



SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

GPT - 05
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

GRUPO II

GRUPO DE ESTUDO DE PRODUÇÃO TÉRMICA E FONTES NÃO CONVENCIONAIS - GPT

A APLICAÇÃO DA RCM PARA USINAS DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA E OS DESAFIOS FOCADOS NA GESTÃO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO – CASO PRÁTICO PARA A UTE JORGE LACERDA IV (1 x 363 MW)

Luiz Felipe *

Laércio Giovani de Oliveira

TRACTEBEL ENERGIA S.A

RESUMO

A metodologia da manutenção centrada em confiabilidade (MCC) ou *Reliability Centred Maintenance* (RCM) aplicada nas Usinas Termelétricas da Tractebel Energia deixou claro que é uma ferramenta extremamente lógica e consiste numa questão de bom senso quanto à análise dos planos de manutenção existentes.

Na prática, definiram-se os passos de cada etapa básica dos trabalhos, quais sejam, o treinamento das equipes de operação e manutenção, a seleção e a análise apurada da função de cada equipamento, os estudos de como estes não funcionam, os modos de falhas e suas causas-raiz, as criticidades envolvidas, as discussões para os roteiros de manutenção existentes no plano original de manutenção e as propostas de novas tarefas, com foco para a manutenção preditiva.

Esse seqüencial de atividades foi elucidado de tal maneira que estimulou os especialistas em gestão de manutenção a implementarem de forma segura o processo da RCM.

A filosofia adotada na Tractebel Energia teve como premissa, as características da metodologia KBM – *Knowledge Based Maintenance* (2), aplicada nas plantas térmicas da Electrabel na Bélgica pela Tractebel Energy Engineering (TEE), porém, com adaptações para a realidade no cenário do setor elétrico brasileiro, através de um método simplificado.

PALAVRAS-CHAVE

RCM (MCC) - Metodologia – Indisponibilidade Forçada - Usinas Térmicas

1.0 INTRODUÇÃO

Ao ser recentrado o plano de manutenção preventiva para o justo necessário, a experiência na Tractebel mostrou que se evitou a sobre-qualidade e subqualidade da função manutenção (1).

A utilização dos conceitos antigos quanto à gestão da manutenção com base no tempo foi gradativamente mudando para a gestão da manutenção com base nas condições dos equipamentos, ou seja, em diagnóstico, e este, cada vez mais atrelado à manutenção preditiva (12).

Por ser um método que visa definir um programa de manutenção mais *pertinente* em relação aos *riscos* ligados às conseqüências das falhas no sistema abordado este se torna atrativo para as empresas modernas.

A pertinência significa recentrar, ao justo necessário, o Plano de Manutenção preventiva (PMP) para evitar a sobre e a sub-qualidade dos serviços (1).

Os riscos coexistem com as decisões quanto ao dimensionamento do esforço da manutenção em função das conseqüências das falhas.

* TRACTEBEL ENERGIA / TMS-SE - Av. Paulo Santos Mello S/Nº, Capivari de Baixo - SC, CEP 88745-000
Fone: (048) 621 4067, Fax: (048) 6214006, E-mail: lfelippe@tractebelenergia.com.br

Para atingirem-se todos os objetivos e benefícios requer-se apoio logístico (treinamento, pessoas motivadas, etc.) e a sistematização deve ser intensificada através da elaboração de ferramentas (*software*) visando uniformizar a utilização da RCM na gestão da manutenção para as Usinas Térmicas.

2.0 POR QUE UTILIZAR A RCM PARA AS UNIDADES GERADORAS TÉRMICAS?

É simplesmente uma questão de bom senso!

O método RCM oferece numerosos benefícios (4), quais sejam:

- ✓ Melhoria da disponibilidade das unidades geradoras;
- ✓ Ganhos econômicos devido à redução do volume de manutenção preventiva (MP);
- ✓ Uma reorientação da tradicional MP para tarefas de monitoramento em operação com base nas condições do equipamento;
- ✓ Maior “sinergia” entre equipes de Operação e Manutenção;
- ✓ Um ranking de falhas e de tarefas de MP, simplificando a decisão e o planejamento da manutenção;
- ✓ Focar (recentrar) a manutenção ao justo necessário, ou seja, nem sobre-qualidade nem sub-qualidade para os equipamentos de geração de energia.

O método tem sido aplicado para Usinas Térmicas nos países que possuem um expressivo parque gerador térmico com enormes vantagens em relação a disponibilidade e foi com este principal foco que as empresas tem atingido os objetivos e além disso observou-se uma disseminação desta ferramenta de análise dos planos de manutenção.

As Caldeiras e equipamentos auxiliares tem sido contemplados com prioridade já que estes sistemas são os que mais contribuem para a perda de disponibilidade das plantas térmicas e custos de O&M associados.

2.1 Os princípios do Método RCM para a realidade das plantas de geração térmica

A filosofia e as características da RCM adotadas na Tractebel buscam um programa realista de manutenção preventiva (2). Para tanto, as premissas básicas adotadas foram os seguintes:

- a) O método deve ser prático e colocar os vários colaboradores da manutenção a serviço da atividade fim da empresa. Os melhores colaboradores para realizarem os trabalhos da RCM são os especialistas da manutenção e operação;
- b) O método é baseado em uma visão estratégica de Operação e Manutenção (O&M);
- c) Nada é eterno e este método deve permitir que haja re-análise dos resultados. A otimização e a administração dos planos de manutenção não estão limitadas ao projeto piloto, mas sim, um trabalho contínuo;
- d) Flexibilidade: O método se for seguido de forma rigorosa não atinge os objetivos. A aplicação deve prever uma evolução de acordo com as especificidades das unidades geradoras térmicas;
- e) O programa de manutenção deve estar centrado para se obter o melhor desempenho da planta térmica. Não está previsto nesta premissa que a RCM proporcionará como prioridade, a confiabilidade pelo reprojeção das instalações ou pela otimização dos estoques de sobressalentes.

Os princípios são aplicáveis para todas as unidades com operação contínua. Utilizando-se o mesmo método para otimizar os planos de manutenção das unidades geradoras assegurar-se-á a coerência entre as ações para todas as instalações. Na prática, a ferramenta RCM quando utilizada de maneira padronizada facilita a troca de conhecimento quanto aos planos de manutenção.

2.2 Etapas de implantação da RCM

As etapas de implantação seguiram a ordem cronológica da execução das atividades conforme abaixo.

2.2.1 Definição da Política de Manutenção

A política de manutenção adotada na Tractebel Energia é a da melhoria contínua dos processos que envolvem o Plano de Manutenção Preventiva (PMP), considerando-se os benefícios da RCM. O bom senso induz aos colaboradores a praticarem a tática de que o grande negócio da manutenção é: “crescer na capacidade de resolver preventivamente os problemas nos equipamentos e sistemas, ao invés de crescer somente na capacidade de executar serviços”.

Sendo assim, busca-se a proatividade na manutenção e quanto mais se pratica a manutenção baseada em condições dos equipamentos, preserva-se a função destes, e é nisso que se fundamenta a RCM.

2.2.2 Treinamento em RCM

Afim de que se garanta a aplicação do método de forma mais eficaz possível, na Tractebel foram destacados os colaboradores com o perfil afinado para a prática da política de manutenção nas usinas térmicas. Nesta fase predominou a tática “*one-on-one on site mentoring*”. Esta tática indicou a forma de conduta dos responsáveis para

cada equipamento ou sistema selecionados. O treinamento cadenciado entre teoria e a prática deve ser perseguido em todas as iniciativas de implementação da RCM.

2.2.3 Seleção dos equipamentos / sistemas

Os equipamentos foram selecionados basicamente segundo o critério do grau de comprometimento em relação as perdas de disponibilidade das unidades geradoras. As Caldeiras foram contempladas com os estudos de RCM face aos históricos de manutenção os quais reforçam que estes equipamentos são os que mais provocam perda de geração das plantas, já diagnosticados internacionalmente por organismos renomados (**EPRI** – *Electric Power Research Institute* e **NAERC** – *North American Electric Reliability Council*) (7, 11). Há casos em que a RCM já reduziu as paradas forçadas para índices menores que 3 % de indisponibilidade forçada, e que esse valor é considerado “goal” em termos de *benchmark* (20).

As Esteiras de Cinza Úmida, diretamente associadas às Caldeiras foram inseridas no contexto devido aos riscos em relação a confiabilidade.

O Plano de Manutenção Preventiva (PMP) para os Precipitadores Eletrostáticos foi analisado face às questões ambientais e exigências ambientais quanto aos limites de emissões.

Os Alimentadores e Moinhos de Carvão por sua vez, apresentam um custo de manutenção significativo para as unidades geradoras.

Os Geradores ou Alternadores por apresentarem indicativos que constituem risco iminente de defeito também requereram estrategicamente os estudos da RCM.

Os Transformadores e os Sistemas de Proteção foram contemplados face às falhas intempestivas que culminaram em perda de geração com perdas em relação à lucratividade da empresa.

2.2.4 Formação dos Grupos de Trabalho

As equipes, nas suas especialidades, foram divididas e compostas por um coordenador, um técnico mecânico, um técnico electricista e um técnico instrumentista e um operador, todos com larga experiência nas suas áreas de atuação.

A aproximação entre o operador de usinas térmicas e os mantenedores permitiu os melhores resultados para a qualidade do processo RCM. Para determinadas etapas, necessitou-se do envolvimento de todos para que o desafio fosse compartilhado e alcançado pelo grupo de trabalho.

Devido o operador deter conhecimento da planta térmica e que além de saber operar os equipamentos este detém um conhecimento básico de manutenção isto facilita sobremaneira as análises. Reciprocamente, o mantenedor conhecendo além da manutenção dos equipamentos, uma noção básica de operação, nesta “interseção de conhecimentos” obtém-se os melhores resultados para a RCM.

2.2.5 Organização dos trabalhos

É de fundamental importância que o coordenador de cada equipe apresente o cronograma das atividades. Datas, locais e horários das reuniões foram atendidos em cada grupo conciliando-se com as demais responsabilidades dos cargos. As reuniões periódicas (semanais), de no mínimo 4 horas de duração permitiram o alcance das metas. A logística para os procedimentos e operacionalização da RCM foi utilizada sem restrições.

2.2.6 Análise das Disfunções e Criticidade (FMECA)

Nesta etapa, o operador da Usina Térmica é a peça-chave mais importante para os debates. Os limites funcionais de cada equipamento ou sistema, a definição da missão do sistema na planta, dos grupos ou conjuntos funcionais e da função do equipamento constitui o foco da preservação da função, motivo principal da implantação da RCM.

Uma vez definidos os grupos de equipamentos do sistema abordado de uma mesma função (CT = Conjuntos Técnicos), nestes foram buscados as Unidades de Manutenção (UM). As unidades de manutenção constituem as “células” dos equipamentos para efeitos de análise primária da RCM.

A análise de falha, levanta-se os modos de falha e as causas-raiz destes modos de falha. Os efeitos destes das falhas no equipamento ou sistema e na unidade geradora térmica devem ser analisados com esmero, para um cenário realista de operação.

Para exemplificar, se considerarmos uma unidade geradora como sendo um sistema, a Caldeira como um equipamento, os conjuntos técnicos (CT's) são os seguintes componentes:

Economizador, Evaporador, Superaquecedor primário, Superaquecedor secundário, Superaquecedor terciário ou final, Reaquecedor primário, Reaquecedor secundário ou final e redes/acessórios externos, etc..

As unidades de manutenção (UM's) são os componentes considerados “células”, quais sejam, por exemplo, os tubos, as membranas, curvas, nipples, alinhadores, etc..

Quanto a criticidade de cada falha analisada, os fatores escolhidos que mais refletem a realidade para as usinas térmicas a carvão da Tractebel Energia foram as seguintes:

Frequência de falhas, Segurança, Disponibilidade, Meio ambiente, Custos de manutenção.

Na avaliação da importância de cada falha para cada conjunto técnico de cada equipamento, inseriu-se o GPR = Grau de Prioridade de Risco. O resultado dos cálculos dos GPR traduziu a importância que se deve atribuir ao modo de falha. Este valor calculado é muito utilizado ao se deparar com a comparação entre a função do equipamento e as tarefas de manutenção propostas.

De acordo com o EPRI - *Electric Power Research Institute* (5), a chave para o sucesso está basicamente no conhecimento de como um equipamento ou sistema de uma usina térmica funciona, falha, e principalmente de como se pode contornar o modo de falha identificado como crítico (GPR elevado).

O quesito detectabilidade é utilizado nos cálculos do GPR para os equipamentos que apresentam falhas “escondidas” ou “ocultas” porém, a valoração atribuída a este item é elevada e que isso pode “ofuscar” as demais criticidades envolvidas na análise e mascarar os resultados dos estudos quanto a riscos.

Deve-se tomar cuidado ao se inserir a detectabilidade nesta análise da RCM.

2.2.7 Seleção das Tarefas de Manutenção (STM)

Para selecionar as novas tarefas ou mantê-las com o mesmo intervalo de manutenção ou ainda dilatando-se os prazos deve-se questionar de forma rigorosa se existe de fato uma nova tarefa para propor.

Os demais questionamentos quanto a aplicabilidade, custos da tarefa existente, eficácia da tarefa existente, a rentabilidade da mesma e a própria velocidade de degradação dos componentes devem ser feitos. Num formulário obtiveram-se todas as respostas para cada discussão antes de se elaborar uma nova tarefa que coíba as falhas. A aplicação de técnica de questionamento do tipo “logigrama” garante que a análise seja realizada com qualidade. O logigrama da Tabela Nº 1, foi utilizado pelos grupos antes de qualquer proposta de nova tarefa ser realizada.

TABELA Nº 1: Exemplo de Logigrama para proposição de tarefas de manutenção (1).

Nível de Tarefa	Questionamento principal	Questionamento complementar	Definições para níveis de tarefa
1 ☺	Existe uma <u>tarefa simples</u> ou de lubrificação?	Há alguma <u>tarefa simples</u> de manutenção a qual preserve os desempenhos intrínsecos? Completar um produto de consumo (óleo, graxa, ...) pode reduzir a velocidade de degradação ?	Se existe alguma tarefa, proponha a mesma. Se não existe, tente uma tarefa de Nível 2 .
2 ☺	Existe uma <u>tarefa de inspeção</u> ou de monitoramento em funcionamento?	Há alguma <u>tarefa condicional</u> e não intrusiva que detecte o mecanismo de falha e/ou a velocidade de deterioração?	Se existe alguma tarefa, proponha a mesma. Se não existe, tente uma tarefa de Nível 3 .
3	Existe uma <u>tarefa de teste</u> e/ou ensaio ?	Há alguma tarefa <u>capaz de evidenciar uma falha oculta</u> ?	Se existe alguma tarefa, proponha a mesma. Se não existe, tente uma tarefa de Nível 4 .
4	Existe uma <u>tarefa de inspeção interna</u> ?	Há alguma <u>tarefa intrusiva</u> de parada do equipamento que identifica as degradações internas?. Os mecanismos e velocidades de degradação são conhecidos?	Se existe alguma tarefa, proponha a mesma. Se não existe, tente uma tarefa de Nível 5 .
5 \$\$\$\$	Existe uma <u>tarefa de troca sistemática</u> ?	Há uma <u>duração de funcionamento conhecida</u> além da qual a troca padrão se impõe?. O histórico (experiência) sobre as outras falhas confirma esta tendência?	Se existe alguma tarefa, proponha a mesma. Se não existir, tente uma <u>modificação ou re-projeto do equipamento</u> .

O nível de tarefa 5 é o limite para as tentativas do grupo de RCM propor uma nova tarefa de manutenção preventiva. Caso, mesmo assim não se consegue propor uma tarefa de manutenção atrativa, procede-se uma proposta de modificação ou reprojeto do equipamento.

Constata-se que na medida em que as tarefas deixam de ser simples (nível 1) e aproximam-se de níveis mais elevados (níveis 4 ou 5), por conseguinte, serviços mais intrusivos, os custos de manutenção se elevam.

A orientação da coordenação da implantação da RCM fornecida para os grupos de trabalho durante esta fase específica de proposição de tarefas para os equipamentos de geração térmica foi atrelada à busca incessante de ferramentas preditivas aplicáveis para cada tipo de equipamento envolvido nos estudos realizados.

Nas auditorias internas realizadas pela equipe de coordenação da RCM, aplicou-se um “*check-list*” visando acompanhar as atividades das equipes de especialistas, bem como observar a eficácia dos critérios adotados e a consistência das análises.

A Tabela Nº 2 apresenta os itens verificados para cada equipamento ou sistema analisado nas auditorias.

TABELA Nº 2: Itens abordados em “check-list” nas auditorias.

Itens de verificação	Riscos para a implantação da MCC
Pode-se ter sido <u>ignorada</u> (omitida) a análise de alguma tarefa no PMP existente?	Algumas tarefas se não analisadas acabam sendo eliminadas no novo PMP e podem reduzir a confiabilidade dos equipamentos.
Alguma análise ou <u>estudo complementar</u> foi recomendado para o equipamento em relação à re-projeto ou melhoria?	Pode-se concluir nos anos seguintes a implantação da MCC que não foram propostas melhorias no equipamento e com isso as tarefas propostas proporcionam retrabalho.
Para a abordagem funcional, houve <u>consenso</u> entre as opiniões das equipes de operação e manutenção?	As equipes podem ter omitido inúmeras informações e o consenso foi unilateral e a RCM pode perder a consistência.
Há <u>coerência</u> entre a análise disfuncional e a seleção das tarefas de manutenção?	Pode-se incorrer no risco de valorizar em demasia a função do equipamento e as tarefas não tenham o mesmo peso desta importância funcional, ou vice-versa.
Existem evidências de uma análise para um <u>cenário</u> de geração térmica realístico?	Pode-se dar muita importância as unidades geradoras as quais operam em circunstâncias desfavoráveis para a lucratividade da empresa.
Os <u>critérios</u> de decisão para o novo PMP foram aplicados de forma objetiva?.	A RCM pode propiciar a subjetividade se não for seguido o padrão lógico desta ferramenta.
A seleção do novo PMP indica que se pode considerar o mesmo “ <u>justo necessário</u> ” para a função manutenção?	Há riscos de que os integrantes das equipes propuseram uma sobre-qualidade do PMP.

2.2.8 Implantação das Instruções Técnicas de Manutenção

Considerando-se atendidos os questionamentos citados nos itens anteriores, a etapa final consiste em utilizar a logística da gestão da manutenção para elaborar as instruções técnicas (tarefas) e uniformizar todos os documentos envolvidos.

Uma vez incluídas todas as novas tarefas no PMP devem-se monitorar os resultados ao longo de no mínimo 02 anos.

Como nada é eterno e o plano deve permitir flexibilidade de procedimentos (alterações a qualquer tempo), espera-se que, se em um dado intervalo entre 2 intervenções preventivas ocorrerem falhas (manutenção corretiva), deve-se analisar as tarefas propostas para impedir a reincidência das falhas.

A análise que o grupo fará terá como abordagem, o levantamento da causa-raiz da falha, pois pode-se concluir que nenhuma tarefa havia sido proposta pelo método RCM para coibir a falha detectada. O *feed-back* neste caso é imprescindível.

2.2.9 Feedback para a RCM

No “dia seguinte” em relação à implantação da RCM, nem todas as idéias interessantes são colocadas em prática. Deve-se efetuar uma análise custo/benefício e que isso deve ser atrativo para as melhorias propostas ou até mesmo para aquisição de equipamentos para agregar valor ao programa de manutenção preditiva existente.

Muitas tarefas devem ser executadas por força de Norma Regulamentadora (**NR**) do Ministério de Trabalho e Emprego. É o caso da NR-13 (para Caldeiras e Vasos de Pressão), a qual determina prazos para estes equipamentos e que não há como alterar prazos de inspeção. Neste caso, pode-se buscar a certificação **SPIE** = Serviço Próprio de Inspeção (**INMETRO / IBP**) e os prazos podem ser dilatados, porém dentro de limites. Para as Caldeiras do complexo termelétrico Jorge Lacerda, as inspeções anuais foram asseguradas bem como aos vasos de pressão quanto as inspeções externa, interna e teste hidrostático dependendo de cada caso em relação a Categoria de Risco. Para inúmeros outros equipamentos, que não são passíveis de exigências de NR, devem-se respeitar os prazos, monitorar as intervenções de manutenção corretivas nos intervalos entre intervenções preventivas (para análise dos tempos médios entre falhas TMEF ou **MTBF** = *Mean Time Between Failure*) (6)(12). Determinadas tarefas as quais dependem de parada do equipamento para uma inspeção do tipo intrusiva, acarretam em perda de disponibilidade e conseqüentemente perda de lucro cessante e no caso das Usinas Térmicas há perda de confiabilidade para fornecimento de energia por razões elétricas e não energéticas (18).

Constata-se na indústria em geral (17), que alguns gerentes insinuam em afirmar que a RCM pode ser um “entusiasmo passageiro”. Esta visão distorcida em relação a RCM surge quando os resultados propostos não são atingidos. Essa visão errônea é devida principalmente a incorreta compreensão das propostas da RCM.

O *feedback* deve comparar o método na sua concepção qualitativa e quantitativa. O método numa versão *qualitativa*, o grande apelo reside na estruturação da busca de pertinência técnica das orientações e intervenções de manutenção. Se for adotada somente esta tendência, não se conseguirá atender as expectativas quanto ao auxílio às decisões das diretrizes empresariais e os resultados podem ser comprometidos.

Através de casos concretos de otimizações obtidos graças a estes métodos, eminentemente quantitativos, podem-se garantir as mais atrativas decisões gerenciais.

A prática do uso do método na versão *quantitativa*, assegurou ganhos para muitas empresas (17).

2.3 Software para aplicação da RCM (MCC) para Usinas Térmicas

Desenvolveu-se um banco de dados específico em Access versão 2000 na estrutura que o método prescreve. Desta forma, na medida em que os estudos avançavam, obtinha-se os resultados das etapas através de relatórios. Disponível na rede Novell, os usuários simultaneamente alimentavam os dados requeridos obedecendo a seqüência das etapas do método a cada reunião realizada pelo grupo de trabalho.

Associado ao método da RCM, o banco contempla as particularidades da cultura da manutenção da Tractebel Manutenção e Serviços indispensáveis no estudo.

Seguindo o método, a **definição do Sistema, os limites funcionais e a sua missão** na etapa primeira, é de fundamental importância para a seqüência dos estudos.

No banco de dados, foram inseridas as subdivisões do Sistema em estudo até o nível das unidades de manutenção consideradas importantes, os modos de falhas e suas causas, a freqüência das ocorrências, as criticidades envolvidas e as conseqüências das falhas.

A última etapa de inclusão de dados corresponde à seleção de tarefas propostas para as unidades de manutenção, a natureza da tarefa (elétrica, mecânica, instrumentação) antes, porém, uma bateria de perguntas é feita para se confirmar ou não a instrução de manutenção como: quanto a eficácia, ao controle, ao custo, freqüência, condição operacional do equipamento para a execução da tarefa.

O banco de dados disponibiliza relatórios denominados FMPP – Fichas de Manutenção Preventiva, ou seja, instruções técnicas ou roteiros, já editados para utilização no dia-a-dia das equipes de manutenção.

O *software* pode ser utilizado para quaisquer plantas térmicas, independente do tipo de combustível. É uma ferramenta que possibilita a adequação do PMP antigo para o plano mais moderno com a inclusão das características da RCM.

3.0 RESULTADOS ALCANÇADOS NO PROJETO PILOTO

Os resultados do projeto piloto de MCC implantado em **2001** em equipamentos da Usina Térmica Jorge Lacerda IV (363 MW, P.M.T.A = 201,9 Kgf/cm², 540 °C, 1.038.000 Kg/h de vapor), foram apreciados.

Como exemplo, na Caldeira Nº 7, observou-se uma tendência de queda da taxa equivalente de indisponibilidade forçada (TEIF) e da indisponibilidade forçada (IF) (19). Ressalta-se que a maioria das falhas deveu-se a deficiências de projeto da Caldeira.

A RCM neste caso influenciou enormemente nas decisões em relação à proposta de tarefas conhecendo-se a velocidade de degradação de danos relacionados a tubos do Evaporador, este, por exemplo, o componente mais crítico da Caldeira.

Há que se admitir que é uma tanto complexa a implantação da RCM para um equipamento que se encontra na etapa primária de operação e que se observa à curva da banheira, já que os danos estão relacionados principalmente ao projeto. Neste caso, foram contratados serviços de engenharia consultiva (ALSTOM (22)) para buscar soluções conjuntas visando coibir falhas em tubos, de caráter conceitual da Caldeira.

Para garantir melhores índices de desempenho dos equipamentos (12) requer-se na maioria dos casos um reprojeto e isso pressupõe investimentos elevados. Porém, uma vez conhecidos os mecanismos de falha (8)(9)(10) pode-se executar uma análise consistente para cada modo de falha e “atacá-los” propondo-se tarefas de inspeção eficazes.

No exemplo prático da Caldeira Nº 7, observou-se que inspeções regulares para monitorar a velocidade de degradação dos mecanismos de falhas contribuíram para a redução da **Indisponibilidade Forçada (IF)** devido a falhas em tubos da Caldeira de **5,41 % em 2001 para 1,86 % em 2004**. Ressalta-se que o tempo de operação da Caldeira Nº 7 em 2002 foi de 4235 horas, com 2 falhas constatadas no Evaporador e que a quantidade de falhas foi a mesma em 2004, porém, com a Caldeira operando por 7977 horas. A taxa de falha para o Evaporador foi reduzida consideravelmente. Nos cálculos da TEIF, o valor apresentado na Figura Nº 1 inclui todas as falhas ocorridas na unidade geradora e não somente os valores relacionados a contribuição exclusiva das falhas em tubos da Caldeira.

No caso de equipamentos de Instrumentação e Controle (I&C) estes tiveram prazos dilatados de MP e inúmeras tarefas foram suprimidas. Os ensaios que eram realizados sem garantia de que as falhas ocultas pudessem ser evidenciadas, esses foram eliminados do plano de manutenção.

Outro exemplo é o caso dos Precipitadores Eletrostáticos, nos quais, com a aplicação de tarefas para coibirem o surgimento das falhas obtiveram-se ganhos em relação à questão ambiental em atendimento as exigências dos padrões de emissão atmosférica. Um dos resultados mais apreciados foi a obtenção da certificação NBR ISO14001.

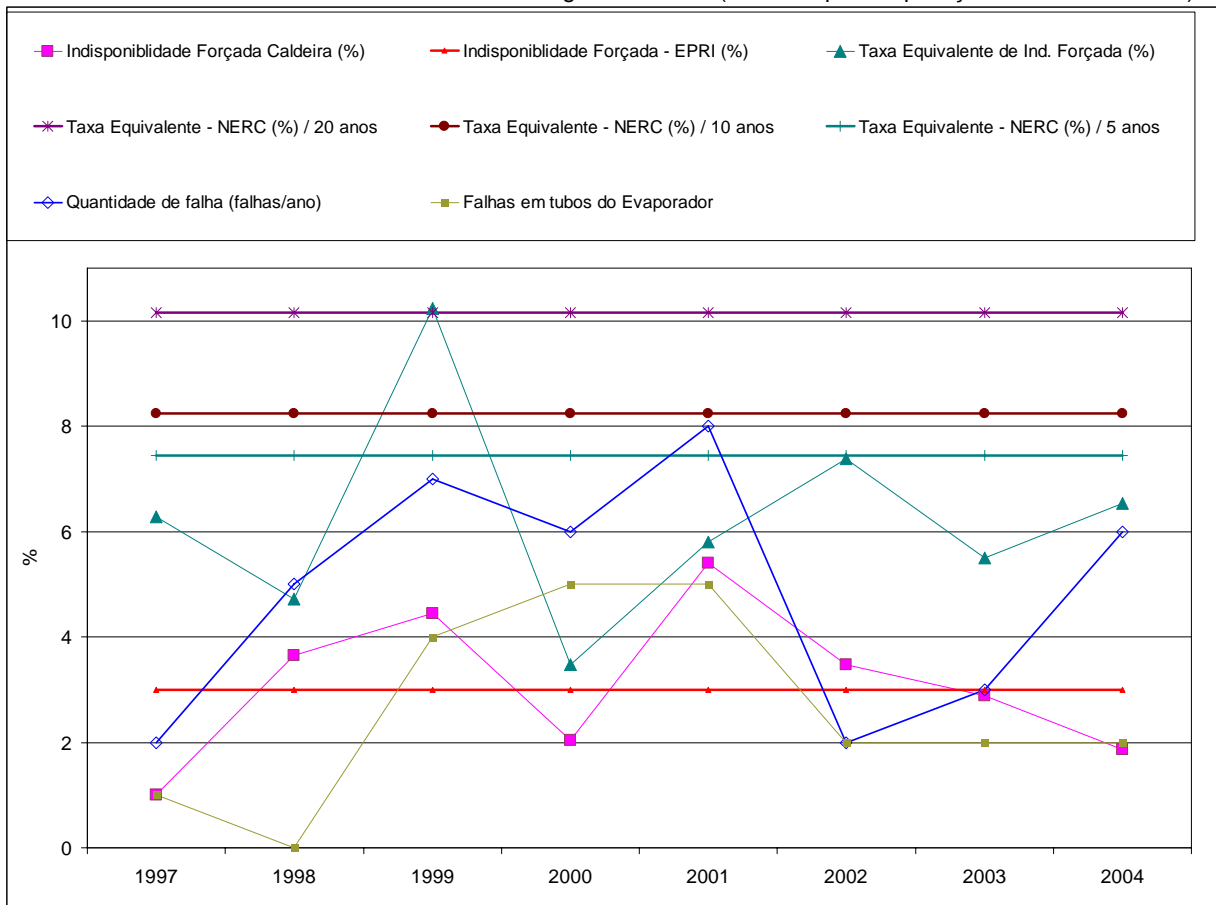
No caso dos Transformadores de alta potência (elevação de 13,8 KV para 230 KV), os serviços de inspeção do tipo intrusivos foram substituídos por tarefas de monitoramento “*on-line*” através do sistema HYDRAN. Neste caso houve uma redução de aproximadamente 45 % das atividades nestes equipamentos.

Calculando-se os resultados para todos os equipamentos envolvidos nesta etapa de implantação da RCM, obteve-se uma média de 42 % das tarefas existentes com seus intervalos de manutenção aumentados em no mínimo 50 % de prazo entre intervenções de manutenção.

Por sua vez, quanto à supressão de tarefas, em média, obteve-se 25 % de eliminação de tarefas consideradas desnecessárias, no plano de manutenção preventiva programada para JL IV.

No gráfico da Figura Nº 1, podem-se constatar os ganhos traduzidos em termos de redução da indisponibilidade forçada para a planta térmica experimentada, garantindo-se níveis de indicadores de desempenho atrativos em comparação com os valores pesquisados nos EUA pelo EPRI (EPRI - *Electric Power Research Institute* (5)(20)) e NAERC (*North American Electric Reliability Council*) (7, 11)).

FIGURA Nº 1: Histórico dos indicadores da UTE Jorge Lacerda IV (antes e após a aplicação da RCM em 2001).



4.0 A RCM E A TENDÊNCIA PARA A GESTÃO DA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A RCM é uma ferramenta de análise imprescindível nos dias atuais para agregar valor nos estudos de gestão de ativos das empresas (16). A RCM sempre terá o espaço adequado nas discussões em que imperam decisões para realização de determinados serviços.

A oportunidade de inserir a questão "riscos" para a execução dos Planos de Manutenção Preventiva deve ser levada em consideração (17) (21).

Os caminhos apontam para as decisões que correspondem um determinado custo e as decisões não tomadas que constituem um correspondente risco.

As diretrizes para uma manutenção eficaz, ou melhor, com maior eficiência induzem que a tendência dos especialistas em manutenção será raciocinar para um risco calculado de cada definição de execução ou não de determinada tarefa.

Para uma usina térmica antiga, por exemplo, como é o caso da Usina Jorge Lacerda I (2 X 50 MW), a qual completou 40 anos de operação comercial em 2004, quaisquer alterações no PMP (Plano de Manutenção Preventiva) existente passa necessariamente por uma análise quanto a revitalização plena e que os riscos associados a definição da substituição de componentes que operam em condições de elevada solicitação, devem ser considerados e analisados cuidadosamente. Este caso é típico para o quesito segurança das instalações e dos envolvidos em O&M.

Barreiras devem ser superadas e que os desafios na aplicação da MCC devem conter uma dose de risco, pois inúmeras são as decisões gerenciais a serem tomadas.

Como citado anteriormente, nada é eterno, sempre existirão novas ferramentas a serem aplicadas para preservar a função do equipamento e a função manutenção. Os métodos de RCM (6) ou MCC, os programas de otimização (15), a RCM simplificada (1)(13)(14) e métodos estatísticos, todos tendem ao foco que é o da otimização dos serviços de manutenção, mantendo-se os indicadores de desempenho das Usinas Térmicas.

5.0 CONCLUSÕES

A Tractebel Energia através desta experiência, face aos ganhos em relação a “otimização” do Plano de Manutenção Preventiva existente com a aplicação da ferramenta simples e lógica que se mostrou a RCM, pretende dar continuidade na avaliação dos planos de manutenção de inúmeras usinas de geração de energia, além das unidades térmicas a carvão, as hidrelétricas, a planta de biomassa (co-geração: 28 MW + 25 t/h vapor, previsto para 2005-06).

Para o caso de plantas a gás, os estudos na Europa e nos EUA apontam para aplicação da RCM com maior prudência na tomada de decisões dos planos de manutenção. Na Tractebel, está em fase de estudo, a aplicação da RCM nas plantas da Usina Térmica William Arjona, já se buscando experiências comprovadas do grupo Tractebel e Electrabel na Bélgica, bem como de outras empresas que fizeram uso do método (3). Salienta-se que a aplicação do método RCM passa pela premissa da busca dos benefícios que a RCM propõe, quais sejam, os ganhos esperados de disponibilidade, redução de custos de manutenção, atendimento as normas de segurança e ambientais vigentes no país, sinergia entre equipes de operação e manutenção e demais vantagens que esta ferramenta possibilita para a gestão dos ativos da empresa.

Ainda, incluir-se-á para equipamentos específicos, a Manutenção Baseada em Risco já que é inevitável tomarem-se decisões sem que haja uma certeza da proporção do risco assumido em relação ao plano de manutenção adotado (6).

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Azevedo, C. – Assetsman, Apostila do Treinamento em RCM, 2001;
- (2) Gomreé, C., Linard, F. “KBM – Knowledge Based Maintenance – A realistic approach to maintenance plan optimization based on the knowledge of the maintenance team” – ELECTRABEL / TRACTEBEL, Power Gen Europe Conference, May 2001- Brussels - Belgian;
- (3) Despujols, A., Delbos, J.P., Meilland, J.P., Zuliani, G., – EDF – Électricité de France “Reliability Centered Maintenance Applied to Gas Turbines”;
- (4) Despujols, A., Verague, S., Bethmont, M., Chevreau, G., “The Reliability Centered Maintenance method applied to the Boiler of Coal-fired Power Plant”, EPRI Maintenance Conference, 1999;
- (5) Bethmont, M., “Maintenance Management in EDF’s Fossil Power Plants”, EPRI Maintenance Conference, 1999;
- (6) Del Rio, J. G., Papers for EPRI-Sponsored Seminars and Workshops, EPRI Maintenance Conference, 1999;
- (7) NAERC – North American Electric Reliability Council, web site: www.nerc.com;
- (8) “A Vision for Reduction Boiler Tube Failures”, Parts I and II, R.B. Dooley. Power Engineering, Vol. 96, N. 3 and 5, March/May 1992, pp 33-37 / pp. 41-42;
- (9) “Manual for Investigation and Correction of Boiler Tube Failures”. EPRI, CS - 3945, 1985;
- (10) Recomendação Técnica “Mecanismos de falhas em tubos de Caldeiras”, GCOI / SCM - GTMT, 1996;
- (11) “Maintaining Availability of Fossil Plants through a Formalized Approach to Boiler Tube Failure Prevention”, John P. Dimmer, Materials Evaluation/48/Jan-90, pp. 17-25;
- (12) Tavares, L. A., “Índices de Manutenção”, 1998;
- (13) Moubray J. M., “Reliability – Centred Maintenance”. Butterworth – Heinemann, Oxford, 1997;
- (14) Moubray J. M., “Is Streamlined RCM Worth the Risk?”, 2001 <http://www.mt-online.com/current/0101mm.html>;
- (15) Artigos da PMOptimisation (web site: www.pmooptimisation.com);
- (16) Despujols, A., - EDF - Électricité de France – Maintenance & Assets Management Vol. 15, Nº 5, 2000 – A survey of Reliability Centred Maintenance Applications in Power Plants;
- (17) Azevedo, C., Assetsman - ASSET MANAGEMENT: Casos concretos de otimização da relação Risco/Custo na Manutenção Industrial, 2003;
- (18) Duarte, C.C., Expansão do Setor Elétrico “A lição do blecaute na Ilha”, Informativo do CREA/SC, Ano 4, Nº 3, Nov. / Dez. 2003;
- (19) Relatório gerencial SAU – Sistema de Acompanhamento de Usinas – Tractebel Energia / DOP, 2003;
- (20) Dooley, B., Chang, P. S., EPRI - “The current State of Boiler Tube Failures in Fossil Plants”, Power Plant Chemistry, 2000, pp. 197-203;
- (21) Jones, R. B., Risk-Based Management – A Reliability – Centered Approach, 1995;
- (22) Relatórios com soluções para modificações de projeto da Caldeira, ALSTOM Power, Windsor – CT, 2002.