

PADRONIZAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO¹

Carlos Magno Metzker²
Dante Maria Pozzi²
Irimar Novaes Silva³
João Marcelo de Castilho²
José Francisco de Resende⁴
Luiz Fernando Taqueti⁵
Ricardo de Barros Araújo⁶

Resumo

O trabalho desenvolvido baseou-se no estabelecimento de uma metodologia para a elaboração de planos de manutenção padronizados, por família de componentes. Este método estabelece uma nova formação alternativa das equipes de estudos da MCC, sustentada por um tripé multidisciplinar, formado por um facilitador, um especialista de manutenção do componente em estudo e um especialista da Engenharia de Manutenção. O método utiliza o apoio de um software para estudos de FMEA. O modelo elaborado, permite a geração de planos de manutenção padronizados por família de componentes, o aumento na velocidade da revisão dos planos de manutenção em função da aplicação da lateralidade, a captura da experiência dos profissionais envolvidos e a produção de planos de manutenção impessoais. Resultados de redução de custos também podem ser capturados com a aplicação do modelo, onde houver sobre manutenções identificáveis. O método desenvolvido é válido e aplicável em toda a planta, bem como em qualquer indústria que tenha um sistema de manutenção dos seus ativos.

Palavras-chave: Padronização; Manutenção; Confiabilidade; Plano.

STANDARDIZATION OF MAINTENANCE PLANS

Abstract

The developed work was based on the establishment of a methodology for the elaboration of standardized plans of maintenance, for family of components. This method establishes a new alternative formation of the teams of studies of the MCC, supported for a tripod to multidiscipline, formed for a facilitator, a specialist of maintenance of the component in study and a specialist of the Engineering of Maintenance. The method uses the support of a software for FMEA studies. The elaborated model, allows the generation of standardized plans of maintenance for family of components, the increase in the speed of the revision of the plans of maintenance in function of the application of the lateralidade, the capture of the experience of the professionals of involved and the production of impersonal plans of maintenance. Results of reduction of costs also can be captured with the application of the model, where it will have on identifiable maintenances. The developed method is valid and applicable in all the plant, as well as in any industry that has a system of maintenance of its assets.

Key words: Standardization; Maintenance; Confiabilit; Plan.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Engenheiro Mecânico – Acesita S/A*

³ *Engenheiro Elétrico – Acesita S/A*

⁴ *Engenheiro de Automação – Acesita S/A*

⁵ *Técnico Mecânico – Acesita S/A*

⁶ *Administrador de Empresas – Acesita S/A*

1 INTRODUÇÃO

A necessidade contínua de se fazer mais com menos, nos levou a buscar melhorias nos métodos praticados na Acesita para elaboração e revisão dos planos de manutenção de equipamentos. Segundo a política atual, a manutenção planejada dos equipamentos é feita individualmente, assim se procede em virtude da premissa de que o contexto operacional é único para cada um dos componentes.

Os planos de manutenção dos equipamentos são submetidos a ajustes motivados por diversos fatores, como: análise de falhas ocorridas, mudanças de contexto operacional, implantação de ações de programas corporativos (TPM, SAIA, DIP, SPA, GEO, etc).

Em 1997 foi introduzida na Empresa a metodologia MCC - Manutenção Centrada na Confiabilidade. Este método foi adotado para revisar os planos de manutenção dos equipamentos críticos do processo, com foco no aumento da confiabilidade dos conjuntos destas máquinas. Temos hoje cerca de 17.000 modos de falhas estudados por este método. Os resultados obtidos com a aplicação desta metodologia são comprovados através do acompanhamento dos indicadores dos respectivos equipamentos, porém foram percebidas dificuldades que deveriam ser equacionadas:

- A disponibilidade de tempo de muitas pessoas.
- A quantidade de reuniões necessárias para a realização dos trabalhos;
- As interferências operacionais na realização das reuniões;
- A participação dos operadores em horas extras;
- A baixa aplicação da lateralidade.

Visando melhorar este processo de disseminação do conhecimento e dar velocidade na implantação das revisões dos planos de manutenção da Empresa, a equipe desenvolveu e testou um método para elaboração de planos de manutenção padronizados por família de componentes. Este método simples e aplicável à toda planta, será descrito à seguir.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O plano de manutenção atual dos equipamentos da Acesita, é estabelecido de acordo com as especificações técnicas do fabricante, a experiência dos profissionais de manutenção e o contexto operacional onde está instalado (ambiente, severidade do processo, outros).

Esta política permite tratamentos diferenciados para um mesmo componente. Desta situação resultam elevações do custo e planos de manutenção personalizados.

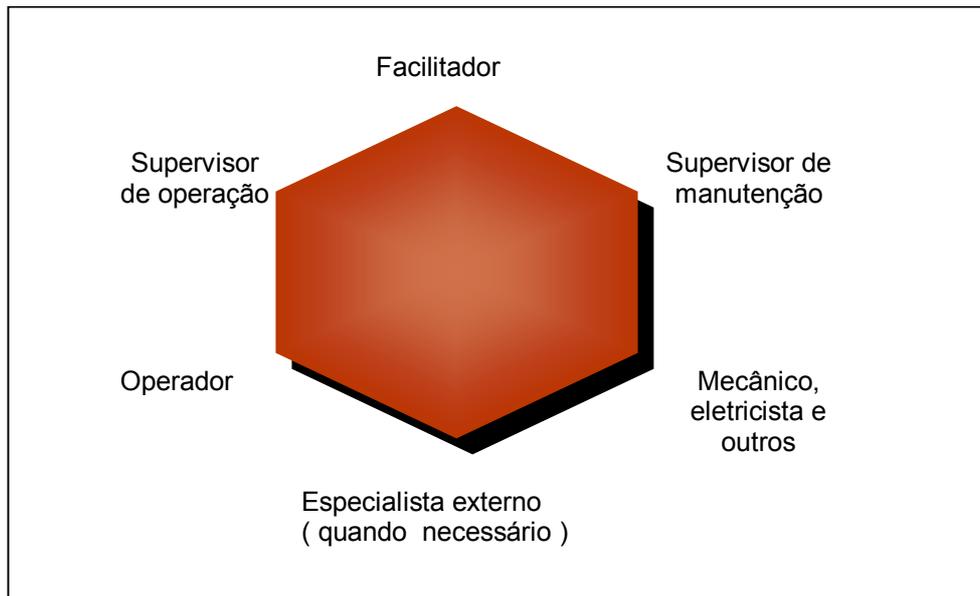
2.1 A Manutenção Centrada na Confiabilidade - MCC

Inserida na Acesita no ano de 1997, a MCC tem por objetivo orientar a elaboração e revisão dos planos de manutenção, permitindo ações direcionadas à prevenção dos modos de falhas dos equipamentos, ou seja, ações que evitem ou minimizem a possibilidade de ocorrer uma perda parcial ou total da função desenvolvida.

Este método é direcionado para o aumento da confiabilidade dos equipamentos gargalos da planta.

Após a definição do equipamento a ser estudado, uma equipe multidisciplinar é formada e reuniões de trabalho são desenvolvidas. A equipe de trabalho é formada

por operadores, analistas elétricos e mecânicos, líderes operacionais, facilitador e um especialista quando necessário, conforme mostrado na Figura 1.



Fonte: Apostila treinamento interno Acesita

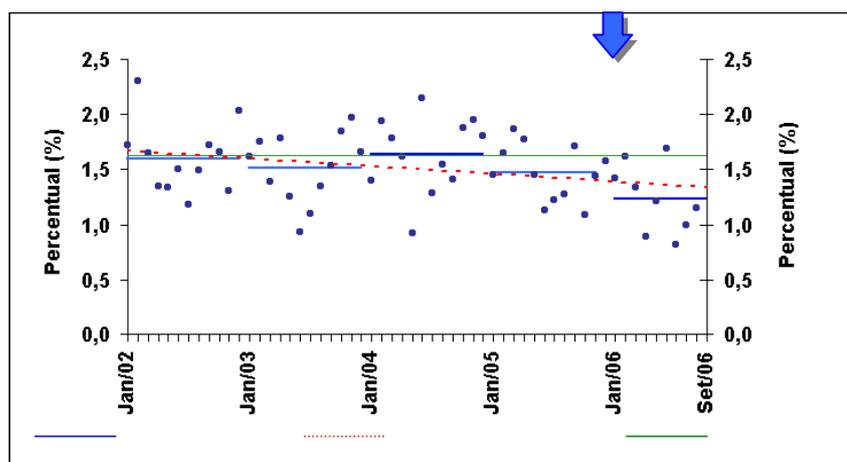
Figura 1 – Grupo de estudos da MCC

3 RESULTADOS

Foram realizados 105 estudos, identificando aproximadamente 17.000 modos de falha em toda a Empresa.

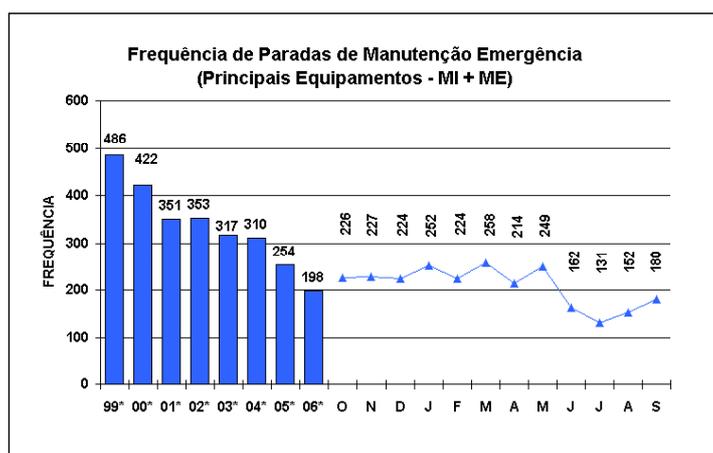
Os indicadores de manutenção evidenciam que estes estudos contribuíram no aumento da confiabilidade dos equipamentos, conforme Figuras 2 e 3.

Outro resultado é a contribuição da ferramenta para o aumento do conhecimento dos equipamentos, pelos operadores e mantenedores que participam dos grupos de estudos.



Fonte: Gráficos Intranet Acesita

Figura 2 – Gráfico do índice de perdas por emergências



Fonte: Gráficos Intranet Acesita

Figura 3 – Gráfico da freqüência de paradas de Manutenção Emergência

4 DISCUSSÃO

4.1 Dificuldades na Acesita

Trabalho exige disponibilidade de tempo de muitas pessoas

Os grupos de MCC, conforme mostrado anteriormente, exigem uma participação efetiva de operadores, analistas elétricos, analistas mecânicos e líderes operacionais em reuniões que ocorrem duas vezes por semana, com duração de quatro horas. Esta disponibilidade de tempo, destes profissionais nem sempre existe, principalmente no contexto atual da Empresa, o que compromete o desenvolvimento dos trabalhos.

Apenas para ilustrar a situação acima, em um levantamento realizado para aplicação do método em cinco conjuntos do Laminador de Bobinas nº 4, seriam necessárias 143 reuniões, que ocorrendo na freqüência de duas vezes por semana, implicariam num tempo total de aproximadamente 1,5 anos para sua conclusão.

Participação dos operadores ocorre em horários extras

Outro fator que dificulta a implantação na Acesita, é a questão do regime de trabalho das equipes de operação. Estas equipes trabalham em regime de turno de revezamento, e a participação dos operadores nos grupos, geralmente implicam em dedicação extra de tempo destes profissionais.

Emergências interferem com a programação das reuniões

Como os analistas de manutenção do equipamento necessitam priorizar o atendimento de emergências quando elas ocorrem, bem como os trabalhos de preparação e execução das manutenções preventivas, o calendário das reuniões do grupo acaba sendo afetado.

Em levantamento realizado pela Engenharia de Manutenção, foi constatado que o cancelamento de reuniões agendadas, era da ordem de 40 %, por motivos diversos, entre eles os acima apresentados.

Facilitador tem que dedicar tempo após as reuniões para documentar o estudo

Após as reuniões de trabalho, o facilitador do grupo tem de dedicar-se ao registro das informações nas planilhas eletrônicas elaboradas para este fim.

Necessidade de adaptação constante dos planos de manutenção, em função das mudanças de contexto operacional

O método estabelecido pela MCC, propõe uma revisão periódica dos planos de manutenção gerados, em função das mudanças de contexto operacional. Esta revisão nem sempre é possível de ser realizada em tempo hábil, em função das dificuldades citadas e também da demanda de novos estudos.

Não existência de software apropriado para armazenamento dos estudos

Os estudos realizados eram armazenados em arquivos do "Word".

Não compartilhamento/disponibilização das informações entre grupos de estudos

4.2 Motivadores da Mudança

Conforme os indicadores de manutenção apresentados, o método atual apresenta bons resultados, porém a disseminação do conhecimento em toda a Empresa ainda se apresenta de forma restrita, em função dos fatores acima apontados.

A melhoria contínua dos indicadores de manutenção também impõe aos profissionais desta área, desafios constantes na busca do aperfeiçoamento das máquinas, sem onerar os custos.

Outra consideração importante, é o momento atual, onde vários funcionários experientes estão em vias de se aposentarem e/ou se desligarem. Este cenário impõe a necessidade de captura e registro da experiência destas pessoas.

A busca por padronização dos planos de manutenção, visando uma uniformidade nas ações, tornando o plano vinculado ao equipamento e não ao analista responsável por ela, também motivou o estudo deste método.

Diante do cenário acima exposto, e da necessidade de melhoria contínua dos processos, a Engenharia de Manutenção foi compelida a desenvolver um método para revisão de planos de manutenção de forma padronizada na Empresa, sem comprometer a qualidade do trabalho até então realizado.

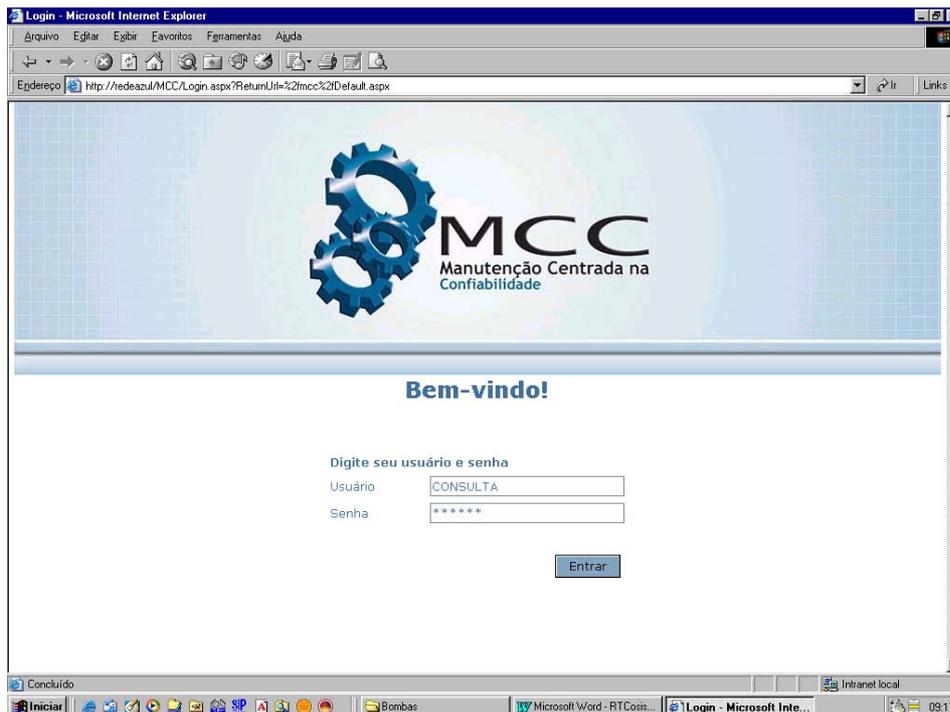
4.3 Novo Modelo

A proposta de um novo modelo para revisão dos planos de manutenção teve como base de sustentação a procura de solução para as dificuldades acima listadas e a manutenção e/ou melhoria dos resultados alcançados.

Para se alcançar estes resultados iniciou-se um processo de estudos e testes das soluções. A primeira ação foi a especificação e aquisição de um software para registro dos estudos de MCC.

4.3.1 Software MCC

Após os estudos e testes de alguns softwares específicos para a MCC, foi adquirido em dezembro/05 o software do fabricante Astrein (Figura 4). Este software apresenta a vantagem de trabalhar em rede, permitindo a consulta *on line* dos estudos realizados, além de evitar o trabalho extra de registro de estudos após as reuniões. O software permite o registro do estudo em tempo real, além de possibilitar a interação dos participantes do grupo com a forma em que está sendo registrada a idéia. Outra facilidade, é o arquivo das informações em ambiente seguro, além da agilidade na manutenção das informações.

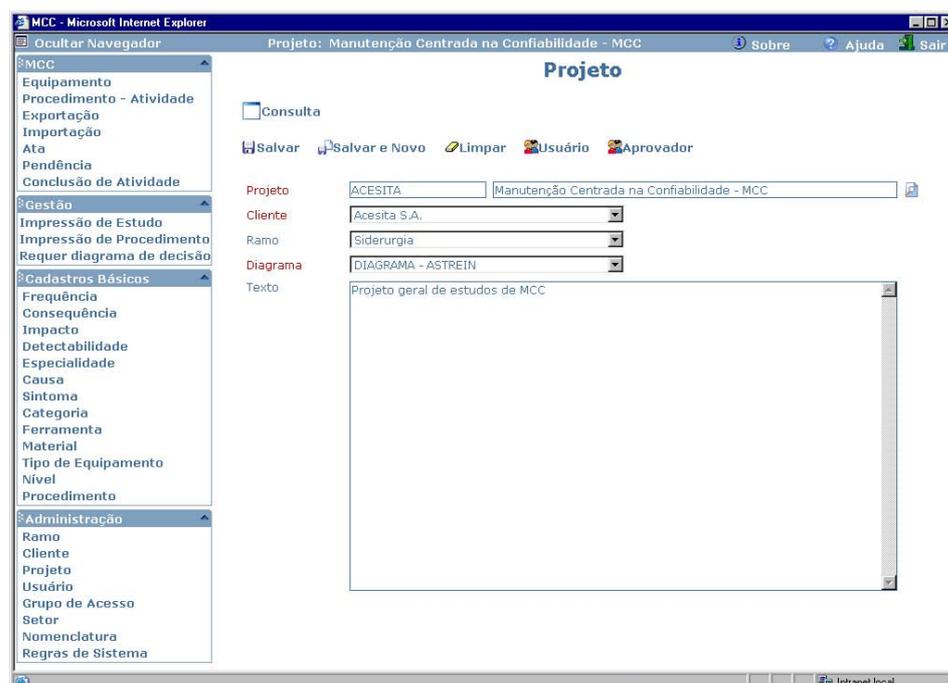


Fonte: Software MCC da Astrein

Figura 4 – Tela inicial do software de registro dos estudos

Este software após adquirido passou por um processo de aperfeiçoamento e adequações às necessidades da Acesita. Estas adequações foram desenvolvidas em conjunto com o fabricante, a Astrein.

Foram realizados os treinamentos de capacitação dos funcionários da equipe de Métodos da Engenharia de Manutenção, para acesso e cadastro dos requisitos básicos do software (Figura 5).



Fonte: Software MCC da Astrein

Figura 5 – Tela de cadastro dos requisitos do software

4.3.2 Critério de definição dos conjuntos

Inicialmente, para definição dos conjuntos a serem estudados, foram aplicadas matrizes de classificação dos equipamentos em ramo A, B ou C, levando-se em consideração a frequência das falhas, o custo, a margem de contribuição do produto e a importância do equipamento no fluxo produtivo.

Após esta classificação, foi efetuado um "ranking" dos equipamentos por fábrica. Os equipamentos ordenados, foram correlacionados em função dos custos de manutenção realizados e a quantidade de horas de emergências e programadas no ano de 2005.

Através desta correlação foi possível estabelecer a prioridade dos equipamentos por área. Estes equipamentos passaram a ser estudados para apontar os conjuntos e falhas prioritárias.

Foram escolhidos dois equipamentos piloto, que foram listados e classificados todos os conjuntos em ramo A, B ou C, usando uma matriz de possibilidades, conforme ilustrado na Figura 6.

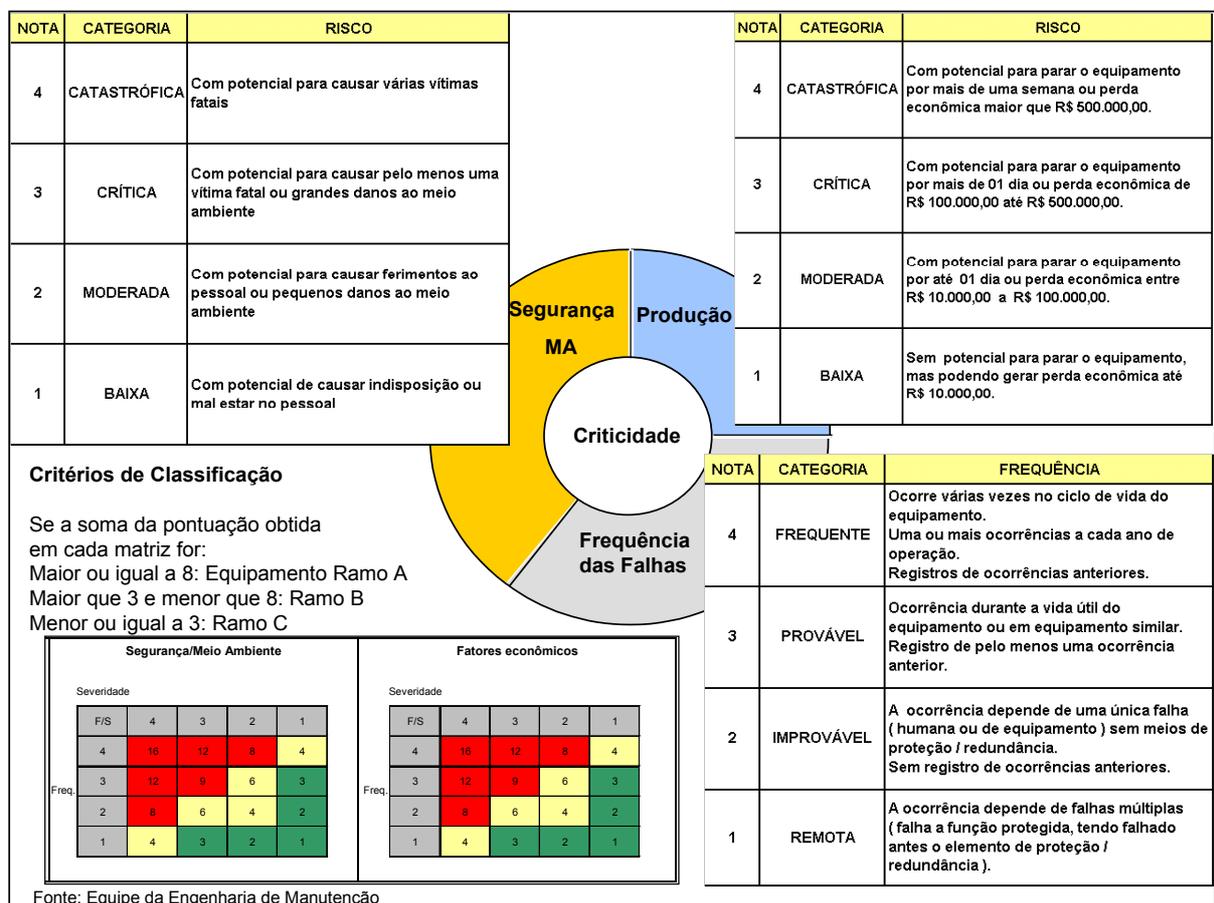


Figura 6 – Matriz de possibilidades

Os conjuntos de maior criticidade são definidos como Ramo A, e os de menor criticidade em ramos B e C, de acordo com a pontuação recebida na Matriz.

Outro ponto importante observado neste trabalho, refere-se ao nível do equipamento onde são aplicados os estudos de MCC. Na visão da equipe os estudos devem ser realizados em um nível abaixo do nível atual, esta ação permite um maior aproveitamento dos estudos realizados, para aplicação da lateralidade.

Baseado nos conhecimentos anteriores e na experiência desenvolvida com os pilotos do projeto, a equipe realizou pesquisas de paradas no sistema SIP - exemplo da Figura 7, estabelecendo filtros a nível de componentes, procurando identificar não apenas qual era o equipamento/conjunto que apresentava a maior quantidade de horas de parada, e sim qual o componente.

Fonte: Sistema de controle de paradas Acesita – SIP/MCT

Paradas LB2 - 2005 (Fonte sistema MCT)		
Ajuste Sapata	(em branco)	0:08:00
Ajuste Sapata Total		0:08:00
Bobinadeira Direita	Mandril	39:05:00
	Disjuntor AC	2:07:00
	Outros	1:32:00
	Conversor	1:13:00
	Freio Hidraulico	0:33:00
Bobinadeira Direita Total		44:30:00
Bobinadeira Esquerda	Conversor	1:32:00
	Outros	0:33:00
	Disjuntor DC	0:26:00
	Placa Extratora	0:21:00
Bobinadeira Esquerda Total		2:52:00
Cadeira	Sistema Ajuste Conicidade	21:12:00
	Rolo Limpador Esquerdo	13:48:00
	Parafuso Aperto Inferior	4:10:00
	Motor Principal	3:36:00
	Conversor	3:31:00
	Guia Lateral Lo/La	1:56:00
	Ajuste Lateral Excentrico Direito	1:48:00
	Sustentacao Primeiro Intermediario	1:20:00
	Outros	1:18:00

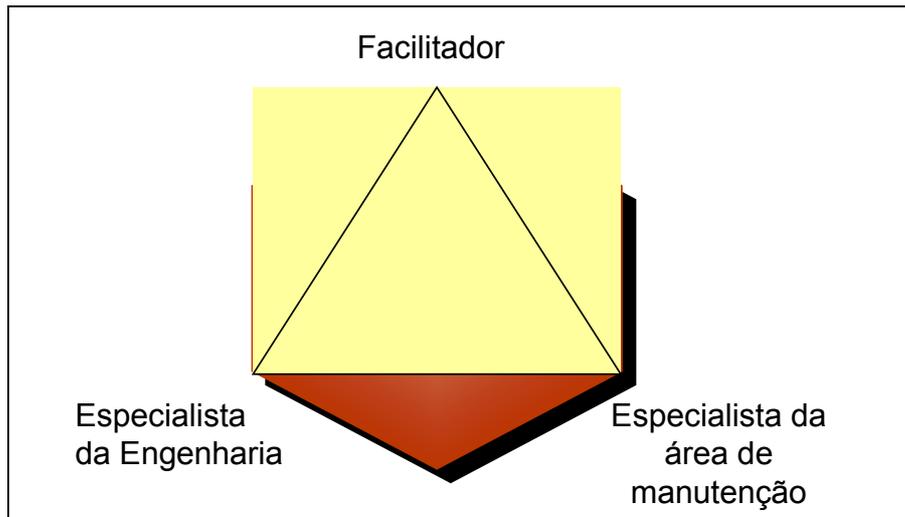
Figura 7 – Relação de paradas dos equipamentos

As listas geradas de cada equipamento foram comparadas, permitindo identificar componentes com ocorrências de falhas e de características similares, ou mesmo de famílias de componentes importantes e de populações numerosas na Empresa. Foram listados os componentes potenciais para geração de planos de manutenção padronizados, com as seguintes famílias:

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1) Bombas Centrífugas; | 9) Sistema de Elevação de Pontes Rolantes; |
| 2) Baterias; | 10) Sistemas de Desempoeiramento; |
| 3) Motores Elétricos; | 11) Estação de Combate a Incêndios; |
| 4) Conversores; | 12) Rolos; |
| 5) Mandril; | 13) Disjuntores; |
| 6) Cilindros Hidráulicos; | 14) Transformadores AT |
| 7) Redutores; | |
| 8) Transportadores de Correia; | |

4.3.3 Formação do grupo

Da lista de componentes acima identificada, foi escolhido o componente *bomba centrífuga*, para aplicação do novo modelo de grupo de estudos e elaboração do plano de manutenção padronizado. Uma equipe multidisciplinar foi formada com os seguintes componentes: um especialista da Engenharia de Manutenção, um especialista da área de Utilidades e um facilitador da metodologia MCC, com conhecimento e habilitação para manusear o software da Astrein (Figura 8).



Fonte: Proposta de trabalho da Engenharia de Manutenção

Figura 8 – Modelo de grupo de estudos proposto.

Este formato de grupo, dispensa a participação dos analistas de manutenção, operadores e líderes operacionais nesta fase de estudos, reduzindo em 50% a necessidade de homem hora.

Outro fator observado é a discussão técnica dos assuntos de forma mais focada e rápida, evitando desvios que normalmente ocorrem em reuniões com número maior de participantes, além do cumprimento do planejamento das reuniões.

Neste formato, existe um aspecto negativo que é a perda da oportunidade de treinamento dos operadores do equipamento em estudo, porém esta perda é compensada de forma bastante eficiente dentro dos Grupos de Manutenção Autônoma (GMA) e nas Lições de Um Ponto (LUP) da metodologia TPM, já bem consolidada na Empresa.

4.3.4 Estudos de bombas centrífugas

Inicialmente foram definidos algumas premissas como: realização do estudo de uma bomba centrífuga horizontal, de múltiplos estágios e com vedação por gaxetas. O estudo limitou-se ao componente bomba, não sendo considerados o acionador (motor), válvulas, tanque e demais componentes de uma unidade de bombeamento (Estudo da bomba "Genérica").

A equipe utilizou o apoio de manuais técnicos dos fabricantes e literatura especializada, além da utilização do software em rede. Nesta etapa realizamos 05 reuniões com o envolvimento de 60 homem hora.

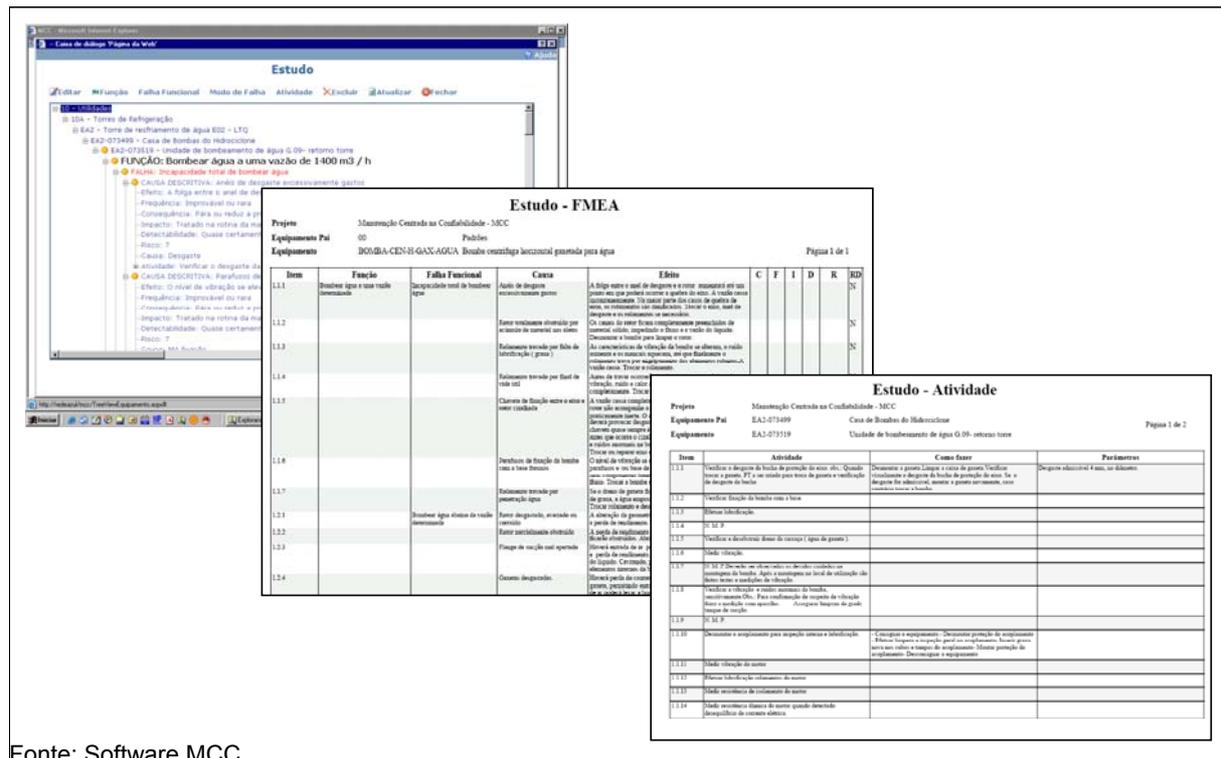
Finalizada esta etapa, escolhemos uma bomba montada de uma posição crítica no processo e com exigência de maior confiabilidade. Foi definido então pela bomba centrífuga horizontal G09 da unidade de bombeamento de água de retorno do hidrociclone da Laminação de Tiras à Quente. Nesta etapa estudamos a unidade de bombeamento, incluindo o motor, válvulas de sucção e recalque, flanges e acoplamentos.

Os estudos foram realizados aplicando-se o FMEA, ver anexo 1, e deles resultaram as listas de tarefas sugeridas que foram enviadas para a validação do analista responsável por este equipamento. Foram realizadas 03 reuniões, com o envolvimento de 36 homem hora para a conclusão desta etapa do trabalho.

Nestas etapas, a equipe contou com a participação de dois engenheiros de Métodos, que realizaram a formatação do método.

O analista do equipamento comparou o plano proposto com o plano em produção no sistema Maximo®, validando o plano proposto e autorizando a implantação para as bombas G09, G10 e G11, devido a similaridade destas bombas. Nesta etapa houve apenas uma alteração no plano proposto, referente à periodicidade de uma tarefa que foi alterada de 112 para 84 dias, em função da logística aplicada aos demais equipamentos de responsabilidade deste analista.

Todas essas fases foram registradas no software, conforme ilustração abaixo, Figura 08, e estão disponíveis para consultas posteriores.



Fonte: Software MCC

Figura 08 – Telas de registro dos estudos realizados

4.3.5 Aplicação da padronização do Plano de Manutenção (PM)

Após colocar em produção no sistema Maximo® os planos de manutenção das bombas G09, G10 e G11 os analistas da equipe de manutenção de utilidades – IIUF, foram reunidos e apresentado à eles todo o processo de geração do plano padronizado de manutenção das bombas. Foram identificadas todas as bombas instaladas sob responsabilidade da IIUF, com potencial para aplicação do plano padronizado. Foram relacionados os dados técnicos principais das bombas para alimentação das informações no sistema Maximo®. Os analistas de manutenção avaliaram as tarefas sugeridas pelo plano padronizado, indicando quais seriam aplicáveis ao plano de manutenção de cada bomba.

Nesta etapa, de uma estimativa inicial de aplicação da lateralidade para 150 bombas, foram identificadas 211 com possibilidades de aplicação do plano de manutenção padronizado, ajustado ao contexto onde estão instaladas.

Estas informações foram relacionadas em planilhas eletrônicas e posteriormente lançadas no sistema Maximo®.

5 CONCLUSÃO

- Os objetivos determinados foram alcançados, pois este método alternativo mostrou-se eficiente, garantindo a qualidade dos planos de manutenção, com menor esforço e aplicabilidade em todas as áreas da Empresa.
- A captura das experiências e conhecimentos dos profissionais envolvidos ocorreu de forma rápida e precisa.
- A elaboração do trabalho deixou claro a possibilidade de aplicação do método em qualquer planta industrial.
- A velocidade de aplicação pode ser melhorada, tendo em vista que no equipamento piloto o método ainda estava em estudo e elaboração.
- A aplicação deste método possibilitará a elevação e equalização do padrão de qualidade dos PMs em todas as áreas da Empresa.
- O método tradicional de estudos da MCC, não mais será utilizado rotineiramente, somente em casos especiais.

Estudo - FMEA

Projeto Manutenção Centrada na Confiabilidade - MCC

Equipamento Pai EA2-073499 Casa de Bombas do Hidrociclone

Equipamento EA2-073519 Unidade de bombeamento de água G.09- retorno torre

Item	Função	Falha Funcional	Causa	Efeito	C	F	I	D	R	RD
1.1.1	Bombear água a uma vazão de 1400 m ³ / h	Incapacidade total de bombear água	Anéis de desgaste excessivamente gastos	A folga entre o anel de desgaste e o rotor aumentará até um ponto em que poderá ocorrer a quebra do eixo. A vazão cessa instantaneamente, fazendo subir o nível de água no reservatório de sucção E10, o controlador automático de nível comanda a entrada da bomba reserva. Um alarme no painel evidencia a mudança da bomba de operação. Na maior parte dos casos de quebra de eixo, os rolamentos são danificados. Substituir a bomba = 8 horas (tem reserva).	7	1	1	1	7	S
1.1.2			Parafusos de fixação da bomba com a base frouxos	O nível de vibração se elevará ao ponto de romper os parafusos e /ou base da bomba. A bomba será danificada nos seus componentes internos ou externos, interrompendo o fluxo. A vazão cessa instantaneamente, fazendo subir o nível de água no reservatório de sucção E10, o controlador automático de nível comanda a entrada da bomba reserva. Um alarme no painel evidencia a mudança da bomba de operação. A troca da bomba e a restauração da base é feita em média em 8 horas.	7	1	1	1	7	S
1.1.3			Rolamento travado por falta de lubrificação (graxa)	As características de vibração da bomba se alteram, o ruído aumenta e os mancais aquecem, até que finalmente o rolamento trava por engripamento dos elementos rolantes. A vazão cessa instantaneamente, fazendo subir o nível de água no reservatório de sucção E10, o controlador automático de nível comanda a entrada da bomba reserva. Um alarme no painel evidencia a mudança da bomba de operação. Substituir a bomba: 8 horas (tem reserva). Trocar o rolamento.	7	1	1	1	7	S