

<b>Curso:</b> Técnico em Mecânica Concomitante	<b>Código:</b> CTM.027
<b>Componente Curricular:</b> Técnicas de Inspeção	
<b>Período Letivo:</b> 4º módulo	<b>Carga Horária total:</b> 60 horas (72 aulas) Carga Horária teoria: 30 horas (36 aulas) Carga Horária prática: 30 horas (36 aulas)
<b>Objetivos do componente curricular:</b>	
<b>Gerais:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar no processo produtivo, as metodologias de manutenção preventiva, preditiva e detectiva em máquinas e equipamentos de uma planta industrial.</li> <li>• Avaliar os métodos de utilização e aplicação dos instrumentos de acompanhamento e controle da manutenção preditiva. Identificar e aplicar os principais ensaios não destrutivos e inspeções, de acordo com os procedimentos e as normas técnicas, na avaliação da condição de equipamentos visando a maximização da disponibilidade.</li> <li>• Aplicar técnicas de monitoramento na manutenção preditiva. Interpretar planos de manutenção, manuais de equipamentos de análise e instruções técnicas de manutenção preditiva.</li> </ul>	
<b>Específicos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecionar os procedimentos de manutenção preditiva e detectiva adequados às máquinas e equipamentos;</li> <li>• Avaliar o funcionamento de máquinas e equipamentos através do monitoramento de temperatura;</li> <li>• Utilizar a técnica de termografia como técnica preditiva em sistemas de manutenção;</li> <li>• Identificar e determinar as causas de defeitos e falhas em máquinas e equipamentos, em função da análise de lubrificantes;</li> <li>• Avaliar intensidade e mecanismos de desgaste em máquinas e equipamentos através da análise ferrográfica;</li> <li>• Elaborar e interpretar relatórios técnicos de análise ferrográfica;</li> <li>• Identificar e localizar defeitos e falhas em máquinas ou equipamentos, em função das frequências de vibração;</li> <li>• Realizar manutenção preditiva por análise de vibrações;</li> <li>• Elaborar e interpretar relatórios técnicos de defeitos e falhas em função da análise harmônica e espectral;</li> <li>• Aplicar procedimentos e normas na realização de ensaios não destrutivos;</li> <li>• Utilizar procedimentos e normas na realização dos ensaios não destrutivos e interpretar os resultados destes ensaios;</li> <li>• Conhecer outras tecnologias de inspeção em equipamentos mecânicos.</li> </ul>	
<b>Ementa:</b>	
<b>1 – Introdução à Manutenção Preditiva e Detectiva</b> 1.1 Manutenção Preditiva 1.2 Manutenção Detectiva	

## 1.3 Confiabilidade e Disponibilidade

### **2 – Manutenção Preditiva por Termografia**

#### 2.1 Medição de Temperatura como Parâmetro de Operação

##### 2.1.1 Medição por Contato

##### 2.1.2 Radiometria

#### 2.2 Termografia

##### 2.2.1 Conceitos Básicos

##### 2.2.2 Emissividade, Reflectância e Transmitância – Influência na Medição

##### 2.2.3 Termovisores – Parâmetros Operacionais

##### 2.2.4 Áreas de Aplicação

##### 2.2.5 Termografia Passiva e Ativa

#### 2.3 Identificação de defeitos e falhas em equipamentos mecânicos

##### 2.3.1 Temperatura de Trabalho e Aquecimento Admissível

##### 2.3.2 Problemas elétricos

##### 2.3.3 Defeitos em Mancais

##### 2.3.4 Defeitos em Acoplamentos

##### 2.3.5 Defeitos em Transmissões por Engrenagens

##### 2.3.6 Defeitos em Transmissões por Polias e Correias

##### 2.3.7 Falhas na Lubrificação

##### 2.3.8 Fugas Térmicas em Fornos, Linhas de Vapor e Sistemas de Refrigeração

#### 2.4 Execução de Relatórios de Avarias

### **3 – Análise de Lubrificantes**

#### 3.1 Análise físico-química

##### 3.1.1 Conceitos Básicos

#### 3.2 Análise de Contaminantes

##### 3.2.1 Conceitos Básicos

#### 3.3 Espectrometria

##### 3.3.1 Conceitos Básicos

#### 3.4 Ferrografia

##### 3.4.1 Conceitos Básicos

##### 3.4.2 Ferrógrafo, Ferrosópio e Ferrograma

##### 3.4.3 Contagem de Partículas e Curvas de Desgaste

##### 3.4.4 Ferrografia Quantitativa

###### 3.4.4.1 Partículas L e S

###### 3.4.4.2 Contagem de Partículas – ISO 4406

##### 3.4.5 Ferrografia Analítica

###### 3.4.5.1 Tipos de Partículas e Mecanismos de Desgaste

###### 3.4.5.2 Metais Ferrosos

###### 3.4.5.3 Metais Brancos

###### 3.4.5.4 Ligas Amarelas / Avermelhadas

###### 3.4.5.5 Outras partículas: Produtos de Degradação, Óxidos

###### 3.4.5.6 Polímeros de Fricção, Partículas de Filtros, Flocos de Carbono

### 3.5 Amostragem

#### 3.5.1 Pontos de Coleta

#### 3.5.2 Frequência de Amostragem

#### 3.5.3 Materiais para Coleta

### 3.6 Execução de Relatórios de Avarias

## **4 – Manutenção preditiva por Análise de Vibrações**

### 4.1 Caracterização de Vibração e aspectos importantes

#### 4.1.1 Amplitude, Frequência e Período

#### 4.1.2 Frequência Natural e Ressonância

#### 4.1.3 Sinal vibratório Pico, Pico a Pico e RMS

### 4.2 Coleta de Dados de Vibração

#### 4.2.1 Assinatura espectral original

#### 4.2.2 Fonte de vibrações em equipamentos

#### 4.2.3 Pontos e direções para tomada de amostras

#### 4.2.4 Monitoramento permanente e portátil – rotas de inspeção

### 4.3 Dispositivos de coleta e análise de dados de vibração

#### 4.3.1 Tipos de sensores

#### 4.3.2 Medição em nível global

#### 4.3.3 Análise de Frequências por Transformada de Fourier

#### 4.3.4 Curvas de Tendência

#### 4.3.5 Parâmetros de Aceitabilidade – ISO 10816

### 4.4 Identificação de defeitos e falhas através da análise de vibrações

#### 4.4.1 Desbalanceamento

#### 4.4.2 Desalinhamento

#### 4.4.3 Folgas

#### 4.4.4 Defeitos em Engrenagens

#### 4.4.5 Desalinhamento em correias

#### 4.4.6 Interferência Rotor x Carcaça

#### 4.4.7 Falhas em Mancais de Rolamento – Análise Envelope

#### 4.4.8 Cavitação

### 4.5 Elaboração e Interpretação de relatórios de avarias

## **5 – Ensaios não destrutivos (END's)**

### 5.1 Ensaio Visual

#### 5.1.1 Conceitos

#### 5.1.2 Procedimentos e Normas de Ensaios

#### 5.1.3 Generalidades

#### 5.1.4 Execução do Ensaio

#### 5.1.5 Análise dos Resultados

### 5.2 Ultrassom

#### 5.2.1 Conceitos

#### 5.2.2 Procedimentos e Normas de Ensaios

#### 5.2.3 Generalidades

- 5.2.4 Aplicações
- 5.2.5 Execução do Ensaio
- 5.2.6 Análise dos Resultados

### 5.3 Partículas Magnéticas

- 5.3.1 Conceitos
- 5.3.2 Procedimentos e Normas de Ensaio
- 5.3.3 Generalidades
- 5.3.4 Aplicações
- 5.3.5 Execução do Ensaio
- 5.3.6 Análise dos Resultados

### 5.4 Líquidos Penetrantes

- 5.4.1 Conceitos
- 5.4.2 Procedimentos e Normas de Ensaio
- 5.4.3 Generalidades
- 5.4.4 Aplicações
- 5.4.5 Execução do Ensaio
- 5.4.6 Análise dos Resultados

### 5.5 Radiografia e Gamagrafia

- 5.5.1 Conceitos
- 5.5.2 Procedimentos e Normas de Ensaio
- 5.5.3 Generalidades
- 5.5.4 Aplicações
- 5.5.5 Noções de Segurança

### 5.6 Elaboração e Interpretação de relatórios de avarias

## **6 – Outras Inspeções aplicadas à Manutenção Preditiva**

### 6.1 Correntes Parasitas

- 6.1.1 Conceitos
- 6.1.2 Procedimentos de Ensaio
- 6.1.3 Aplicações

### 6.2 Ensaio de Estanqueidade

- 6.2.1 Conceitos
- 6.2.2 Procedimentos de Ensaio
- 6.2.3 Aplicações

### 6.3 Inspeção com Estroboscópio

- 6.3.1 Conceitos
- 6.3.2 Procedimentos de Ensaio
- 6.3.3 Aplicações

### 6.4 Boroscopia

- 6.4.1 Conceitos
- 6.4.2 Procedimentos de Ensaio
- 6.4.3 Aplicações

### 6.5 PIG Instrumentado

6.5.1 Conceitos 6.5.2 Procedimentos de Ensaios 6.5.3 Aplicações  6.6 Holiday Detector 6.6.1 Conceitos 6.6.2 Procedimentos de Ensaios 6.6.3 Aplicações				
<b>Pré ou co-requisitos:</b> Ser aprovado nas disciplinas de QSMS e Manutenção Industrial				
<b>Bibliografia Básica</b>				
Item	Autor	ISBN	Quant.	Link internet (catálogo virtual)
1	AFFONSO, Luiz Otávio Amaral. <b>Equipamentos mecânicos:</b> análise de falhas e solução de problemas. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.	8573036346	30	--
2	NEPOMUCENO, Lauro Xavier (Coord.). <b>Técnicas de manutenção preditiva.</b> São Paulo: Edgard Blücher, 1989.	9788521200925	26	--
3	RAO, S. S. <b>Vibrações mecânicas.</b> 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.	9788576052005	15	--
4	Líquidos penetrantes. ANDREUCC I, R	--	--	<a href="http://www.abende.org.br">http://www.abende.org.br</a>
5	Partículas Magnéticas. ANDREUCC I, R	--	--	<a href="http://www.abende.org.br">http://www.abende.org.br</a>
6	Radiologia Industrial. ANDREUCC I, R	--	--	<a href="http://www.abende.org.br">http://www.abende.org.br</a>
7	Ultra-som. ANDREUCC I, R	--	--	<a href="http://www.abende.org.br">http://www.abende.org.br</a>
<b>Bibliografia Complementar</b>				

Item	Autor	ISBN	Quant.	Link internet (catálogo virtual)
1	BRANCO FILHO, Gil. <b>Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade.</b> 4. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.	8573935456	1	--
2	MELCONIAN, Sarkis. <b>Elementos de máquinas.</b> 8. ed. São Paulo: Érica, 2007.	9788571947030	10	--
3	BRANCO FILHO, Gil. <b>A organização, o planejamento e o controle da manutenção.</b> Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.	9788573936803	20	--
4	GARCIA, Amauri; SPIM, Jaime Alves; SANTOS, Carlos Alexandre dos. <b>Ensaios dos materiais.</b> Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, c2000.	9788521612216	15	--
5	KARDEC, Alan; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. <b>Manutenção: função estratégica.</b> 3. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.	9788573038989	8	