

Atividade de aprendizagem

- Conforme você pôde perceber nesta aula, o ouvido é um órgão bastante complexo. Para relembrar o que viu nas aulas 16 e 17, relacione a cóclea e o sistema vestibular à divisão do ouvido a que pertencem e descreva suas funções.

Aula 18 – Ondas Sonoras

Nesta aula, falaremos sobre as ondas sonoras, como se formam e como se propagam.

Falaremos sobre o som e suas qualidades fisiológicas, sobre frequência e outras grandezas. O assunto é um pouco complexo, mas vamos apresentá-lo da forma mais simples possível!

18.1 O que é onda sonora?

Onda sonora é uma variação de pressão, segundo Acioli (1994), que se propaga no ar ou em qualquer outro meio. É o valor da pressão que oscila, isto é, às vezes é mais alto, às vezes é mais baixo. Essa oscilação tem a forma de onda. Veja a figura 18.1 que você vai compreender melhor!

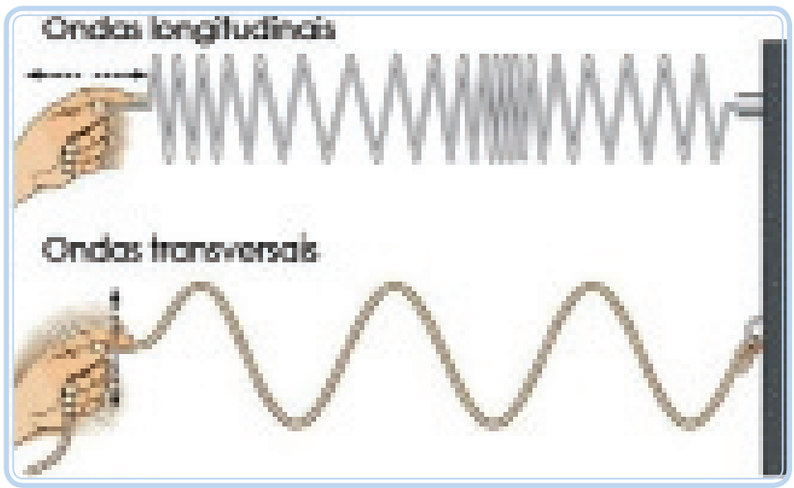


Figura 18.1 Ondas sonoras
Fonte: http://www.explicatorium.com/

Observe com atenção no desenho, as ondas longitudinais e as ondas transversais. Nas longitudinais, a vibração ocorre no mesmo sentido do movimento. Nas transversais, a vibração forma um ângulo de 90o (ângulo reto) com a direção em que a onda se propaga. Veja o movimento das mãos na figura 18.1. Sobre vibração, estudaremos uma aula a parte!

18.2 O som

Quando falamos em som, imediatamente pensamos em música, mas nem sempre o som é algo que nos agrada. Muitas vezes, o que achamos mesmo é um tremendo barulho e, quando usamos essa conotação, é porque estamos nos sentindo incomodados. Então, se é assim, você sabe dizer o significado de som, de barulho e até mesmo de ruído, certo? Se não sabe, vamos ajudá-lo!



Figura 18.2: Som agradável
Fonte: Imagem cortesia de David Castillo Dominici/Free Digital Photos.net

Som, de acordo com Braga *et al.* (2002), é o resultado da vibração acústica que produz uma sensação auditiva. O barulho é um som indesejável. E o ruído? Bem, o ruído veremos mais a frente!

18.3 Como se propaga o som

O som é energia mecânica. Pode se propagar em meio sólido, líquido ou gasoso e em velocidades diferentes dependendo do meio, mas não se propaga no vácuo. Apenas para você relembrar, energia mecânica é a energia que produz trabalho, por exemplo, dois objetos quando friccionados um contra o outro fazem barulho. Isso é energia mecânica.

Você sabia? O som se propaga mais rápido em meio sólido porque as partículas estão mais próximas.

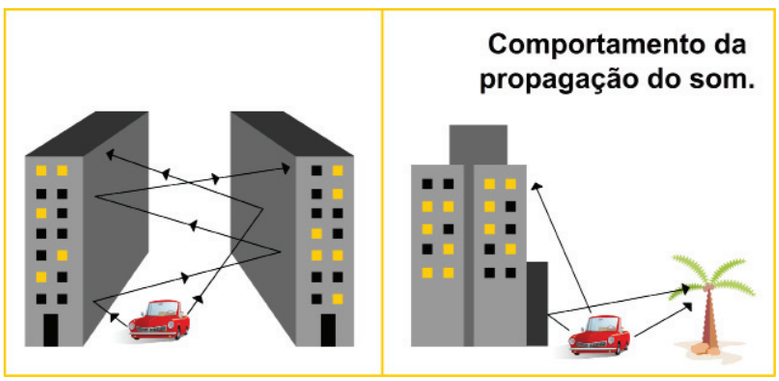


Figura 18.3: Comportamento da propagação do som
Fonte: Adaptado de http://www.acousticline.com.brDigital Photos.net

18.4 Qualidades fisiológicas do som

As qualidades fisiológicas do som são divididas em intensidade, altura e timbre. A intensidade faz com que você diferencie um som forte de um fraco. Um bom exemplo ocorre no trânsito com as buzinas dos veículos, normalmente, o som que emitem é bem forte. A segunda qualidade, a altura, mostra quando o som é alto e quando é baixo. O som alto é agudo e de alta frequência, já o baixo é grave e de baixa frequência. E o timbre? Timbre nada mais é do que ouvir sons que vêm de fontes diferentes e saber diferenciá-los. Por exemplo, ouvir instrumentos musicais. Somos capazes de perceber o som vindo do piano e do violino, diferenciando um do outro mesmo que estejam na mesma altura e na mesma intensidade. Veja no quadro 18.1, como fica fácil de entender:

Quadro 18.1: Qualidades fisiológicas do som

Som alto	Som de alta frequência	Som agudo
Som baixo	Som de baixa frequência	Som grave

Fonte: Elaborado pelas autoras

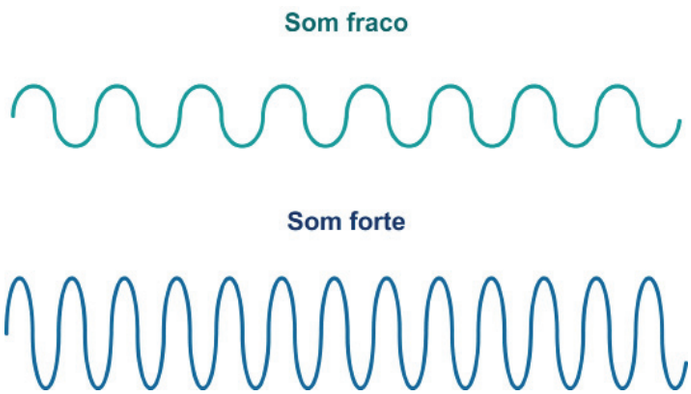


Figura 18.4: O som
Fonte: Adaptado de http://alfaconnection.net

18.5 A frequência sonora

Já falamos, algumas vezes, sobre frequência, mas agora é o melhor momento para você saber o que significa. De acordo com o SESI (2007), frequência é o número de vezes que a oscilação se repete em uma unidade de tempo e é expressa na unidade Hertz. Um ciclo equivale a uma oscilação completa. Quando falamos em perda auditiva, falamos que o processo de perda da audição se inicia nas frequências mais altas, isto é, deixamos de ouvir inicialmente os sons mais agudos.

18.6 Outras grandezas e definições

Antes de falarmos sobre ruído, é fundamental você saber mais algumas definições, pois isso o ajudará a compreender melhor o assunto. Vamos a elas:

a) **Amplitude**: representada pela letra "A", é o máximo valor atingido pela pressão sonora (SESI, 2007).

b) **Comprimento de onda**: representado pela letra do alfabeto grego "λ" (lê-se lambda), é definido como a distância percorrida para que a oscilação repita o ciclo (SESI, 2007).

c) **Período**: representado pela letra T, é o tempo gasto para um ciclo estar completo (SESI, 2007).

d) **Tom puro**: é o som de uma frequência só, como o diapasão que você vê na figura 18.6 (SESI, 2007).

Diapasão é um objeto metálico usado para afinar instrumentos musicais parecido com a letra "Y" (http://www.dicionarioinformal.com.br)



Figura 18.5: Diapasão
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Nesta aula, falamos sobre ondas sonoras e como se propagam. Definimos frequência e outras grandezas e ainda falamos sobre o som e suas qualidades fisiológicas.

Resumo

Nesta aula vimos:

- O que são ondas sonoras.
- As diferenças entre som e barulho.
- As formas de propagação do som.

Atividade de aprendizagem

- Quando definimos tom puro, citamos como exemplo o diapasão. Pesquise de que forma esse objeto funciona e como deve ser utilizado.

Aula 19 – Ruído

Nesta aula, vamos definir ruído e apresentar novas informações. Você saberá quais são os efeitos do ruído na saúde do homem, aprenderá o que é ruído contínuo e intermitente e ruído de impacto.

São várias as definições para o ruído, mas todas têm o mesmo significado. Vamos saber mais?

19.1 Definição de ruído

Ao buscar as normas, você terá uma definição mais técnica sobre o ruído; se der uma olhada nos livros, talvez encontre um significado mais amplo. Aqui, como nosso interesse está focado na Higiene Ocupacional, vamos adotar o seguinte conceito: ruído, segundo Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012), é o fenômeno físico vibratório que apresenta características indefinidas de variação de pressão em função da frequência. Frequência, você já viu na aula18, está lembrado? Outro conceito, segundo SESI (2007), apresenta o ruído como um conjunto de tons não coordenados que causam incômodo e desconforto. Pense sempre, quando falarmos em ruído, estaremos nos referindo a um som que nos incomoda.

19.2 Os efeitos do ruído na saúde do homem

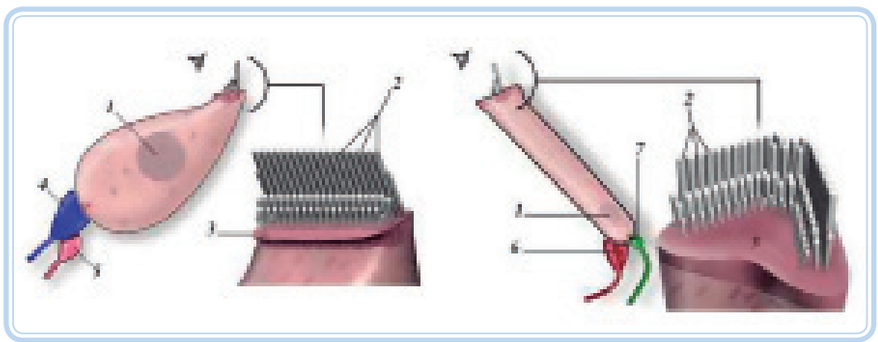
Muitos indivíduos, que trabalham constantemente com serra circular, betoneira, furadeira e outros equipamentos industriais sem o uso de protetores auriculares, apresentam problemas de audição. Alguns não usam os protetores por falta de conhecimento, outros por acharem incômodo. Mas, talvez, o que vocês ainda não saibam futuros profissionais da segurança do trabalho, é que a surdez ocasionada por ruído é uma doença irreversível.

Além da surdez profissional, que é um efeito auditivo, existem os efeitos não auditivos que provocam irritação, dores de cabeça, dificuldade de sono, zumbido no ouvido e outros. Vamos falar separadamente sobre cada um.

19.2.1 Efeitos auditivos

Os efeitos auditivos são a surdez profissional e a surdez temporária. Temporária não quer dizer que a surdez seja reversível. Esse é um detalhe bastante importante. Os efeitos imediatos do ruído são leves, mas um dos mais graves, a surdez, aparece com o tempo e, ainda, pode trazer desequilíbrios psíquicos e doenças físicas degenerativas (SOUZA, 1992). Lembra quando falamos sobre as células ciliadas? Nesse tipo de surdez as células não se recuperam.

Outro efeito auditivo, a surdez temporária, acontece de forma diferente. Ocorre devido à fadiga auditiva depois de uma exposição por longo período a altos níveis de ruído, mas se recupera após o descanso (BREVIGLIERO, POSSEBON e SPINELLI, 2012). Aqui, as células ciliadas não são danificadas.



1. Núcleo 2. Cílios 3. Placa cuticular 4,5,6 e 7. Extremidade de nervos
Figura 19.1: Detalhe das células ciliadas da cóclea em ouvido saudável
Fonte: Adaptado de http://www.portalsaofrancisco.com.br

19.2.2 Efeitos não auditivos

Como efeitos não auditivos estão aqueles que afetam o ser humano fisiológica e psicologicamente. Além dos que citamos no item 19.2, existem outros, como a alteração do humor, doenças do coração, hipertensão. Todos são problemas causados pelo ruído excessivo e que podem, sem dúvida, afetar a vida do trabalhador para sempre.

19.3 Ruído contínuo ou intermitente

Apesar de você já ter tratado limite de tolerância na aula 6, não custa relembrar. Segundo a NR 15, limite de tolerância é a concentração ou intensidade máxima ou mínima relacionada à natureza e tempo de exposição ao agente, no nosso caso, o ruído que não causará dano à saúde do trabalhador durante a jornada de trabalho. Tal norma define ruído contínuo ou intermitente como o ruído que não é de impacto.

A norma de higiene ocupacional da Fundacentro – NHO 01 define como todo e qualquer ruído que não se classifica como impulsivo ou de impacto.

19.4 Ruído de impacto

De acordo com a NR -15 e com a NHO 01, ruído de impacto é aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo. As pistolas para fixar placas de gesso são bom exemplo de ruído de impacto.



Figura 19.2: Pistola de fixação para placa de gesso
Fonte: http://gessocasa.com

19.5 Outras definições importantes

Como você está vendo há muitos assuntos que fazem parte do estudo do ruído. Neste tópico, traremos mais algumas definições baseadas na NHO 01 que serão úteis no decorrer das próximas aulas, especialmente no estudo dessa norma e na sua atuação profissional.

a) **Dose**: parâmetro utilizado para caracterizar a exposição ocupacional ao ruído. Expresso em porcentagem, tem por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida definida com base em parâmetros pré-estabelecidos.

b) **Dose diária (D)**: dose referente à jornada diária de trabalho.

c) **Incremento de duplicação de dose (q)**: expresso em decibéis e quando adicionado a um determinado nível implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

d) **Limite de exposição (LE)**: é o parâmetro de exposição ocupacional que mostra as condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa ser exposta repetidamente, sem que isso traga efeitos negativos a sua audição e a sua fala.

e) **Nível equivalente (Neq)**: nível médio baseado na equivalência de energia sonora.

f) **Nível de Exposição (NE)**: nível médio representativo da exposição ocupacional diária.

Acesse o endereço: http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/Publicacao/NHO01.pdf e faça o download gratuito da NHO 01. Você encontrará mais informações e explicações sobre o ruído ocupacional.

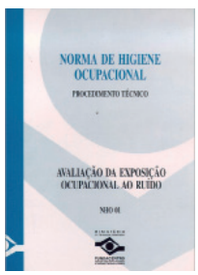


Figura 19.3: NHO 01 – Fundacentro
Fonte: http://2.bp.blogspot.com

Nesta aula, você aprendeu as definições de ruído e as reações na saúde humana quando há exposição excessiva. Abordamos a NR 15 e a NHO 01. Lembre-se de fazer o download da norma da Fundacentro, como sugerimos.

Resumo

Vimos nesta aula:

- O que é ruído.
- Os efeitos do ruído para saúde do homem.
- As diferenças entre ruído contínuo ou intermitente.



Atividade de aprendizagem

- Converse com seus colegas sobre o assunto da aula, e troquem informações sobre como cada um já enfrentou situações barulhentas, seja no trabalho, nas ruas ou até mesmo em festas. Pergunte como se sentiram no dia seguinte após a exposição (se dormiram bem, se o dia de trabalho foi bom ou se estavam com o raciocínio mais lento...). Anote as informações coletadas.

Aula 20 – Avaliação do Ruído I

Nesta aula, você vai aprender como se faz a medição de ruído de equipamentos trabalhando com a soma de níveis e utilizando o ruído de fundo.

Já definimos ruído, você aprendeu a diferenciar ruído contínuo ou intermitente de ruído de impacto e, também, sabe como a saúde do trabalhador reage a exposições sonoras excessivas. Dissemos, na aula 16, que o ouvido humano é bastante sensível em detectar pressões sonoras, lembra-se? Por esse motivo, quando falamos em medição de ruído, expressamos o resultado em decibel (dB), que é uma escala logarítmica e não uma unidade (BREVIGLIERO, POSSEBON e SPINELLI, 2012 e SESI, 2007).

Observando a figura 20.1, você consegue notar que a escala inicia no valor 0 (zero), convencionado como o limiar (limite) da audibilidade do ouvido humano e termina em 140 dB, convencionado como limiar da dor.

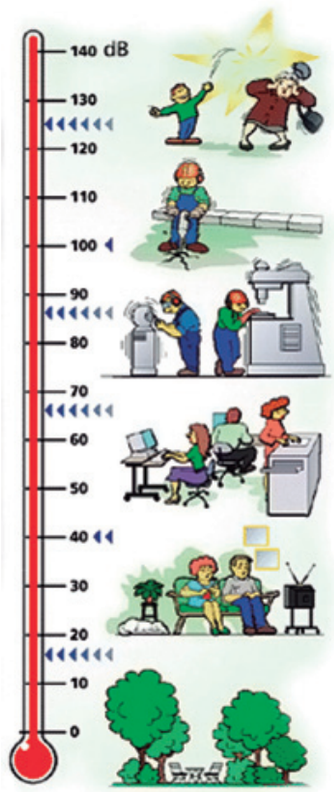


Figura 20.1: Níveis de pressão sonora em dB
Fonte: http://www.resound.com

20.1 Nível de pressão sonora

Agora que você já sabe que utilizamos o dB para medição do ruído, vamos à seguinte expressão que define o decibel:

$$L=20 \log P/P_0$$

Onde:

L = nível de pressão sonora em dB

P_0 = pressão sonora de referência (20 μPa, por convenção)

P = pressão sonora encontrada no ambiente

Provavelmente, você está se perguntando como surgiu o valor de 20 μPa para P_0. A capacidade de audição humana vai de 20 μPa até 200 Pa e é impossível haver aparelhos que detectem tamanha variação (SESI, 2007).

20.2 Somando os níveis sonoros

Agora, você irá aprender como somar dois níveis de ruído em dB. Lembre-se de que o decibel não é linear, portanto não podemos somar valores como uma simples operação matemática onde 1+1 = 2. Para tornar nosso cálculo mais prático e rápido, vamos ensinar você a usar tabelas e diagramas. Observe as duas colunas da tabela abaixo. A da esquerda mostra a diferença entre os níveis e, a da direita, a quantidade que deve ser adicionada ao maior nível. Tenha em mente que para diferenças acima de 15, prevalecerá o maior valor. Você compreenderá melhor com o exercício que faremos.

Quadro 20.1: Quadro de combinação de valores (dB)

Diferença entre níveis (dB)	Parcela somada ao maior nível
0	3,0
0,5	2,8
1,0	2,6
1,5	2,3
2,0	2,2
2,5	2,0
3,0	1,8
4,0	1,5
5,0	1,2
7,0	0,8
8,0	0,6
9,0	0,5
10	0,4
11	0,3
12	0,3
13	0,2
14	0,2
15	0,2

Fonte: Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012)

Exercício resolvido 1

Dois equipamentos estão sendo utilizados em uma indústria. Um deles com Nível de Pressão Sonora (NPS) de 85 dB e o outro 82 dB. Qual o total?

NPS 1 = 85 dB NPS 2 = 82 dB

O primeiro passo é encontrar a diferença entre os dois níveis, neste caso, 3,0 dB, certo? Agora, procure, na tabela acima, esse valor na coluna da esquerda e em seguida veja na coluna da direita a quantidade a ser adicionada ao maior nível. Se você encontrou 1,8 dB, está certo! Acrescente esse valor a 85 dB, que é o maior nível, e você vai obter o NPS total de 86,8 dB. Acompanhe:

85 dB + 1,8 dB = 86,8 dB = NPS total

Há, ainda, outra maneira de se calcular nível de pressão sonora total. Olhe o seguinte gráfico com atenção. Perceba que no eixo horizontal marcamos a diferença entre os níveis dos dois equipamentos. Feito isso, subimos até encontrar a curva. Nesse ponto traçamos uma linha que vai encontrar o eixo vertical em outro ponto. Esse ponto mostra o valor que se deve acrescentar ao maior nível (BRÜEL & KJAER, 2002).

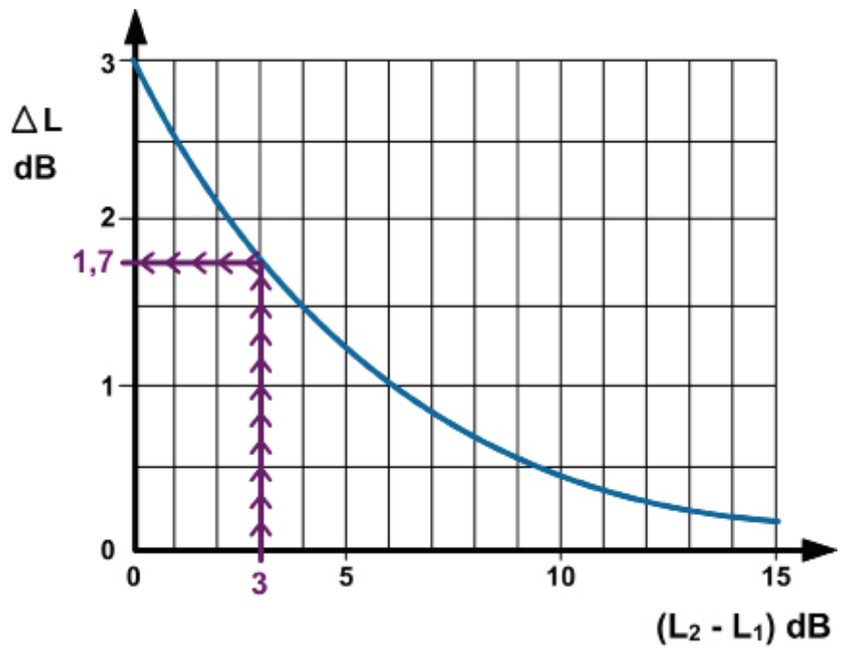


Figura 20.2: Diagrama de soma de níveis sonoros
Fonte: Adaptado de Bruel&Kjaer, 2002

Você notou que usando o gráfico, deu uma pequena diferença de 0,01 dB? Isso pode ocorrer sim, pois estamos trabalhando com aproximações. Qualquer um dos resultados está correto, pois são, praticamente, iguais.

85 dB + 1,7 dB = 86,7 dB = NPS total

Quadro 20.2: Frequências que alguns animais conseguem ouvir

Animal	Mínimo (Hz)	Máximo (Hz)
Elefante	20	10.000
Pássaro	100	15.000
Gato	30	45.000
Cão	20	30.000
Chimpanzé	100	30.000
Baleia	40	80.000
Aranha	20	45.000
Morcego	20	160.000

Fonte: http://telecom.inescn.pt

E quanto o homem consegue ouvir, você deve estar se perguntando! A faixa de frequências ou faixa audível a que o ouvido humano responde varia entre 16-20 Hz e 16-20 KHz (SESI, 2007). Também podemos expressar como variando entre 16-20 Hz e 16.000 – 20.000 Hz.

Os cálculos que acabamos de fazer nos informaram o nível de pressão sonora para equipamentos trabalhando ao mesmo tempo. E se você quiser obter o NPS de uma máquina apenas, como fará?

20.3 Subtraindo os níveis sonoros

Já ouviu falar em ruído de fundo? Quando queremos saber o NPS de um equipamento somente, o ruído emitido por todos os outros equipamentos chama-se ruído de fundo. Veja o exercício abaixo.

Exercício resolvido 2

Você precisa saber quanto de ruído determinado equipamento emite. Esse equipamento trabalha juntamente com outros no local.

Primeiramente, você medirá o ruído total, ou seja, da máquina que você quer saber o NPS e de todas as outras funcionando. Em seguida, você medirá o ru-

ído com a máquina desligada e as outras funcionando. Calcula-se a diferença entre as duas medições. Vamos praticar segundo a sequência.

A primeira medição foi de **60 dB** (ruído total) e a segunda de **53 dB** (ruído de fundo). Então, a diferença entre os dois é de **7 dB**. No gráfico abaixo, marcamos 7 dB e procedemos da mesma maneira como no **exercício resolvido 1.** Encontramos um valor de correção de 1dB. Então, o NPS da máquina solicitada é de **59 dB**:

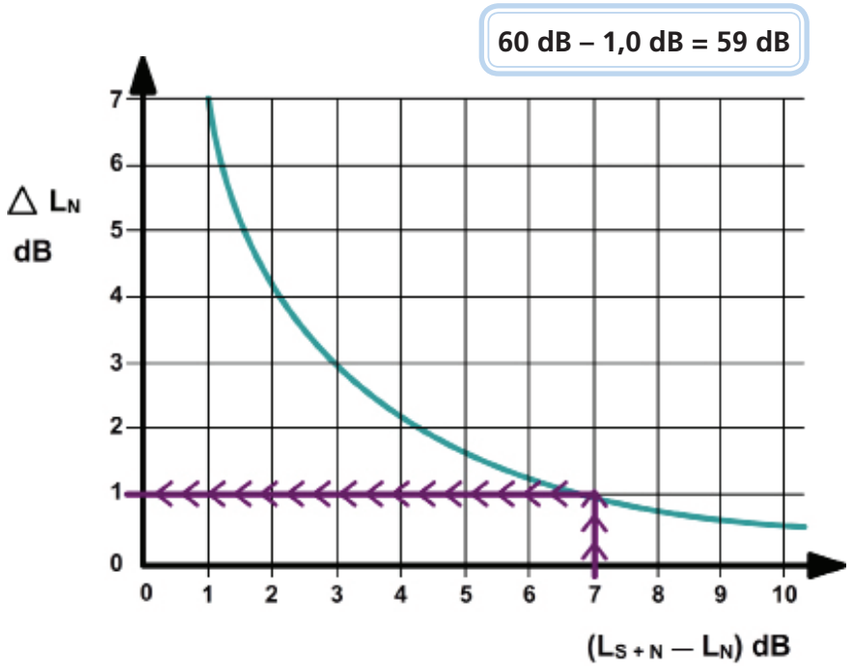


Figura 20.3: Diagrama para ruído de fundo
Fonte: Adaptado de http://pt.scribd.com

Se a diferença entre as duas leituras for **abaixo de 3 dB**, o nível de ruído de fundo é muito alto para se obter a medição exata. Se for **entre 3 e 10 dB**, é necessária a correção, mas se a diferença for **acima de 10 dB**, não precisa de correção.

Nessa aula, você aprendeu a fazer os cálculos para encontrar o nível de pressão sonora de determinada máquina. Sabe realizar a medição, inclusive, quando há muitos equipamentos trabalhando no mesmo local.a jornada de trabalho. Tal norma define ruído contínuo ou intermitente como o ruído que não é de impacto.

Resumo

Vimos nesta aula:

- Os níveis de pressão sonora e seus cálculos

Atividade de aprendizagem

- Você soube que em uma indústria próxima a sua casa, os vizinhos estão reclamando do excesso de barulho. Como sabem que você é profissional na área de segurança do trabalho, chamaram-no para realizar algumas medições de ruído. Nessa indústria, várias máquinas trabalham ao mesmo tempo, mas uma delas emite um ruído acima das outras. Descreva como você fará para descobrir o NPS dessa máquina? Lembre-se de que nessa situação há o ruído de fundo.

Aula 21 – Avaliação do Ruído II

Nesta aula, daremos continuidade à avaliação de ruído. Falaremos sobre dose, dosímetro, aparelhos de medição, curvas de ponderação, NR 15 e NHO 01 e limites de tolerância. Você verá, também, as medidas de controle do ruído.

Vocês já sabem que existem faixas de frequência quando falamos em medição de ruído, certo? Mas, será que você sabe que o nosso ouvido responde diferentemente para cada frequência?

21.1 Curvas de ponderação

Com fundamento em estudos de audibilidade (SALIBA, 2011), foram desenvolvidas as curvas de compensação ou ponderação para simular como nosso ouvido reage nas variadas frequências.

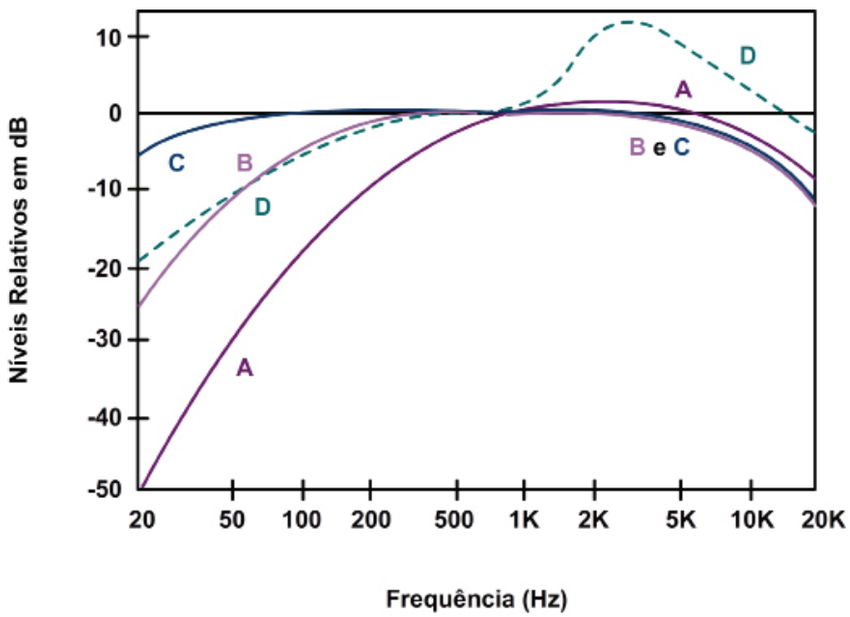


Figura 21.1: Curvas de compensação de ruído
Fonte: Adaptado de http://www.ufrn.br

Das quatro curvas A, B, C e D, a mais usada é a A, pois é a que mais se assemelha à resposta do nosso ouvido. Isso é válido tanto para ruído contínuo e intermitente quanto para ruído de impacto.

21.2 Dose

Na aula 19, você aprendeu a definição de dose, mas não custa recordar. Dose é o parâmetro utilizado para caracterizar a exposição ocupacional ao ruído. Expresso em porcentagem, tem por referência o valor máximo da energia sonora diária admitida definida com base em parâmetros pré-estabelecidos (FUNDACENTRO, 2001). Diversas vezes a exposição ao ruído (SALIBA, 2011) é composta de dois ou mais períodos de diferentes níveis de pressão sonora. Para essas situações serão considerados os efeitos combinados, como está no anexo 1 da NR 15.

$$C_1/T_1 + C_2/T_2 + C_3/T_3 \ldots\ldots\ldots\ldots Cn/Tn \leq 1$$

Onde:

Cn = tempo total de exposição a um nível específico

Tn = duração total permitida a esse nível

Normalmente, usamos um dosímetro para esse tipo de medição. O resultado é muito mais preciso, não podendo ultrapassar 100%. Outro ponto a ser considerado refere-se ao incremento de duplicação da dose "q". De acordo com a Fundacentro (2001), o incremento em decibéis, quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido. A Fundacentro utiliza q = 3 e a NR 15 q = 5. A diferença parece pouca, mas veja o que acontece se compararmos as duas normas:

Tabela 21.1: Comparação dos tempos de exposição NR 15 e NHO 01

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível NR 15	Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível (minutos) NHO01
_____	_____	80	1.523,90
_____	_____	81	1209,52
_____	_____	82	960,00
_____	_____	83	761,95
_____	_____	84	604,76

Continuação da Tabela 21.1: Comparação dos tempos de exposição NR 15 e NHO 01

85	**8 horas**	**85**	**480,00 (8 horas)**
86	7 horas	86	380,97
87	6 horas	87	302,38
88	5 horas	**88**	**240,00 (4 horas)**
89	4 horas e 30 minutos	89	190,48
90	**4 horas**	90	151,19
91	3 horas e 30 minutos	91	120,00
92	3 horas	92	95,24
93	2 horas e 40 minutos	93	75,59

Fonte: Adaptado de STUMM(2006)

Observe que percebemos a diferença quanto ao incremento de dose a partir de 90 dB(A) para NR 15 e 88 dB(A) para NHO 01. As duas normas permitem exposição máxima diária de 8 horas a um nível de 85 dB(A). Esse valor é o limite de exposição ocupacional diária, tanto para NR 15 quanto para NHO 01. Agora, se você observar, verá que para 90 dB(A) na NR 15, o tempo de exposição máximo permitido é de 4 horas, isto é, para incremento de dose "q" igual a 5, o tempo diminui à metade. Exemplificando, na tabela, somando-se 5 a 85 dB(A), obtém-se 90 dB(A) e percebe-se que o tempo passa de 8 para 4 horas de exposição. Na NHO 01, adicionando-se a 85 dB(A) o incremento de dose "q" igual a 3, obtém-se 88 dB(A), ou seja, o tempo permissível diminui à metade nesse nível, de 8 passa a ser de 4 horas. Por esse motivo a NHO 01 protege mais o trabalhador em relação à NR 15, preservando sua saúde (STUMM, 2006). A NHO 01 usa critérios mais rigorosos e parâmetros internacionais, mas o Brasil segue o estabelecido na NR 15.

21.3 Limite de tolerância

A NR 15 define limite de tolerância à 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 sua vida laboral. A *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* – ACGIH (2009) apresenta limite de tolerância como as condições às quais se acredita que a maioria dos trabalhadores expostos repetidamente não sofra efeitos adversos a sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal.

Tabela 21.2: Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de RUÍDO dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: NR 15, Anexo 1

Para o ruído de impacto, o limite de tolerância é de 130 dB (linear), mas entre os intervalos dos picos analisa-se o ruído existente como ruído contínuo.

21.4 Avaliação do ruído

Segundo Saliba (2011), existem alguns objetivos a serem atingidos quando se deseja fazer uma avaliação: avaliação ocupacional, caracterização de insalubridade, caracterização da aposentadoria especial, conforto e perturbação do sossego público.

A avaliação ocupacional é feita conforme determina a NR 15, com um medidor de pressão sonora na curva "A" para ruído contínuo e intermitente e na curva "C" ou linear para ruído de impacto. Nos intervalos entre os picos do ruído de impacto, o ruído existente deverá ser avaliado como contínuo.

21.5 Equipamentos de medição de ruído

Dependendo do tipo de medição que você precise fazer, há sempre um medidor de pressão sonora específico. O dosímetro, por exemplo, é um medidor integrador de uso pessoal que fornece a dose da exposição ocupacional de ruído (FUNDACENTRO, 2001). Para essa avaliação utiliza-se a NHO 01 da Fundacentro, seguindo as recomendações descritas na norma. A norma da Fundacentro recomenda a ANSI SI.25-1991 ou as revisões posteriores.



Figura 21.2: Dosímetro de ruído Bruel&Kjaer
Fonte: http://www.nvms.com.au

Você pode obter a NHO 01 diretamente no endereço eletrônico da Fundacentro, (**http://www.fundacentro.gov.br/dominios/ctn/anexos/Publicacao/NHO01.pdf**), como dissemos na aula 19, lembra?

Outro equipamento de medição bastante usado é o medidor de pressão sonora, portado pelo avaliador. Para medição dos níveis de ruído contínuo e intermitente, deixamos o equipamento no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta, conhecido como slow. Se como resultado da medição você obtiver um valor intermediário, ou seja, entre dois valores, deverá adotar o valor da máxima exposição diária permissível, relativo ao nível imediatamente mais elevado. Da mesma forma para ruído de impacto, se for encontrado um nível de ruído intermediário, deve-se considerar a máxima exposição diária permissível relativa ao nível imediatamente mais elevado.



Figura 21.3: Medidores de pressão sonora Bruel&Kjaer
Fonte: http://www.nvms.com.au

O primeiro instrumento para medição acústica foi construído em 1822 por Lord Rayleigh (SCHAFER, 1997).

21.6 Medidas de controle

Aplicamos as medidas de controle do ruído inicialmente na fonte, depois na trajetória e por último no trabalhador. Na fonte, solução sempre mais recomendada quando é tecnicamente viável, alguns exemplos podem ser citados: substituir o equipamento atual por um mais silencioso, balancear e equilibrar as partes móveis, reduzir impactos , aplicar materiais que reduzam as vibrações, regular motores e vários outros. Se nada disso for possível, parte-se para o controle na trajetória. Um exemplo seria instalar materiais porosos que absorvem melhor o som. E, por último, adotar medidas que protejam o trabalhador, como: limitar o tempo de exposição, fornecer protetores auriculares.

Nesta aula, você viu a comparação entre a NR 15 e a NHO 01 e porque a NHO 01 é mais benéfica para o trabalhador. Vimos, também, os limites de tolerância, os equipamentos utilizados para medição do ruído e as medidas de controle.

Resumo

Vimos nesta aula:

- As curvas de compensação A, B, C e D.
- O dosímetro.
- Os limites de tolerância e as medidas de controle.

Anotações

Aula 22 – Vibração

Nesta aula, você estudará vibração do ponto de vista da saúde ocupacional. Falaremos o que é vibração, os tipos que existem e dos efeitos à saúde humana.

Quando se fala em vibração, imediatamente pensamos em um corpo tremendo como se estivesse encerando um piso com uma enceradeira potente. Às vezes, vibra o corpo inteiro, às vezes, somente mãos e braços. Portanto, quando for avaliar vibrações lembre-se de que podem ser ou de corpo inteiro, ou localizada.

22.1 Introdução

As vibrações são fenômenos físicos, conforme Schultes e Simões (2010), com parâmetros específicos que interessam à Higiene Ocupacional. Um corpo vibra quando realiza um movimento oscilatório em relação a um corpo de referência (BREVIGLIERO, POSSEBON E SPINELLI, 2012). O número de ciclos do movimento por segundo é denominado frequência e sua unidade é o Hertz (Hz). Você viu isso quando estudou ruído, está lembrado?

No estudo das vibrações devem ser avaliados o deslocamento, a velocidade e a aceleração.

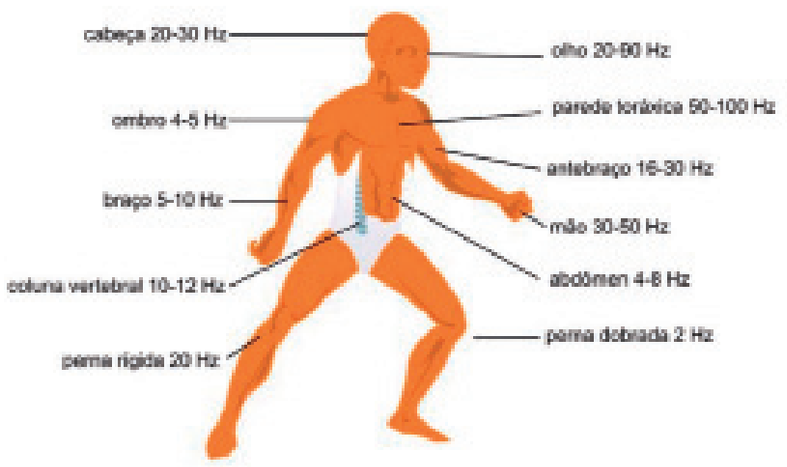


Figura 22.1 Frequências de ressonância do corpo humano
Fonte: http://www.vendrame.com.br

22.2 Vibrações de corpo inteiro

Vibrações de corpo inteiro ocorrem quando todo ou a maior parte do corpo está exposto a movimentos vibratórios (SESI, 2007) e são de baixa frequência (BREVIGLIERO, POSSEBON E SPINELLI, 2012). Equipamentos como retroescavadeira e trator provocam esse tipo de vibração causando oscilações de energia mecânica entrando pelo corpo do indivíduo, segundo Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012).

De acordo com o SESI (2007), essas vibrações ocorrem mais intensamente em equipamentos móveis, podendo a exposição ser de longa ou curta duração. Normalmente, há um assento no posto de operação da máquina/veículo e a vibração do rolamento é transmitida ao operador. Para indicar as direções das vibrações sobre o corpo humano, usa-se o sistema de coordenadas x, y, z, chamadas coordenadas Basicêntricas.

Quadro 22.1: Direção das vibrações

EIXO	DIREÇÃO E SENTIDO
X	das costas para o peito
Y	do lado direito para o lado esquerdo
Z	dos pés para a cabeça

Fonte: BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI (2012)

Com a figura 22.2 fica fácil de visualizar e compreender melhor o que estamos falando.



Figura 22.2: Sistema de coordenadas
Fonte: Adaptado de Vibrações no local do trabalho (2007) / IFPR

Conforme Dias (2007), o nosso corpo tem reações diversas às vibrações. A sensibilidade às vibrações longitudinais, isto é, ao longo do eixo z é diferente da sensibilidade em relação aos eixos x e y, vibrações transversais.

Deve-se levar em conta que a sensibilidade varia com a frequência, dessa forma, pode-se tolerar mais a aceleração para certa frequência, mas para outra, não.

22.3 Vibrações localizadas

Também chamadas de vibrações de extremidades, as vibrações localizadas são transmitidas somente às mãos e aos braços (SESI, 2007) por meio de marteletes pneumáticos, rompedores, lixadeiras e motosserras, por exemplo.

A frequência desse tipo de vibração está na faixa de 6,3 a 1250 Hz e é a mais estudada devido às consequências na saúde do trabalhador.

A figura 22.3 ilustra as coordenadas das vibrações de extremidades.

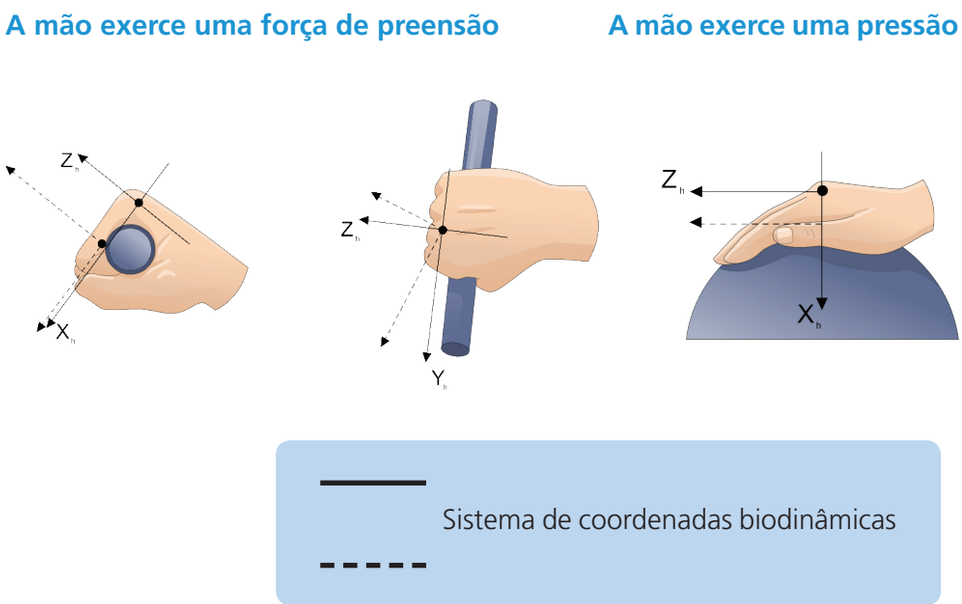


Figura 22.3: Coordenadas das vibrações do sistema braço – mão
Fonte: Adaptado de Vibrações no local do trabalho (2007) / IFPR

22.4 Efeitos na saúde do homem

Vamos mostrar algumas reações que ocorrem no organismo devido à exposição a vibrações. Como você viu, existem dois tipos de vibração que devem ser analisadas do ponto de vista da saúde ocupacional. Desta forma, cada uma delas tem consequências diferentes para a saúde.

Um artigo de boa leitura sobre vibrações, você encontra no endereço: http://www.vendrame.com.br/downloads/exposicao_ocupacional_as_vibracoes.pdf

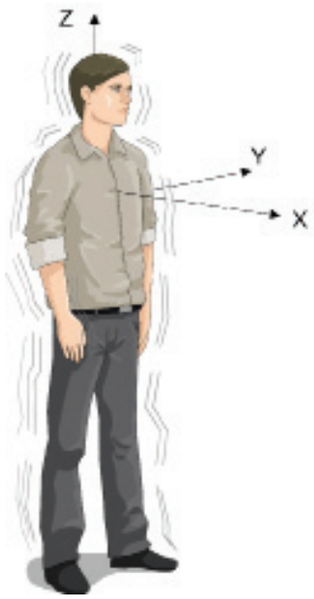


Figura 22.4: Vibração de corpo inteiro
Fonte: Adaptado de http://producao.ufrgs.br / IFPR

Conforme Soeiro (2011), um indivíduo diariamente exposto à vibração de corpo inteiro poderá sofrer danos físicos permanentes ou distúrbios no sistema nervoso. Entre alguns estão os possíveis danos à coluna vertebral, ao sistema circulatório, ao sistema urológico, ao Sistema Nervoso Central (SNC).

Algumas reações mais comuns, mas que após um período de descanso desaparecem, são a fadiga, a insônia, tremores e dores de cabeça.

Esses efeitos podem ser ainda piores se a exposição for contínua, de forma grave causam problemas na região dorsal e lombar, no aparelho digestivo e intestino, no sistema reprodutivo, na visão e degeneração da coluna vertebral (SOEIRO, 2011). O Mal dos Transportes, por exemplo, é uma doença causada por exposição desse tipo. Está ligada a veículos de forma geral - navios, caminhões, trens, plataformas.

E quais são as consequências da vibração de extremidade? Esse tipo de exposição pode dar origem a Síndrome de Vibração de Mãos e Braços, conhecida por HAVS (*Hand and Arm Vibration Syndrome*) e à Síndrome do Canal Cárpico (BREVIGLIERO, POSSEBON E SPINELLI, 2012). A HAVS afeta nervos, vasos sanguíneos, músculos e articulações da mão, pulso e braço, incluindo, ainda, a Síndrome dos Dedos Brancos (quando as artérias digitais se fecham).



Figura 22.6: Dedos brancos
Fonte: http://havs.info/gallery.htm

A Síndrome do Canal Cárpico, segundo Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012), é uma perturbação nervosa com dores, dormência e, ainda, fraqueza em partes da mão.

A Tabela 22.1 mostra o que ocorre no nosso organismo quando somos expostos a determinadas frequências.

Tabela 22.1: Sintomas X Frequências

Sintoma	Frequência (Hz)
Sensação geral de desconforto	4 a 9
Sensações na cabeça	3 a 20
Sensações no maxilar inferior	6 a 8
Sensação na garganta	12 a 16
Dores no peito	5 a 7
Dores abdominais	4 a 10
Urgência urinária e fecal	10 a 18
Aumento da dor muscular	13 a 20
Alteração no sistema cardiovascular	13 a 20
Aumento no ritmo respiratório	4 a 8
Contrações musculares	4 a 9

Fonte: Schultes e Simões (2010)

Nesta aula, falamos sobre as vibrações de corpo inteiro e localizada. Ensinamos a você que a exposição de corpo inteiro é divida em longa e curta duração e as consequências que isso traz à saúde do trabalhador.

Resumo

Nesta aula estudamos sobre:

- As vibrações.
- Seus tipos: de corpo inteiro e localizada.
- E seus efeitos em nossa saúde.

Atividade de aprendizagem



- Quando você estiver a caminho do trabalho, de casa ou da escola, repare se durante o percurso você encontra pessoas utilizando algum equipamento que cause vibração no corpo todo ou em apenas parte dele. Se possível, anote o nome dos equipamentos e que tipo de vibração está causando. Essa é uma forma de você se familiarizar com o assunto.

Aula 23 – Avaliação da Vibração I

Continuando o que você aprendeu na aula 22, vamos, agora, comentar sobre as avaliações que devem ser feitas, o procedimento de avaliação e as normas utilizadas. Como o assunto é extenso, dividimos a aula em duas partes.

23.1 Limites de tolerância x limites de exposição

Antes de entrarmos diretamente no método de avaliação, vamos falar sobre limite de tolerância e sobre o Anexo 8 da NR 15. Segundo a NR 15, para que se caracterize a insalubridade devem ser usadas as normas ISO 2631 e a ISO/DIS 5349 ou suas substitutas. Isso porque, na legislação brasileira desde 1983, as vibrações não são mais consideradas **qualitativamente**.

A-Z

Qualitativamente deriva de qualitativo, que se refere à qualidade e não à quantidade http://www.dicio.com.br

Quando se fala em vibração de corpo inteiro, o LT baseia-se apenas nos limites para efeitos sobre a saúde e conforto. Procure ler o anexo B da ISO 2631, você vai encontrar um guia de efeitos à saúde com recomendações sobre exposições de 4 a 8 horas para pessoas sentadas, ou seja, eixo z, apesar de não ter a mesma eficiência para os outros eixos (SOEIRO, 2011).

Para consultar a NR 15, lembre-se de ir ao endereço: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812DF396CA012E0017BB3208E8/NR-15%20(atualizada_2011).pdfouhttp://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm. Todas as normas regulamentadoras podem ser consultadas na página do Ministério do Trabalho e Emprego.

Os LT utilizados, de acordo com SESI (2007), são os **Limites de Exposição** da ISO 2631/1985 representados por tempos máximos diários de exposição em função dos valores medidos da aceleração em cada eixo de medição e da frequência da vibração. A partir dos dados encontrados, saberemos o quanto a exposição é danosa à saúde.

Para vibração de extremidades já é um pouco diferente, pois são seguidas as orientações da ISO 5349/1986. Por meio de um critério chamado de guia, relacionam-se aceleração ponderada da vibração e tempo diário de exposição. Mas é importante você saber que quem define os limites de exposição segura são os países-membros da Organização Internacional para Padronização (ISO).

23.2 Medição de corpo inteiro

Você já parou para pensar como se faz o cálculo de exposição à vibração? Aposto que já se fez várias perguntas! Na aula 22, dissemos que os parâmetros considerados são o deslocamento, a velocidade e a aceleração e mostramos os eixos de coordenadas. São esses os eixos para medição da exposição, veja:

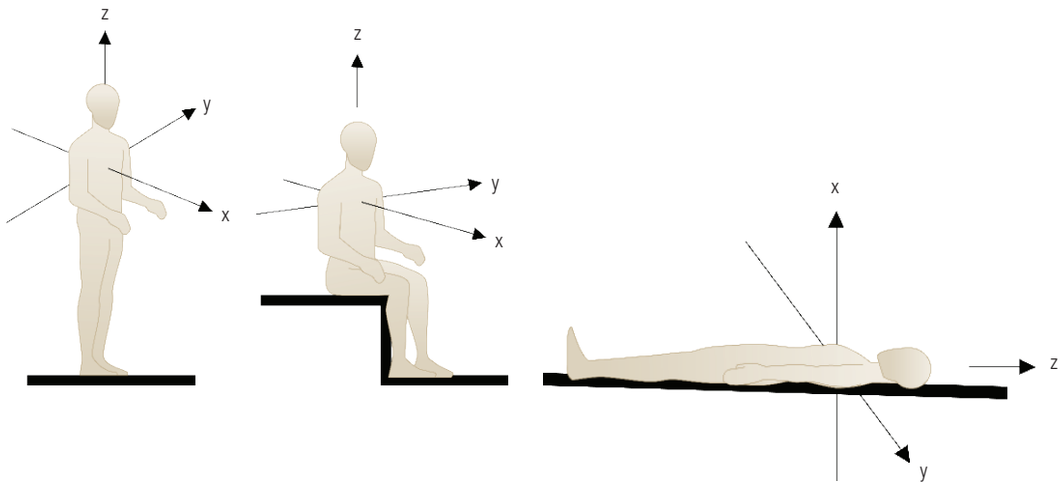


Figura 23.1 Eixos de medição para corpo inteiro
Fonte: Adaptado de SESI (2007) / IFPR

Segundo a ISO 2631/1985, consideram-se os eixos de medição conforme a figura 23.1 e a faixa de frequência de 1 a 80 Hz. Os limites adotados são o conforto reduzido, a proficiência reduzida por fadiga e o limite de exposição/tolerância. O parâmetro que devemos medir é a aceleração em períodos de amostragem superiores a um minuto (SESI, 2007).

O mais comum é usar o método ponderado a fim de se obter como resposta um número único, usando a seguinte fórmula:

$$a = [(1{,}4\ ax)^2\ ] + (1{,}4\ ay)^2 + (\ az)^2\ ]\ 1/2$$

Em função da aceleração medida e da frequência da vibração, utiliza-se o gráfico da figura 23.2:

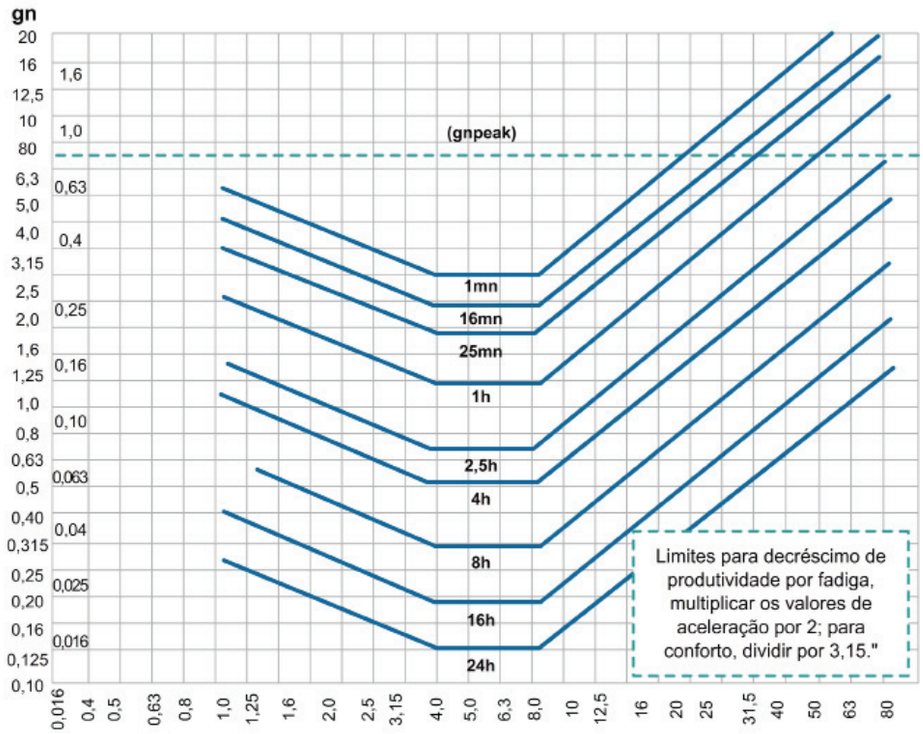


Figura 23.2: Limites de exposição
Fonte: Adaptado de SESI (2007)

A NR 15 adota os limites quantitativos da ISO 2631/1985, apesar de haver a ISO 2631 de 1997. A própria ISO de 1997 menciona que os limites de exposição da ISO de 1985 não deixam de proteger o trabalhador exposto à vibração (SESI, 2007).

23.3 Medição de vibrações localizadas

A NR 15 recomenda a ISO 5349/1986 para o processo de medição das vibrações localizadas. Como você, claramente, percebeu, existe uma norma para vibrações de corpo inteiro e outra para as localizadas, como estamos estudando. Nesse caso, a faixa de frequências é de 5 Hz a 1500 Hz. A fórmula usada para se obter a aceleração que buscamos, está a seguir:

$$a_4 = (T/4)1/2 \cdot a_t$$

Onde:

a – aceleração corrigida para 4 horas (m/s^2)
T – tempo total considerado
a_t – aceleração obtida no período T

A ISO 5439/1986 também apresenta recomendações básicas de controle de ordem médica. Para medir as exposições à vibração, tanto de corpo inteiro quanto localizada, utiliza-se um aparelho chamado **Acelerômetro** que transforma o movimento oscilatório da vibração em sinal elétrico (SESI, 2007). Você pode fazer uma medição global ou por faixas de frequência, como na avaliação de ruído. Mas preste atenção, porque nesse caso as curvas de ponderação são específicas e, no ruído, há as curvas A, B, C e D.



Figura 23.3: Acelerômetros Bruel & Kajers
Fonte: http://www.bksv.com

Na aula de hoje, falamos sobre os limites de tolerância e limites de exposição. Você conheceu as bases de cálculo para as vibrações de corpo inteiro e localizada e, ainda, falamos sobre as ISO que são de padrão internacional e a NR 15. O assunto é extenso, não deixe de fazer pesquisas para se aprofundar melhor no tema.

Resumo

Nesta aula vimos:

- Os limites de tolerância e os limites de exposição à vibração.
- Os cálculos de exposição à vibração.

Atividade de aprendizagem

- Pesquise sobre os medidores de vibração, procurando entender mais a função dos acelerômetros e a forma como são utilizados. Anote essas informações e procure mantê-las sempre atualizadas, pois serão mais uma forma de consulta para quando você estiver atuando como técnico em segurança do trabalho.

Aula 24 – Avaliação da Vibração II

Na aula de hoje, continuaremos a falar sobre vibração. Abordaremos mais um pouco sobre a avaliação da exposição e mostraremos algumas medidas de controle.

24.1 Procedimentos de avaliação

Como já falamos sobre as medições, vamos complementar o procedimento de avaliação do trabalhador exposto à vibração. Incialmente, você deverá definir um Grupo Homogêneo de Exposição – GHE. Na sequência, você vai verificar a atividade que está sendo avaliada, o ciclo de trabalho e o tempo de exposição. Verificar se as baterias do medidor estão em ordem, montar o acelerômetro e realizar a medição. Com os valores encontrados, calcula-se a aceleração equivalente.



Figura 24.1: Acelerômetro Piezoelétrico
Fonte: http://commons.wikimedia.org

24.2 Medidas de controle

Segundo Saliba (2011), é possível controlar a vibração com medidas coletivas, administrativas ou de organização do trabalho. O uso de EPI para essa condição é limitado, pois não há nenhum equipamento de proteção individual que reduza o valor da aceleração abaixo do limite e que seja aprovado pelo Ministério do Trabalho e Emprego. Vamos, então, falar sobre como é possível proteger o trabalhador da vibração de corpo inteiro e da localizada.

24.2.1 Quanto às vibrações de corpo inteiro

Como medidas coletivas:

a) Usar assentos com amortecedor.

b) Calibrar os pneus do veículo.

c) Pavimentação de vias de percurso.

d) Controlar a velocidade do veículo.

e) Usar bancos com descanso para os braços.

f) Usar cabines com suspensão.

Como medidas administrativas e de organização do trabalho

a) Limitar o tempo de exposição.

b) Monitorar a exposição.

c) Controle médico frequente.

24.2.2 Quanto às vibrações localizadas

Como medidas coletivas:

a) Usar ferramentas com características antivibratórias.

b) Substituir o equipamento por outro.

c) Executar práticas adequadas de trabalho para que as mãos e o corpo se mantenham aquecidos.

Como medidas administrativas e de organização do trabalho, você pode recomendar as mesmas utilizadas na exposição à vibração de corpo inteiro. A quadro 24.1 faz relação entre atividades exercidas, tipo de vibração e fontes de vibração.

Quadro 24.1: Relação atividade/vibração/fonte de vibração

Indústria/Atividade	Tipo de vibração	Principais fontes de vibração
Agricultura	Corpo inteiro	Operação de tratores
Fabricação de caldeiras	Localizada	Ferramentas pneumáticas
Construção civil	Corpo inteiro Localizada	Operação de veículos pesados Perfuratrizes /marteletes
Corte de diamantes	Localizada	Ferramentas manuais
Florestagem	Corpo inteiro Localizada	Operação de trator/*off roads* Motosserra
Fundição	Localizada	Equipamentos pneumáticos
Fabricação de móveis	Localizada	Cinzel pneumático
Ferro e aço	Localizada	Ferramentas manuais
Serraria	Localizada	Motosserras/ferramentas manuais
Fabricação de máquinas operatrizes	Localizada	Ferramentas manuais

Continuação do Quadro 24.1: Relação atividade/vibração/fonte de vibração

Indústria/Atividade	Tipo de vibração	Principais fontes de vibração
Mineração	Corpo inteiro Localizada	Veículos pesados/*off-road* Perfuratrizes
Rebitagem	Localizada	Ferramentas manuais
Borracha	Localizada	Ferramentas manuais
Estampagem	Localizada	Ferramentas manuais
Estaleiro	Localizada	Ferramentas manuais
Trabalhos em pedra	Localizada	Ferramentas manuais
Têxtil	Localizada	Máquinas de costura/teares
Transportes	Corpo inteiro	Veículos – motorista e passageiro

Fonte: SESI (2007)

Nesta aula, demos continuidade ao assunto vibrações. Você viu um complemento sobre como se procede uma avaliação e, também, viu as medidas de controle. Aprendeu que as medidas de controle administrativas são as mesmas para os dois tipos de exposição.

Resumo

Você viu nesta aula:

- Os procedimentos de avaliação do trabalhador exposto à vibração.
- As medidas de controle.
- E algumas atividades e suas fontes de vibração.

Atividade de aprendizagem



- Use a figura 24.2 para esta atividade, fazendo uma relação entre as fontes de exposição e a frequência que emitem. Anote no espaço abaixo, ou se desejar, ao lado da própria figura.

Aula 25 – Introdução aos Agentes Químicos

Nesta aula, iniciaremos o estudo de mais um grupo de agentes ambientais - os agentes químicos. Você saberá, a partir de agora, o que são tais agentes, quais são e como se comportam nos ambientes em que se encontram.

Você saberia responder de imediato o que são agentes químicos e quais riscos oferecem à saúde do trabalhador? Este é o tema da nossa aula, vamos aos estudos?

25.1 Conceitos iniciais

Segundo a NR 9, agentes químicos são substâncias, compostos ou produtos que podem penetrar no organismo pelas vias respiratórias em forma de poeira, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores. Ou que, pela natureza da atividade e exposição, podem ter contato ou ser absorvidos pelo organismo pela pele ou por absorção.

Na higiene ocupacional, poeiras, fumos, névoas, neblinas e fibras não mencionados no parágrafo anterior, são conhecidos como **aerodispersoides**. Como o próprio nome diz, ficam em suspensão no ar (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Contaminam não só os ambientes de trabalho, mas também causam desconforto e diminuem a qualidade do trabalho. Pior ainda, provocam alterações na saúde do indivíduo, levando a doenças profissionais como incapacitação e morte (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

O trabalhador entra em óbito por deficiência de oxigênio e/ou explosões e inflamações resultantes da mistura de gases, vapores e aerodispersoides.

25.2 Tipos de agentes químicos

Agora, vamos mostrar a você os agentes químicos que citamos anteriormente e as reações que causam no organismo.

25.2.1 Gases e vapores

É com frequência que ouvimos falar em gases e vapores, mas você já parou para pensar no que significam exatamente? Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012) definem gás como uma substância que em condições normais de pressão e temperatura encontra-se em estado gasoso. Diferentemente, o vapor é o estado gasoso de uma substância que nas condições normais de pressão e temperatura está no estado líquido. São expressos normalmente em ppm (partes por milhão) e mg/m3 (miligramas por metro cúbico).

Uma diferença entre os dois está relacionada ao espaço que podem ocupar. Enquanto o ar pode chegar a 100% de concentração em um ambiente, os vapores não, pois sua concentração é limitada pelo equilíbrio entre a fase líquida e a gasosa, em função da pressão do vapor e da temperatura ambiente (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).



Figura 25.1: Emissão de gases e vapores
Fonte: http://upload.wikimedia.org

Você sabia?

O ar é uma mistura de vários gases: nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, hidrogênio, hélio, entre outros. O gás que tem maior concentração é o nitrogênio, aproximadamente 78%.

25.2.2 Aerodispersoides

Conforme Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012), aerodispersoides são dispersões de partículas sólidas ou líquidas no ar em forma de partículas de tamanho reduzido geradas e projetadas no ambiente de trabalho (SESI, 2007). Classificam-se em (SESI, 2007 e BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):



Figura 25.2: Poeira de madeira
Fonte: http://www.nilfisk-cfm.pt

- **Poeiras**: são partículas sólidas provenientes da ruptura de sólidos, como: lixamento, explosão, carvão.

- **Fumos**: são partículas sólidas geradas de poeira por condensação ou oxidação de vapores de substâncias sólidas em condições normais de temperatura. Fumos de soldagem e de fusão de metais são bons exemplos.



Figura 25.3: Soldagem
Fonte: http://upload.wikimedia.org

- **Névoas**: são partículas líquidas geradas por ruptura mecânica de líquidos. Por exemplo: névoas de água, de inseticidas, pintura com pistola e outros tipos de pulverizações.



Figura 25.4: Aerodispersoide em forma de névoa
Fonte: http://dc351.4shared.com



Figura 25.5: Neblina ácida
Fonte: http://en.wikipedia.org

- **Neblinas**: são partículas líquidas formadas por condensação de vapores de substâncias líquidas em temperaturas normais. Por exemplo: neblina ácida.

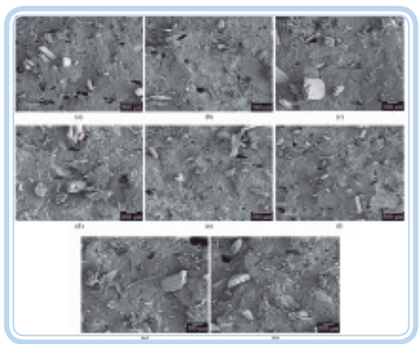


Figura 25.6: Aerodispersoide em forma de fibras
Fonte: Spinacé *et. al*, 2011

- **Fibras**: são partículas sólidas geradas a partir de ruptura mecânica de sólidos. Diferem da poeira por serem mais alongadas. Lã, algodão, asbesto são exemplos de fibras.

As névoas e neblinas são particulados líquidos e as poeiras, fibras e fumo são particulados sólidos (SALIBA, 2011).

Nesta aula, começamos o estudo dos Agentes Químicos. Você aprendeu o que são e quais são os agentes e, ainda, viu exemplos de cada um. Importante dizermos que gases e vapores foram tratados juntos durante a aula por serem agentes químicos com comportamento similar.

Resumo

Nesta aula vimos:

- Os agentes químicos e seus tipos: gases, vapores e aerodispersoides.



Atividade de aprendizagem

- Leia novamente esta aula. Fixe bem o que são gases e vapores e aerodispersoides. Procure mais exemplos, além do que vimos em aula.

Aula 26 – Gases e Vapores

Nesta aula, falaremos, especificamente, sobre os gases e os vapores e como se classificam. Você verá exemplos e, também, aprenderá sobre solventes e os graves problemas que causam à saúde do trabalhador.

Conforme sua atuação no organismo do homem, os gases e vapores classificam-se em irritantes, anestésicos e asfixiantes (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Vamos às explicações!

26.1 Classificação

- **Irritantes**

Os gases e vapores irritantes atacam nossas vias respiratórias, tanto o nariz e a garganta quanto os bronquíolos e alvéolos. Esse fato está diretamente ligado à solubilidade do agente. Dividem-se, ainda, em gases irritantes primários, que causam somente irritação local, e secundários, que além da irritação são altamente tóxicos (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Veja alguns exemplos:

a) **Primários**: ácido clorídrico, ácido sulfúrico, amônia, formaldeído, cloro, bromo, ozônio, gases nitrosos.

b) **Secundários**: produtos químicos, gás sulfídrico, álcoois, éteres.

c) **Anestésicos**

O efeito anestésico é causado devido à ação depressiva que acontece no SNC, ou seja, diminui a atividade do cérebro. Quando isso acontece, o indivíduo fica mais "lento". As substâncias que causam esse efeito chegam ao nosso organismo por meio das vias respiratórias e, em alguns casos, pela pele (SESI, 2007). Abaixo, você verá como esses gases e vapores anestésicos se dividem (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

- **Primários**: butano, propano, etileno, éteres, aldeídos, acetonas.
- **De efeitos sobre as vísceras (fígado e rins)**: tetracloreto de carbono, diclorometileno.

- **De ação sobre o sistema formador de sangue**: benzeno, tolueno, xileno.
- **De ação sobre o sistema nervoso central**: álcool etílico, álcool metílico.
- **De ação sobre o sistema circulatório e o sangue**: nitrobenzeno, nitrotolueno, nitrato de etila, anilina.

- **Asfixiantes**

Uma boa concentração de oxigênio no ar, em ambientes de trabalho, varia entre 19,5% e 23,5%. Acima desse limite pode haver problemas de inflamação com risco de explosão. Abaixo de 19,5% pode provocar problemas de saúde e segurança (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). São dois os tipos de asfixiantes:

a) **Simples**: sem efeito tóxico.

b) **Químicos**: interferem nas trocas gasosas (oxigênio e dióxido de carbono) nos nossos pulmões.

26.2 Solventes

Você já ouviu muito falar em solvente, com certeza conhece ao menos um e talvez, até, tenha feito uso deles em casa ou no trabalho. O solvente é uma mistura química bastante utilizada para dissolver outros materiais, como tintas e vernizes e, também, é usado na limpeza.

Possuem elevada pressão de vapor e por serem compostos de substâncias inflamáveis podem transformar-se em misturas explosivas (SESI, 2007). Além disso, evaporam facilmente, misturando-se ao ar do local de trabalho. Benzeno, tolueno, etanol, metanol são alguns exemplos.

O maior efeito agudo na saúde recai sobre o SNC, provocando um bem-estar eufórico, tonturas e alucinações visuais. Após esses sintomas ocorre a depressão do SNC, podendo causar até morte (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Os efeitos crônicos na saúde devido ao uso de solventes dependem de cada tipo usado.

Quadro 26.1: Quadro de efeitos da exposição aos solventes sobre o SNC

Efeitos dos solventes		
Agudos: semelhantes para qualquer solvente. **Crônicos: característicos para cada solvente.** **Sinérgicos: potencialização dos efeitos pela presença de outros agentes.**		
Efeitos agudos	Excitação do SNC	Euforia, tonturas, alucinações visuais
	Depressão do SNC	Torpor, sonolência, ataxia, coma, morte por depressão cardiorrespiratória
Efeitos crônicos	Fígado, rins	Hidrocarbonetos clorados
	Sistema formador sanguíneo	Hidrocarbonetos aromáticos
	Polineuropatia periférica	n-hexano (concentração >100ppm)
Efeitos sinergéticos	(potencialização dos efeitos pela presença de outro agente)	Tolueno x ruído, MEC x n-hexano
Outros efeitos	Alterações neurocomportamentais	Memória, destreza manual, tempo de reação
	Alterações imunológicas	

Fonte: BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI (2012)

26.2.1 Limites de tolerância

A NR 15, nos Anexos 11 e 12, apresenta os LT que foram adaptados da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* – ACGIH. É fundamental você consultar a NR 15 para obter mais informações sobre o assunto. Lá estão todas as tabelas que você deve usar para suas medições. Preste bastante atenção no valor-teto, valor esse que **não pode ser ultrapassado** de modo algum, pois o efeito na saúde é extremamente rápido.

A insalubridade nos locais de trabalho que fazem uso de agentes químicos se caracteriza em função do LT e da inspeção do ambiente. Conforme a Tabela de Limites de Tolerância da NR 15, o tolueno tem grau de insalubridade médio, o cloro tem grau de insalubridade máximo, o dióxido de carbono tem grau de insalubridade mínimo.

Quadro 26.2: Quadro de LT conforme NR 15, Anexo 11

Agente químico	L.T. (ppm)	ABS.P/Pele	Valor teto	Grau insalubridade
Dióxido de carbono	3.900			Mínimo
Acetona	780			Mínimo
Tolueno	78	+		Médio
Benzeno	1 (VRT)	+		Máximo
Fenol	4	+		Máximo
Fosfina	0,23			Máximo
Cloro	0,8			Máximo
Fosgênio	0,08			Máximo
TDI (Tolueno di-isocianato)	0,016		+	Máximo

Fonte: POSSEBON, 2009



A ACGIH é uma entidade que congrega os higienistas industriais do governo norte-americano e recomenda os LT. Para saber mais, acesse o endereço: http://www.meioambienteecidadania.com.br

26.3 Carcinogenicidade

Câncer é uma doença conhecida por todos. Sempre ouvimos alguém comentar sobre alguma pessoa que está doente porque tem determinado tipo de câncer.

A exposição a agentes químicos, como o benzeno e o amianto, no ambiente laboral também pode causar câncer. Além desses dois produtos, há uma infinidade de outros, mas o asbesto ou amianto, por exemplo, pode provocar um câncer que surgirá anos depois, devendo o trabalhador fazer acompanhamento médico por longo período, senão a vida toda. Já, um trabalhador exposto ao benzeno poderá vir a ter leucemia, câncer que ataca a medula óssea, também, extremamente grave.

A ACGHI dispõe de um quadro de classificação utilizada nos ambientes de trabalho, dividindo os cancerígenos em cinco classes (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012):

Quadro 26.3: Quadro de carcinogenicidade dos produtos químicos (ACGIH, 2005)

Cancerígeno p/humanos (Comprovado) A1	Cancerígeno p/humanos (Suspeito) A2
Alcatrão de hulha (p) (sol. benzeno), 4 – Aminodifenil (p), Arsênico, Asbesto, Benzeno (p), Benzidina (p), Berílio, Cloreto de vinila, Cromato de zinco, Cromita, Cromo VI, Éter bis-clorometílico, Níquel, Urânio natural, Talcom com asbesto. Poeiras de madeira: Carvalho e Faia.	Ácido sulfúrico, benzo (a) antraceno, benzo (b) fluoranteno, benzo (a) pireno, brometo de vinila, 1,3 butadieno, cádmio, carbureto de silício (fibroso), cloreto de dimitilcarbamoila (79-44-7), cromatos de (Ca, Pb, Sr), diazometano, 1,4 dicloro – 2 – buteno, Éter metílico de clorometila, fibras cerâmicas refratárias, fluoreto de vinila, formaldeído, 4,4 metilenobis (2 cloroanilina))MOCA e MBOCA), 4 – nitrodifenila, óxido de etileno, quartzo, tetracloreto de carbono, tricloreto de tolueno e trióxido de antimônio. Poeiras de madeira: bétula, mogno, teça e nogueira.

Fonte: POSSEBON (2009)

Hoje, passamos a você várias informações sobre os gases e vapores, mas também dissemos a importância de se consultar a NR 15. Você aprendeu que os gases e vapores se dividem em irritantes, anestésicos e asfixiantes e falamos sobre os limites de tolerância.

Resumo

Nesta aula você estudou sobre:

- Gases e vapores e sua classificação: irritantes, anestésicos e asfixiantes.
- Solventes.
- E os limites de tolerância para exposição.

Atividade de aprendizagem



- Em função do que viu aqui, hoje, faça uma consulta a NR 15, Anexos 11 e 12. Pesquise sobre valor máximo e valor-teto e saiba a diferença entre eles. Busque na própria norma outros produtos químicos além dos que falamos na aula e veja as reações que provocam na saúde. Anote as informações mais importantes. Tudo isso o deixará mais familiarizado com o assunto.

Aula 27 – Aerodispersoides

Nesta aula, iremos falar sobre aerodispersoides, mais especificamente desenvolver a parte que trata das poeiras, sua classificação e os efeitos na saúde do trabalhador.

De todos os aerodispersoides, as poeiras têm algumas características próprias, que veremos aqui, como, o tamanho da partícula, além de serem responsáveis por uma doença chamada pneumoconiose.

27.1 Classificação

Recapitulando o que você aprendeu na aula 25, dissemos que poeiras são partículas sólidas geradas por ação mecânica de ruptura sólida, lembrou? Isso ocorre com lixamento de madeira, por exemplo, perfuração, explosão, entre outros (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Normalmente, o tamanho dessas partículas é superior a 0,5 micrômetro, sendo esse um grave problema. Nosso sistema respiratório, conforme Brevigliero, Possebon e Spinelli (2012) tem proteção **apenas** contra as poeiras naturais, isto é, acima de 10 micrômetros. Veja o quadro 27.1 com a classificação das partículas em função do tamanho.

Quadro 27.1: Classificação de particulados por diâmetro aerodinâmico

	Poeira respirável		Poeira visível
0µm	0,5 µm	10 µm	50 µm

Fonte: BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI (2012)

Você sabia?

Micrômetro corresponde à milionésima parte do metro ou a milésima parte do milímetro (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

27.2 Classificação das poeiras quanto aos efeitos no organismo

Conforme as reações que causam na saúde, as poeiras classificam-se em:

a) **Fibrogênicas**: provocam uma doença chamada fibrose, responsável por lesões permanentes nos pulmões. Poeiras de sílica e de amianto são as mais comuns.

b) **Irritantes**: irritam as mucosas do aparelho respiratório, provocando doença pulmonar crônica.

c) **Alergênicas**: causam alergias respiratórias como a asma, provocadas por poeiras vegetais, fungos e pelos de animais.

d) **Cancerígenas**: transformam células sadias em células malignas, afetando o mecanismo regulador bioquímico. O amianto e o arsênico são exemplos de poeiras cancerígenas.

e) **Tóxicas**: atingem a respiração, a parte central do sistema nervoso e os órgãos internos. Entre alguns exemplos estão o cádmio, o manganês e o chumbo.

f) **De efeitos cutâneos**: causam problemas na pele como dermatites e urticárias. Bons exemplos são a fibra de vidro, a lã de rocha, as madeiras exóticas e outros.

27.3 Pneumoconioses

A pneumoconiose é uma doença decorrente do acúmulo de poeira nos pulmões e das reações dos tecidos pela presença dessa poeira (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). São dois os tipos existentes:

- **Fibrogênicas**: provocam danos permanentes na estrutura alveolar, são irreversíveis.
- **Não fibrogênicas**: provocam pequenas reações e são reversíveis.

Tão grave é a doença que a Fundacentro criou em 2002, o Programa Nacional de Eliminação da Silicose. Esse trabalho está disponível no endereço: http://www.fundacentro.gov.br/dominios/SES/anexos/Programa_Nacional_de_Eliminacao_da_Silicose_2011.pdf. Vale a pena ser lido!



Figura 27.1: Cartaz de segurança
Fonte: http://www.cultura.gov.br

São muitas as doenças do tipo pneumoconiose e de algumas você já ouviu falar, sem saber que eram classificadas como tal. Entre elas estão a asbestose, a silicose, a antracnose, porém a pior delas é a silicose. É a mais antiga doença ocupacional conhecida, apesar dos sintomas surgirem depois de 20 a 30 anos de exposição ao pó de sílica. Essa substância está presente nas atividades de corte de mármore e granito e de olaria. Há casos em que a doença pode se manifestar antes da exposição completar 10 anos, como é o caso dos trabalhos com jato de areia.

A figura 27.2 mostra um pulmão afetado parcialmente pela silicose (escrito em amarelo). A área escrita em verde é a parte do pulmão sem silicose, mas com enfisema.

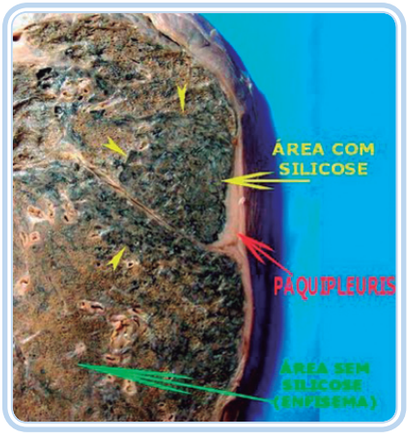


Figura 27.2: Pulmão com silicose
Fonte: http://anatpat.unicamp.br

Tratamos, nesta aula, um assunto de extrema importância relacionado às poeiras. Vimos que há variação no tamanho das partículas e que dependendo desse tamanho, a poeira é respirável. Falamos sobre as pneumoconioses e, especialmente, sobre a silicose.

Resumo

Nesta aula vimos:

- O que são poeiras e sua classificação e efeitos em nosso organismo.

Atividade de aprendizagem

- Você aprendeu, entre outros assuntos, que a pneumoconiose é uma doença grave que afeta os pulmões. Sabe, também, que a mais comum e séria é a silicose, mas existem a asbestose, a antracnose e outras que não citamos durante a aula. Reúna-se com mais dois colegas, e pesquisem sobre a asbestose, a antracnose e, pelo menos, mais uma que vocês devem encontrar. Descreva a doença, como se manifesta, e se há ou não tratamento.

Aula 28 – Avaliação dos Agentes Químicos

Nesta aula, continuaremos a falar sobre os agentes químicos. Você aprenderá termos novos e tipos de avaliação, além de aprender a realizar a avaliação desses agentes.

Antes de iniciarmos diretamente esse tema, é de suma importância você saber o quanto é extenso e repleto de informações. Sugerimos que, além do que você estudará aqui, faça consultas em outras fontes. Sem dúvida, você será um excelente técnico em segurança do trabalho.

28.1 Conceitos de avaliação

Para realizarmos uma avaliação, primeiramente devemos saber se realmente existe o agente agressivo. Constatada a existência, partimos para a avaliação propriamente dita, quantitativa ou qualitativa (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

- **Quantitativa**: para cada agente há um método de coleta e/ou análise. As técnicas utilizadas são caras e sofisticadas.

- **Qualitativa**: realiza-se quando os agentes são visíveis devido à alta concentração das partículas. Faz-se o mapa de riscos e a avaliação de índices de risco.

Quadro 28.1: Quadro de avaliação quantitativa e qualitativa de agentes

Avaliação	Qualitativa	Mapa de riscos	Avaliação qualitativa com participação dos trabalhadores
		Índices de risco químico	LT, IE, NR, IRR, IRS, tabela da AIHA etc.
	Quantitativa	Instantânea	Equipamentos de leitura direta
		Contínua	Equipamentos de amostragem

LT – limite de tolerância
IE – Índice de exposição
NR – Número de risco
IRR – Índice de risco da reação
IRS – Índice de risco para solvente
AIHA – American Industrial Hygienists Association

Fonte: BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI (2012)

Quando falamos em avaliar agentes químicos, é importante você saber três conceitos básicos que serão bastante utilizados: ciclo de trabalho, ponto de trabalho e zona respiratória (POSSEBON, 2009).

- **Ciclo de trabalho**: conjunto das atividades sequenciais desenvolvidas pelo trabalhador e que se repetem de forma contínua.

- **Ponto de trabalho**: todo e qualquer lugar no qual o indivíduo permanece durante o ciclo de trabalho.

- **Zona respiratória**: é a região do espaço que compreende uma distância de aproximadamente 150 +/- 50 mm a partir das narinas, sob a influência da respiração.

Sempre que se realizar avaliação, a coleta ou medição deve ser feita dentro da zona respiratória e o tempo de amostragem deve ser maior que um ciclo de trabalho. Isso evita que se deixe de avaliar alguma parte.

28.2 Avaliação da exposição aos agentes químicos

Quando vamos realizar uma avaliação, precisamos ter em mente alguns parâmetros fundamentais ao processo (SALIBA, 2011), como o tamanho das partículas, o limite de tolerância, o limite de exposição, o valor-teto, a contagem de partículas e outros.

Em se tratando de poeiras, por exemplo, os efeitos na saúde estão diretamente ligados ao tamanho das partículas, conforme o quadro 28.2:

Quadro 28.2: Classificação quanto ao tamanho da partícula

Tipo de particulado	Tamanho aproximado (µm)
Sedimentável	$10 < ø < 150$
Inalável	$ø < 10$
Respirável	$ø < 5$
Visível	$ø > 40$

Fonte: Saliba (2011)

A partícula inalável fica depositada em qualquer lugar do trato respiratório e a respirável, que é a de mais alto risco, pode penetrar nos alvéolos pulmonares. Os limites, como o próprio nome diz, são os parâmetros de tempo que não podem ser ultrapassados. A contagem de partícula é o método de análise por microscopia, especialmente usada para o asbesto (SALIBA, 2011).

Como você percebe, são vários os aspectos relevantes em se tratando de avaliação. E o processo poderá ser diferente para cada tipo de material, para cada tipo de agente e isso representa um alto custo para o empregador. A melhor forma, sempre, de evitar os danos à saúde do trabalhador é eliminar o risco na fonte.



Figura 28.1: Bomba gravimétrica de poeira
Fonte: http://www.itest.com.br

28.3 Amostragem

O objetivo da amostragem é determinar se existe o risco, avaliar se as medidas de controle são adequadas e estabelecer relações entre a exposição e as consequências na saúde humana. Esse processo engloba várias etapas que devem ser seguidas, começando pelo levantamento preliminar, depois a avaliação, o projeto e implantação das medidas de controle e, por fim, a avaliação da eficiência das medidas adotadas (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012). Tenha isso em mente sempre que for necessário avaliar alguma exposição a agentes químicos.

E agora? De que maneira você irá agir? Vamos fazer o reconhecimento dos riscos, colhendo informações sobre o processo: quais matérias-primas são usadas? Quais são os produtos intermediários? Quais os subprodutos de processo? Que catalisadores e produtos auxiliares são usados? Qual a natureza cíclica do processo?

Além disso, você deve considerar alguns fatores como a temperatura e umidade relativa do ar, entre outros. Outro aspecto essencial refere-se ao tempo de amostragem. Lembre-se de que o tempo de amostragem jamais pode ser menor que o tempo de ciclo de trabalho (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

Outro item que devemos levar em consideração é o tipo de amostragem a ser adotado. No total são quatro:

- **Pessoal**: tipo mais indicado para caracterizar a exposição.
- **Ambienta**l: informação sobre a emissividade da fonte.

- **Instantânea**: tempo de amostragem inferior a cinco minutos.

- **Contínuas**: tempo de coleta acima de trinta minutos.

Precisamos pensar, ainda, qual coletor será usado: filtro membrana de PVC, sólido adsorvente, líquido absorvente.

Exemplo de levantamento ambiental de poeira de sílica:

Você pode fazer esse levantamento de duas maneiras, o levantamento de poeira total ou o levantamento de poeira respirável.

- **Levantamento de poeira total**

Para esse levantamento usa-se uma bomba de amostragem individual calibrada com vazão de 1,5 l/minuto e um cassete com filme de PVC de 37 mm com porosidade de cinco micrômetros acoplado à bomba. A concentração do agente é dada em mg/m3:

$$\text{Concentração} = \frac{\text{(massa final - massa inicial)}}{\text{(vazão da bomba x tempo de amostragem)}}$$

Para encontrar a massa coletada, pesa-se o filtro antes e depois da coleta, e para o volume, multiplica-se a vazão da bomba pelo tempo de coleta. O valor obtido deve ser comparado com o LT para saber se está acima ou abaixo do limite de tolerância, calculado pela seguinte fórmula:

$$LT = \frac{24}{\%\ \textit{quartzo} + 3}$$

Agora, você tem a concentração ambiental e o LT. Se a concentração resultar maior que a metade do LT, você deverá adotar medidas de controle.

- **Levantamento de poeira respirável**

Acredito que você não terá maiores dificuldades em realizar esse tipo de levantamento, pois é similar ao anterior, sendo apenas a vazão da bomba 1,7 l/minuto. O cassete com filme de PVC, depois de utilizado com o filtro, conecta-se a um ciclone separador de náilon de 10 mm. Dessa forma, passam só partículas abaixo de dez micrômetros. O cálculo do LT será:

$$LT = \frac{8}{\%\ quartzo + 2}$$



Figura 28.2: Pó de Sílica
Fonte: http://www.ecoseixos.com.br

Você aprendeu nesta aula como se faz a avaliação dos agentes químicos, se será quantitativa ou qualitativa. Falamos sobre os tipos de amostragem, sobre os levantamentos e demos o exemplo da sílica. Sabemos que é uma aula mais complexa, mas como todas as outras, você deverá estudá-la bastante.

Resumo

Vimos, nesta aula, como realizar a avaliação dos agentes químicos e os seus tipos.

Atividade de aprendizagem

- Já que falamos em estudos, aproveite a aula de hoje e faça uma boa revisão. Anote tudo que gerou dúvida, veja novamente o exemplo que demos referente à sílica e faça uma lista sobre suas dúvidas. Depois discuta com seus colegas e pensem em alguns exemplos.

Aula 29 – Medidas de controle para Agentes Químicos

Nesta aula, iremos falar de algumas medidas de controle aplicadas aos agentes químicos.

Como já dissemos, o estudo dos agentes químicos é bastante amplo. Para que você desempenhe bem suas atividades como técnico em segurança do trabalho, estudar e estar por dentro de novas técnicas é fundamental.

29.1 Medidas de controle

Falando de maneira bastante clara e direta, o controle dos agentes químicos pode ser feito, adotando-se as seguintes medidas: **relativas ao ambiente, administrativas e relativas ao trabalhador**.

Você deve estar pensando que já estudou isso, certo? E estudou mesmo, em agentes biológicos. Você, também, já viu que essas medidas obedecem a uma hierarquia quando se trata de ambiente laboral. Então, o principal, como anteriormente dissemos, é eliminar o risco direto na fonte. Mas, como? Inicialmente, devem-se adotar medidas que eliminem ou diminuam o uso de agentes prejudiciais à saúde. Em seguida, que previnam a liberação de tais agentes e por último, medidas que reduzam os níveis dos agentes químicos no ambiente de trabalho (SALIBA, 2009).

Substituir o produto tóxico por outro menos tóxico, alterar o processo usando pintura por imersão ao invés de pistola, por exemplo, enclausurar a operação por meio de confinamento, umidificação, ventilação diluidora fazendo a insuflação e exaustão do ar, ventilação exaustora captando os poluentes na fonte e outras mais.



Figura 29.1: Pintura com pistola
Fonte: http://www.tintapo.com.br



Figura 29.2: Pintura por imersão
Fonte: http://www.tintapo.com.br

O uso de EPIs prevalece quando não mais houver possibilidade de medidas coletivas ou enquanto estiverem sendo implantadas. E claro, deve haver o controle médico constante, conforme preconiza a NR 7.

Como já mencionamos, as medidas de controle para os agentes químicos seguem o mesmo padrão das medidas para os agentes biológicos. Utilizando o mesmo raciocínio, mostraremos essas medidas no quadro 29.1:

Quadro 29.1: Quadro de medidas de controle para agentes químicos

Fonte → ↓	Percurso → ↓	Trabalhador ↓
Substituição	Ventilação	Treinamento
Modificação de métodos e processos	Enclausuramento	Exames médicos
Modificação de projetos	Isolamento no tempo e/ou na distância	Limitação do tempo de exposição
Manutenção de equipamentos		

Fonte: BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012

Preste atenção na seguinte história. Veja que a prioridade recai sobre o controle na fonte, depois, no percurso e por último, no trabalhador (BREVIGLIERO, POSSEBON, SPINELLI, 2012).

No ano de 1973, quatro trabalhadores morreram por intoxicação causada pelo benzeno em um pequeno intervalo de dias. A atividade, desenvolvida em uma fábrica de plásticos, restringia-se à colagem de peças por imersão nesse agente químico. **O que acontecia?** O produto ficava impregnado em pires e copos dispostos sobre as mesas de trabalho, o sistema de ventilação local era falho e havia muitos trabalhadores expostos. Nos quatro casos, o tempo médio de exposição foi de quatro meses. **Que sintomas os trabalhadores apresentavam?** Anemia grave e hemorragias. **Quais medidas foram tomadas?** Substituíram o benzeno pelo tolueno e depois pelo xileno. O tolueno ainda continha 25% de benzeno. Além das quatro mortes, de um total de 150 trabalhadores, 106 apresentavam alterações compatíveis com a intoxicação provocada pelo benzeno.

29.2 Normas técnicas brasileiras

Diferentemente do que você viu em agentes biológicos, para os agentes químicos, além da NR 15, são utilizados limites de tolerância da ACGIH/2001. Dependendo do método usado para análise há, ainda, a NIOSH 7.400 (*NationalInstitute for Occupational Safetyand Health*), AIA-RTM-1 (*Asbestos International Association*), NBR 13.158 e as NHO, que são as normas de higiene ocupacional da Fundacentro. No Brasil, as maiores preocupações são em relação à sílica e ao **asbesto** devido aos males irreversíveis que causam à saúde com o agravante da doença se manifestar anos depois da exposição ao produto.

A-Z

Asbesto é uma substância mineral filamentosa, incombustível, da qual o amianto é a forma mais pura (www.dicio.com.br)

Nesta aula, você estudou as medidas de controle, demos exemplo, em especial, à substituição. Viu que além de normas brasileiras, também são utilizadas as internacionais para fins de avaliação. Ainda queremos reforçar o quanto é importante e fundamental você estudar sempre, devido ao conteúdo bastante extenso que envolve os agentes químicos.

Resumo

Nesta aula, estudamos as medidas de controle para os agentes químicos.

Atividade de aprendizagem

- Você leu o exemplo de substituição que apresentamos na aula, mas também viu que existem outras medidas de controle para a exposição aos agentes químicos. Pesquise outra de controle na fonte, no percurso ou no trabalhador e coloque abaixo: como era antes da medida e como ficou depois da medida de controle.

Aula 30 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA

Nesta última aula de Higiene Ocupacional, você aprenderá os passos do PPRA, como utilizá-lo e qual sua importância.

Quando falamos em PPRA, inúmeras questões e dúvidas vêm a nossa mente, certo? Mas, você verá que não é tão complicado assim e se você se dedicar aprenderá com facilidade. Então, vamos ao tema!

30.1 Introdução

PPRA é um programa que faz parte da segurança do trabalho e tem uma norma regulamentadora para isso, como você já sabe é a NR 9. Ela estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação do programa a fim de preservar a saúde e integridade dos trabalhadores, antecipando, reconhecendo e avaliando os possíveis riscos ambientais (NR 9/1994).

O que são esses riscos ambientais? Exatamente o que você está estudando em Higiene Ocupacional: agentes físicos, químicos e biológicos. Mas, quando se faz um PPRA é fundamental fazê-lo para cada estabelecimento da empresa e sob a responsabilidade do empregador e participação dos empregados. Cada estabelecimento está sujeito a um tipo de risco e a um controle específico.



Figura 30.1: Empresa sem PPRA
Fonte: http://ecotreinamentos.files.wordpress.com



Para ver um modelo de PPRA acesse o endereço eletrônico: http://www.isegnet.com.br/siteedit/site/pg_materia.cfm?codmat=54

30.2 O que é o PPRA

O PPRA é um documento-base, e isso você não pode esquecer. Mediante uma fiscalização na empresa será cobrado juntamente com outras documentações. Nele deve constar, obrigatoriamente, o planejamento anual, metas, registros, periodicidade de avaliação, entre outros que você pode consultar na NR 9. É um documento administrativo que precisa ser aprovado pela direção da empresa (SALIBA, 2009).

Outro aspecto importante é o comprometimento com o Ministério do Trabalho e Emprego em função do PPRA. Portanto, constar plano, metas e cronograma e, principalmente, cumpri-lo é a base do sucesso de seu programa de prevenção.

30.3 Desenvolvimento do PPRA

São várias as etapas que devem ser abordadas para se elaborar um PPRA conforme a NR 9: antecipação e reconhecimento dos riscos, estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle, avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores, implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia, monitoramento da exposição aos riscos, registro e divulgação dos dados.

- **Antecipação e reconhecimento dos riscos**: esse é o momento de analisar novos projetos e identificar os riscos, pois as medidas de controle serão mais eficazes.

a) **Estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle**: as prioridades e metas são estabelecidas em função do grau de exposição a que o trabalhador está sujeito.

b) **Avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores**: nessa etapa, verifica-se a existência ou não de riscos e determinam-se quais serão as medidas de controle.

c) **Implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia**: é a mais importante etapa porque tem como objetivo prevenir os riscos ambientais.

d) **Monitoramento da exposição aos riscos**: é necessário realizar, constantemente, avaliações para saber se as medidas de controle podem ser mantidas ou devem ser alteradas.

e) **Registro e divulgação dos dados**: é o histórico técnico e administrativo que o empregador deve manter.

A responsabilidade da execução do PPRA é do empregador, mas a responsabilidade técnica, isto é, elaborar, implementar, acompanhar e avaliar é do Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT. Pode, também, ser responsável uma pessoa ou equipe de pessoas escolhida pelo empregador e que seja capaz de desenvolver o que está na NR 9.

Hoje, você estudou o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, o PPRA. Aprendeu o quanto é importante manter o PPRA em dia, viu suas etapas e de quem é a responsabilidade.

Resumo

Nesta aula vimos o PPRA , suas etapas e importância.

Atividade de aprendizagem



- Procure na internet dois modelos de PPRA, um de cada tipo de empresa. Compare os dois e anote a diferença entre eles. Tenha junto a NR 9 para saber se todas as etapas foram cumpridas.

Referências

AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS – ACGIH. Disponível em: http://www.acgih.org/.Acesso em 28/01/2013.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5413: 1992 – Iluminância de Interiores**. Disponível em: http://www.labcon.ufsc.br/anexos/13.pdf. Acesso em: 27/01/2013.

ARAGUAIA, M. **Vírus**. Brasil Escola. Disponível em: http://www.brasilescola.com/biologia/virus-2.htm. Acesso em: 20/11/2012.

BELTRAMI, M. **Avaliação de emissões de radiação ultravioleta em processos de soldagem.** Monografia do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1CA0393B27/nr_09_at.pdf. Acesso em: 27/12/2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15 – Atividades e Operações Insalubres.** Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf. Acesso em: 27/12/2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-29 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário**. Disponível em: http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001388121F38C7688/NR-29%20(atualizada).pdf. Acesso em: 15/01/2013.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Riscos Biológicos Guia Técnico**. Os riscos biológicos no âmbito da Norma Regulamentadora NR32. Brasília, 2008. Disponível em: http://www.mte.gov.br/seg_sau/guia_tecnico_cs3.pdf. Acesso em: 21/11/2012.

BREVIGLIERO, E; POSSEBON, J; SPINELLI, R. **Higiene Ocupacional: Agentes biológicos, químicos e físicos**. 6ª Edição: reimpressão. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

BRÜEL & KJAER. **A medição do som**. 2002.

BRÜEL & KJAER. **Medição de vibração**. 1982.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Norma CNEN – NN 3.01: 2011 Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica**. Disponível em: http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/mostra-norma.asp?op=301. Acesso em: 23/01/2013.

DIAS, E. M. Recursos didáccticos para a formação em segurança, higiene e saúde no trabalho. **Ruído, vibrações, iluminação nos locais de trabalho**. Lisboa, 2007

FERNANDES, J. C. **Acústica e ruídos**. Faculdade de Engenharia – Laboratório de acústica e vibrações - Unesp - Bauru – SP, 2002.

FIGUEIREDO, M. G et al. **Cooperação e Segurança em Sistemas Complexos: O caso do trabalho de mergulho profundo em instalações petrolíferas offshore na bacia de Campos.** Data provável: 1998. Disponível em: http://www.neict.uff.br//docs/inova/cooperacao.pdf. Acesso em: 25/01/2013.

MEDICINA HIPERBÁRICA: **MERGULHO DE SATURAÇÃO**. Disponível em: http://www.feridologo.com.br/mergulhosaturacao.htm. Acesso: 25/01/2013.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional, NHO 01, Procedimento técnico. Avaliação da exposição ocupacional ao ruído**. SP, 2001. 41 páginas.

IDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. Ed Edgar Blücher Ltda. São Paulo-SP, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Evaluation of human exposure to whole-body vibration-part 1**. ISO 2631-1:1985.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Mechanical vibration – Guidelines for the measurement and the assessment of human exposure to hand-transmitted vibration**. ISO 5349:1986.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Mechanical vibration and shock** - Evaluation of human exposure to whole-body vibration-part 1. ISO 2631-1:1997.

NISHIDA, S. M. **Ciclo de Neurofisiologia** – Departamento de Fisiologia, Unesp- Botucatu, 2012.

OLIVEIRA, C. A. D. de. *et al*. **Manual prático de saúde e segurança do trabalho.** São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2011.

POSSEBON, J. Agentes químicos: **reconhecimento, avaliação e controle**. Apostila preparada para o curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Unilins. SP.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PPRA**. Avaliação e Controle de Riscos Ambientais. 3ª Edição. São Paulo: LTR, 2011.

SCHAFER, R. M. **A afinação do mundo**. Tradução de Marisa Trench Fonterraada. Editora Unesp, 1997

SCHULTES, S., SIMÕES, T. Organização e gestão industrial. Higiene e segurança no trabalho. **Exposição às vibrações no trabalho**. Maio, 2010.

SESI. Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. **Técnicas de avaliação de agentes ambientais**: Manual SESI. Brasília: SESI/DN, 2007. Disponívelem:http:wwwcpnnr 18com.br/uploads/documentos-gerais/tcnicas_de_avaliao_de_agentes_ambientais_.pdf. Acesso em: 01/01/2013

SOEIRO, N. S. Vibrações e o corpo humano: **uma avaliação ocupacional.** 10 Workshop de vibração e acústica da Região Norte. 03 a 05/08/2011 – Tucuruí – PA SOBRAC

SOUZA, F. P. **A poluição sonora ataca traiçoeiramente o corpo**. In Associação Mineira de Defesa do Meio Ambiente (AMDA), Apostila "Meio Ambiente em Diversos Enfoques", "Projeto Jambreiro". AMDA, Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Secretaria Municipal da Educação, BH, p24-26, 1992.

STUMM, S. B. A influência do arranjo físico nos níveis de ruído em canteiros de obras: **Um estudo de caso na cidade de Curitiba – Paraná**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em construção civil. Universidade Federal do Paraná. 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global Solar UV Index:** A Practical Guide. Geneva, 2002. Disponível em: <http://www.unep.org/pdf/Solar_Index_Guide.pdf>. Acesso em: 21/01/2013.
Referências figuras

Atividades autointrutivas

1. A Higiene do Trabalho pode ser definida como a ciência e a arte do reconhecimento, da avaliação e do controle de fatores ou tensões ambientais originados do ou no local de trabalho e que podem causar doenças, prejuízos para a saúde e o bem-estar, desconforto e ineficiência significativos entre os trabalhadores ou entre os cidadãos da comunidade.

Os fatores e tensões ambientais, mencionados na definição anterior, referem-se a quais dos riscos abaixo?

I. **( )** Risco Físico
II. **( )** Risco Químico
III. **( )** Risco Biológico
IV. **( )** Risco Ergonômico
V. **( )** Risco de Acidente

a) I, II, IV

b) I, II, III

c) I, II, III, IV

d) II, III, IV, V

e) I, II, III, IV, V

2. A Higiene do Trabalho é constituída de três etapas: Reconhecimento, Avaliação e Controle dos agentes ambientais. Relacione as colunas de acordo com a definição destas etapas.

1 – Reconhecimento **( )** Nesta etapa, devemos propor e adotar medidas que visem à eliminação ou minimização do risco presente no ambiente.

2 – Avaliação **( )** Nesta etapa, devemos identificar os agentes ambientais que afetam a saúde dos trabalhadores. Para que esta etapa seja bem sucedida, precisamos ter um bom conhecimento do processo produtivo.

3 – Controle ( ) Nesta etapa, devemos detectar os contaminantes, fazer a coleta das amostras (quando cabível), realizar medições e análises das intensidades e das concentrações dos agentes existentes no ambiente, dentre outros procedimentos.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 1, 2, 3

b) 1, 3, 2

c) 2, 3, 1

d) 3, 1, 2

e) 3, 2, 1

3. Os agentes biológicos que contaminam os ambientes ocupacionais são os vírus, as bactérias, os protozoários, os fungos, os parasitas e alguns derivados de animais e vegetais que causam alergia. Relacione as colunas de acordo com o tipo de alguns agentes biológicos:

1 – Vírus ( ) São organismos cujo ciclo de vida é complexo e em alguns casos necessitam de vários hospedeiros para completar seu desenvolvimento. A transmissão de um hospedeiro a outro é geralmente feita por meio de insetos.

2 – Bactérias ( ) Existem diversos tipos na natureza, mas apenas alguns deles infestam os serem humanos, fazendo isso normalmente na pele, unhas e cabelos.

3 – Protozoários ( ) Estes organismos têm capacidade de liberar esporos, que são formas de vidas resistentes às condições adversas, podendo manter- se durante anos em condições de alta temperatura, clima seco e falta de nutrientes.

4 – Fungos ( ) São constituídos por material genético envolto por uma camada de proteínas, ao infectar a célula hospedeira, injetam seu material genético e usam da estrutura dessa célula hospedeira para se multiplicar e invadir novas células.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 3, 4, 2, 1

b) 1, 2, 3, 4

c) 4, 3, 2, 1

d) 2, 4, 1, 3

e) 3, 2, 4, 1

4. As doenças cólera, tétano e infecções hospitalares são causadas por quais agentes biológicos?

a) Vírus

b) Fungos

c) Bactérias

d) Protozoários

e) Vermes

5. Existem várias técnicas para coletar microrganismos presentes no ar de um ambiente de trabalho. Relacione as colunas de acordo com o método de coleta de agentes biológicos.

1 – Sedimentação ( ) O ar é aspirado por uma bomba e passa através de um líquido contido dentro de um recipiente.

2 – Impínger ( ) O ar é aspirado por meio de uma bomba e passa através de um filtro de gelatina.

3 – Filtração ( ) Neste método, utiliza-se a força centrífuga para separar as partículas das correntes de ar.

4 – Impactação ( ) Consiste na exposição de Placas de Petri contendo meios de cultura adequados, colocados nas zonas escolhidas para a amostragem durante um tempo controlado.

5 – Centrifugação ( ) O ar é aspirado por uma bomba de vácuo, passando por um orifício até o meio de cultura, contendo uma placa adequada.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 1, 3, 4, 5, 2

b) 2, 4, 1, 3, 5

c) 4, 1, 5, 2, 3

d) 3, 2, 5, 1, 4

e) 2, 3, 5, 1, 4

6. Quando existe a possibilidade de contaminação dos equipamentos de trabalho e mobiliários, seja por desinfecção ineficiente ou por depósitos de contaminantes biológicos, é possível fazer a coleta dos agentes biológicos utilizando técnicas de amostragem em superfícies. Quais das técnicas abaixo são consideradas métodos de coleta em superfície?

a) Esfregaço e impínger.

b) Filtração e sedimentação.

c) Placa de contato e esfregaço.

d) Sedimentação e centrifugação.

e) Placa de contato e impactação.

7. As medidas de controle de agentes biológicos podem ser relativas ao ambiente, administrativas e relativas ao trabalhador. Sabemos que as medidas de controle aplicadas na fonte são a de caráter prioritário, pois visam eliminar o risco. Neste contexto, assinale a alternativa abaixo que descreve uma medida de controle adotada na fonte.

a) Uso de EPIs.

b) Controle médico.

c) Isolamento do processo.

d) Diminuição do número de pessoas expostas.

e) Estabelecimento de procedimentos de higiene pessoal.

8. De acordo com a NR 15, o exercício de trabalho em condições de insalubridade assegura ao trabalhador a percepção de adicional incidente sobre o salário mínimo da região equivalente a: 40% para insalubridade de grau máximo, 20% para insalubridade de grau médio e 10% para insalubridade de grau mínimo. Com base nestas informações e no que dispõe o anexo 14 da NR 15, qual das atividades abaixo, envolvendo agentes biológicos, garante um adicional de insalubridade de 20% ao trabalhador?

a) Coleta de lixo urbano.

b) Trabalho em galerias de esgoto.

c) Exumação de corpos em cemitérios.

d) Trabalho em contato permanente com pacientes em isolamento por doenças infectocontagiosas.

e) Trabalho em contato permanente com vísceras, sangue e ossos de animais portadores de doenças infectocontagiosas.

9. Muitos são os fatores que influenciam a troca térmica entre o corpo humano e o meio ambiente. Mas, dentre estes fatores, cinco são os de maior relevância e devem ser considerados na quantificação da sobrecarga térmica. Quais são estes cinco fatores?

a) Calor radiante, umidade relativa do ar, velocidade do ar, temperatura do ar, densidade do ar.

b) Calor radiante, temperatura do trabalhador, pressão atmosférica, velocidade do ar, densidade do ar.

c) Temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar, calor radiante e atividade exercida pelo trabalhador.

d) Temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, atividade exercida pelo trabalhador e aceleração da gravidade.

e) Velocidade do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, temperatura do trabalhador, atividade exercida pelo trabalhador.

10. Quando os mecanismos de vasodilatação periférica e sudorese são insuficientes para promover a perda adequada de calor, o corpo humano pode sofrer consequências que se manifestam na forma de doenças. Relacione as colunas de acordo com as doenças do calor.

1 – Exaustão do Calor	**( )** É decorrente de uma insuficiência do suprimento de sangue no córtex cerebral, resultando numa baixa pressão arterial.
2 – Desidratação	**( )** Acontece devido à perda de água e sais minerais, em especial do cloreto de sódio.
3 – Cãibras do calor	**( )** Ocorre quando a temperatura do núcleo do corpo é tal que põe em risco algum tecido vital que permanece em contínuo funcionamento.
4 – Choque térmico	**( )** Gera, principalmente, a redução do volume de sangue. Mas, em casos extremos pode levar a distúrbios graves e até mesmo a morte.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 1, 2, 3, 4

b) 1, 3, 4, 2.

c) 2, 3, 4, 1

d) 3, 4, 1, 2

e) 4, 3, 2, 1

11. Existem diversos índices que correlacionam as variáveis que influem nas trocas térmicas do indivíduo com o meio ambiente. De acordo com o Anexo 3 da NR 15, qual é o índice que deve ser empregado na avaliação da exposição ao calor?

a) TE – Temperatura efetiva

b) IST – Índice de sobrecarga térmica

c) TEC – Temperatura efetiva corrigida

d) TGU – Temperatura de globo úmido

e) IBUTG – Índice de bulbo úmido – termômetro de globo

12. O Anexo 3 da NR 15 estabelece que as medições da avaliação da exposição ao calor devem ser realizadas por três aparelhos. Relacione as colunas de acordo com a descrição destes instrumentos.

1 – Termômetro de Bulbo Seco	**( )** é um termômetro de mercúrio comum, por meio do qual obtemos a temperatura do ar.
2 – Termômetro de Bulbo Úmido Natural	**( )** é um termômetro cujo bulbo é recoberto por um pavio em forma tubular, de cor branca, de tecido de algodão, com alto poder de absorção de água.
3 – Termômetro de Globo	**( )** é um aparato que possui um termômetro posicionado no centro de uma esfera oca de cobre. A leitura deste instrumento corresponde à temperatura média de radiação do ambiente.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 1, 2, 3

b) 1, 3, 2

c) 2, 3, 1

d) 2, 1, 3

e) 3, 2, 1

13. Em uma empresa madeireira, um trabalhador realiza a movimentação de toras nas condições de descanso no próprio local de trabalho, a céu aberto. As temperaturas foram avaliadas e os valores obtidos foram os seguintes: tg=40°C, tbs = 32°C, tbn = 25°C. Para esta situação, qual é o valor do IBUTG?

a) 27,8°C

b) 28,0°C

c) 28,7°C

d) 29,5°C

e) 32,9°C

14. Para as mesmas condições descritas no exercício 13, considerando que a atividade de movimentação de toras é pesada, qual é o regime de trabalho determinado pela NR 15 para este caso?

a) Trabalho contínuo.

b) 45 minutos de trabalho e 15 minutos de descanso

c) 30 minutos de trabalho e 30 minutos de descanso

d) 15 minutos de trabalho e 45 minutos de descanso

e) Não é permitido o trabalho sem a adoção de medidas adequadas de controle.

15. As medidas relativas ao ambiente destinadas ao controle do calor procuram diminuir os fatores que influenciam na sobrecarga térmica. Relacione as colunas de acordo com os fatores que cada medida visa minimizar.

1 – Insuflação de ar no ambiente	**( )** Umidade relativa do ar
2 – Circulação de ar no ambiente	**( )** Calor produzido pelo metabolismo
3 – Exaustão de vapores d´agua	**( )** Velocidade do ar
4 – Utilização de barreiras refletoras	**( )** Temperatura do ar
5 – Automatização do processo	**( )** Calor radiante

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 1, 2, 3, 4, 5

b) 2, 5, 4, 1, 3

c) 3, 5, 2, 1, 4

d) 3, 1, 5, 2, 4

e) 5, 3, 4, 2, 1

16. De acordo com a NR 29, se um trabalhador realiza uma atividade em um ambiente frigorificado que está a uma temperatura de –45°C, qual é a máxima exposição diária permissível para este trabalhador que está adequadamente vestido para a exposição ao frio?

a) Não é permitida a exposição ao ambiente frio, seja qual for a vestimenta utilizada.

b) Tempo total de trabalho no ambiente frio de 5 minutos, sendo o restante da jornada cumprida, obrigatoriamente, fora de ambiente frio.

c) Tempo total de trabalho no ambiente frio de 4 horas, alternando-se 1 hora de trabalho com 1 hora para recuperação térmica fora do ambiente frio.

d) Tempo total de trabalho no ambiente frio de 1 hora, sendo dois períodos de 30 minutos com separação mínima de 4 horas para recuperação térmica fora do ambiente frio.

e) Tempo total de trabalho no ambiente frio de 6 horas e 40 minutos, sendo quatro períodos de 1 hora e 40 minutos alternados com 20 minutos de repouso e recuperação térmica fora do ambiente de trabalho.

17. Na ausência de limites de exposição definidos na NR 15, a NR 9, que trata do PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, nos permite utilizar como referência os limites adotados por outra organização. Qual é ela?

a) SAHT – Sociedade Americana de Higiene do Trabalho.

b) AAHO – Associação Americana de Higiene Ocupacional.

c) SIHO – Sociedade Internacional de Higiene Ocupacional.

d) CAHO – Conferência Americana de Higiene Ocupacional.

e) ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*.

18. As radiações são classificadas em radiações ionizantes e não ionizantes de acordo com seu efeito biológico no organismo, sua frequência e energia. Avalie os tipos de radiações abaixo e marque (I) para ionizantes e (N) para não ionizantes.

( ) Raios X
( ) Radiação ultravioleta
( ) Radiação gama
( ) Laser
( ) Radiação infravermelha

Assinale a alternativa correta.

a) I, I, I, N, N

b) I, N, I, I, N

c) I, N, I, N, N

d) N, N, I, N, I

e) N, I, I, I, N

19. Existem diversas formas de radiação que podem ser verificadas no espectro eletromagnético. Mas, o que diferencia uma radiação da outra é o seu nível de energia, seu comprimento de onda e a sua frequência. Assim, cada radiação tem suas particularidades, seja de alcance, blindagem e efeito no organismo. Com base nestas informações, relacione as colunas de acordo com o tipo de radiação.

1 – Radiação alfa

( ) Seu espectro está dividido em três faixas de radiação, sendo que os espectros B e C podem apresentar ação mutagênica.

2 – Radiação gama e raios X

( ) São bastante utilizadas nas comunicações, sendo produzidas em instalações de radar e transmissão de rádio. Também são utilizadas em processos industriais químicos e em secagem de materiais.

3 – Radiação ultravioleta

( ) Não tem poder suficiente para modificar a configuração eletrônica dos átomos da matéria incidente. Portanto, seus efeitos são unicamente térmicos.

4 – Radiação infravermelha

( ) São ondas eletromagnéticas de altíssima energia e, portanto, de frequência elevada. Dentre os males causados, pode-se citar anemia, leucemia e câncer, além de alterações genéticas que podem comprometer fisicamente gerações futuras.

5 – Radiação de micro-onda e radiofrequência

( ) São partículas provenientes de emissões do núcleo de átomos instáveis. Apresenta uma grande quantidade de energia em curtas distâncias limitando seu poder de penetração.

Marque a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 2, 5, 3, 4, 1

b) 3, 5, 4, 2, 1

c) 1, 4, 3, 2, 5

d) 4, 3, 5, 2, 1

e) 5, 1, 3, 4, 2

20. Dosímetros são dispositivos destinados ao monitoramento individual da exposição à radiação ionizante. Sobre estes dispositivos, julgue as alternativas como verdadeira (V) ou falsa (F) e assinale a alternativa correta.

( ) Os dosímetros podem ser compartilhados entre dois funcionários.
( ) Os dosímetros são instrumentos utilizados para monitoramento de área.
( ) Ao final de cada mês, os dosímetros devem ser substituídos e enviados à empresa responsável pela dosimetria para realizar a dosagem.
( ) Com base nos resultados obtidos pelo dosímetro, é possível monitorar a dose equivalente efetiva recebida pelo trabalhador durante a sua jornada de trabalho mensal.

a) V, V, V, V

b) V, F, F, V

c) F, V, V, V

d) F, F, V, V

e) F, F, F, F

21. Os raios laser são classificados em cinco classes de acordo com o seu potencial de provocar danos biológicos à saúde. Qual das classes abaixo é aquela que apresenta maior risco?

a) Classe I

b) Classe II

c) Classe IV

d) Classe I A

e) Classe III A

22. Os mergulhadores são profissionais que trabalham submetidos a pressões muito altas. Desta forma, eles estão sujeitos a uma série de riscos à saúde se não realizarem os procedimentos de compressão e descompressão conforme determina o Anexo 6 da NR 15. Sobre a descompressão, preencha as lacunas.

"Descompressão é o conjunto de procedimentos através do qual um mergulhador _____ do seu organismo o _____ de gases inertes absorvidos durante determinadas condições _____, sendo tais procedimentos absolutamente necessários no seu retorno à pressão atmosférica para a preservação da sua _____."

Assinale a alternativa correta:

a) Guarda, excesso, normais, vida.

b) Elimina, pouco, hiperbáricas, vida.

c) Retém, pouco, sem pressão, integridade física.

d) Elimina, excesso, normais, integridade mental.

e) Elimina, excesso, hiperbáricas, integridade física.

23. Os riscos ocupacionais dos ambientes de trabalho são classificados em cinco categorias: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidente, e no mapa de risco, cada um deles tem uma cor específica. Neste contexto, o risco de iluminação inadequada é classificado em qual grupo? Qual é a sua cor no mapa de risco?

a) Risco físico – verde

b) Risco de acidente - azul

c) Risco biológico – marrom

d) Risco químico – vermelho

e) Risco ergonômico – amarelo

24. As cores têm grande influência na iluminação, pois algumas delas possuem grande capacidade de refletir luz, enquanto outras a absorvem mais do que as refletem. Dentre as cores abaixo, qual delas possui maior índice de refletância?

a) Rosa

b) Lilás

c) Preto

d) Branco

e) Cinza escuro

25. Uma sala de aula teve seu nível de iluminamento medido e o valor obtido foi igual a 210 lux. Sabendo que esta sala de aula tem as seguintes características:

I. a idade média dos alunos é de 26 anos;

II. a cor predominante das paredes e do piso é marrom claro, cujo índice de refletância é 40%;

III. a atividade de estudo é considerada de precisão importante.

Com base nestes dados e no quadro 15.4, o iluminamento desta sala está de acordo com o que estabelece a norma NBR 5413?

Quadro 15.4: Atividade

5.3.13 Escolas	Salas de aula Quadros negros Salas de trabalhos manuais	200 – 300 – 500 300 – 500 – 750 200 – 300 – 500
	Laboratórios: • geral..... • local.....	 150 – 200 – 300 300 – 500 – 750
	Anfiteatros e auditórios: • plateia..... • tribuna.....	 150 – 200 – 300 300 – 500 – 750
	Sala de desenho Sala de reuniões Sala de educação física Costuras e atividades semelhantes Artes culinárias	300 – 500 – 750 150 – 200 – 300 100 – 150 – 200 300 – 500 – 750 150 – 200 - 300

Fonte: NBR 5413

Assinale a alternativa correta:

a) A iluminância está adequada, pois o valor mínimo recomendado pela norma é 150 lux.

b) A iluminância está adequada, pois o valor mínimo recomendado pela norma é 200 lux.

c) A iluminância não está adequada, pois o valor mínimo recomendado pela norma é 300 lux.

d) A iluminância não está adequada, pois o valor mínimo recomendado pela norma é 500 lux.

e) A iluminância não está adequada, mas como existe pouca diferença entre o valor medido e o recomendado pela norma, não há necessidade de se adotar medidas corretivas.

26. Você viu como a audição é importante em nossas vidas, tanto que é o sentido que nos permite aprender a falar. Sabendo que cada divisão do ouvido é composta por outras partes, enumere a coluna da direita de acordo com a da esquerda e assinale a resposta que corresponde à alternativa correta.

1 – Ouvido externo	**( )** Formado pelo nervo vestibular e pela cóclea, também é conhecido como labirinto.
2 – Ouvido médio	**( )** É responsável pela amplificação e condução dos sons. É revestido de pelos e glândulas.
3 – Ouvido interno	**( )** Composto pelos três menores ossos do corpo humano, amplifica as vibrações em até 22 vezes.

a) 3, 2, 1

b) 3, 1, 2

c) 1, 2, 3

d) 2, 1, 3

e) 1, 3, 2

27. Como você viu, a cóclea e o aparelho vestibular fazem parte do ouvido interno. Cada um deles tem uma função específica. De acordo com seu conhecimento e estudo, assinale a alternativa que mostra corretamente a função de cada um desses órgãos.

a) A cóclea apenas identifica os sons e o aparelho vestibular os interpreta.

b) A cóclea apenas interpreta os sons e o aparelho vestibular percebe os movimentos da cabeça.

c) A cóclea identifica e interpreta os sons e o aparelho vestibular percebe a posição e os movimentos da cabeça.

d) A cóclea percebe a posição e os movimentos da cabeça e o aparelho vestibular identifica e interpreta os sons.

e) A cóclea interpreta os sons e percebe os movimentos da cabeça e aparelho vestibular identifica os sons.

28. O órgão de Corti está localizado na cóclea e em seu interior estão células ciliadas similares a pelos. Entre as alternativas abaixo descritas, uma delas corresponde à função dessas células. Marque a resposta correta.

a) Definir os sons.

b) Apenas captar os sons.

c) Interpretar os sinais elétricos dos sons.

d) Transformar os sinais elétricos em som.

e) Transformar os sons em sinais elétricos.

29. O sistema vestibular é composto por canais semicirculares e cavidades conhecidas por sáculo e utrículo. Essas cavidades são formadas por células nervosas. Em relação aos canais semicirculares, assinale a alternativa que apresenta sua função correta.

a) Respondem à aceleração do corpo na direção vertical.

b) Respondem à aceleração do corpo na direção diagonal.

c) Respondem à desaceleração do corpo na direção vertical.

d) Respondem à desaceleração do corpo na direção horizontal.

e) Respondem à aceleração e desaceleração do corpo em todas as direções.

30. As qualidades fisiológicas do som dividem-se em intensidade, altura e timbre. Enumere a coluna da direita em relação à coluna da esquerda e assinale a resposta que apresenta a sequência correta.

1 – Intensidade	**( )** Diferenciar um som alto de um som baixo.
2 – Altura	**( )** Diferenciar um som forte de um som fraco.
3 – Timbre	**( )** Diferenciar sons de mesma altura e intensidade.

a) 3, 2, 1

b) 3, 1, 2

c) 1, 2, 3

d) 2, 1, 3

e) 1, 3, 2

31. Vimos que a exposição contínua ao ruído gera danos à saúde do homem. Os efeitos podem ser auditivos ou não auditivos. De acordo com o que estudou, assinale (A) para efeitos auditivos e (N) para efeitos não auditivos.

( ) Surdez temporária
( ) Insônia
( ) Dores de cabeça
( ) Surdez profissional
( ) Zumbido no ouvido

Assinale a alternativa que apresenta a alternativa correta.

a) A, A, N, N, A

b) A, N, N, A, N

c) N, N, N, A, A

d) A, A, N, A, N

e) N, N, A, A, A

32. Você viu, segundo a NR 15 e a NHO 01, que o ruído pode ser contínuo (ou intermitente) e de impacto. O ruído contínuo é todo e qualquer ruído que não é de impacto. E qual a definição de ruído de impacto? Assinale a alternativa correta que traz essa informação.

a) É aquele que apresenta picos de energia acústica de duração superior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.

b) É aquele que apresenta picos de energia acústica de duração superior a 1 segundo, a intervalos inferiores a 1 segundo.

c) É aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.

d) É aquele que apresenta picos de energia acústica de duração igual a 1 segundo, a intervalos inferiores a 1 segundo.

e) É aquele que apresenta picos de energia acústica de duração igual a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo.

33. Como futuro técnico em segurança do trabalho, você foi chamado para realizar a medição do nível de pressão sonora (NPS) que duas máquinas produzem quando trabalham juntas. Você sabe que para obter esse resultado, é necessário que você adicione os níveis sonoros dos dois equipamentos, conforme aprendeu. Utilize o diagrama de soma de níveis, sabendo que:

NPS1 = 80 dB e NPS2 = 75 dB

Assinale a alternativa correta:

a) 80 dB

b) 75 dB

c) 82,1 dB

d) 77,5 dB

e) 81,2 dB

34. Você está fazendo uma avaliação de ruído, utilizando um medidor de pressão sonora. Sabe que, segundo a NR 15, Anexo 1 – limites de tolerância para ruído contínuo e intermitente, a máxima exposição diária para 85 dB(A) são 8 horas. Você verificou na sua medição que o trabalhador está exposto a 99 dB(A), nas 8 horas de jornada diária. Na tabela não há o tempo máximo de exposição para esse nível de ruído. Então, qual o tempo máximo de exposição que você recomendará? Assinale a alternativa correta.

a) 1 hora

b) 9 horas

c) 2 horas

d) 6 horas e 30 minutos

e) 1 hora e 15 minutos

35. Para a avaliação de ruído, existem quatro curvas de ponderação A, B, C e D. Uma delas, em especial, é utilizada para se realizar a avaliação da exposição ocupacional do trabalhador por se assemelhar à audição humana. Qual das alternativas apresenta a curva correta?

a) Curva E

b) Curva A

c) Curva B

d) Curva C

e) Curva D

36. Como você já sabe, a exposição à vibração ou é de corpo inteiro ou, localizada. Tanto uma quanto a outra traz consequências graves à saúde do trabalhador. Assinale a alternativa CORRETA no que diz respeito às doenças resultantes do tipo de exposição à vibração localizada.

a) Apenas Mal dos transportes.

b) Mal dos transportes e dedos brancos.

c) Mal dos transportes e síndrome do Canal Cárpico.

d) Mal dos transportes e síndrome de vibração de mãos e braços.

e) Síndrome de vibração de mãos e braços (HAVS) e síndrome do canal cárpico.

37. A exposição contínua à vibração causa danos, muitas vezes, irreversíveis à saúde do trabalhador. A exposição a determinadas faixas de frequência provoca sintomas como desconfortos, dores e contrações musculares. Nas questões abaixo, relacione as questões da coluna esquerda com as questões da coluna direita.

1 – Dores no peito	**( )** 10 a 18 Hz
2 – Sensação na garganta	**( )** 13 a 20 Hz
3 – Aumento da dor muscular	**( )** 4 a 8 Hz
4 – Urgência urinária e fecal	**( )** 5 a 7 Hz
5 – Aumento do ritmo respiratório	**( )** 12 a 16 Hz

Assinale a alternativa que apresenta a alternativa correta.

a) 1, 2, 3, 4, 5

b) 5, 2, 3, 4, 1

c) 2, 1, 5, 3, 4

d) 4, 1, 2, 5, 3

e) 4, 3, 5, 1, 2

38. Quando falamos em medição da exposição à vibração de corpo inteiro, lembramos que há um eixo de coordenadas que nos auxiliam nessa avaliação. Assinale a alternativa CORRETA, que contém esses eixos de coordenadas.

a) Coordenadas a, b, c

b) Coordenadas a, x, y

c) Coordenadas x, y, z

d) Coordenadas 1, 2, 3

e) Coordenadas a, 1, x

39. As medidas de controle para exposição à vibração podem ser coletivas e administrativas/organização do trabalho. Assinale a alternativa CORRETA que corresponde às medidas coletivas para exposição à vibração de corpo inteiro.

a) Fazer controle médico.

b) Substituir o equipamento.

c) Fazer uso de protetores auriculares e luvas.

d) Limitar o tempo de exposição e monitorar a exposição.

e) Controlar a velocidade do veículo e calibrar os pneus.

40. Você sabe que a exposição contínua à vibração causa muitos danos à saúde do trabalhador. Mas, sabe, também, que existem medidas de controle para evitar desconforto e doenças. Na coluna da direita, estão medidas de controle coletivas para vibração de corpo inteiro e localizada. Faça a relação das duas colunas.

1 – Vibração de corpo inteiro	**( )** Ferramentas antivibratórias
2 – Vibração localizada	**( )** Cabines com suspensão
	( ) Controle de velocidade
	( ) Substituir o equipamento

Assinale a alternativa correta.

a) 2, 2, 2, 2

b) 1, 2, 1, 2

c) 2, 2, 1, 2

d) 1, 1, 1, 1

e) 2, 1, 1, 2

41. São vários os agentes químicos que provocam problemas de saúde, como os gases, os vapores e os aerodispersoides. Esses últimos, os aerodispersoides, dividem-se em poeiras, fumos, névoas, neblinas e fibras. Relacione, então, as duas colunas marcando corretamente os exemplos de agentes:

1 – Poeiras	**( )** Fusão de metais.
2 – Fumos	**( )** Neblina ácida.
3 – Névoas	**( )** Carvão, talco, farinha.
4 – Neblinas	**( )** Algodão e lã.
5 – Fibras	**( )** Inseticidas, tinta de pistola.

Marque, agora, a alternativa que corresponde à sequência correta.

a) 2, 4, 1, 5, 3

b) 1, 2, 3, 4, 5

c) 4, 3, 5, 2, 1

d) 2, 5, 1, 3, 4

e) 5, 3, 2, 4, 1

42. De acordo com o aprendizado da aula de agentes químicos, assinale a alternativa que diferencia corretamente gases e vapores.

a) Névoas e neblinas são exemplos de gases; fumos e fibras são exemplos de vapores.

b) O gás de maior concentração no ar é o oxigênio, enquanto no vapor, o gás de maior concentração é o hélio.

c) Os gases sempre são encontrados em estado líquido, enquanto os vapores são encontrados em estado gasoso.

d) Os gases nunca chegam a 100% de concentração no ambiente em que estão, enquanto os vapores sempre alcançam 100%.

e) Os gases, em condições normais de pressão e temperatura, encontram-se em estado gasoso, enquanto os vapores são o estado gasoso de uma substância que, nas condições normais de pressão e temperatura, está no estado líquido.

43. Na aula específica sobre gases e vapores, você viu que se dividem em irritantes, anestésicos e asfixiantes e como se comportam. Conforme o que aprendeu, marque a alternativa correta que se refere aos irritantes.

a) Os gases e vapores irritantes se dividem em primários, secundários e terciários.

b) Os gases e vapores irritantes têm ação depressiva no sistema nervoso central.

c) Os gases e vapores irritantes atacam, além do nariz e da garganta, os bronquíolos e os alvéolos.

d) Os gases e vapores irritantes, também, são anestésicos e asfixiantes.

e) Os gases e vapores irritantes nada causam à saúde.

44. Os gases e vapores classificados como irritantes, anestésicos e asfixiantes subdividem-se em outros grupos. De acordou com o que estudou sobre o assunto relacione a coluna da esquerda com a coluna da direita.

1 – Anestésicos	**( )** Secundários.
2 – Irritantes	**( )** Químicos
3 – Asfixiantes	**( )** De efeitos sobre as vísceras
	( ) Simples
	( ) De ação sobre o SNC .

Marque a alternativa que apresenta a sequência correta.

a) 2, 3, 1, 3, 1

b) 2, 2, 3, 3, 1

c) 1, 3, 2, 1, 1

d) 3, 1, 3, 2, 2

e) 3, 2, 3, 2, 1

45. Um dos aerodispersoides mais falados é a poeira. Ela classifica-se de acordo com as reações que ocorrem na saúde do homem, podendo a poeira ser fibrogênica, irritante, alergênica, cancerígena, tóxica e de feito cutâneo. Marque a alternativa que apresenta corretamente exemplos de poeira cancerígena e poeira tóxica.

a) Cancerígena – amianto e arsênico; tóxica – manganês e chumbo.

b) Cancerígena – manganês e chumbo; tóxica – amianto e arsênico.

c) Cancerígena – lã de rocha e fibra de vidro; tóxica – cádmio e chumbo.

d) Cancerígena – amianto e arsênico; tóxica – lã de rocha e fibra de vidro.

e) Cancerígena – manganês e amianto; tóxica – lã de rocha e fibra de vidro.

46. A pneumoconiose é uma doença provocada pelo acúmulo de poeira nos pulmões e pela reação dos tecidos à poeira acumulada. Essa doença é dividida em dois grupos. Qual o nome desses grupos? Marque a alternativa que apresenta a resposta correta.

a) Tóxica se não tóxicas.

b) Irritantes e alergênicas.

c) Fibrogênicas e não fibrogênicas.

d) Cancerígenas e não cancerígenas.

e) De efeitos cutâneos e de efeitos respiratórios.

47. Como você sabe, a avaliação dos agentes químicos pode ser qualitativa e quantitativa, sendo a quantitativa mais cara devido às técnicas sofisticadas que são empregadas. Mas, quando estamos tratando de avaliação, independentemente do método, devemos considerar três pontos básicos fundamentais para o processo. Assinale a alternativa que indica corretamente o que devemos considerar.

a) Tipo de amostra, tipo da poeira, cor da poeira.

b) Ciclo de trabalho, ponto de trabalho e zona respiratória.

c) Ciclo de trabalho, tamanho da partícula e zona de respiração.

d) Ponto de trabalho, tamanho da partícula e zona de respiração.

e) Tamanho das partículas, tempo de avaliação e o tipo de amostra.

48. As medidas de controle dos agentes químicos referem-se ao ambiente de trabalho, às medidas administrativas e ao trabalhador. As medidas de controle relativas ao trabalhador são realizadas quando se esgotam as outras possibilidades. Qual das alternativas abaixo apresenta corretamente medidas de controle referente ao trabalhador?

a) Ventilação e treinamento.

b) Treinamento e uso de EPIs.

c) Ventilação e enclausuramento.

d) Substituição e exames médicos.

e) Modificação de métodos e processos e uso de EPIs.

49. O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA estabelece normas bem claras e que devem ser seguidas pela empresa. O empregador é responsável em garantir o PPRA como atividade permanente em seu estabelecimento, mas a responsabilidade técnica pode ser do SESMT. As empresas que trabalham com riscos ambientais devem ter o PPRA, quais agentes são esses? Marque a alternativa certa.

a) Agentes físicos

b) Agentes químicos

c) Agentes biológicos

d) Agentes físicos e químicos

e) Agentes físicos, químicos e biológicos

50. A NR 9 que trata do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA estabelece várias etapas que devem ser cumpridas. Uma das etapas é o registro e divulgação de dados. O que faz parte dessa etapa? Assinale a alternativa que apresenta a alternativa correta.

a) Analisar novos projetos.

b) Determinar medidas de controle.

c) Estabelecer medidas de controle dos riscos ambientais.

d) Realizar avaliações no estabelecimento com frequência.

e) Histórico técnico e administrativo que o empregador deve manter.

Currículo das professoras-autoras

Monica Beltrami

Graduada em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná (2006), com mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2009) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (2011). Atualmente, é aluna de doutorado do Programa de Pós Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná. É professora de ensino básico, técnico e tecnológico, e coordenadora do curso Técnico em Segurança do Trabalho (EaD) do Instituto Federal do Paraná com autoria de materiais didáticos na área. Tem experiência industrial em planejamento da produção mecânica e engenharia de qualidade.

Silvana Bastos Stumm

Mestrado em Construção Civil pela Universidade Federal do Paraná (2006), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Federal do Paraná (2000), especialização em Administração Industrial, Universidade Federal do Paraná (1994), graduação em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1987). Engenheira com experiência na área de construção civil, pesquisas na área de segurança do trabalho. Aborda os seguintes temas: obras, organização, segurança do trabalho na construção civil, acústica de edificações. Professora de construção civil na Pontifícia Universidade Católica do Paraná.