

**MANUTENÇÃO: DESENVOLVIMENTO PARA GERAÇÃO DE RESULTADOS
CONCRETOS**

**EMAC ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO LTDA
ENGº ALAN CARVALHO POUSA
ENGº MARCELO SILVA MONTEIRO**

MANUTENÇÃO: DESENVOLVIMENTO PARA GERAÇÃO DE RESULTADOS CONCRETOS

Resumo: O presente trabalho aborda sobre a importância da manutenção para concretização de resultados significativos para o usuário final. O treinamento da equipe, o desenvolvimento de novas técnicas de manutenção e o grande avanço da tecnologia da informação criou novas tendências para a manutenção a qual saiu de um cenário onde era vista como um setor de custos para um novo cenário onde a mesma atualmente é vista como um setor primordial em uma empresa que busca sempre competitividade com alta qualidade.

Índice de Assuntos

1 – Introdução	3
2 – Avanço da tecnologia da informação para a gestão da manutenção	3
2.1 – Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada a Confiabilidade	3
2.2 – Sistema de Manutenção	4
3 – Capacitação da mão de obra	6
4 – Procedimentos de manutenção	8
5 – Resultados práticos e Comentários	9
6 – Conclusão	11
7 – Referências Bibliográficas	11

Índice de Figuras

Figura 1 - Esquema básico de um sistema de manutenção	6
---	---

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Redução do consumo de energia elétrica	10
Gráfico 2 - Consumo de material de reposição para manutenção.....	10
Gráfico 3 - Acompanhamento do número de chamados técnicos entre 2007 e 2008.....	11

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Características de cada tipo de manutenção.....	4
Tabela 2- Exemplo de matriz de treinamento	8

1 – Introdução

A manutenção propriamente dita teve o seu início na fase da revolução industrial, século XIX, onde as primeiras equipes de manutenção especializadas surgiram, caracterizando o setor de manutenção fabril. Passa-se a exigir maior agilidade no reparo, pois nesta fase inicia-se a necessidade de manter uma maior disponibilidade dos equipamentos para a produção.

Até a segunda década do século XX, estas equipes existentes eram em sua grande maioria somente para a execução de manutenções corretivas, ou seja, esperava-se os equipamentos pararem para realizar a manutenção.

Somente a partir da segunda guerra mundial, impulsionada pela industrial aeronáutica, as quais não permitem defeitos, ergueu-se então a prática da manutenção preventiva.

Com a crise do petróleo na década de setenta, o qual gerou a necessidade da racionalização de custos, surgiu-se então a engenharia de manutenção. A manutenção preventiva e corretiva já não era mais suficiente para atingir os objetivos, pois era necessário mudar o conceito do alto custo que a manutenção gerava e torná-la um setor da fábrica para redução de custo e com alta qualidade.

Nas últimas quatro décadas, com a globalização, a manutenção torna-se a ferramenta essencial para todas as indústrias. A concorrência e a necessidade de sobrevivência das indústrias frente a este novo cenário geraram novas técnicas de qualidade gerando produtos de elevado desempenho e com alto grau de confiabilidade. Tal alcance só foi possível com o desenvolvimento de novas técnicas de manutenção iniciadas pelos japoneses e americanos, tais como o MPT (Manutenção Produtiva Total, ou “Total Productive Maintenance - TPM”), MCC (Manutenção Centrada a Confiabilidade, ou (“Reability Centred Maintenance – RCM”) em conjunto com o grande desenvolvimento da informática.

2 – Avanço da tecnologia da informação para a gestão da manutenção

Segundo a ABNT, manutenção corresponde a todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição especificada.

Entende-se como condição especificada as condições iniciais de fábrica.

O alcance da alta qualidade da manutenção nos dias atuais tem como o pilar o desenvolvimento da ciência da informação. A criação das técnicas da MPT e MCC somente foram possíveis de serem aplicadas e até mesmo criadas com a informática.

2.1 – Manutenção Produtiva Total e Manutenção Centrada a Confiabilidade

A técnica da MPT sugere que a manutenção deve ser totalmente produtiva para o alcance dos seguintes objetivos:

1. constituir uma estrutura empresarial que busca a máxima eficiência do sistema de produção (eficiência global e sistema total);

2. criar mecanismos para prevenir as diversas perdas, atingindo "zero de acidente, zero de defeito e zero de quebra/falha", garantindo no mínimo a vida útil prevista dos equipamentos, em muitos casos estendendo;
3. envolver todos os departamentos, começando pelo departamento de produção, e se estendendo aos setores de desenvolvimento, vendas, administração, etc.

Tabela 1 - Características de cada tipo de manutenção

Envolvimento de todos departamentos	Sistema total (integração)	Economicidade (mecanismos para prevenir perdas)	
X	X	X	Características da MPT
	X	X	Características da manutenção do Sistema de produção
		X	Características da manutenção preventiva

Para garantir a implementação da MPT deve ser estabelecidos ações no intuito de sustentar e criar meios para a correta aplicação deste método. Dentre eles podemos citar:

- 1 - melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência;
 - 1.1 – a manutenção não é milagrosa, existem casos em que substituir determinados equipamentos reduz custos a médio e longo prazo de manutenção e aumenta a eficiência.
- 2 - elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção;
 - 2.1 – em conjunto com um sistema de gestão de manutenção e controle para melhor organização e planejamento das atividades, equipes, tarefas, periodicidades.
- 3 - treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção;
 - 3.1- capacitação da mão de obra para executar as tarefas e usar corretamente as ferramentas.
- 4 - elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento;
 - 4.1 – determinação das atividades fins para execução da manutenção correta de um determinado equipamento a fim de garantir seu desempenho, confiabilidade e disponibilidade. Este processo ocorre através do conhecimento de seu modos de falhas previamente identificados as quais são direcionadas atividades de manutenção adequadas, a este processo chamamos de MCC.
- 5 - manutenção com vistas a melhoria da qualidade;
 - 5.1 – execução dos serviços de manutenção como pilar principal para a garantia da qualidade do produto.
- 6 - gerenciamento;
 - 6.1 – Utilização de sistemas informatizados para análise e acompanhamento do desempenho da manutenção realizada.
- 7 - segurança, higiene e meio ambiente.
 - 7.1 – garantia da manutenção da saúde dos trabalhadores.

2.2 – Sistema de Manutenção

Ao falar em sistema de manutenção, pensa-se logo em sistema informatizado, ou seja, um programa de computador para gerenciamento e controle das manutenções.

Porém muitos erros ocorrem em indústrias e empresas que iniciam os seus sistemas de manutenção através do programa de manutenção informatizado de gerenciamento e controle antes de implantar o sistema fisicamente.

O sucesso de um sistema de manutenção é a sua implementação física através da criação de metas de desempenho atreladas a um sistema de qualidade existente, desenvolvimento do setor de treinamento, conhecimento técnico do sistema e dos equipamentos, conhecimento e determinação da criticidade operacional, definição das equipes de manutenção, definição do fluxo de trabalho a ser implantado e criação de procedimentos técnicos para correta execução dos serviços.

Em sistemas de ar condicionado, por exemplo, a criticidade operacional é variável de acordo com cada ambiente. Toma-se como exemplo sistemas de refrigeração industrial, onde a necessidade de disponibilidade do equipamento é primordial para a produção. Por outro lado a criticidade da manutenção para sistemas de conforto térmico, apesar de, em muitos casos não requerer o alto índice de disponibilidade do equipamento, requer uma manutenção centrada na qualidade do ar para atender os requisitos da Portaria 3.523 de 28/08/1998 do Ministério da Saúde – Resolução 09 de 16/01/2003 para os ambientes públicos climatizados acima de 60.000 BTU/h.

Uma vez conhecido e criado o sistema de manutenção deve ser então implantado um sistema de manutenção informatizado para viabilizar e tornar mais fácil a aplicação das metas e meios estipulados e existentes (MTP e MCC) pelo sistema de manutenção criado.

Um programa informatizado de manutenção deve ser robusto de forma a integrar com todos os sistemas existentes da empresa, por exemplo, o consumo de materiais deve ser integrado com o estoque de materiais e seus valores, a equipe de manutenção deve ser integrada com o quadro atualizado de funcionários. Além disto, o programa deve controlar detalhadamente todos os equipamentos, através de cadastro de informações tais como: capacidade, localização, data de fabricação, marca, tarefas de manutenção, periodicidade e planejamento das manutenções, nível de criticidade, observações gerais, etc. Durante a execução das manutenções o sistema deve ser alimentado com informações das não conformidades encontradas e suas causas, ações corretivas realizadas, peça e materiais aplicados, quantidade de preventivas e de chamados realizados, tempo gasto para execução dos serviços, etc.

Com esta ferramenta, além da facilidade da programação e planejamento das manutenções, a gestão eficiente através de relatórios gerenciais de desempenho, tais como histórico de equipamentos, custos de materiais de reposição, quantidade de chamados e de corretivas, disponibilidade do equipamento são verificados para tomadas de decisões coerentes e aperfeiçoáveis no intuito de estar sempre melhorando processos e procedimentos de manutenção alcançando o binômio qualidade de economia.

A figura abaixo sintetiza o fluxo básico de um sistema de manutenção físico atrelado ao informatizado aplicado à manutenção de sistemas de ar condicionado e refrigeração.

**SISTEMA DE MANUTENÇÃO EMAC - SME
INFORMATIZADO, INTEGRADO E ON LINE**

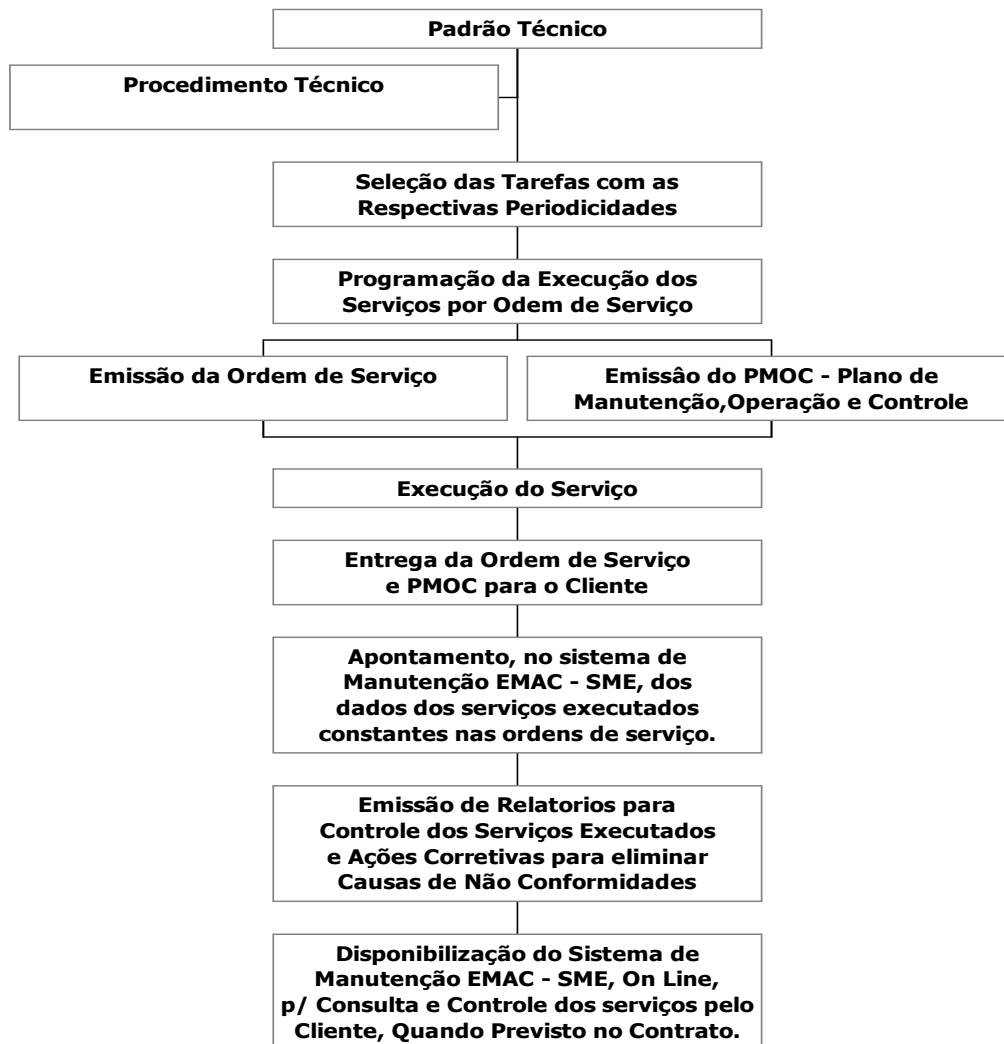


Figura 1 - Esquema básico de um sistema de manutenção

Sistemas informatizados de manutenção devem ser flexíveis para absorver e processar diferentes tipos de solicitações em diferentes particularidades.

A manutenção em sistemas de ar condicionado é um bom exemplo deste caso. Por exemplo, devido à sazonalidade, os equipamentos de ar condicionado, preferencialmente, devem receber manutenções preventivas diferenciadas de modo que tenha maior enfoque em inspeções preventivas no verão e, no inverno, sejam realizadas as manutenções preventivas detalhadas, tais como paradas para limpeza profunda e verificação das partes mecânicas e elétricas. Este modo de atuação, no final gera resultados significativos, tais como redução de chamados e paradas de equipamentos durante o verão, época que os equipamentos de ar condicionado são mais solicitados.

3 – Capacitação da mão de obra

A qualidade e a produtividade da manutenção são afetadas negativamente pela falta de capacitação das pessoas envolvidas. A baixa motivação causada pela falta de conhecimento também é outro fator de relevância para a manutenção. Enfim, ter pessoas com as

competências necessárias são de vital importância para que os requisitos especificados sejam atendidos. Vamos explorar alguns aspectos importantes sobre a função treinar para capacitar, passando por crenças, conceitos, processos até sua aplicação.

As novas tecnologias são bem divulgadas e atendidas quando os conhecimentos estão disponíveis pelas instituições de ensino do mercado como o Senai, as Escolas Técnicas e as Escolas de Engenharia em abundância.

Quando há necessidade de uma especialização, particularização ou aprofundamento dos conhecimentos em função da especificidade dos equipamentos e sistemas, como no caso de sistemas de ar condicionado por compressão e absorção, os resultados deixam a desejar. Isso ocorre basicamente pela **ineficácia do treinamento interno** nas empresas e, particularmente na Manutenção.

Os principais problemas que se detectam em relação a essa ineficácia são:

- Inexistência total de treinamento de pessoal
- Existência de intenção de treinamento, mas falta de planejamento;
- Existência de Planejamento, mas falta de cumprimento (qualquer fato adia os treinamentos)
- Falta de organização e tecnologia para aplicação adequada de treinamento no trabalho (“on-the-job-training”).

Em consequência a obtenção de conhecimentos se dá de forma lenta, inadequada e sujeita às características pessoais de cada colaborador. Os principais problemas nesse tipo de aprendizagem incluem a transmissão dos vícios, erros conceituais e percepções pessoais muitas vezes negativas que acabam se tornando “verdades”.

A capacitação deve ser através de treinamento consciente e planejado o que envolve a construção de um ambiente (sala de aula) dotado dos recursos necessários ao aprendizado e que permitam a perfeita interação entre a teoria e a prática (recursos áudio visuais, ferramentas, instrumentos e equipamentos para execução de aulas práticas) além de investimentos em pessoal especializado para atuar na organização como instrutores (treinamento de técnico em escolas especializadas e fabricantes com o objetivo de que ele repasse o conhecimento). Não obstante a função treinar não deve ficar somente a cargo dos instrutores, ou seja, cada um que recebe o conhecimento deve ser conscientizado para ensinar os demais a fim de acelerar a disseminação.

O treinamento a distância vem sendo utilizado em algumas organizações para capacitação de pessoal com sucesso. Nesta modalidade de treinamento deve ser criada uma estrutura que fique disponível para que o aluno possa retirar suas dúvidas. Um erro comum que algumas empresas cometem ao utilizar esta ferramenta é não acompanhar o aluno, o seja, disponibilizam apenas o conhecimento em papel ou mídia e esperam que as pessoas absorvam este conhecimento sem nenhum acompanhamento.

Outro ponto importante para o sucesso na capacitação de pessoas é o levantamento das necessidades de treinamento da Manutenção que deve ser feito através de Matrizes de Conhecimento (ou de Treinamento) para cada função ou grupo de modo que se tenha noção do grau de carência de treinamento em relação a técnicas ou equipamentos. Para elaborarmos uma matriz de treinamento devemos proceder um levantamento de necessidades, que compreende em verificar quais são as carências da mão-de-obra e fornecer soluções (contramedidas) que se materializem sob a forma de treinamento.

O treinamento deve ser sempre dirigido para a função do colaborador (deve agregar valor ao que ele faz), e não sobrecarregá-lo com informações desnecessárias, que nunca serão utilizadas!

Uma matriz de treinamento pode se apresentar da seguinte maneira:

Tabela 2- Exemplo de matriz de treinamento

SIGE – Sistema Integrado de Gestão EMAC												
MATRIZ DE TREINAMENTO AR CONDICIONADO E REFRIGERAÇÃO												
NOME	SELF	CHILLER	BEBEDOURO	SPLT	APARELHO DE JANELA	ABSORÇÃO	AUTOMAÇÃO	CAMARA FRIGORIFICA	ESTAÇÕES ELEVADORIS - BOMBAS	COMANDO ELÉTRICOS	SECADOR DE AR	TORERE DE RESFIAMENTO
ENGENHEIRO												
TÉCNICO I												
TÉCNICO II												
ENCARREGADO												
SUPERVISOR												

LEGENDA

NIVEL DE CONHECIMENTO

ALTO  MEDIO  BAIXO 

Como podemos ver um sistema de manutenção não é construído somente com as teorias e as práticas do TPM e do RCM. São necessários que sejam criados e sempre melhorados centros de treinamento para aperfeiçoamento e especialização da mão de obra que aplicará as praticas da manutenção preventiva e preditiva. Com o treinamento contínuo, não somente será garantida a eficiência da manutenção, como também o aumento da produtividade, motivação dos colaboradores, ou seja, capacitação da mão de obra para um país que sofre com a falta de mão de obra especializada. Hoje, mais do que nunca, as empresas de manutenção que se sobressaem são aquelas que possuem centros de treinamento para capacitar seus colaboradores.

4 – Procedimentos de manutenção

O conhecimento é o bem mais precioso e indispensável na execução das atividades de qualquer área (ciências humanas, exatas e biomédicas) por ser a ferramenta com a qual todos trabalham. É através do conhecimento que as atividades podem ser executadas com custos mais baixos, qualidade superior, com segurança (patrimonial e pessoal) bem como preservando o meio ambiente sem o qual não existe vida.

Sem a divulgação e treinamento o conhecimento não tem nenhum valor. A padronização é a principal técnica gerencial para a divulgação do conhecimento e melhoria do desempenho de processos. Ela descende da administração científica de Taylor, mas incorpora todos os conhecimentos modernos sobre pessoas, sistemas e desempenho. Assim sendo, a padronização moderna é um processo que envolve as pessoas responsáveis pela execução do processo, visando aprender sobre o processo, divulgar o conhecimento, atender as expectativas do cliente, aumentar a produtividade, eliminar desperdícios e melhorar a satisfação dos trabalhadores.

Na manutenção não é diferente, ou seja, o conhecimento é produzido dia a dia com o avanço da tecnologia e com a busca de soluções para as falhas. Este conhecimento se não for padronizado na forma de procedimentos ele se perde e os objetivos de manter a disponibilidade operacional, confiabilidade e baixo índice de acidentes não serão atingidos. Outro fator que induz a padronização com a utilização de procedimentos é a necessidade de otimizar os processos e reduzir os custos de manutenção.

O ciclo começa na necessidade de buscar a solução para uma determinada falha que é o estímulo para que a equipe de manutenção busque a solução através de estudos, consulta a fabricantes, projetos, histórico do equipamento e treinamentos até que a solução seja encontrada. O ciclo termina com a elaboração e disseminação de um procedimento que descreva a solução, como executar, quando executar, ferramentas necessárias e as recomendações de segurança. As formas de divulgar o procedimento é disponibilizar os mesmos na intranet da empresa ou em software de controle. Outra forma eficaz de divulgação é a inclusão do procedimento de execução em manuais de treinamento.

Como resultados qualitativos decorrentes da elaboração de procedimentos de manutenção podemos principalmente citar:

Melhoria Contínua: Uma vez padronizado um procedimento e disponibilizado ele será continuamente aperfeiçoado em decorrência de treinamentos e pela própria execução da tarefa.

Retenção da tecnologia: Através do procedimento a tecnologia é retida e disponibilizada quando necessário a qual poderia ser perdida com a saída de profissionais mais experientes.

Quantitativamente podemos medir a eficiência da padronização através dos seguintes indicadores de manutenção:

- **Aumento da Disponibilidade do equipamento**
- **Diminuição do tempo médio para reparo**
- **Redução no número de acidentes**
- **Redução do custo de manutenção.**
- **Aumento da produtividade.**

5 – Resultados práticos e Comentários

Os resultados apresentados a seguir são baseados em informações reais obtidas em manutenções de diferentes plantas comerciais localizadas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Uma vez aplicados e implantados os itens acima discutidos é possível obter resultados significativos de desempenho da manutenção. O gráfico abaixo mostra a redução do consumo de energia elétrica.

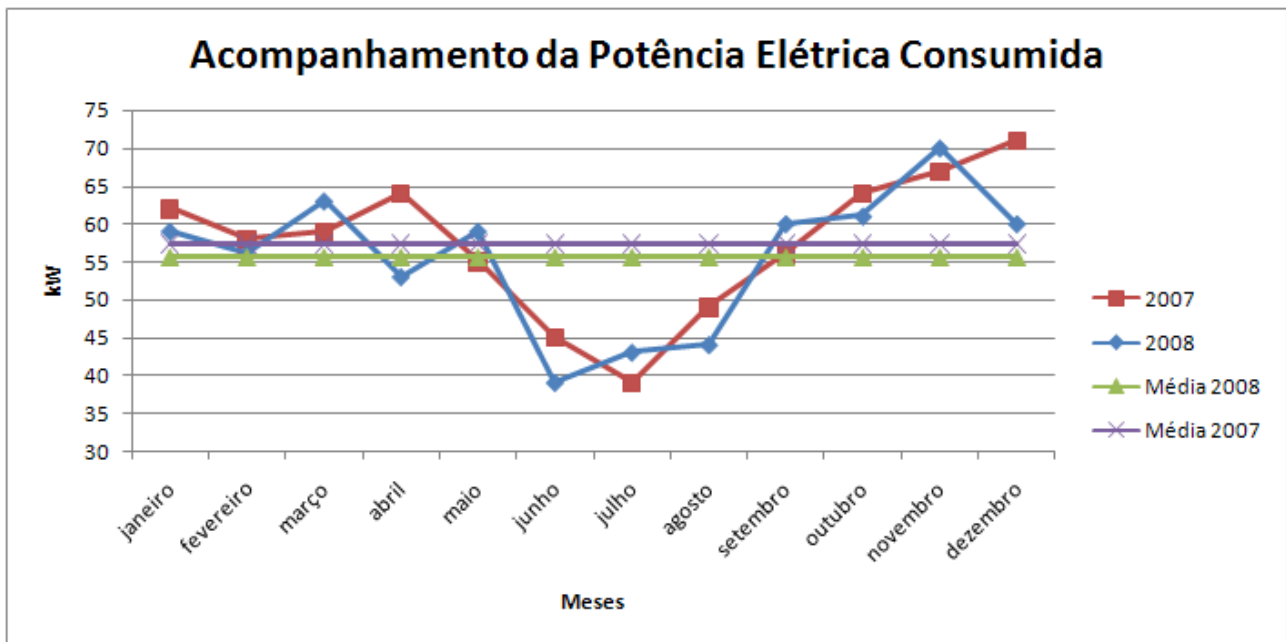


Gráfico 1 – Redução do consumo de energia elétrica

A redução observada entre os anos de 2007 e 2008, entorno de 5%, é resultado da implantação e manutenção contínua de procedimentos de manutenção preventiva focado principalmente no sistema de ar condicionado o qual é responsável por 40 a 50% do consumo elétrico. O treinamento técnico, o desenvolvimento de procedimentos e a programação dos serviços de manutenção em caráter sazonal foi um dos pilares desta conquista.

Já o gráfico abaixo apresenta o comportamento do consumo de materiais e peças de substituição aplicada em corretivas de sistemas de ar condicionado e refrigeração e elétrica após aplicação da metodologia correta de manutenção.

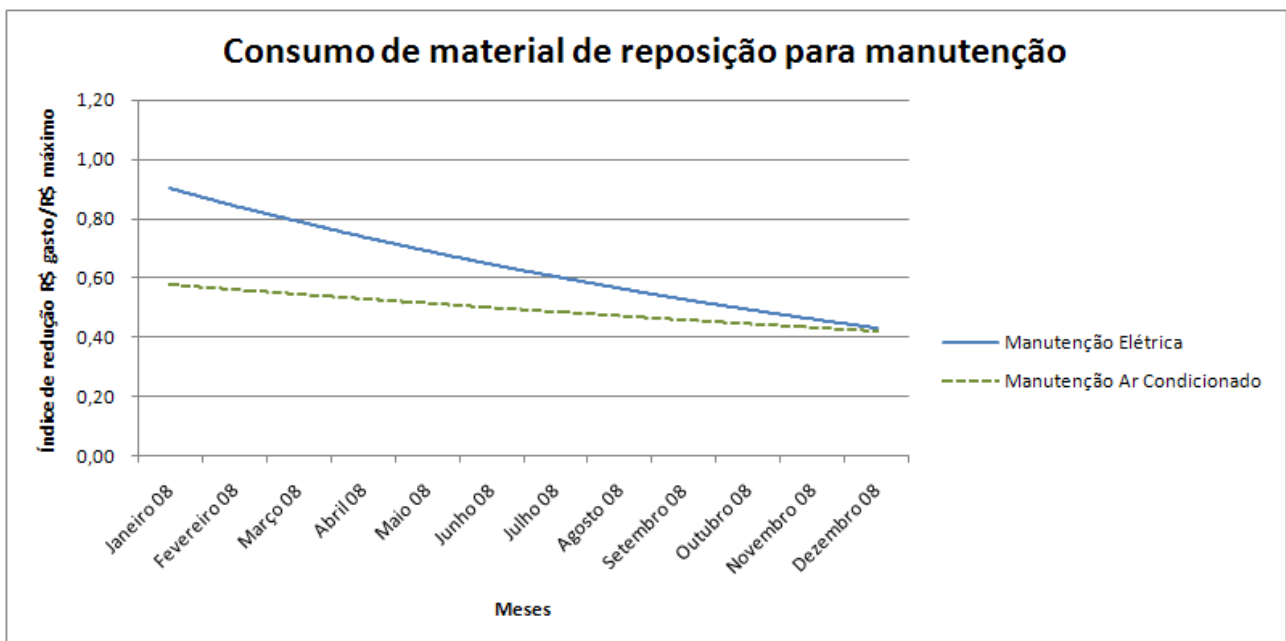


Gráfico 2 - Consumo de material de reposição para manutenção

A redução observada neste caso é fruto de toda uma implementação anteriormente comentada alcançada há médio prazo, pois leva-se um determinado período, para atingir a tendência de decaimento e estabilização em um patamar inferior para o consumo de peças de substituição, quando o cenário de uma manutenção deficiente é substituída por uma manutenção embasada em práticas do MPT e MCC. Em outras palavras, existe um tempo de maturação que deve ser respeitado para atingir resultados significativos na manutenção para estas situações.

O gráfico 3 mostra o comportamento da quantidade de chamados para manutenção de ar condicionado, elétrica e hidráulica.

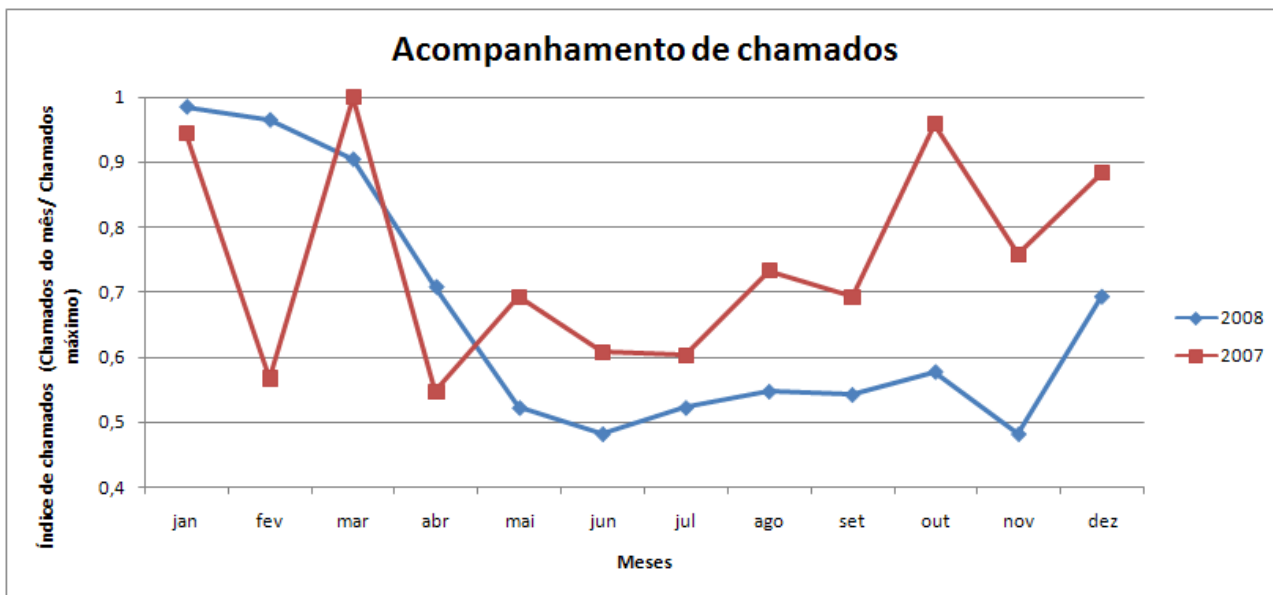


Gráfico 3 - Acompanhamento do número de chamados técnicos entre 2007 e 2008

Conforme pode ser observado, a tendência de queda entre o chamados de 2008 e 2007 é clara e mostra, conforme os demais gráficos, a melhoria da qualidade da manutenção. Neste caso a queda observada máxima pontual foi de 40% a menos observada em outubro de 2008. Em média o houve uma redução de 12%. Neste caso é possível verificar que em 2007 houve um acréscimo de chamados no final do ano, com o trabalho de re-implantacao do MPT e MCC o alcance dos objetivos foi verificado numericamente em maio de 2008. Este fato se deve ao tempo de maturação, compreendido neste caso entre o final de 2007 (outubro/novembro) até março de 2008.

6 – Conclusão

Por fim podemos visualizar que, aplicando as técnicas apresentadas de manutenção e buscando o conhecimento para equipe através de treinamentos contínuos, bem como padronizando os procedimentos, conseguimos é possível executar a manutenção de forma a atingir os objetivos especificados atendendo os requisitos esperados e até mesmo extrapolando as expectativas no tocante a disponibilidade dos equipamentos, redução de consumo de energia elétrica, peças de reposição e satisfação dos usuários.

7 – Referências Bibliográficas

<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/jerzy/cap2.htm> acessado dia 31/03/09

http://www.engmec.fesurv.br/aulas_SM/Aula2_Sist_Manuten%E7%E3o.pdf acessado dia 31/03/09

<http://www.icapdelrei.com.br/arquivos/Artigos/rcm.pdf> acessado dia 31/03/09

<http://www.astrein.com.br/arquivos/artigo17.pdf> acessado dia 30/03/09

<http://www.geocities.com/durvalcastro/padronizacao.htm> acessado dia 30/03/09