



# Tecnologias e Processos Industriais II

*José Carlos Lorentz Aita  
Nirvan Hofstadler Peixoto*



Santa Maria - RS  
2013

**Presidência da República Federativa do Brasil**

**Ministério da Educação**

**Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica**

© Colégio Técnico Industrial de Santa Maria

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

**Equipe de Acompanhamento e Validação**

**Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM**

**Coordenação Institucional**

Paulo Roberto Colusso/CTISM

**Professor-autor**

José Carlos Lorentz Aita/CTISM

Nirvan Hofstadler Peixoto/CTISM

**Coordenação Técnica**

Iza Neuza Teixeira Bohrer/CTISM

**Coordenação de Design**

Erika Goellner/CTISM

**Revisão Pedagógica**

Andressa Rosemárie de Menezes Costa/CTISM

Janaína da Silva Marinho/CTISM

Marcia Migliore Freo/CTISM

**Revisão Textual**

Valéria Castro Fabrício/CTISM

**Revisão Técnica**

Leandro Silveira Ferreira/CTISM

**Ilustração**

Marcel Santos Jacques/CTISM

Rafael Cavalli Viapiana/CTISM

Ricardo Antunes Machado/CTISM

**Diagramação**

Cássio Fernandes Lemos/CTISM

Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM

**Ficha catalográfica elaborada por Maristela Eckhardt – CRB 10/737**

**Biblioteca Central da UFSM**

**A311t Aita, José Carlos Lorentz**

Tecnologias e processos industriais II / José Carlos Lorentz Aita, Nirvan Hofstadler Peixoto. – Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

84 p. : il. ; 28 cm

ISBN 978-85-63573-33-9

1. Processos industriais 2. Máquinas 3. Ferramentas 4. Manuseio de cargas I. Peixoto, Nirvan Hofstadler II. Universidade Federal de Santa Maria., Colégio Técnico Industrial de Santa Maria III. Escola Técnica Aberta do Brasil IV. Título.

**CDU 62-5**

# Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,  
Bem-vindo a 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  
Maio de 2013

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



# Indicação de ícones

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



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



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



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



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



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



# Sumário

<b>Palavra do professor-autor</b> .....	<b>9</b>
<b>Apresentação da disciplina</b> .....	<b>11</b>
<b>Projeto instrucional</b> .....	<b>13</b>
<b>Aula 1 – Máquinas de elevação e transporte</b> .....	<b>15</b>
1.1 Significado prático do manejo de cargas.....	15
1.2 Máquinas e equipamentos mais utilizados no levantamento e movimentação de cargas.....	16
<b>Aula 2 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de cargas</b> .....	<b>31</b>
2.1 Aplicação da NR 11.....	31
<b>Aula 3 – Máquinas e equipamentos</b> .....	<b>33</b>
3.1 Requisitos importantes.....	33
3.2 Máquinas.....	33
3.3 Equipamentos.....	34
3.4 Inspeções.....	35
3.5 Segurança.....	36
<b>Aula 4 – Caldeiras e vasos de pressão</b> .....	<b>39</b>
4.1 Geradores de vapor.....	39
4.2 Caldeiras.....	42
4.3 Vasos de pressão.....	55
<b>Aula 5 – Fornos</b> .....	<b>61</b>
5.1 Noções gerais.....	61
<b>Aula 6 – Ventilação industrial</b> .....	<b>65</b>
6.1 Poluição.....	65
6.2 Ventilação de ambientes.....	66
6.3 Ventilação exaustora.....	67
6.4 Ventilação para conforto térmico.....	67

<b>Aula 7 – Ferramentas manuais</b>	<b>73</b>
7.1 O uso das ferramentas	73
7.2 Inspeção das ferramentas	75
7.3 Local de guarda das ferramentas	76
7.4 Transporte de ferramentas	77
7.5 Tipos de ferramentas manuais	79
<b>Referências</b>	<b>83</b>
<b>Curriculum do professor-autor</b>	<b>84</b>

## Palavra do professor-autor

A cada dia que passa os processos produtivos e os avanços tecnológicos vão sendo aprimorados pelo homem, o qual utiliza seus conhecimentos técnicos e científicos, adquiridos em séculos de aprendizado, na solução de problemas.

Esse conhecimento técnico e científico, ao qual me refiro, vem sofrendo um processo evolutivo, culminando com a chamada Revolução Industrial, surgida a partir da metade do século XVIII, na Inglaterra. A Inglaterra, nessa época, se encontrava em uma crise econômica e social muito séria. Sua sociedade produtora se viu obrigada a introduzir mudanças significativas na maneira de fabricar as coisas. A produção que era, praticamente artesanal, teve que mudar e se aperfeiçoar, passando a produzir grandes quantidades do mesmo produto, com a finalidade de aumentar a oferta e baixar os custos. Para isso, se fez necessário o uso de máquinas no processo produtivo.

Desde então, todo esse avanço, que se aprimora com o passar dos tempos, tem produzido muitos benefícios, mas também, muitos problemas para a humanidade.

Dentre os problemas gerados pela evolução tecnológica está o fato de que o homem vem sendo substituído pela máquina e, consequentemente, perdendo espaço no mercado de trabalho, ocasionando sérios problemas sociais. Além deste, existem os incontáveis problemas ambientais que afetam a biodiversidade do nosso planeta.

O homem já se deu conta de todas essas questões, advindas desse avanço tecnológico. Para tentar minimizá-las tem elaborado leis e normas que devem ser observadas e implementadas por todos, nos locais de trabalho.

Assim, sendo, procuramos elaborar esta apostila com informações básicas a fim de que o aluno tenha subsídios para entender e compreender as Normas Regulamentadoras NR 11, NR 12, NR 13 e NR 14, do Ministério do Trabalho e Emprego, bem como, a importância da ventilação industrial exaustora e da conservação e inspeção de ferramentas manuais.

Somente com muita dedicação e esforço conseguiremos atingir nossos objetivos, bom estudo!

José Carlos Lorentz Aita  
Nirvan Hofstadler Peixoto



# Apresentação da disciplina

A disciplina de Tecnologia e Processos de Fabricação II tem como principal objetivo fornecer subsídios para que o aluno possa estudar e entender as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho no que tange à movimentação, transporte, armazenagem e manuseio de cargas. A segurança em máquinas e equipamentos, como caldeiras, vasos sob pressão, fornos industriais, ventilação exaustora e, também, a importância de uma boa conservação e inspeção das ferramentas manuais.

Para atingirmos esse objetivo, a disciplina foi dividida em sete aulas, cada uma delas aborda um dos seguintes assuntos:

A aula de número um e dois tem como foco a conceituação dos tipos de máquinas e equipamentos utilizados na movimentação, transporte, armazenagem e manuseio de cargas.

A aula de número três é voltada para o entendimento do que são máquinas e equipamentos e a importância das mesmas estarem sempre em boas condições. Destaca a necessidade de um bom planejamento em relação à segurança que estas máquinas e equipamentos irão proporcionar aos trabalhadores. Portanto, a segurança deverá começar a ser pensada juntamente no projeto das máquinas e dos equipamentos. Além de ressaltar a necessidade do arranjo físico e a distribuição delas dentro da fábrica.

Na aula de número quatro, o enfoque é a segurança no manuseio de equipamentos geradores de vapor: as caldeiras e vasos de pressão que armazenam fluídos ou gases a pressões diferentes da atmosférica.

Na aula de número cinco, o enfoque são os fornos industriais, os tipos e requisitos básicos de segurança para instalação e manuseio dos mesmos.

A aula de número seis ressalta a importância da pureza do ar nos ambientes de trabalho, sendo, a ventilação um dos fatores preponderantes na prevenção de problemas de saúde e do bem estar dos trabalhadores.

A aula de número sete destaca a importância das ferramentas manuais no dia a dia do trabalhador e sua fundamental conservação e manutenção.



# Projeto instrucional

**Disciplina:** Tecnologias e Processos Industriais II (carga horária: 60h).

**Ementa:** Máquinas de elevação e transporte. NR 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais. NR 13: Caldeiras e Vasos sob Pressão. NR 12: Máquinas e Equipamentos. NR 14: Fornos. Ventilação industrial. Uso, conservação e inspeção de ferramentas.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Máquinas de elevação e transporte	Dar o embasamento necessário ao aluno para que possa compreender, de forma clara, os equipamentos de guindar e transportar.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	06
2. Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de cargas	Apresentar ao aluno os requisitos de segurança que devem ser observados quando da utilização de equipamentos para içamento, transporte, movimentação, manuseio e armazenagem de materiais.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	06
3. Máquinas e equipamentos	Apresentar os requisitos mínimos exigíveis para a prevenção de acidentes do trabalho na utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos. Conhecer a importância e os cuidados a serem observados no projeto, fabricação, importação e comercialização de máquinas e equipamentos.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	12
4. Caldeiras e vasos sob pressão	Dar o embasamento necessário ao aluno para que possa compreender, de forma clara, as determinações da Norma Regulamentadora 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão. Dar condições e conhecimento das medidas de segurança necessárias, tanto preventivas como corretivas, que visem à eliminação dos riscos de acidentes nos ambientes de trabalho.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	12
5. Fornos	Dar ciência de que os fornos industriais, como qualquer equipamento, requerem cuidados não só na sua operação, mas também, no que se refere à sua instalação.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	14

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
6. Ventilação industrial	<p>Mostrar a necessidade da ventilação em ambientes industriais, com a finalidade de evitar que eles tornem-se insalubres.</p> <p>Mostrar a necessidade da ventilação nos ambientes de trabalho como fator de conforto.</p>	<p>Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i>, exercícios.</p>	04
7. Ferramentas manuais	Mostrar a utilidade das ferramentas manuais e a importância da conservação e manutenção das mesmas.	<p>Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i>, exercícios.</p>	06

# Aula 1 – Máquinas de elevação e transporte

## Objetivos

Dar o embasamento necessário ao aluno para que possa compreender, de forma clara, os equipamentos de guindar e transportar.

### 1.1 Significado prático do manejo de cargas

Uma das tarefas, frequentes no cotidiano de uma empresa, é o manuseio de cargas realizado manualmente ou auxiliado por equipamentos mecânicos. Tanto o manuseio de carga manual como da mecanizada requerem cuidados, pois essa prática de transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de cargas, dentro ou fora das empresas, são responsáveis por sérios acidentes.

Para entender melhor do que estamos falando, o *link* ao lado, é uma reportagem de acidente devido à falta de segurança na movimentação e armazenagem de materiais no Porto de Santos - SP.

Agora que você pode visualizar alguns dos perigos causados pela falta de segurança no transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de cargas, vamos estudar alguns conceitos básicos que serão muito úteis para o entendimento da NR 11 (BRASIL/MTE, 1978b).

#### 1.1.1 Conceitos básicos

Quando a NR 11 (BRASIL/MTE, 1978b) refere-se ao manejo de cargas, pode-se entender que o mesmo envolve etapas bem definidas dentro da empresa durante o processo produtivo. Ele requer uma logística de transporte da carga para fora da empresa, que poderá ser realizada por via rodoviária, ferroviária, marítima ou fluvial. Nesses casos, deverão ser seguidas normas brasileiras vigentes referentes a cada um deles.

Deve-se propor uma logística de movimentação de materiais dentro da própria empresa, de armazenagem do material em locais apropriados que facilitem sua distribuição entre os vários setores da mesma, auxiliando o manuseio da matéria-prima que deverá ser trabalhada e/ou modificada pelos trabalhadores e das máquinas na produção. Em qualquer das situações, a empresa deverá



Assista a um vídeo sobre "Acidente no Porto de Santos", em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=xEf9GeycYRw&feature=related>

Assista a um vídeo sobre "Acidente com empilhadeira", em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=MJ9PPo0vov0&feature=endscreen>

Assista a um vídeo sobre "Manuseio de cargas", em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=KArrj8d4qks>

Assista a um vídeo sobre "Alimentador de prensa e carregador lateral", em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=0-vGCVjRkGU&feature=related>

seguir as recomendações de segurança explicitadas em normas ou leis vigentes na época do fato.



Sempre que possível, o manejo de materiais deverá ser realizado com o auxílio de máquinas e equipamentos que facilitem a vida do trabalhador, evitando que este se sobrecarregue sofrendo lesões, muito frequentes, nesse tipo de atividade.

## 1.2 Máquinas e equipamentos mais utilizados no levantamento e movimentação de cargas

Nas operações de içamento e movimentação de cargas, a fim de facilitar e auxiliar os trabalhadores na execução das tarefas, é recomendado a utilização de máquinas e equipamentos.

As máquinas e equipamentos utilizados para içamento e movimentação de cargas devem ser escolhidos de acordo com critérios previamente avaliados. Dentre os itens a serem analisados, podemos ressaltar o peso da carga, sua dimensão, a capacidade de carga do equipamento ou máquina a ser utilizada, e ainda, a capacidade das correntes, cintas, ganchos e outros equipamentos necessários às condições do local onde será efetuado o içamento, sua movimentação e outros fatores que se julguem relevante.



Nas tarefas de içamento e movimentação de cargas, todas as possibilidades deverão ser minuciosamente avaliadas, a fim de evitar qualquer imprevisto que possa causar algum tipo de acidente.

Exemplos de algumas tarefas que, se não avaliadas, poderão causar acidentes:

- Içamento de carga perto dos fios de alta tensão.
- Equipamento com capacidade de carga menor que a recomendada para a tarefa.
- Pessoal não capacitado operando os equipamentos de içamento e movimentação.

Como dissemos, para o bom entendimento da NR 11 (BRASIL/MTE, 1978b), passamos a enumerar e descrever algumas das máquinas e equipamentos mais frequentemente utilizados nas atividades de içamento, movimentação e manuseio de cargas:

## **1.2.1 Equipamentos manuais utilizados para a movimentação e manuseio de materiais**

Na utilização destes, além do controle do equipamento, o operador é responsável por produzir a força capaz de colocar o equipamento em movimento.

### **1.2.1.1 Equipamentos manuais utilizados para movimentação de materiais**

- Carrinho de mão



**Figura 1.1: Carrinho de mão**

Fonte: CTISM

- Carro para tambores



**Figura 1.2: Carrinho de mão para tambores**

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre a movimentação manual de cargas, acesse:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Movimenta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_material](http://pt.wikipedia.org/wiki/Movimenta%C3%A7%C3%A3o_de_material)

Para saber mais sobre carrinhos de mão, acesse:  
<http://www.saudeeseguranca.xpg.com.br/DDS/38CARRINHOSDEMÃO.pdf>

- Carro para cilindros de aço



**Figura 1.3: Carrinho de mão para cilindros de aço**

Fonte: CTISM

- Carro para subir ou descer escadas



**Figura 1.4: Carrinho de mão para subir ou descer escadas**

Fonte: CTISM

- Paleteira manual



**Figura 1.5: Paleteira manual**

Fonte: CTISM

## 1.2.2 Equipamentos utilizados para o manuseio de materiais

- Pé de cabra

Alavanca de metal que possui uma das extremidades semelhante a um pé de cabra.



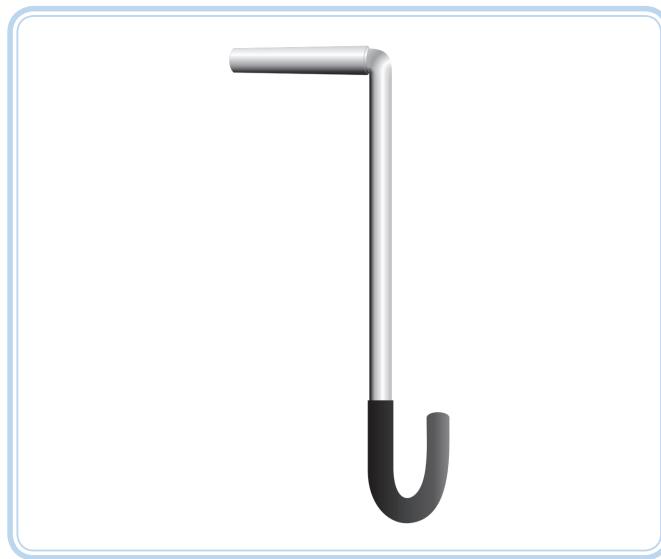
Para saber mais sobre pé de cabra, acesse:  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9-de-cabra>

**Figura 1.6: Pé de cabra**

Fonte: [http://www.brasutil.com/departamento/Ferramentas\\_Alavanca-e-PA-de-cabra](http://www.brasutil.com/departamento/Ferramentas_Alavanca-e-PA-de-cabra)

- Ganchos

Equipamento que auxilia na movimentação de chapas de aço, placas de madeira e compensado, vidros, etc.



**Figura 1.7: Gancho**

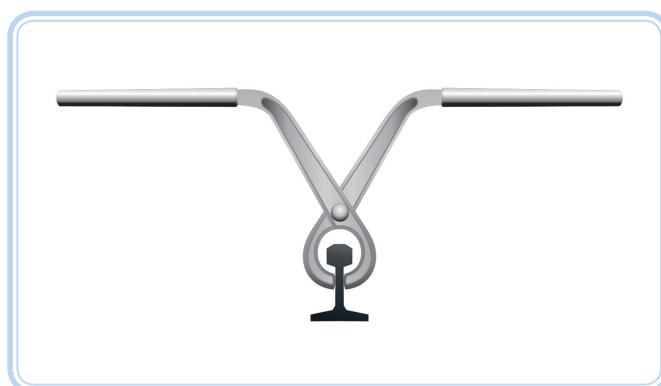
Fonte: CTISM

- Pinças e tenazes

Equipamento que auxilia na movimentação de perfis tais como trilhos, vigas e outros.



Para saber mais sobre tenazes  
e pinças, acesse:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/  
Tenaz](http://pt.wikipedia.org/wiki/Tenaz)



**Figura 1.8: Tenaz**

Fonte: CTISM

- Ventosas

Equipamento normalmente de formato esférico, funciona através da formação de vácuo, capaz de suportar pesos consideráveis. Pode auxiliar no transporte de materiais como, por exemplo, o vidro.



Assista a um vídeo sobre o funcionamento de "ventosa dupla", em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=PONYGnpvBgk>

**Figura 1.9: Ventosa dupla e simples**

Fonte: CTISM

- Talhas manuais

Equipamento utilizado para içamento manual de cargas.



Para saber mais sobre talhas manuais, acesse:  
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAvmwAF/uso-talhas-manuais>

**Figura 1.10: Talha manual**

Fonte: CTISM



Além das recomendações de segurança da NR 11 (BRASIL/MTE, 1978b), devemos seguir, também, as normas de segurança e de utilização determinadas pelos fabricantes dos equipamentos e escritas no manual de utilização do produto.

### 1.2.3 Equipamentos mecanizados utilizados para a movimentação de materiais

O controle dos equipamentos mecanizados deverá ser realizado pelo operador que, nesse caso, deve ter qualificação especial dada por instrutor capacitado. Mas, diferentemente, esses equipamentos não necessitam da força do trabalhador para colocar o equipamento em funcionamento.

#### 1.2.3.1 Monta-carga

Tipo de elevador utilizado para transporte, apenas de cargas.

Na utilização de monta-cargas devem ser consideradas as recomendações de segurança da NR 11 (BRASIL/TEM, 1978b) e as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua utilização e, principalmente, aos cuidados com a manutenção.

Esse tipo de equipamento é muito utilizado na construção civil, hotéis, restaurantes, comércio e, até mesmo, em residências.



É expressamente proibida a utilização de monta-carga para transporte de pessoas.



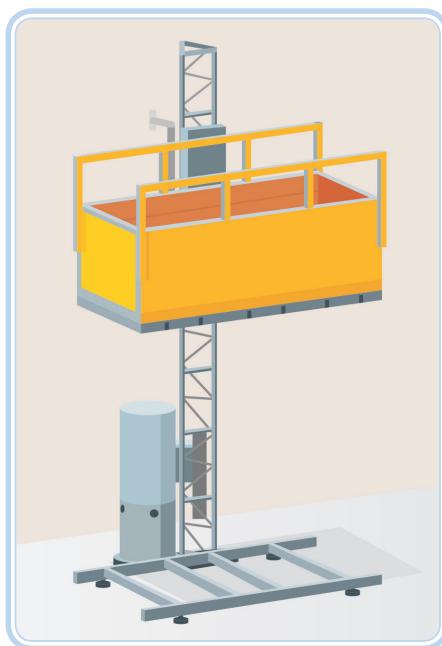
**Figura 1.11: Monta-carga tipo industrial**

Fonte: CTISM



**Figura 1.12: Monta-carga para hotéis, restaurantes e residências**

Fonte: CTISM



**Figura 1.13: Monta-carga para construção civil**

Fonte: CTISM

### **1.2.3.2 Guindastes ou guinchos**

São equipamentos dotados basicamente de uma estrutura metálica, lança e carrinho da lança, também chamado de *trolley*. Esses equipamentos apresentam grande mobilidade, são capazes de içar, baixar e mover a carga dentro de uma área delimitada pelo alcance da lança.

- Guindaste de coluna

Esse tipo de equipamento é muito empregado na indústria da construção civil, indústrias de montagens, nos terminais portuários e outros.

É um equipamento com grande diversidade construtiva, como podemos verificar nas Figuras 1.14 e 1.15.



**Figura 1.14: Guindaste de coluna**

Fonte: CTISM



**Figura 1.15: Carrinho da lança ou trolley**

Fonte: CTISM



Para visualizar um *trolley* trabalhando acesse o site:  
<http://www.youtube.com/watch?v=blXQ03JgNs8&feature=related>

- Guindaste de esteira

Este tipo de guindaste tem como característica principal poder se deslocar em terrenos arenosos e enlameados, pois se locomovem sobre esteiras (lagartas).



**Figura 1.16: Guindaste móvel sobre esteira**

Fonte: CTISM

- Guindaste sobre rodas



**Figura 1.17: Guindaste sobre rodas**

Fonte: CTISM



Assista a vídeos sobre guindastes, em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=M1w1gMfeLpQ&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=LLRiy5Hsbyw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=P3QetEEE5xs&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=-Vz4eD4y9Jw&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=nSf128Lf08&feature=related>

- Guindaste de pórtico ou cavalete

Este guindaste tem características semelhantes às das pontes rolantes, porém foram desenvolvidos para executar serviços ao ar livre.



**Figura 1.18: Guindaste de pórtico**

Fonte: CTISM



**Figura 1.19: Talha elétrica de pórtico**

Fonte: CTISM

- Pontes rolantes

Este equipamento tem características semelhantes aos guindastes de pórtico, porém foram desenvolvidos para executar serviços dentro dos prédios das indústrias. Utilizam a estrutura do prédio como base de sustentação.



**Figura 1.20: Ponte rolante**

Fonte: CTISM

- Cabos de aço

Segundo a NBR 4309:2009 (Equipamentos de movimentação de carga – Cabos de aço – Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte), o cabo deve ser considerado um componente de consumo que deve ser substituído quando for constatado, na inspeção, que sua resistência foi reduzida a tal ponto que seu uso seria desaconselhável. Sua vida útil varia com relação às características particulares do equipamento de guindar e transportar e, também, quanto as suas condições de uso. Quando a longa durabilidade do cabo é fundamental, são adotados um alto coeficiente de utilização e uma alta razão de dobramento ( $D/d$ ). Contudo, quando a leveza e a compacidade de projeto são essenciais, esses valores podem ser reduzidos, contanto que um número menor de ciclos operacionais seja aceitável. Entretanto, em todos os casos, para a movimentação segura de cargas por equipamentos operados corretamente, o cabo deve ser examinado com frequência para que seja colocado fora de serviço no momento certo. Finalmente, alguns equipamentos de guindar e transportar são usados em condições nas quais os cabos de aço estão particularmente expostos a danos acidentais e, a seleção original do cabo deverá levar esse fator em consideração. Em tais circunstâncias, a inspeção do cabo deve ser cuidadosa. Esse deve ser colocado fora de serviço assim que for constatada uma condição crítica de dano. Para todas as condições de uso, os critérios de descarte relacionados a rupturas de arames, desgaste, corrosão e deformação podem ser aplicados imediatamente. Esses diferentes fatores são considerados nesta norma, a qual se destina a orientar as pessoas qualificadas envolvidas na manutenção e na inspeção de guindastes. O objetivo desses critérios é manter, até o momento em que o cabo for descartado, uma margem de segurança adequada para a movimentação de cargas. O não reconhecimento desses critérios é perigoso e poderá ser a causa de acidentes.



Para saber mais sobre pontes rolantes, acesse:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte\\_rolante](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte_rolante)



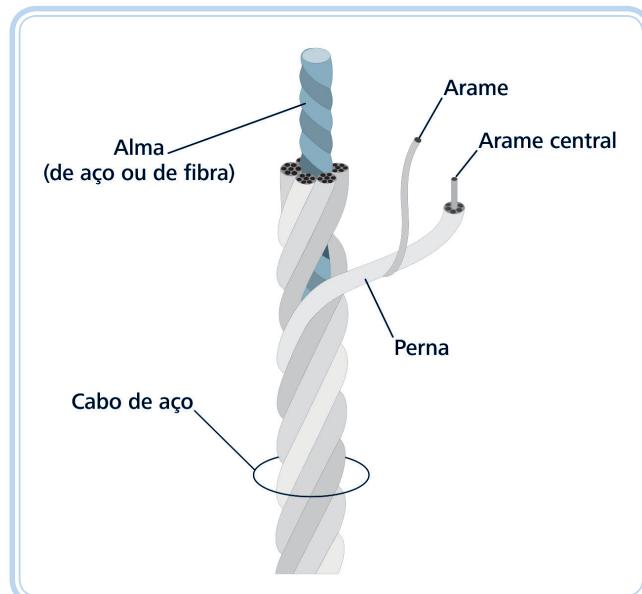
Saiba mais sobre a NBR 4309:1998 em:  
<http://pt.scribd.com/doc/51251298/ABNT-NBR-ISO-4309-Guindastes-Cabo-de-Aco-Criterios-de-Inspecao-e-Descarte-1>

Partes componentes de um cabo de aço:



Saiba mais sobre cabos de aço manual 1 em:  
[http://www.joinville.ifsc.edu.br/~antonibrito/Elementos%20de%20maquinas/Cabos/Manual\\_ARI01.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~antonibrito/Elementos%20de%20maquinas/Cabos/Manual_ARI01.pdf)

Saiba mais sobre inspeção de cabos de aço manual 2 em:  
[http://www.joinville.ifsc.edu.br/~antonibrito/Elementos%20de%20maquinas/Cabos/Manual\\_ARI02.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~antonibrito/Elementos%20de%20maquinas/Cabos/Manual_ARI02.pdf)



**Figura 1.21: Partes de um cabo de aço**

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre empilhadeiras acesse:  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Empilhadeira>

Para saber mais sobre operação com empilhadeiras acesse:  
<http://pt.scribd.com/doc/7840075/Empilhadeiras-Procedzip>



Assista a um vídeo sobre empilhadeira, em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=tQeMj5VOPEs&feature=related>



**Figura 1.22: Empilhadeira**

Fonte: CTISM

Além da NR 11 (BRASIL/MTE, 1978b), existe a NR 18 (BRASIL/MTE, 1978h), que no item 18.14 se refere à movimentação e transporte de materiais e pessoas na construção civil, que será estudada na disciplina de Tecnologia e Processos Industriais IV.

## Resumo

Nessa aula, foram estudadas a conceituação e os tipos de máquinas e equipamentos utilizados na movimentação, transporte, armazenagem e manuseio de cargas, importantes para o bom entendimento da NR 11.

## Atividades de aprendizagem



- 1.** É definido como equipamento mecanizado utilizado para transporte, movimentação e manuseio de materiais, todo equipamento que:
  - a)** Necessita exclusivamente da força do operador.
  - b)** Não precisa do controle do operador.
  - c)** Não depende da força do operador.
  - d)** Trabalha sozinho e não precisa de operador.
- 2.** Sempre que possível o transporte, a movimentação e o manuseio de materiais deverá ser realizado:
  - a)** Por uma única pessoa.
  - b)** Pelo trabalhador mais experiente.
  - c)** Pelo trabalhador mais forte.
  - d)** Por trabalhador capacitado, com o auxílio de máquinas e equipamentos.
- 3.** Em relação aos monta-cargas é correto afirmar:
  - a)** É expressamente proibido ser utilizado para transportar pessoas.
  - b)** É utilizado para transporte de pessoas na construção civil.
  - c)** É utilizado tanto para transporte de materiais como de pessoas.
  - d)** É expressamente proibido para transporte de materiais.

**4.** São equipamentos utilizados para manuseio manual de materiais:

- a)** Pé de cabra, elevadores, ganchos.
- b)** Pinças, tenazes, ventosas.
- c)** Guindastes, tenazes, ganchos.
- d)** Talhas elétricas, empilhadeira, pé de cabra.

**5.** São equipamentos mecanizados utilizados para içamento de cargas:

- a)** Empilhadeira, talha elétrica, tenazes.
- b)** Talha manual, guindaste, ventosa.
- c)** Guindaste, grua, talha manual.
- d)** Guindaste, talha elétrica, empilhadeira.

# Aula 2 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de cargas

## Objetivos

Apresentar ao aluno os requisitos de segurança que devem ser observados quando da utilização de equipamentos para içamento, transporte, movimentação, manuseio e armazenagem de materiais.

### 2.1 Aplicação da NR 11

A Norma Regulamentadora – NR 11 foi criada para minimizar um grande problema: a segurança no içamento, na movimentação e no transporte de materiais, realizados diariamente, em praticamente todas as empresas.

O içamento, movimentação e o transporte de cargas podem ser feitos tanto manualmente como com auxílio de máquinas. Em ambos os casos é bom sempre ressaltar a importância da segurança na execução destas atividades.

Quando trabalhamos com manuseio, levantamento e transporte manual de cargas, além das determinações da Norma Regulamentadora – NR 11 faz-se necessário lembrar que existe outra norma referente ao assunto: a Norma Regulamentadora – NR 17 – Ergonomia, a qual terá uma disciplina específica para tratá-la.

Fato é que, quando o trabalho envolve tarefas de içamento, transporte e/ou movimentação de cargas, não devemos levar em consideração apenas a segurança do trabalhador, mas, também, a segurança da carga que está sendo erguida, movimentada e/ou transportada. Assim sendo, é fundamental conhecermos em detalhes a norma regulamentadora número 11 a qual poderá ser estudada no *site* do Ministério do Trabalho e Emprego.

#### Vamos lá!

Agora estude a NR 11, no *site* do Ministério do Trabalho e Emprego e responda as questões a seguir.



Para saber mais sobre a NR 11, acesse os *link*:  
<http://pt.scribd.com/doc/56825540/MOVIMENTACAO-DE-CARGAS-NR-11-COMENTADA>

[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr\\_11.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEF1FA6256B00/nr_11.pdf)



## Atividade de aprendizagem

1. Marque verdadeiro (V) ou falso (F) nos itens a seguir.

- ( ) Em todo equipamentos de transporte, com força motriz própria, o operador deverá receber treinamento específico.
- ( ) Os operadores de equipamentos de transporte motorizado deverão ser habilitados, só podendo dirigir, se durante o horário de trabalho, portarem a carteira nacional de habilitação.
- ( ) A NR 11 estabelece a distância máxima de 60,00 m (sessenta metros) para o transporte manual de um saco.
- ( ) Na operação manual de carga e descarga de sacos, em caminhão ou vagão, o trabalhador, se comprovadamente for considerado forte, poderá dispensar o auxílio de ajudante.
- ( ) É vedado o transporte manual de sacos, através de pranchas, sobre vãos superiores a 1,00 m (um metro) ou mais de extensão.
- ( ) O material armazenado deverá ser disposto de forma a evitar a obstrução de portas, equipamentos contra incêndio, saídas de emergências, etc. Bem como, deverá ficar afastado das estruturas laterais do prédio a uma distância mínima de 1,5 m (um metro e cinquenta centímetros).
- ( ) Os cabos de aço, cordas, correntes, roldanas e ganchos utilizados nos equipamentos de guindar e transportar tem vida útil, prevista na NR 11, de no mínimo 5 anos e, que deverão ser inspecionados após este tempo, devendo ser obrigatoriamente substituídos.

# Aula 3 – Máquinas e equipamentos

## Objetivos

Apresentar os requisitos mínimos exigíveis para a prevenção de acidentes do trabalho na utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos.

Conhecer a importância e os cuidados a serem observados no projeto, fabricação, importação e comercialização de máquinas e equipamentos.

### 3.1 Requisitos importantes

É fundamental que todo trabalhador tenha consciência de que operar com máquinas e equipamentos sempre implicam riscos. Portanto, é muito importante que tanto as máquinas como os equipamentos utilizados devam sempre estar em perfeitas condições de uso. Isso envolve um trabalho criterioso e minucioso de manutenção. Além disso, todo trabalhador deve ser treinado no manuseio das máquinas e equipamentos que serão por ele usadas no seu dia a dia de trabalho.

Mas isso ainda não é suficiente para que os riscos sejam eliminados, ou seja, não basta apenas treinarmos as pessoas no manuseio das máquinas ou equipamentos. Faz-se necessário que esses estejam sempre em condições de uso e que sejam projetados com dispositivos de segurança apropriados.

Na expectativa de que os riscos sejam minimizados ao máximo, criaram-se normas e legislações para serem cumpridas pelas empresas. Dentre essas legislações está a NR 12 – Máquinas e Equipamentos, do Ministério do Trabalho e Emprego, aprovada pela Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978. Esta define referências técnicas, princípios, fundamentos e requisitos de proteção. Para seu entendimento, faz-se necessário conhecermos alguns conceitos nela contidos.



Assista a um vídeo sobre comentários a respeito das exigências da NR 12, em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=KRn5VE2BkVw&feature=related>

### 3.2 Máquinas

Máquinas são dispositivos formados por conjuntos mecânicos e/ou elétricos, que, quando acionados, conjuntamente e/ou separadamente, auxiliam na

execução dos trabalhos. Para o seu funcionamento, faz-se necessário uma fonte de energia. Dentre elas, podemos citar:

- Elétrica.
- Eólica.
- Hidráulica.
- Pneumática.
- Mecânica.
- Térmica.
- E outras.



Assista a vídeos sobre segurança em máquinas e equipamentos, conforme a Norma Regulamentadora 12, em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=topxuPC9Nz0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=f93mT9tpC7g&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=ZgW4ET1enqU&feature=relmfu>

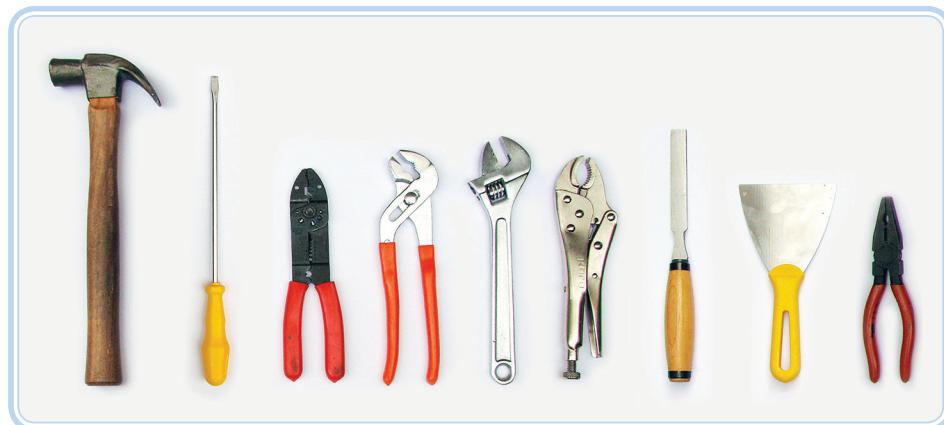
### 3.3 Equipamentos

Chamamos de equipamentos os instrumentos ou dispositivos que servem para auxiliar na execução de uma tarefa, a qual pode ser realizada em máquinas ou manualmente. Podemos afirmar que os equipamentos são muito utilizados na realização de tarefas, por diferentes profissionais, como ferramentas de trabalho.

Alguns equipamentos utilizados na execução de trabalhos:

- Martelo.
- Chave de fenda.
- Talhadeira.
- Morsa (torno de bancada).
- Brocas.
- Bits.
- Mandril.

- Placa de castanhas.
- E outros.



**Figura 3.1: Ferramentas**

Fonte: CTISM

Os equipamentos, mais conhecidos como ferramentas manuais, serão detalhados na Aula 7 desta apostila.

Agora que você já sabe qual o objetivo da NR 12 (BRASIL/MTE, 1978c), e a diferença entre máquina e equipamento, está na hora de você acessar o site do Ministério do trabalho e Emprego para dar uma boa estudada na norma. Mas, se você ainda precisar de auxílio no entendimento desta norma, você pode acessar os sites inseridos nos ícones.

Além da Norma Regulamentadora – NR 12 (BRASIL/MTE, 1978c), existe a NR 18 (BRASIL/MTE, 1978h), item 18.22 e que se refere a Máquinas, equipamentos e ferramentas diversas na construção civil. Ela será estudada na disciplina de Tecnologia e Processos Industriais IV.

## 3.4 Inspeções

Todo processo de inspeção permite que se estabeleçam estudos de melhorias a serem implementadas, bem como, parâmetros para realização do planejamento de manutenções preditivas e preventivas (estudadas em Princípios de Tecnologia I). Tem a finalidade de garantir o pleno funcionamento do equipamento, assim como, garantir a proteção das pessoas na operação de máquinas e/ou equipamentos.



Assista a um vídeo sobre manutenção preditiva em:  
[http://www.youtube.com/watch?v=\\_JdCQXuCrBA&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=_JdCQXuCrBA&feature=related)

Assista a um vídeo sobre manutenção preventiva em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=grnYZjseVKA&feature=relmfu>

As inspeções variam de acordo com alguns critérios que devem ser levados em consideração. Dentre eles podemos ressaltar:

- Utilização da máquina e/ou equipamento.
- Deterioração das partes da máquina e/ou equipamento.
- Tempo de vida útil das peças das máquinas e/ou equipamentos.
- Capacidade de trabalho das máquinas e/ou equipamentos.
- E, logicamente, as determinações do fabricante em relação à utilização das máquinas e/ou equipamentos.



Assista a um vídeo sobre proteção em serra circular em:  
[http://www.youtube.com/watch?v=x20\\_9HxAi0U&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=x20_9HxAi0U&feature=related)

Assista a vídeos sobre cortina de luz em:  
[http://www.youtube.com/watch?v=hu6vaKx2WD4&feature=results\\_main&playnext=1&list=PL37F0A4ED9F939044&playnext=2](http://www.youtube.com/watch?v=hu6vaKx2WD4&feature=results_main&playnext=1&list=PL37F0A4ED9F939044&playnext=2)

<http://www.youtube.com/watch?v=aMhLHKy2X8w&feature=autoplay&list=PL37F0A4ED9F93939044&playnext=2>

Assista a um vídeo sobre tapete sensível ao peso em:  
[http://www.youtube.com/watch?v=UKJBt\\_7ofNk&feature=autoplay&list=PL37F0A4ED9F939044&playnext=3](http://www.youtube.com/watch?v=UKJBt_7ofNk&feature=autoplay&list=PL37F0A4ED9F939044&playnext=3)

Assista a um vídeo sobre proteção por zona múltipla em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=8rIV3Kv47Y&feature=autoplay&list=PL37F0A4ED9F939044&playnext=5>

## 3.5 Segurança

Toda empresa que realiza um trabalho sério de manutenção em suas máquinas e equipamentos garante um maior tempo de vida útil a estes e, consequentemente, dificilmente terá problemas com interrupções não programadas em seu processo produtivo.

O mais importante, é que a empresa, adotando procedimentos de manutenções preditivas e preventivas, de certa forma, estará assegurando um ambiente de trabalho com mínimos riscos de acidentes e, assim, estará protegendo a integridade física dos trabalhadores e o patrimônio da empresa. Além dos cuidados de manutenção com as máquinas, é importante estarmos sempre atentos aos itens que podem ser fundamentais na segurança das pessoas enquanto operam as mesmas. Estes itens devem ser considerados no projeto das máquinas ou em adequações, num processo de melhoria da segurança. Para exemplificarmos o assunto, podemos citar as cortinas de luz (foto células), tapetes de sensibilidade ao peso, sensores de movimento, entre outros. Eles interrompem o funcionamento da máquina assim que o perímetro seguro seja transposto por uma pessoa ou por algum membro como mãos, braços, cabeça, pernas, etc.

## Resumo

Essa aula foi direcionada para o entendimento do que são máquinas e equipamentos e a necessidade das mesmas estarem sempre em boas condições, com um bom planejamento em relação à segurança que elas irão proporcionar aos trabalhadores. Por isso, a segurança deverá começar a ser pensada juntamente

no projeto das máquinas e equipamentos, bem como a importância do arranjo físico e distribuição delas dentro da fábrica com a mesma finalidade.

## Atividades de aprendizagem



Responda as seguintes questões com base na NR 12.

**1.** Segundo a NR 12, a primeira medida de proteção a ser adotada pelo setor prevencionista é:

- a)** A cobrança do uso de equipamentos de proteção individual pelos trabalhadores.
- b)** A adoção de medidas de proteção coletiva.
- c)** Técnicas de incentivo a uso de equipamentos de proteção individual.
- d)** Cobrança de melhorias para o aumento da produção.

**2.** As vias principais de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem às saídas devem ter no mínimo:

- a)** 0,80 (oitenta centímetros) de largura.
- b)** 0,90 (noventa centímetros) de largura.
- c)** 1,00 (um metro) de largura.
- d)** 1,20 (um metro e vinte centímetros) de largura.

**3.** Toda empresa deve ter as instalações elétricas das máquinas e equipamentos projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico conforme determinações da:

- a)** NR 10.
- b)** NR 11.
- c)** NR 12.
- d)** NR 13.

- 4.** Segundo a NR 12, é proibida a construção de rampas com inclinação superior a \_\_\_\_\_ em relação ao piso.
- a)** 5 graus
  - b)** 10 graus
  - c)** 15 graus
  - d)** 20 graus
- 5.** Segundo a NR 12, é responsabilidade do trabalhador no início de cada jornada de trabalho:
- a)** Bater o seu cartão ponto.
  - b)** Iinspecionar as máquinas e equipamentos antes de utilizá-los.
  - c)** Determinar as prioridades da produção.
  - d)** Esperar o sinal para o início da jornada de trabalho.

# Aula 4 – Caldeiras e vasos de pressão

## Objetivos

Dar o embasamento necessário ao aluno para que possa compreender, de forma clara, as determinações da Norma Regulamentadora 13 – Caldeiras e Vasos de Pressão.

Dar condições e conhecimento das medidas de segurança necessárias, tanto preventivas como corretivas, que visem à eliminação dos riscos de acidentes nos ambientes de trabalho.

### 4.1 Geradores de vapor

Devido à importância destes equipamentos (caldeiras e vasos de pressão), em muitos processos produtivos, iremos nos deter um pouco em sua história e surgimento. Posteriormente, entenderemos seu funcionamento e importância no mundo de hoje.

Já se passaram alguns séculos desde que o homem percebeu que o vapor poderia ser um elemento capaz de gerar energia e, que essa energia poderia ser empregada em benefício da humanidade.

O primeiro experimento realizado utilizando-se o vapor para dar movimento a um dispositivo foi desenvolvido por um estudioso chamado Heron de Alexandria. Ele construiu um dispositivo a que deu o nome de Eolípila. Esse dispositivo pode ser visualizado na Figura 4.1.



**Figura 4.1: Eolípila**

Fonte: CTISM

A eolípila nada mais é que um recipiente fechado, onde, em sua base é colocado água. Ligado a este recipiente foi colocada uma esfera articulada com dois tubos de saída. Estes tubos ficaram em posições diametralmente opostas. Quando a água evapora, o vapor sai pelos tubos, fazendo com que a mesma gire.

Apesar de Heron ter realizado o primeiro experimento com vapor, ao movimentar uma esfera, ele não percebeu, nesse momento, a importância do vapor como fonte de energia.

Somente muitos anos mais tarde é que o homem viu que poderia utilizar o vapor como fonte de energia para movimentar as coisas sem utilizar a força muscular do homem ou dos animais. Neste momento, surgiram as máquinas a vapor.

Em 1782, James Watt projetou e patenteou a máquina a vapor rotativa, de ação dupla, na qual o vapor era introduzido em ambos os lados de um pistão, de modo a produzir um movimento alternativo, para cima e para baixo. Esse invento permitiu a construção de novas máquinas que foram usadas para movimentar mecanismos. A partir daí, o homem passou a elaborar aparelhos cada vez mais sofisticados que ajudaram no desenvolvimento industrial. Dentre tantos inventos, podemos citar as locomotivas e os navios a vapor.

Desde então, o homem vem utilizando o vapor como fonte de energia nas mais diversas aplicações industriais. Algumas de suas aplicações atualmente:

- a) Na indústria de bebidas e similares, o vapor é utilizado na esterilização de garrafas e nos processos de pasteurização.
- b) Na indústria de papel e celulose, ele é empregado no cozimento da madeira nos digestores para obtenção da pasta de celulose.
- c) Na indústria de couro, é empregado no aquecimento dos tanques de água e nas estufas utilizadas para a secagem do couro.
- d) Na indústria de laticínios, é muito utilizado na pasteurização do leite, na fabricação de creme de leite, na produção de queijo e iogurtes.
- e) Na indústria frigorífica, o vapor é utilizado nas estufas de cozimento, na limpeza e esterilização.
- f) Na indústria têxtil, é muito utilizado nos processos de aquecimento da água usada no tingimento dos tecidos e na secagem do produto em estufas.
- g) Na indústria de doces, no aquecimento do tanque de glicose e no cozimento da massa em panelas de pressão.
- h) Na indústria de serviços, é muito utilizado em hotéis, restaurantes e hospitais. Estes locais utilizam o vapor em suas lavanderias, cozinhas e no aquecimento de ambientes.
- i) Na indústria de energia, o vapor é utilizado para gerar energia elétrica nas usinas termoelétricas.

Como podemos ver, o vapor tem uma grande utilidade no mundo atual. O equipamento capaz de gerar vapor sob pressão para os processos, hoje em dia, é denominado caldeira.

Segundo a NR 13 (BRASIL/MTE, 1978d), as caldeiras são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, bem como, os vasos de pressão que acumulam fluidos líquidos ou gasosos, sob pressões acima ou abaixo da atmosférica.

Mesmo com todo o desenvolvimento tecnológico, mas por operarem em pressões acima da atmosférica, as caldeiras e vasos de pressão constituem um risco muito grande de acidentes, principalmente, quando não forem operadas adequadamente e observadas as manutenções que devem seguir, rigorosamente, as recomendações do fabricante.

Devido aos riscos inerentes a estes equipamentos e alguns desastres ocorridos, a comunidade industrial verificou a necessidade de elaborar normas técnicas que regulamentem a construção, manutenção e operação de caldeiras e vasos de pressão. O principal órgão responsável por instituir regras para construção, manutenção e operação destes equipamentos é a *American Society of Mechanical Engineers* (ASME).

Para entendermos melhor estes equipamentos que geram vapor ou acumulam fluidos a pressões de trabalho acima da pressão atmosférica e, que podem ser causas de sérios acidentes, vamos estudar estes dispositivos separadamente, assim sendo, começaremos o nosso estudo com as caldeiras.

## 4.2 Caldeiras

De acordo com a NR 13 (BRASIL/MTE, 1978d), caldeiras a vapor são equipamentos destinados a produzir e acumular vapor sob pressão superior à atmosférica, utilizando qualquer fonte de energia, excetuando-se os **refervedores** e equipamentos similares quando utilizados em unidades de processo.

Falando de forma mais simples, caldeiras são equipamentos utilizados para transformar a água em vapor superaquecido e armazenar este a pressões acima da pressão atmosférica. Esse vapor armazenado será utilizado em diversos processos produtivos, como mencionamos anteriormente.

### 4.2.1 Classificações das caldeiras

As caldeiras podem ser classificadas de várias formas e maneiras, dentre elas:

**a) Quanto à localização da água e dos gases da combustão gerados na fornalha.**

- Flamotubulares, fumotubulares ou tubos de fogo.
- Aquotubulares.

A-Z

refervedores

É um trocador de calor normalmente utilizado para fornecer calor para a parte inferior de colunas de **destilação** industrial. Eles fervem o líquido da parte inferior de uma coluna de destilação para produzir os vapores que são retornados à coluna para a unidade de separação por destilação.

**destilação**

É o processo de separação onde se utiliza uma coluna de fracionamento na qual é possível realizar a separação de diferentes componentes que apresentam diferentes pontos de ebulição, presentes em uma mistura.

O primeiro tipo de caldeira a ser construída foi a flamotubular e é assim denominada porque os gases quentes, provenientes da combustão na fornalha, circulam no interior dos tubos, enquanto a água fica em volta deles.

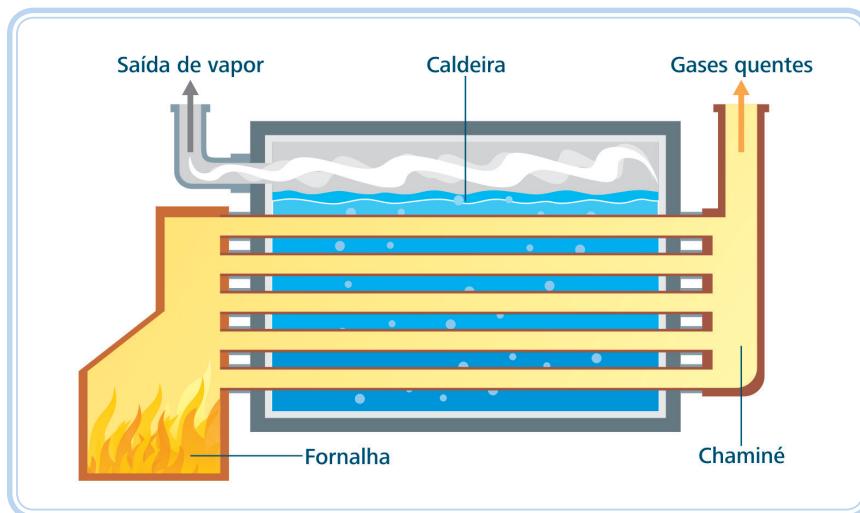
Como os tubos por onde circulam os gases quentes estão totalmente cobertos pela água, a transferência de calor ocorre em todas as áreas da superfície tubular.



Assista a um vídeo sobre o funcionamento de uma caldeira, em:  
[http://www.youtube.com/watch?v=z3mQq\\_mrcBg&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=z3mQq_mrcBg&feature=related)

A caldeira flamotubular é o tipo mais simples projetada pelo homem e era muito usada em locomotivas e navios. Mesmo com a evolução das caldeiras, as flamotubulares ainda continuam em uso. Entretanto, é importante salientar que a grande maioria destes tipos de caldeiras é de pequeno porte, ou seja, possuem capacidade de geração de vapor em torno de 5 toneladas por hora (ton/h) e pressões inferiores a 20 kg/cm<sup>2</sup>. Poucas são capazes de gerar 30 toneladas de vapor por hora (ton/h).

A grande desvantagem deste tipo de equipamento é ter uma superfície de troca de calor muito pequena, mesmo se o número de tubos for aumentado. Apesar de ser um equipamento que normalmente gera uma pequena quantidade de vapor e pressão, são elas que mais causam acidentes com vítimas.



**Figura 4.2: Caldeira flamotubular horizontal**

Fonte: CTISM

Devido à implantação de novos processos industriais de fabricação, se fez necessário o desenvolvimento de novos tipos de caldeiras que proporcionassem um maior rendimento, menor consumo e uma rápida produção de vapor.

Assim sendo, baseados nos princípios da termodinâmica e nas experiências com os tipos de caldeiras utilizadas anteriormente, os fabricantes invertem

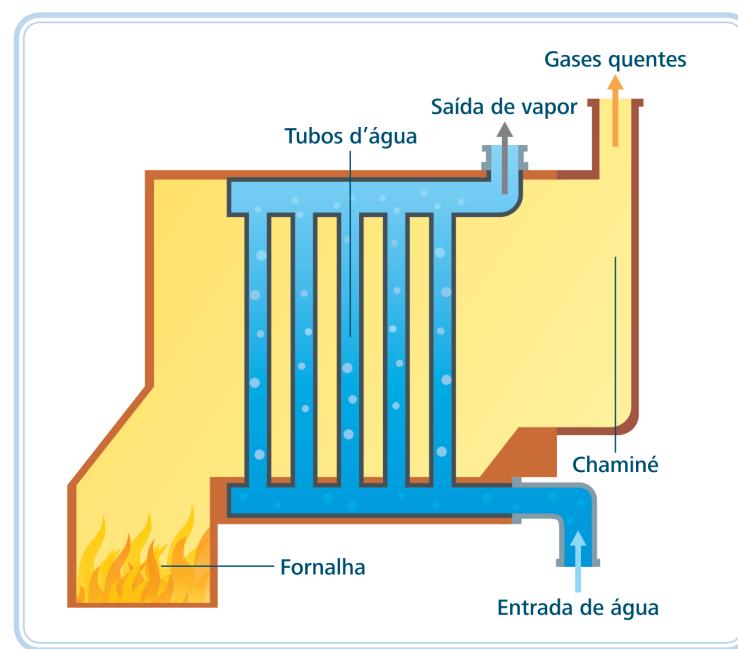


Se você quer saber mais sobre os princípios da termodinâmica acesse o site:  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A3mica>

o processo de produção de vapor e trocaram os tubos de fogo das caldeiras flamotubulares por tubos de água. Dessa forma, conseguiram aumentar bastante a superfície de aquecimento, resultando no surgimento das caldeiras aquotubulares.

Nas caldeiras aquotubulares a água a ser vaporizada é que circula no interior dos tubos de troca térmica. Enquanto o calor, proveniente da queima do combustível na fornalha, circula na parte externa dos tubos.

Atualmente, as caldeiras de grande porte que operam em altas e médias pressões são todas aquotubulares.



**Figura 4.3: Caldeira aquotubular**

Fonte: CTISM

As caldeiras flamotubulares apresentam certas vantagens em relação às caldeiras aquotubulares, dentre as quais podemos citar:

- Tamanho compacto permitindo seu fácil transporte.
- Maior flexibilidade para variações bruscas de consumo de vapor.
- Operação mais simples.
- Baixo custo de manutenção, referente a etapas de limpeza e troca de tubos.

Já como desvantagem, as caldeiras flamotubulares possuem limitada capacidade de geração de vapor e, só produzem **vapor saturado**, tornando-as próprias apenas para geração de vapor de aquecimento que, muitas vezes, não interessa às indústrias de grande porte as quais requerem **vapor saturado seco** para acionamento de máquinas, bombas, turbinas, ejetoras e outros.

**b) Quanto ao tipo de energia empregada para o aquecimento.**

- Caldeiras elétricas.
- Caldeiras com câmara de combustão.
- Caldeiras de recuperação.
- Caldeiras nucleares.

**c) Quanto à circulação da água nos tubos.**

- Circulação natural.
- Circulação forçada.
- Circulação combinada.

**d) Quanto ao acionamento.**

- Caldeira manual.
- Caldeira semiautomática.
- Caldeira automática.

A caldeira manual é aquela que é operada manualmente, ou seja, depende da total vigilância do operador. As caldeiras semi-automáticas são aquelas que possuem alguns dispositivos de acionamento manual e outros automáticos. Já as caldeiras automáticas requerem o mínimo de intervenção do operador. A ele cabe apenas o controle e verificação dos dispositivos e equipamentos.

**A-Z**

**vapor saturado**

É o que denominamos simplesmente de "vapor", gerado em contato com a água, está contaminado com gotículas de água e, portanto, não é indicado para acionar máquinas.

**vapor saturado seco**

É o vapor que não contém partículas de água. É o vapor de qualidade ideal para acionamentos de máquinas e equipamentos, mas na prática é de difícil obtenção.

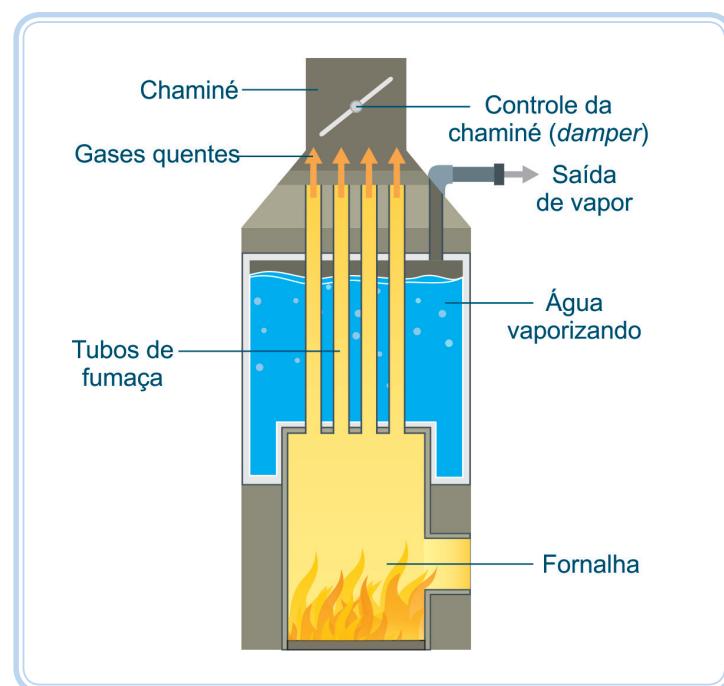
### e) Quanto ao combustível utilizado.

Dentro da fornalha das caldeiras, muitos são os combustíveis que podem ser utilizados na queima para gerar a energia calorífica necessária e transformar a água em vapor. Estes combustíveis podem ser sólidos, líquidos ou gasosos. Dentre eles, podemos citar: madeira, carvão mineral, carvão vegetal, bagaço de cana, óleos pesados derivados do petróleo, gás natural e outros.

#### 4.2.1.2 Partes de uma caldeira

Os componentes de uma caldeira variam conforme seu tipo e combustível empregado.

A Figura 4.4 nos dá noção de como é uma caldeira por dentro. Podemos visualizar a fornalha, os tubos de transferência do calor, a água, o tubulão de vapor, a saída do vapor da caldeira e a chaminé.



**Figura 4.4: Caldeira flamotubular**

Fonte: CTISM

#### a) Casco ou corpo

Consideramos como o casco ou corpo a estrutura externa da caldeira.

## **b) Fornalha**

A fornalha da caldeira é um ambiente fechado e termicamente isolado do meio exterior, pois é nela que acontece a queima do combustível. Em algumas caldeiras a temperatura em seu interior pode chegar a 1600°C.

Pelo exposto acima, podemos concluir que o isolamento térmico da fornalha tem uma importância fundamental no desempenho da caldeira, pois, se houver perda de calor para o meio externo, ela estará perdendo rendimento e isso irá influir na capacidade de geração de vapor.

## **c) Tubos**

Os tubos são os elementos que tem a finalidade de transferir o calor dos gases quentes da combustão, gerados na fornalha, para a água, transformando-a em vapor. Isso acontece tanto nas caldeiras flamotubulares como nas aquotubulares.

O vapor de água gerado fica armazenado no tubulão de vapor, para posteriormente, ser distribuído, conforme a necessidade, pela rede de vapor.

## **d) Queimador**

Os queimadores são pulverizadores de combustíveis que têm a função de injetar o combustível no interior da fornalha. Para cada tipo de combustível existe um tipo de queimador. Logicamente, a caldeira à lenha, que utiliza na fornalha lenha em toras, não possui queimadores.

## **e) Área de armazenamento do vapor**

É o local onde o vapor se separa da água, ficando armazenado para ser distribuído conforme a necessidade.

Nas caldeiras aquotubulares o local onde o vapor fica armazenado é chamado de tubulão de vapor. Esta denominação só é utilizada neste tipo de caldeira.

## **f) Tubulão de lama ou tubulão inferior**

O tubulão de lama só é encontrado nas caldeiras aquotubulares e recebe este nome porque é o local onde ocorre a deposição de resíduos sólidos (lama).

### **g) Chaminé**

A chaminé é responsável pela saída dos gases da combustão.

A tiragem dos gases da combustão do interior da caldeira se dá por dois processos:

- Tiragem natural.
- Tiragem forçada.

A tiragem natural se dá devido à diferença de pressão atmosférica que existe entre a base da chaminé e o seu topo, provocada pela diferença de temperatura.

A tiragem forçada acontece quando se utilizam ventiladores ou exaustores que forçam a saída dos gases da combustão.

### **4.2.1.3 Acessórios e dispositivos de uma caldeira**

#### **a) Alimentação de água**

O equipamento para alimentação de água nas caldeiras desempenha função importante. Ele deve estar sempre em bom estado, pois é responsável por repor exatamente a quantidade de água que foi evaporada, de forma segura.

O principal alimentador de água em caldeiras é a bomba de água.

A bomba de água deve ter a pressão de bombeamento superior à pressão de trabalho da caldeira para que possa vencer a pressão interna da caldeira e suprir o sistema com água.

#### **b) Alimentação de ar**

Esse sistema é responsável por colocar ar (oxigênio) suficiente dentro da fornalha para que ocorra a mistura do ar e do combustível que resultará na combustão desta mistura.

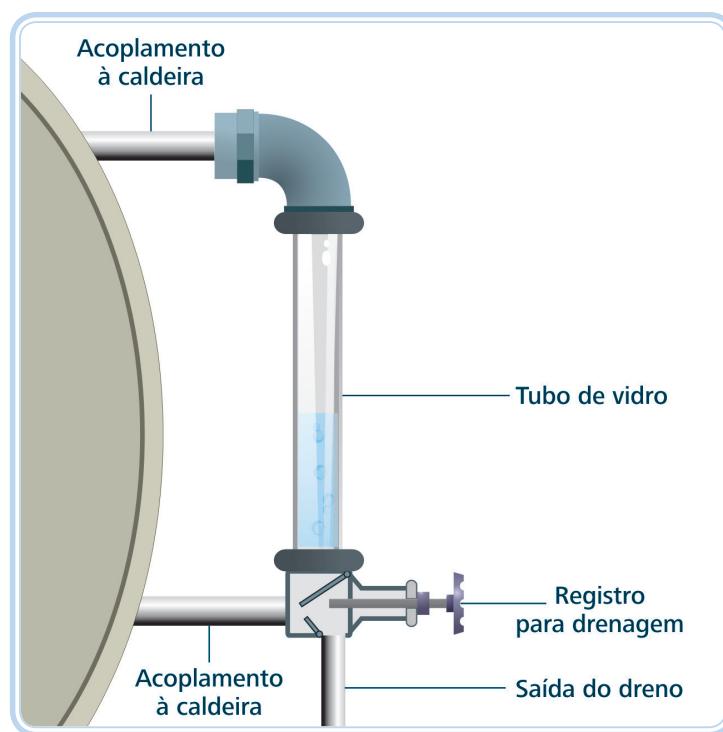
O equipamento responsável por insuflar o ar para dentro da fornalha é o ventilador.

### c) Alimentação de energia elétrica

Nas caldeiras atuais, menos as caldeiras manuais que queimam toras de lenha, o quadro de comando é elemento imprescindível, pois é onde estão todos os dispositivos elétricos que permitem o acionamento e operação da caldeira.

### d) Visor de nível

O visor de nível é um tubo de vidro colocado no tambor de vapor (casco) e tem a finalidade de indicar a altura exata do nível interno da água. Sempre antes de iniciar a operação de uma caldeira, deve ser feita uma drenagem no nível, a fim de que se eliminem as impurezas que, por ventura possam ter se depositado no visor de nível.



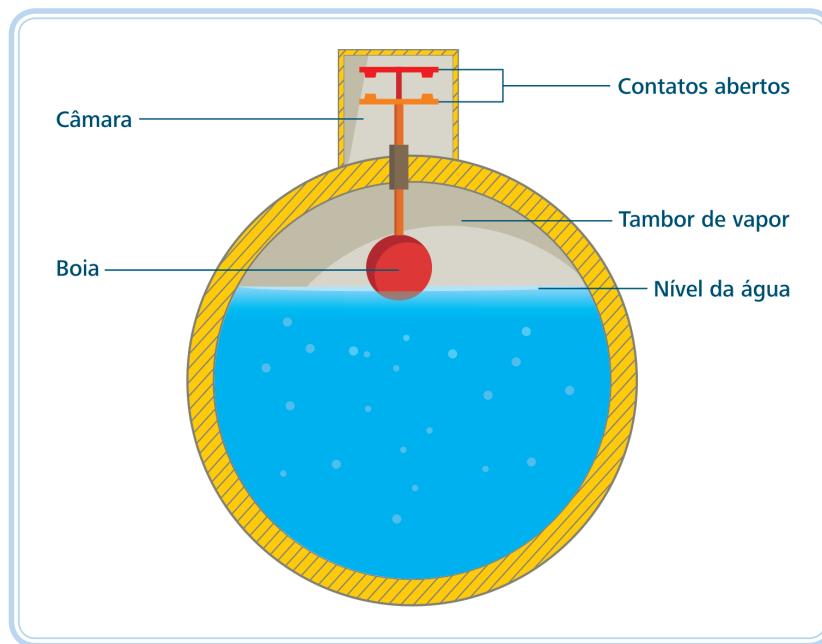
**Figura 4.5: Visor de nível**

Fonte: CTISM

### e) Sistema de controle de nível

- Regulador de nível com bóia – o controle de nível por bóia pode ser de vários tipos. Eles normalmente apresentam uma câmara que é ligada ao tambor de vapor e à bóia de nível a qual está ligada a uma chave que comanda o circuito elétrico da bomba de alimentação de água.

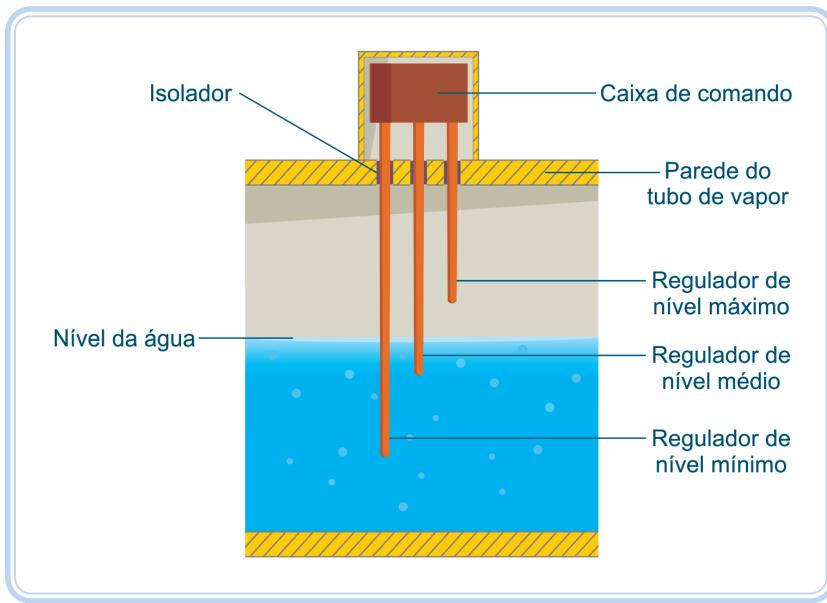
Quando o nível de água na caldeira está normal, a bóia mantém os contatos da chave abertos. Quando o nível de água cai além do normal, a bóia, por gravidade, desce, fazendo com que os contatos fechem o circuito elétrico da bomba e que ela injete água para dentro da caldeira. Quando a água, novamente, atingir o nível normal, a bomba é desligada.



**Figura 4.6: Regulador de nível de bóia**

Fonte: CTISM

- Regulador de nível com eletrodos – o regulador de nível que utiliza eletrodos consiste em aproveitar a condutividade elétrica da água. O regulador é composto por três eletrodos de tamanhos diferentes, correspondendo, cada tamanho, a um nível de água: o eletrodo central acusa o nível normal de água dentro da caldeira e, os eletrodos laterais acusam o nível máximo e o nível mínimo. Eles são montados na parte superior do tambor de vapor e estão ligados a um relé que comanda o acionamento ou desligamento da bomba de água, conforme o nível de água dentro da caldeira.

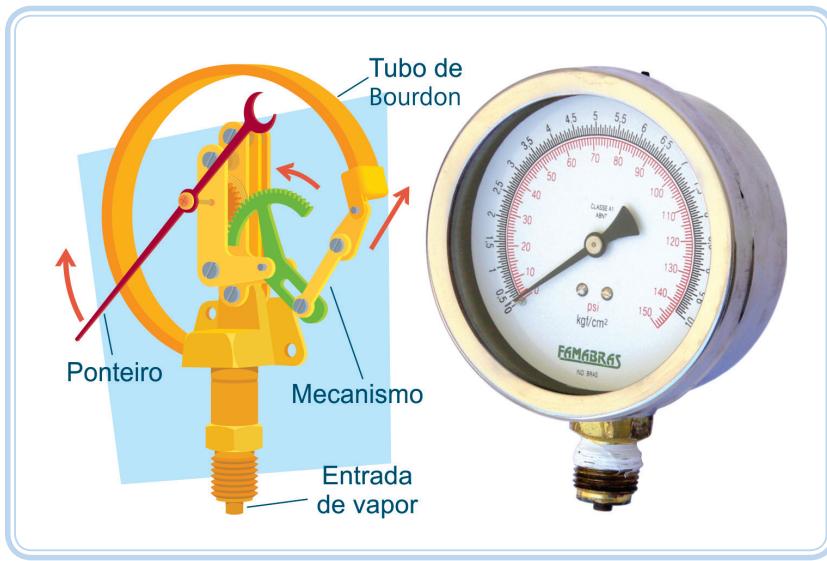


**Figura 4.7: Regulador de nível por eletrodos**

Fonte: CTISM

#### f) Sistema de controle de pressão

- Manômetro – o manômetro, em uma caldeira, tem a função de medir a pressão do vapor na parte interna. Saber ao certo qual é a pressão dentro de uma caldeira é importante, não só sob o ponto de vista da segurança, como também, pela operação econômica destes equipamentos.



**Figura 4.8: Manômetro**

Fonte: CTISM

A escala de um manômetro pode ser graduada em quilograma força por centímetro quadrado ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ), em atmosferas (atm), em libras-força por

polegada quadrada (lbf/pol<sup>2</sup>) ou psi, ou ainda, em qualquer outra unidade de pressão.

**Tabela 4.1: Correlação entre unidades de pressão**

atm	kgf/cm <sup>2</sup>	psi
1	1,033	14,22
0,96	1	14,7
0,065	0,068	1

Fonte: Cunha, [19??]

No Brasil as indicações de pressão são dadas em kgf/cm<sup>2</sup>, já o sistema inglês usa a indicação de pressão em psi.

De modo geral, os manômetros indicam a pressão relativa (também denominada pressão manométrica) e não a “pressão absoluta”. Isto quer dizer que, para se obter essa pressão, tem-se que somar à pressão indicada no manômetro, à pressão atmosférica local, ou seja, pela fórmula:



$$\text{Pressão Absoluta} = \text{Pressão Manométrica} + \text{Pressão Atmosférica}$$

Cada caldeira tem uma capacidade de pressão determinada. Sendo assim, os manômetros utilizados em cada caldeira devem ter a escala apropriada. A pressão máxima de funcionamento da caldeira deverá estar sempre marcada sobre a escala do manômetro, com um traço feito em vermelho, para servir de alerta ao operador no controle da pressão.

### g) Dispositivos de segurança

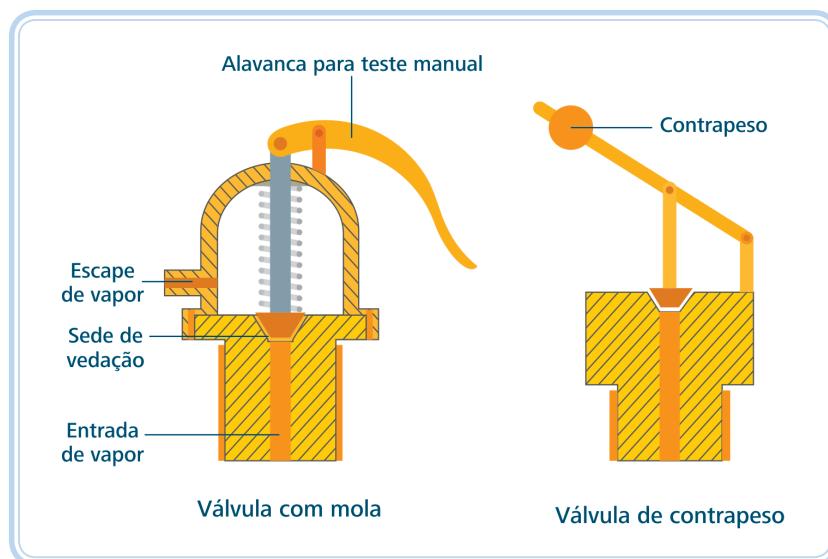
- Válvulas de segurança ou válvula de alívio – a função da válvula de segurança é permitir o escape do excesso de vapor, caso a Pressão Máxima de Trabalho Permitida (PMTP) da caldeira venha a ser ultrapassada.

Quando uma caldeira possuir duas válvulas de segurança, uma delas deverá ser regulada para abrir com 5% acima da pressão máxima de trabalho permitida e a outra com 10% acima da pressão máxima permitida.

Para garantir um perfeito funcionamento da válvula de segurança, deve-se observar o seguinte:

- Todas as válvulas de segurança deverão ser experimentadas uma vez ao dia, acionando-se a alavanca de teste manual.

- Promover a inspeção das sedes das válvulas pelo menos uma vez ao ano.
- Fazer periodicamente um teste de funcionamento da válvula. Isto se faz colocando um manômetro aferido na caldeira e, em seguida, fechando todas as saídas de vapor até que a válvula comece a funcionar. Para a aferição da válvula devem ser observadas as porcentagens de abertura das válvulas de segurança.



**Figura 4.9: Válvula de segurança**

Fonte: CTISM

- Controladores de chama – caldeiras que utilizam queimadores para combustível sólido, como o carvão pulverizado, as que queimam combustíveis líquidos como **BPF**, diesel e outros e, ainda, as que usam combustíveis gasosos (gás gasogênio, GLP e outros), todas essas necessitam de um sistema de proteção e controle de chama para supervisionar, principalmente:

- O procedimento incorreto de acendimento da caldeira.
- A falta de chama por qualquer motivo.

Ocorrendo uma destas duas falhas, a fornalha da caldeira poderia estar sujeita à explosão, caso não ocorra a interrupção imediata do fornecimento do combustível.

Conforme a quantidade de mistura ar-combustível dentro da fornalha, o processo de acendimento da caldeira poderá se tornar perigoso, causando explosão e, certamente, danos ao equipamento, até mesmo, risco à vida do operador.

## A-Z

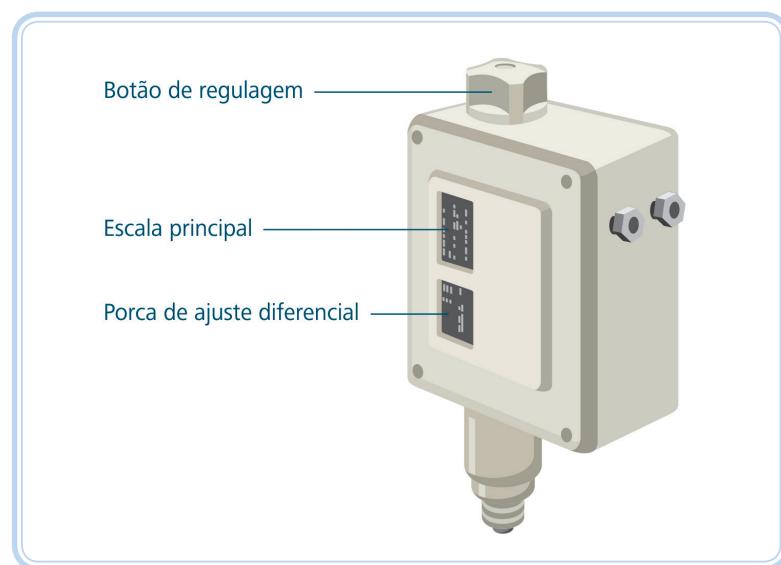
### BPF

O óleo BPF é um óleo combustível derivado de petróleo, também chamado óleo combustível pesado ou residual. É a parte remanescente da destilação das frações do petróleo, designadas de modo geral como frações pesadas, obtidas em vários processos de refino. A composição bastante complexa dos óleos combustíveis depende não só do petróleo que os originou, como também do tipo de processo e misturas que sofreram nas refinarias, de modo que se pode atender as várias exigências do mercado consumidor numa ampla faixa de viscosidade.

A maioria das explosões acontece durante o processo de acendimento da chama, portanto, todo e qualquer sistema de proteção e controle de chama deve apresentar características básicas e indispensáveis para evitar quaisquer problemas deste tipo.

- Dispositivos controladores – controlam o funcionamento seguro das caldeiras. Dentre eles, citamos os pressostatos e os purgadores.
  - Pressostatos – tem a função de manter a pressão interna da caldeira por intermédio do controle dos queimadores. Ele é constituído por um diafragma metálico que comanda a chave elétrica, ligando e desligando os queimadores de acordo com a pressão interna da caldeira.

À medida que a pressão interna dentro da caldeira diminui, o diafragma metálico se contrai, fechando o circuito elétrico, dando partida ao queimador. Quando a pressão for restabelecida o diafragma metálico se dilata, fazendo a abertura dos contatos e interrompendo o funcionamento dos queimadores.

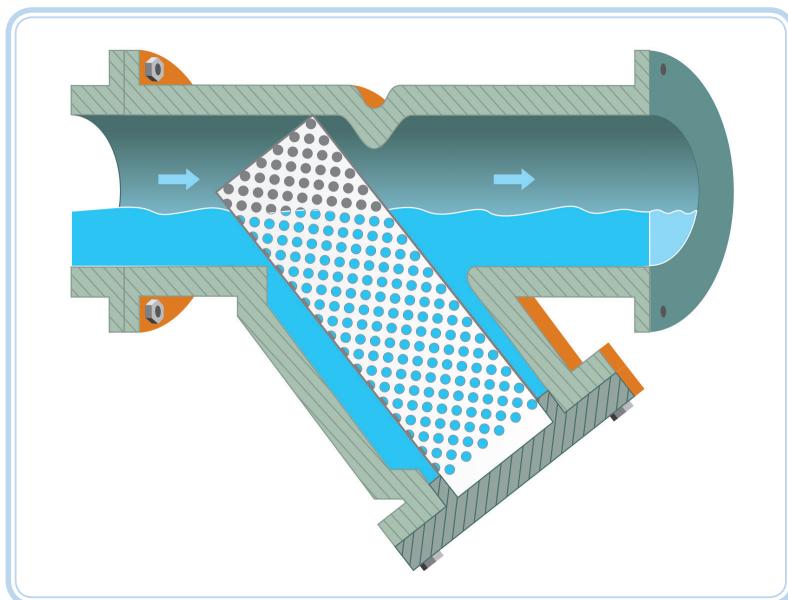


**Figura 4.10: Pressostato de controle de máxima pressão da caldeira**

Fonte: CTISM

- Purgadores – a finalidade dos purgadores é eliminar o condensado formado nas linhas de vapor. Podem ser automáticos ou manuais. Normalmente são utilizados os purgadores automáticos, pois facilitam o trabalho do operador.

Os bons purgadores, além de removerem o condensado, eliminam, também, o ar e outros gases incondensáveis, como o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que possam estar presentes no sistema.



**Figura 4.11: Purgador de condensado**

Fonte: CTISM

### 4.3 Vasos de pressão

É denominado vaso de pressão todo e qualquer reservatório, não sujeito à chama, que contenha fluido cuja pressão interna é diferente da pressão atmosférica.

Os vasos de pressão podem ter as mais variadas formas, normalmente, determinadas em função de sua finalidade. Podem ser construídos em diferentes tipos de materiais, tais como: aço, aço inox, alumínio e outros.

Esses equipamentos são empregados em processos onde existe a necessidade de armazenagem de fluidos, como, por exemplo, no armazenamento de oxigênio líquido em hospitais. Também empregados em processos industriais de destilação, filtragem, separação de fluidos, armazenagem de ar comprimido e outros.



**Figura 4.12: Esfera para armazenagem de gases**

Fonte: CTISM



**Figura 4.13: Reservatório de ar comprimido**

Fonte: CTISM



**Figura 4.14: Vasos de pressão para armazenagem de oxigênio líquido**

Fonte: CTISM

Como nas caldeiras, os vasos de pressão também devem possuir dispositivos de segurança utilizados para evitar que a pressão máxima de trabalho admissível seja ultrapassada e, assim, acarrete danos à estrutura do equipamento, tornando-o mais suscetível a riscos de acidentes.

Agora que você já tem conhecimento do que são e para que servem as caldeiras e os vasos de pressão, é de suma importância o entendimento da norma regulamentadora que rege este assunto, portanto, agora é com você. Acesse o site do Ministério do Trabalho e Emprego e estude a NR 13 (BRASIL/MTE, 1978d) – Caldeiras e Vasos de Pressão.



Para saber mais sobre as Normas Regulamentadoras, acesse:  
<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>

## Resumo

Nessa aula, foram trabalhados os requisitos básicos para o entendimento do que são e para que servem as caldeiras e vasos sob pressão, requisitos esses importantes para o entendimento da NR 13, do Ministério do Trabalho e Emprego.



## Atividades de aprendizagem

Agora é hora de você testar seus conhecimentos, responda às seguintes perguntas referentes à norma NR 13 (BRASIL/MTE, 1978d).

- 1.** Segundo a NR 13, caldeiras a vapor são:
  - a)** Equipamentos destinados a produzir e acumular líquidos sob pressão superior à pressão atmosférica.
  - b)** Equipamentos destinados a produzir e acumular vapores sob pressão superior à pressão atmosférica.
  - c)** Equipamentos destinados a produzir e acumular produtos químicos sob pressão superior à pressão atmosférica.
  - d)** Equipamentos destinados a produzir e acumular líquidos, vapores, produtos químicos sob pressão superior à pressão atmosférica.
- 2.** A finalidade do visor de nível é:
  - a)** Visualizar a chama dentro da fornalha.
  - b)** Marcar o nível da água existente dentro da caldeira.
  - c)** Marcar o nível de combustível a ser injetado na fornalha.
  - d)** Verificar a intensidade da chama dentro da fornalha.
- 3.** A função do pressostato é:
  - a)** Manter a pressão interna da caldeira por intermédio do controle do vapor.
  - b)** Manter a pressão interna da caldeira por intermédio do controle da água.
  - c)** Manter a pressão interna da caldeira por intermédio do controle da válvula de alívio.
  - d)** Manter a pressão interna da caldeira por intermédio do controle dos queimadores.

**4.** É considerado vaso de pressão:

- a)** Qualquer reservatório, sujeito à chama, que contenha fluído cuja pressão interna é diferente da pressão atmosférica.
- b)** Qualquer reservatório, não sujeito à chama, que contenha fluído cuja pressão interna é diferente da pressão atmosférica.
- c)** Qualquer reservatório, sujeito à chama, que contenha vapor cuja pressão interna é diferente da pressão atmosférica.
- d)** Qualquer reservatório, não sujeito à chama, que contenha vapor cuja pressão interna é diferente da pressão atmosférica.

**5.** A função da válvula de segurança é:

- a)** Permitir o escape do excesso de vapor, caso a pressão máxima de trabalho permitida da caldeira venha a ser ultrapassada.
- b)** Reter o vapor dentro da caldeira com a finalidade de gerar a pressão necessária para o sistema.
- c)** Permitir a entrada de água para dentro da caldeira, evitando que a mesma fique sem água e corra o risco de explodir.
- d)** Eliminar os resíduos sólidos que se formam no interior do tubulão de lama, evitando assim um superaquecimento da caldeira.



# Aula 5 – Fornos

## Objetivos

Dar ciência de que os fornos industriais, como qualquer equipamento, requerem cuidados não só na sua operação, mas também, no que se refere à sua instalação.

### 5.1 Noções gerais

Os fornos são equipamentos utilizados para produção e conservação de calor. São muitas as utilidades de um forno, podendo ser usado tanto em cozinhas domésticas como em indústrias, nas mais diferentes aplicações.

Assim sendo, os fornos podem ser tanto utilizados para produzirmos pães, bolos ou outro tipo de alimento em nossas casas, como também, para produzir pães, bolos, bolachas em padarias e indústrias alimentícias, logicamente, com características e construção apropriadas para cada ambiente e finalidade.

Podem ser usados em cozinhas industriais, processos de cozimento do barro (numa indústria de produtos de cerâmica), na produção do vidro, em siderúrgicas, na obtenção de produtos metálicos e não metálicos, em tratamentos térmicos e termoquímicos, nas indústrias petroquímicas, em operações de craqueamento, destilação e muitas outras aplicações.

Como qualquer outro equipamento, os fornos requerem atenção no momento de sua operação, inspeção e manutenção.

#### 5.1.1 Tipos de fornos

Os fornos são classificados conforme a sua utilização e de acordo com a sua potência térmica, que vão desde grandes fornos com aplicações industriais, até modelos pequenos com aplicações domésticas.

##### 5.1.1.1 Domésticos

Os fornos com aplicações domésticas são pequenos e têm a finalidade de cozer alimentos. Eles podem ser a gás, eletricidade, ondas eletromagnéticas (micro-ondas).

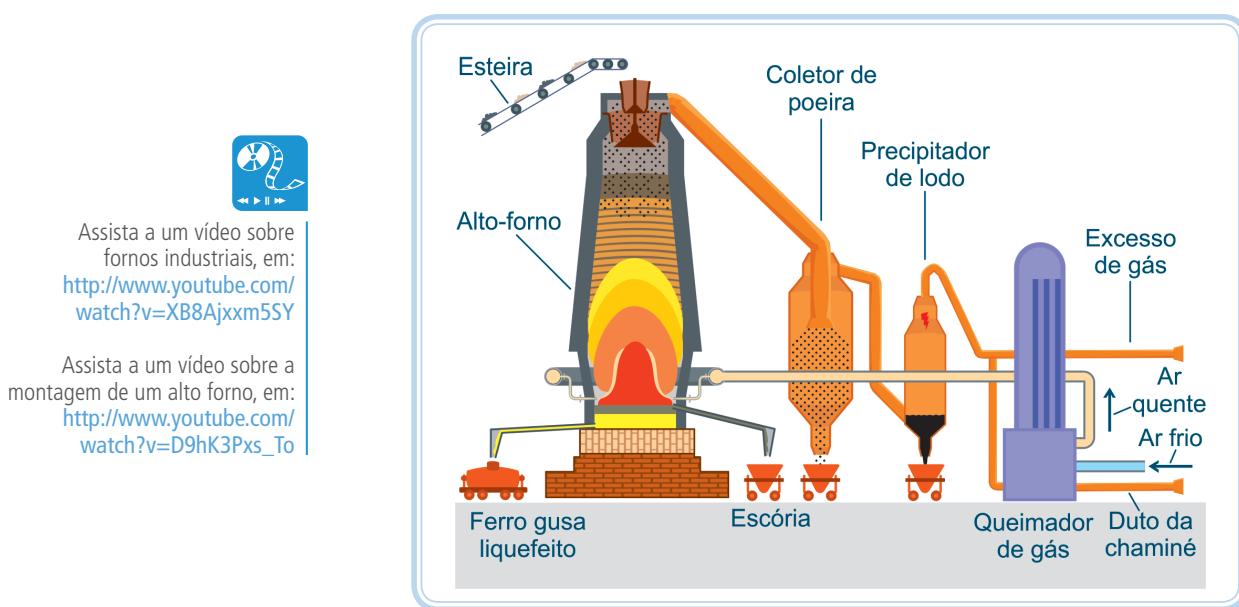
### 5.1.1.2 Indústria de alimentos

São fornos já com maior capacidade que os domésticos e têm também a finalidade de cozer alimentos, em padarias, pizzarias, fábricas alimentícias e outros. Eles podem ser a gás, eletricidade ou a lenha.

### 5.1.1.3 Nas demais indústrias

Os fornos utilizam diversos tipos de combustíveis, com capacidades térmicas muito maiores que aqueles utilizados nas indústrias alimentícias, tais como: fornos que utilizam combustíveis sólidos, líquidos, gasosos, indução eletromagnética, e eletricidade.

Dentre os fornos industriais, um exemplo característico, são os altos fornos, utilizados nas siderúrgicas, e aparece descrito na Figura 5.1.



**Figura 5.1: Alto-forno**

Fonte: CTISM

### 5.1.2 Inspeções

Devido à importância de se fazer inspeções periódicas para verificação de possíveis e/ou prováveis problemas é fundamental que todo processo de inspeção deva ser eficiente. Deve se estabelecer estudos de melhorias a serem implementadas, bem como, parâmetros para realização do planejamento de manutenções preditivas e preventivas, garantindo o pleno funcionamento do equipamento e a proteção das pessoas na operação de máquinas e/ou equipamentos.

Como já comentado anteriormente, as inspeções variam de acordo com alguns critérios que devem ser considerados. Devido à importância do assunto vale relembrá-los:

- Utilização da máquina e/ou equipamento.
- Deterioração das partes da máquina e/ou equipamento.
- Tempo de vida útil das peças das máquinas e/ou equipamentos.
- Capacidade de trabalho das máquinas e/ou equipamentos.
- E, logicamente, as recomendações do fabricante em relação à utilização das máquinas e/ou equipamentos.

### 5.1.3 Segurança

Como já falamos anteriormente, toda empresa que realiza um trabalho sério de manutenção em suas máquinas e equipamentos garante um maior tempo de vida útil a estes e, consequentemente, dificilmente terá problemas com interrupções não programadas em seu processo produtivo.

O mais importante é que, adotando procedimentos de manutenções preditivas e preventivas, a empresa, de certa forma, estará assegurando um ambiente de trabalho com mínimos riscos de acidentes e, assim, protegendo a integridade física dos trabalhadores e o patrimônio da empresa. Além dos cuidados de manutenção com as máquinas é importante estarmos atentos, sempre, quanto aos itens que podem ser fundamentais na segurança das pessoas e funcionamento do maquinário. Esses devem ser considerados no projeto das máquinas ou em adequações, num processo de melhoria da segurança.

Outro fator importante, quando se fala em segurança é, sem dúvida, o treinamento. Todo trabalhador deve receber treinamento quando é designado a operar determinada máquina ou equipamento.

### 5.1.4 Normas

Além da NR 14, do Ministério do Trabalho e Emprego, de 1978, existem muitas outras normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que regem sobre esse assunto.

## Resumo

Esta aula foi dedicada ao entendimento dos fornos industriais, sua finalidade, importância das inspeções de segurança e o manuseio seguro deste tipo de equipamento.



## Atividades de aprendizagem

1. Os fornos tem a função de:

- a) Produção e conservação de calor ionizante.
- b) Produção e eliminação do calor não ionizante.
- c) Produção e conservação do calor radiante.
- d) Produção e eliminação do calor radiante.

2. Segundo a NR 14, os fornos que utilizam combustíveis gasosos ou líquidos devem ter sistemas de proteção para

I - não ocorrer explosão por falha da chama de aquecimento.

II - não ocorrer explosão no momento do acionamento do queimador.

III - evitar retrocesso da chama.

Está(ão) correta(s):

- a) I apenas.
- b) I e II apenas.
- c) II e III apenas.
- d) Todas estão corretas.

3. Para garantir a durabilidade de um forno é necessário que:

- a) Seja sempre aquecido até a sua temperatura máxima antes de começar a ser utilizado.
- b) Nunca deve atingir a sua temperatura máxima antes do início do seu funcionamento.
- c) Devem ser previstas manutenções periódicas de tempos em tempos.
- d) Os fornos não necessitam de manutenção, pois são equipamentos muito simples.

# Aula 6 – Ventilação industrial

## Objetivos

Mostrar a necessidade da ventilação em ambientes industriais, com a finalidade de evitar que eles tornem-se insalubres.

Mostrar a necessidade da ventilação nos ambientes de trabalho como fator de conforto.

### 6.1 Poluição

Essa é uma preocupação estampada em praticamente todos os noticiários da atualidade. A poluição vem aumentando desde o surgimento do movimento econômico e social ocorrido na Inglaterra por volta de 1770, a Revolução Industrial.

O que é poluição?

Entende-se por poluição qualquer evento que direta ou indiretamente provoque a contaminação de um determinado ambiente, ou seja, leve a um aumento na concentração de contaminantes acima dos níveis permitidos e determinados nos anexos da NR 15 (BRASIL/MTE, 1978f), produzindo danos à saúde dos seres vivos e/ou ao meio ambiente.

Podemos dizer que a poluição representa um dos grandes males da atualidade e está afetando a vida na Terra. Portanto, deve receber atenção especial para que não acabe com nosso planeta.

Existe uma grande variedade de poluição, dentre elas podemos citar:

- Poluição atmosférica.
- Poluição hídrica.
- Poluição do solo.
- Poluição sonora.

- Poluição visual.
- Poluição térmica.
- Poluição luminosa.

Como podemos ver, poluição é um assunto bastante amplo e complexo. Estudar os efeitos da poluição não é o escopo principal deste estudo, portanto, daremos ênfase ao controle da contaminação nos ambientes de trabalho. Ela é ocasionada por agentes contaminantes gerados no processo produtivo e na melhoria do conforto térmico nos ambientes de trabalho. Ambos podem ser solucionados com uma boa ventilação.

## 6.2 Ventilação de ambientes

A ventilação deve ser muito bem planejada, pois dela depende a pureza do ar e o conforto térmico de muitos ambientes de trabalho. Se ela for adequada, estaremos prevenindo futuros problemas de saúde e proporcionando bem-estar aos trabalhadores, fatores que sem dúvida são importantes quando o assunto é segurança do trabalho.

A ventilação pode ser provocada da seguinte forma:

- Ventilação natural.
- Ventilação artificial.
- Ventilação combinada.

Para entendermos melhor cada uma delas, vamos nos deter aos seus conceitos:

**a) Ventilação natural** – a ventilação natural é aquela em que o deslocamento do ar é realizado de forma intencional e controlado por convecção, através de portas, janelas e dispositivos para ventilação, isto é, sem que seja necessário o emprego de equipamentos eletromecânicos. Na ventilação natural o deslocamento do ar é produzido pela diferença de densidade entre ambientes. Essa técnica de movimentação do ar é conhecida como “efeito chaminé”, que ocorre quando a temperatura dentro do prédio é maior que a no exterior, ou quando a temperatura do interior do prédio é menor que a no exterior.

- b) Ventilação artificial** – a ventilação artificial ocorre quando se utiliza equipamentos eletromecânicos para insuflar o ar para dentro dos ambientes ou retirá-lo de dentro dos ambientes, com o auxílio de ventiladores e/ou exaustores que provocam seu movimento entre o interior e o exterior do prédio.
- c) Ventilação combinada** – acontece quando utilizamos, conjuntamente, a ventilação natural e a artificial para produzir o efeito desejado de insuflação e fluxo de ar dentro dos ambientes de trabalho.

### 6.3 Ventilação exaustora

A ventilação tem a função de renovar o ar em um ambiente. Além de ajudar no conforto térmico, também provoca a diminuição na taxa de concentração de contaminantes nocivos ao ser humano, presentes no ambiente.

Segundo Guimarães e Nefussi (1981), a ventilação diluidora geral não é capaz de eliminar o risco diretamente na zona de respiração do trabalhador. Ela age na diluição do contaminante no ambiente como um todo, evitando uma atmosfera contaminada, acima do limite permitido, dentro da empresa. Já a ventilação exaustora local tem a função de eliminar o poluente na fonte ou no ponto de geração evitando que o trabalhador aspire diretamente esse contaminante, no momento da execução da tarefa.

Exemplo de ventilação geral exaustora:

- Ventilação para evitar atmosferas explosivas – em minas subterrâneas.

Exemplo de ventilação local exaustora:

- Exaustores para pontos de solda – captação de fumos metálicos.

### 6.4 Ventilação para conforto térmico

O homem é considerado um ser homeotérmico, ou seja, animal de sangue quente, pois para sobreviver, necessita manter a temperatura interna do corpo em torno dos 37°C (graus Celsius).

Um ambiente considerado confortável termicamente ao ser humano deve ser aquele que permite que a produção metabólica do corpo se mantenha dentro dos parâmetros necessários para a manutenção da vida. Quando o corpo não

consegue manter o equilíbrio térmico, isso gera um grande desconforto e um sério risco à saúde. Tanto um quanto o outro, pode ser resultado de um desconforto térmico ocasionado por calor ou frio.

#### **6.4.1 Fatores que influenciam no conforto térmico**

A sensação de conforto térmico sentida pelo homem depende de indivíduo para indivíduo, conforme as variações metabólicas particulares. Essas variações no conforto sofrem a influência de vários fatores que, no decorrer de uma atividade devem ser considerados e avaliados. Alguns desses fatores a serem considerados e avaliados são:

- Temperatura do ar ambiente.
- Umidade relativa do ar.
- Velocidade do ar ambiente.
- Tipo de atividade a ser desenvolvida.
- Tipo de vestimenta usada e/ou necessária.

Assim sendo, todo ambiente de trabalho deve ser avaliado segundo as condições de conforto térmico e, portanto, algumas normas devem ser levadas em consideração como, por exemplo: a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego, NR 17 (BRASIL/MTE, 1978g) – Ergonomia, nos itens que se referem ao conforto térmico dos ambientes de trabalho. Esta norma regulamentadora determina que os ambientes de trabalho devam atender aos seguintes itens da norma:

#### **Reprodução parcial da NR 17 – Ergonomia**

**4.2.** Os ambientes de trabalho devem atender ao disposto no subitem 17.5.2 da NR 17, obedecendo-se, no mínimo, aos seguintes parâmetros:

- a) níveis de ruído de acordo com o estabelecido na NBR 10152 (1987), norma brasileira registrada no Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO), observando o nível de ruído aceitável para efeito de conforto de até 65 dB(A) e a curva de avaliação de ruído (NC) de valor não superior a 60 dB;
- b) índice de temperatura efetiva entre 20 e 23°C;

- c) velocidade do ar não superior a 0,75 m/s;
- d) umidade relativa do ar não inferior a 40% (quarenta por cento).

**4.2.1.** Devem ser implementados projetos adequados de climatização dos ambientes de trabalho que permitam distribuição homogênea das temperaturas e fluxos de ar utilizando, se necessário, controles locais e/ou setorizados da temperatura, velocidade e direção dos fluxos.

**4.2.2.** As empresas podem instalar higrômetros ou outros equipamentos que permitam ao trabalhador acompanhar a temperatura efetiva e a umidade do ar do ambiente de trabalho.

**4.3.** Para a prevenção da chamada “síndrome do edifício doente”, deve ser atendida:

- a) o Regulamento Técnico do Ministério da Saúde sobre “Qualidade do Ar de Interiores em Ambientes Climatizados”, com redação da Portaria MS n.º 3.523, de 28 de agosto de 1998 ou outra que a venha substituir;
- b) os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo, com redação dada pela Resolução RE n.º 9, de 16 de janeiro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), ou outra que a venha substituir, à exceção dos parâmetros físicos de temperatura e umidade definidos no item 4.2 deste Anexo;
- c) o disposto no item 9.3.5.1 da Norma Regulamentadora n.º 9 (NR 9).

Segundo a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego, regulamentada pela Portaria nº 3214 de 1978, a NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais determina que:

#### **Reprodução parcial da NR 09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**

**9.3.5** Das medidas de controle.

**9.3.5.1** Deverão ser adotadas as medidas necessárias suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais sempre que forem verificadas uma ou mais das seguintes situações:

- a) identificação, na fase de antecipação, de risco potencial à saúde;

- b) constatação, na fase de reconhecimento de risco evidente à saúde;
- c) quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR-15 ou, na ausência destes, os valores limites de exposição ocupacional adotados pela ACGIH – *American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos;
- d) quando, através do controle médico da saúde, ficar caracterizado o nexo causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos.

**9.3.5.2** O estudo, desenvolvimento e implantação de medidas de proteção coletiva deverão obedecer à seguinte hierarquia:

- a) medidas que eliminam ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;
- b) medidas que previnam a liberação ou disseminação desses agentes no ambiente de trabalho;
- c) medidas que reduzam os níveis ou a concentração desses agentes no ambiente de trabalho.

## Resumo

Nessa aula, foi estudada a importância da pureza do ar nos ambientes de trabalho, fundamental na preservação da saúde e conforto dos trabalhadores.



## Atividades de aprendizagem

1. A ventilação nos locais de trabalho é importante, pois:

- I - Ajuda na purificação do ar.
- II - Ajuda a melhorar o conforto térmico dos ambientes.
- III - Ajuda a manter um ambiente mais saudável.

Está(ão) correta(s):

- a)** I apenas.
- b)** II apenas.
- c)** I e III apenas.
- d)** Todas estão corretas.

**2.** Ventilação forçada é:

I - Aquela em que o deslocamento do ar é realizado de forma intencional e controlado por convecção.

II - Que utiliza equipamentos eletromecânicos para insuflar o ar para dentro do ambiente ou retirar o ar de dentro dos ambientes.

III - É uma combinação entre todos os tipos de ventilação.

Está(ão) correta(s):

- a)** I apenas.
- b)** II apenas.
- c)** III apenas.
- d)** Todas estão corretas.

**3.** São fatores que afetam o conforto térmico nos ambientes de trabalho:

I - Temperatura do ar ambiente.

II - Umidade relativa do ar ambiente.

III - Velocidade do ar ambiente.

Estão corretas:

- a)** I e II apenas.
  - b)** I e III apenas.
  - c)** II e III apenas.
  - d)** Todas estão corretas.
- 4.** Um ambiente de trabalho para ser considerado confortável termicamente a temperatura ambiente deverá estar entre:
- a)** 18 e 20 graus Celsius.
  - b)** 20 e 23 graus Celsius.
  - c)** 23 e 25 graus Celsius.
  - d)** 25 e 27 graus Celsius.
- 5.** Para ser considerado um ambiente confortável, a velocidade do ar deste ambiente não deve ultrapassar:
- a)** 0,45 metros por segundo.
  - b)** 0,75 metros por segundo.
  - c)** 0,85 metros por segundo.
  - d)** 1,00 metro por segundo.

# Aula 7 – Ferramentas manuais

## Objetivos

Mostrar a utilidade das ferramentas manuais e a importância da conservação e manutenção das mesmas.

### 7.1 O uso das ferramentas

Apesar de todo o avanço tecnológico empregado na utilização das máquinas em processos de produção, as ferramentas manuais ainda são e, sempre serão, instrumentos importantes de auxílio, pois na realização das tarefas de manutenção e montagem, o mecânico, o eletricista e o eletromecânico sempre farão uso delas.



**Figura 7.1: Algumas ferramentas manuais**

Fonte: CTISM

Não são somente estes profissionais que podem usar as ferramentas manuais. Existem muitos outros profissionais que utilizam essas ferramentas para executarem suas atividades normais de trabalho, como por exemplo: o marceneiro, o ferreiro, o pintor, o pedreiro e, também, pessoas que, sem nenhum conhecimento e prática, as utilizam em suas casas para fazer pequenos reparos.



### O que se entende por ferramentas manuais?

Ferramentas manuais são todos os instrumentos que auxiliam o trabalhador nas suas tarefas e que necessitam da força deste.

O que muitas pessoas desconhecem é o fato de que para cada tipo de tarefa existe uma ferramenta apropriada e uma técnica correta de utilização. Mas, devido às ferramentas manuais serem de fácil manejo, e, por falta de conhecimento e capacitação, muitas pessoas as utilizam de forma incorreta, ocasionando muitos acidentes.

Segundo Campos (2006), as lesões mais comuns ocasionadas pela utilização de ferramentas manuais são cortes, contusões, torções e lacerações. As principais causas desses acidentes são:

- Método incorreto de trabalho.
- Uso inadequado da ferramenta.
- Escolha de ferramenta imprópria para o trabalho.
- Falta de espaço para guardar adequadamente a ferramenta.
- Almoxarifado de ferramentas desorganizado.
- Manutenção precária.
- Não fornecimento dos tipos e tamanhos das ferramentas necessárias.
- Falta de treinamento, etc.

Ainda, segundo os autores, para se prevenir acidentes com ferramentas manuais, algumas regras básicas devem ser seguidas. São elas:

- Selecionar a ferramenta adequada ao trabalho que será realizado.
- Verificar se a ferramenta está em boas condições.
- Usá-la corretamente.
- Transportá-la de maneira segura.



Assista a um vídeo sobre ferramentas manuais, em:  
<http://www.youtube.com/watch?v=qTO1RieBrak>

- Armazená-la adequadamente e em local seguro.
- Usar o equipamento de proteção necessário.

## 7.2 Inspeção das ferramentas

Quando se trata da segurança no trabalho, em relação às ferramentas manuais, é necessário começar destacando a importância de sua inspeção. Ela deverá ser realizada por pessoa capacitada, ou seja, o almoxarife do setor de ferramentaria. Após a inspeção, esta será disponibilizada para a realização de trabalhos futuros ou recolhida para que seja feita a sua manutenção e, consequente, correção do defeito. Caso não seja possível corrigi-lo, ela deverá ser descartada e substituída por outra em boas condições.



**Figura 7.2: Ferramentas com defeito e impróprias**

Fonte: CTISM

Quando a empresa não possuir um setor responsável pela inspeção e manutenção das ferramentas, o próprio trabalhador deverá ser o responsável pela inspeção e manutenção de suas ferramentas. Na grande maioria das empresas, o trabalhador nem sabe direito como manejar a ferramenta e, muito menos, se a ferramenta precisa de reparos ou não.

Sempre que se fala em segurança no manuseio das ferramentas manuais se constata a importância do treinamento. Nesse treinamento devem ser passados ao trabalhador alguns conhecimentos básicos:

- Determinar a ferramenta adequada para o tipo de trabalho.
- Manuseá-la adequadamente.
- Realizar uma inspeção para verificar se ela está em condições.
- Determinar se é possível repará-la ou se deverá ser descartada.
- Realizar os reparos nas ferramentas, quando isso for possível e necessário.

### **7.3 Local de guarda das ferramentas**

Sempre, após o uso, as ferramentas devem ser limpas, inspecionadas e, se estiverem em boas condições, guardadas em local apropriado. Esses procedimentos ajudam a preservá-las.

Alguns locais onde as ferramentas podem ser guardadas:

- Caixas para ferramentas.
- Carrinhos para ferramentas.
- Gavetas.
- Armários.
- Prateleiras.
- Painéis, entre outros.



**Figura 7.3: Painel para ferramentas**

Fonte: CTISM

## 7.4 Transporte de ferramentas

Quando for necessário transportar ferramentas de um lugar para outro é importante que este transporte seja realizado de forma adequada para o tipo de ferramenta em questão. Com esse cuidado estaremos preservando a integridade das ferramentas.

Existem várias formas de se transportar as ferramentas. Para fazê-lo, deve ser considerado o tipo de ferramenta a ser transportada e o tipo de serviço a ser executado, por exemplo: nas indústrias elas são normalmente transportadas em caixas de ferramentas ou carrinhos. Quando se faz necessário elevar ou baixar ferramentas entre diferentes níveis, deve-se ter o cuidado de fazê-lo utilizando uma bolsa de lona ou balde preso a uma corda. Se o trabalhador necessite subir ou descer escadas, como o eletricista, precisa manter suas mãos livres, neste caso, as ferramentas deverão ser transportadas num cinto de couro apropriado, mantendo-se sempre as partes cortantes e/ou pontiagudas protegidas.



**Figura 7.4: Caixa de ferramentas**

Fonte: CTISM



**Figura 7.5: Carrinho com gavetas para ferramentas**

Fonte: CTISM



**Figura 7.6: Cinturão de eletricista**

Fonte: CTISM

## 7.5 Tipos de ferramentas manuais

Existe uma gama muito grande de tipos e formatos de ferramentas manuais, dentre as quais estão:

- Serrote.
- Arco de serra.
- Martelo.
- Chave de fenda.
- Chave Philips ou dupla fenda.
- Chave de boca.
- Chave estrela.
- Chave de cano.
- Chave inglesa.
- Alicates.
- Chave Allen.

- Chave soquete ou cachimbo.
- Talhadeira.
- Limas e outras.

Para relembrar algumas das ferramentas manuais utilizadas, reveja o vídeo sobre ferramentas manuais.

Além das ferramentas manuais estudas nesta aula, existem a NR 18 (BRASIL/MTE, 1978h), que no item 18.22 refere-se à Máquinas, Equipamentos e Ferramentas Diversas utilizadas na construção civil que será estudada quando a NR 18 for abordada na disciplina de Segurança do Trabalho IV.

## Resumo

Esta aula ressalta a importância das ferramentas manuais e sua utilização correta no dia a dia de trabalho, bem como, a importância fundamental de sua conservação e manutenção como fator de prevenção de acidentes.



## Atividades de aprendizagem

1. Ferramentas manuais são:

- a) Todos os instrumentos que auxiliam o trabalhador nas suas tarefas e que não necessitam da força do trabalhador.
- b) Todos os instrumentos que auxiliam o trabalhador nas suas tarefas e que necessitam da força do trabalhador.
- c) Qualquer instrumento que auxilia o trabalhador nas suas tarefas desde que seja acionado eletricamente.
- d) Todo instrumento que o trabalhador usa, não importa se for mecânico ou elétrico desde que tenha que segurá-lo com suas próprias mãos.

2. São causas de acidentes com ferramentas:

I - Manutenção precária.

II - Uso inadequado.

III - Falta de treinamento.

Estão corretas:

**a)** I e II apenas.

**b)** II e III apenas.

**c)** I e III apenas.

**d)** Todas estão corretas.

**3.** São regras de segurança a serem seguidas em função do manuseio de ferramentas manuais:

I - Determinar a ferramenta adequada para o tipo de trabalho.

II - Realizar uma inspeção para verificar se ela está em condições.

III - Quando a ferramenta não estiver em condições, sempre deverá ser reparada, jamais descartada por ser um patrimônio da empresa.

Estão corretas:

**a)** I e II apenas.

**b)** I e III apenas.

**c)** II e III apenas.

**d)** Todas estão corretas.

**4.** São fatores que devem ser considerados no momento de transportar ferramentas:

I - O tipo de ferramenta.

II - O local do serviço.

III - A experiência do trabalhador.

Estão corretas:

- a)** I e II apenas.
- b)** I e III apenas.
- c)** II e III apenas.
- d)** Todas estão corretas.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 4309**: Equipamentos de movimentação de carga – Cabos de aço – Cuidados, manutenção, instalação, inspeção e descarte. Rio de Janeiro, 2009.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 09**: Programa de prevenção de riscos ambientais. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978a.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 11**: Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978b.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 12**: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978c.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 13**: Caldeiras e vasos de pressão. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978d.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 14**: Fornos. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978e.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 15**: Atividades e operações insalubres. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978f.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 17**: Ergonomia. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978g.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Norma regulamentadora 18**: Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil. Portaria GM, nº 3214, 08 de junho de 1978. DOU 06/07/1978h.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria MS nº 3.523**, de 28 de agosto de 1998.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RE nº 9**, de 16 de janeiro de 2003.

CAMPOS, Armando; TAVARES, José da Cunha; LIMA, Valter. **Prevenção e controle de risco em máquinas, equipamentos e instalações**. São Paulo: Editora SENAC, 2006.

CUNHA, Lauro Salles. **Manual prático do mecânico**. 8. ed. São Paulo: Hemus Editora Limitada, [19??].

GUIMARÃES, Fernando de Araújo; NEFUSSI, Nelson. **Curso de engenharia do trabalho**. v. 4. São Paulo: FUNDACENTRO, 1981.

## Currículo do professor-autor



**José Carlos Lorentz Aita**, formado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), com especialização na área de Segurança do Trabalho, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC), especialização na área de Engenharia Metalúrgica e dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e, licenciado em disciplinas especializadas do ensino de II grau.

Atuou no mercado de trabalho nas Empresas São Paulo Alpargatas, na cidade de Veranópolis, na área de manutenção, na Eberle – Motores Elétricos, na cidade de Caxias do Sul, no setor de produção e na Hidrosul Máquinas Hidráulicas, na cidade de Canoas. Essa última atuação, também no setor de produção e na área de Segurança do Trabalho.

Atualmente, trabalha como professor de ensino básico, técnico e tecnológico no Colégio Técnico Industrial (CTISM), da Universidade Federal de Santa Maria, onde ministra aulas nos Cursos Técnicos de Mecânica, Eletromecânica e Segurança do Trabalho. Simultaneamente, realiza trabalhos de assessoria, por intermédio da Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência (FATEC), na área de Segurança do Trabalho em empresas da região.



**Nirvan Hofstadler Peixoto** é graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), especialista em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, licenciado em Mecânica (curso de formação pedagógica – Esquema I) pela UFSM, mestrando em Engenharia de Produção pela UFSM. Atuou em manutenção mecânica em grandes empresas nacionais e, atualmente, é professor efetivo do Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, vinculado a UFSM.