

## **Manutenção Preditiva, o Caminho para a Excelência – Uma Vantagem Competitiva**

**Autores:** Walter da Costa Lima (Unimep) – [walter@clickautomotiva.com.br](mailto:walter@clickautomotiva.com.br)  
Carlos Roberto Camello Lima (Unimep) – [crclima@unimep.br](mailto:crclima@unimep.br)  
Antonio Arantes Salles (Unimep) – [jasalles@unimep.br](mailto:jasalles@unimep.br)

### *Resumo*

*Em busca de um cenário próximo a produtividade 100% ou que se adeque aos objetivos de cada segmento e cada indústria, a manutenção preditiva se destaca como ferramenta importante em todas as modalidades de manutenção, e nesse artigo partimos do pressuposto que a Manutenção Preditiva é de fundamental e imprescindível importância para todos os objetivos voltados a área de produção, considerando sua previsibilidade de problemas, sua precisão de diagnósticos e seus potenciais para transferência competitiva para as indústrias em busca da maximização de produtividade e lucratividade. Como suporte e nivelamento de conhecimentos serão apresentados, tópicos de conceituação teórica para as principais técnicas utilizadas de Manutenções Preditivas. Salienta-se que todos os dados apresentados nesse artigo tem como histórico a indústria de auto peças, portanto, uma gama considerável e representativa de equipamentos.*

**Palavras Chave:** Manutenção Preditiva; Vantagem Competitiva; Monitoramento da Produtividade; Monitoramento da Qualidade do Produto

### **1. Introdução**

O conceito de manutenção preditiva está inserido na modalidade de manutenção a aproximadamente oito décadas, porém como outras modalidades de manutenção, se efetivou como importante ferramenta de produtividade, a partir dos anos 70, sendo que sua evolução se destaca nas duas décadas mais recentes, como destacado por diversos estudiosos das modalidades de manutenção.

Dentro do conceito de manutenção preditiva não encontramos um programa completo de manutenção, no entanto, ela adiciona uma valiosa colaboração que é imprescindível em qualquer programa de gestão de manutenção, sendo que a proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas, eletroeletrônicos, eletropneumáticas, eletrohidráulicas e elétricas dos equipamentos e instalações e também monitora o rendimento operativo de equipamentos e instalações quanto a seus processos. Como resultado desse monitoramento, temos a maximização dos intervalos entre reparos por quebras (manutenção corretiva) e reparos programados (manutenção preventiva), bem como maximização de rendimento no processo produtivo, visto que, estaremos com equipamentos e instalações disponíveis o maior tempo possível para operação.

## **2. Modalidades de Manutenções Preditivas:**

O campo de atuação da Manutenção preditiva é bastante amplo, e em cada Equipamento ou Instalação é possível encaixar pelo menos um conceito de aplicação, como mais conhecidas e usuais podemos destacar: Análise Vibracional, Ferrografia, Termografia, Ultrassom, Análise de Pressões, etc. Podemos destacar também a Manutenção Preditiva como importante Ferramenta de apoio nas demais modalidades de manutenção sendo que nas modalidades de TPM (total productive maintenance) e RCM (Reliability Centred Maintenance) é de fundamental importância nos Pilares de Manutenção Planejada. Outro dado muito importante que é proporcionado pela manutenção preditiva, são as características de produto e processos que podem ser monitorados através de parâmetros específicos de equipamentos ou instalações que possam ser vinculados a frequência da manutenção preditiva.

## **3. Principais Modalidades de Manutenções Preditivas:**

### **3.1 Termografia:**

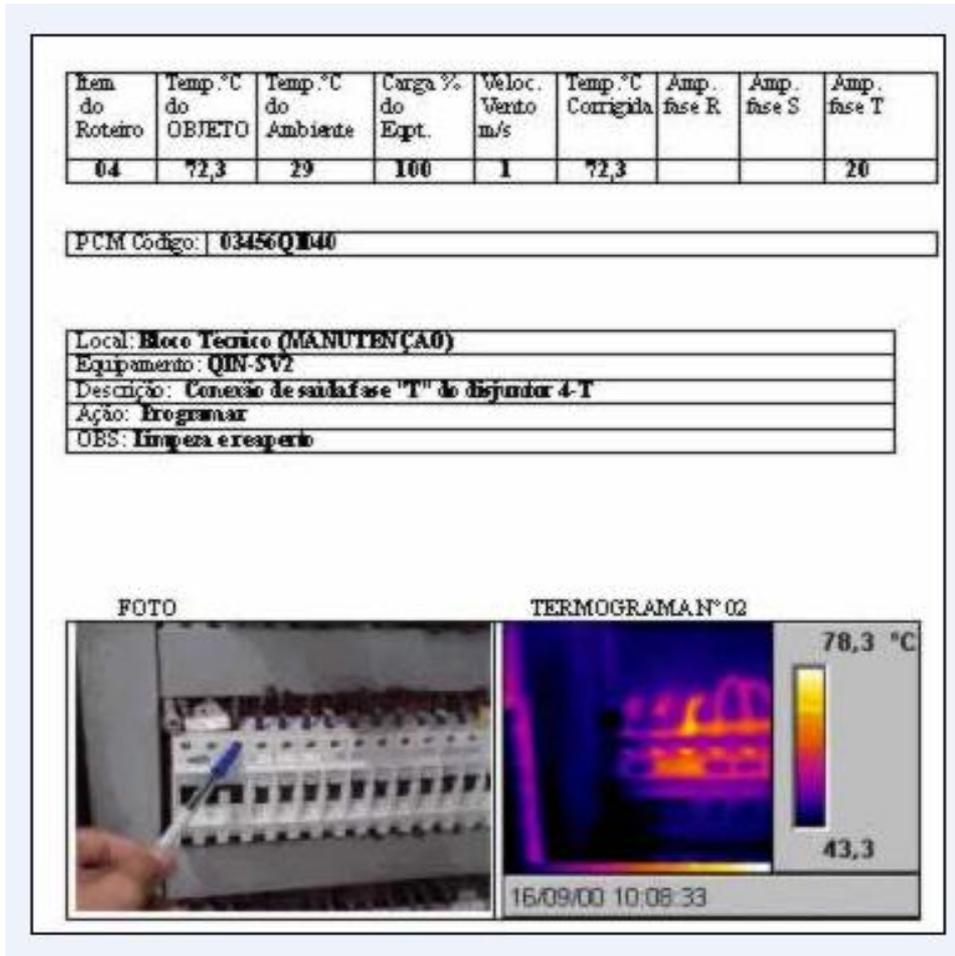
Conceito básico consiste na análise pela visão humana do espectro infravermelho, chamadas de termogramas.

*Nota:* Infravermelho: é uma frequência eletromagnética, naturalmente emitida por qualquer corpo com intensidade proporcional a sua temperatura. (vide exemplo: fig 1).

Na Figura I, temos o exemplo de análise termográfica onde são destacados a foto e o termograma demonstrando a região de superaquecimento de um dos contatos de um painel elétrico.

A termografia é utilizada para: análise de quaisquer circuitos eletroeletrônicos, quadros de energias, estações, subestações, cabines de entradas de energia, instalações elétricas, no breaks, pontes rolantes, escadas rolantes, elevadores, etc.

Figura I



### 3.2 Ferrografia:

Conceito básico consiste na análise de particulados e propriedade de fluídos e óleos hidráulicos, visando a determinação de sua qualidade para atendimento das especificações do seu meio ambiente funcional(equipamento), (vide exemplo de análises nas tabelas II e III).

Tabela II, avaliação de particulados : Essa análise consiste em verificar os tamanhos e quantidades de partículas sólidas encontradas no fluido hidráulico e baseando-se em especificações de cada fluido (Tabela III) é efetuado o diagnóstico de condições de uso do fluido, bem como as ações a serem tomadas para adequação do fluido.

**Tabela II**

<b>Tabela de Correlação dos níveis de Limpeza</b>					
<b>Cód. ISO</b>	<b>Partículas / Mililitros</b>			<b>NAS 1638 (1964)</b>	<b>SAE Nível (1963)</b>
	<b>&gt; 2 Microns</b>	<b>&gt; 5 Microns</b>	<b>&gt; 15 Microns</b>		
23/21/18	80.000	20.000	2.500	12	-
22/20/18	40.000	10.000	2.500	-	-
22/20/17	40.000	5.000	1.300	11	-
22/20/16	40.000	5.000	640	-	-
21/19/16	20.000	5.000	640	10	-
20/18/15	10.000	2.500	320	9	6
19/17/14	5.000	1.300	160	8	5
18/16/13	2.500	640	80	7	4
17/15/12	1.300	320	40	6	3
16/14/12	640	160	40	-	-
16/14/11	640	160	20	5	2
15/13/10	320	80	10	4	1
14/12/9	160	40	5	3	0
13/11/8	80	20	2,5	2	-
12/10/8	40	10	2,5	-	-
12/10/7	40	10	1,3	1	-
12/10/6	40	10	.64	-	-

Tabela III, Classificação de Particulados por utilização

<b>Limpeza do Fluido requerida para Componentes Hidráulicos</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Código ISO</b>
Controle de Servo válvulas	16/14/11
Válvulas proporcionais	17/15/12
Bombas/ motores de palhetas e pistão	18/16/13
Válvulas de controle direcional e pressão	18/16/13
Bombas de engrenagens s/ motores	19/17/14
Válvulas de controle de fluxo , cilindros	20/18/15
Fluido novo não usado	20/18/15

### 3.3 Vibração:

Conceito básico consistem em análise de motores, medindo sua vibração e comparando com gráficos pré-estabelecidos onde é possível avaliar rolamentos e os componentes periféricos aos rolamentos (vide exemplo na sequência).

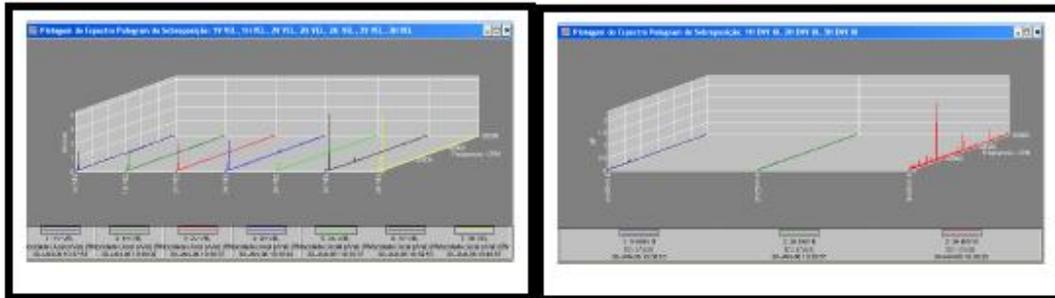
A agenda de cores, tabela e gráfico abaixo demonstram exemplo de análise de vibração em motor e bomba de equipamentos de injeção plástica, como exemplo didático de conceito.

NORMAL	
PROGRAMADA	
IMEDIATA	
NÃO MONITORADO	

#### RELATÓRIO GERAL DA PLANTA

Setor	Equipamento	Descrição do equipamento	N.º R.I
Injeção	Unidade Hidráulica - Injetora PL 114	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 124	Motor + Bomba	001
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 59	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 70	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 65	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PI 66	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 71	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 19	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 106	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 18	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 61	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 58	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 11	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 62	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 20	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 09	Motor + Bomba	002
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 08	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 07	Motor + Bomba	003
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 10	Motor + Bomba	
	Unidade Hidráulica - Injetora PL 05	Motor + Bomba	
Unidade Hidráulica - Injetora PL 06	Motor + Bomba		

Setor: Injeção	Data: 30/01/06
Equipamento: Injetora PL 124	TAG:
Classificação da Manutenção:	
<input type="checkbox"/> NORMAL <input checked="" type="checkbox"/> PROGRAMADA <input type="checkbox"/> IMEDIATA <input type="checkbox"/> NÃO MONITORADA	
Problemas Encontrados:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>O equipamento apresenta frequências características de desgaste e folga junto aos mancais da bomba.</li> </ul>	
Recomendações:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspecionar os mancais e elementos internos da bomba quanto a desgastes e folgas.</li> </ul>	



#### 4. Pesquisas Realizadas

Demonstramos na seqüência dados de pesquisa realizada pela “Plant Performance Group (uma divisão da Technology for Energy Corporation)”, em 1988, foram pesquisadas 500 empresas. A pesquisa considerou empresas do Canadá, Estados Unidos, Grã-Bretanha, França e Austrália nos ramos de energia elétrica, papel, celulose, processamento alimentício, têxteis, ferro e aço e outras indústrias de manufatura ou de processo, cada um dos participantes informaram que tinham programa de manutenção preditiva estabelecido com um mínimo de três anos de implementação.

#### Dados Apurados:

Atividade	% Benefício
Custos de manutenção	Redução de 50 a 80 %
Falhas nas máquinas	Redução de 50 a 60 %
Estoque reposição	Redução de 20 a 30 %
Horas extras manutenção	Redução de 20 a 50 %
Tempo paradas de máquinas	Redução de 50 a 80 %
Vida dos equipamentos	Aumento de 20 a 30 %
Lucratividade	Aumento de 25 a 60 %

Os dados dessa pesquisa, embora não recentes, são significantes e nos dias atuais com as técnicas de preditivas ainda mais evoluídas se confirmam, pois dentro da indústria de

autopeças temos as três modalidades exemplificadas com uso bastante extenso pelas empresas e os dados apurados são:

<b>Atividade</b>	<b>% Benefício</b>
Custos de manutenção	Redução entre 60 e 80 %
Falhas nas máquinas	Redução entre 70 e 80 %
Estoque reposição	Redução entre 40 e 50 %
Horas extras manutenção	Redução entre 20 e 30 %
Tempo paradas de máquinas	Redução entre 80 e 90 %
Vida dos equipamentos	Aumento entre 30 e 40 %
Lucratividade	Aumento entre 20 e 30 %

Fonte Indústria de Autopeças

## **5. Vantagens Competitivas da Manutenção Preditiva**

A adoção da manutenção preditiva proporciona detalhamento de itens específicos como o controle e manutenção da qualidade do produto final que é gerado naquele equipamento ou instalação, reduções significativas de insumos descartados no meio ambiente, por exemplo quando adotamos microfiltração de óleo, como exemplificado em Ferrografia, Logo a correta adoção e solidificação de modalidades de preditivas, alinha-se com as estratégias anunciadas estudadas e implementadas em manutenção e manufatura, onde destacamos o papel da manutenção preditiva como modalidade de manutenção fundamental para diferencial de produtividade, sendo que a adoção dessa modalidade de manutenção acrescenta:

- Aumento de confiabilidade;
- Melhora da qualidade;
- Redução dos custos de manutenção;
- Aumento da vida útil de componentes, equipamentos e instalações;
- Melhora na segurança de processos, equipamentos, instalações e pessoas.
- Ganhos expressivos ao meio ambiente.

## **6. Conclusões e Recomendações**

Como para todos os programas a serem implementados é recomendado e imprescindível que os gestores, executores, envolvidos e interessados sejam totalmente esclarecidos e devidamente treinados para a nova ferramenta ou complementação da ferramenta no caso de novas atividades, da Ferramenta em uso.

Para processos e produtos específicos a manutenção preditiva pode ser associada ou até vinculada a programas de qualidade para repetibilidade em cartas de CEP, onde nas

verificações periódicas temos possibilidade do envolvimento de operadores e departamentos de apoio.

Manutenção Preditiva, proporcionará significativos benefícios em qualquer modalidade de manutenção como ferramenta auxiliar, ou poderá fornecer dados de Equipamentos e Instalações determinantes para maximização de utilização de recursos desde que devidamente associada a indicadores de vida útil de componentes ou qualidade de processos e produtos.

A manutenção preditiva é importante fonte de dados a serem compilados e estudados nas suas diversas modalidades possibilitando melhorias a serem implementadas por:

Fabricantes de Equipamentos e Instalações.

Clientes nos Escopos de aquisição de novos equipamentos.

Retroalimentação de FMEAs de equipamentos para Fabricantes e Cliente

Pilar de apoio de manutenção autônoma em TPM, RCM ou quaisquer modalidade. de Manutenção Planejada.

Determinações de dados de produtividade dos equipamentos.

Definições de limitações técnicas dos processos e equipamentos.

## **Bibliografia**

Abraman (2005), Associação Brasileira de Manutenção – [www.abraman.org.br](http://www.abraman.org.br), acessado em 05 e 19.06.06.

MCM: A new tecnologia in predictive maintenance – [www.plant-maintenance.com/articlels\\_mcm](http://www.plant-maintenance.com/articlels_mcm), acessado em 05.06.06

[www.eere.energy.gov/femp/operations\\_maintenance/estategies/strat\\_predictive.cfm](http://www.eere.energy.gov/femp/operations_maintenance/estategies/strat_predictive.cfm), acessado em 05.06.06

Plant Performance Group (Divisão da Technology for Energy Corporation)

RSQueiroz - [www.rsqueiroz.com.br](http://www.rsqueiroz.com.br), acessado em 05.06.06