

## **RCM – Implantação de Manutenção Centrada em Confiabilidade na área de Condicionamento de Placas da Companhia Siderúrgica de Tubarão <sup>(1)</sup>**

*(2) Fabrício de Paula Carneiro  
(3) Ricardo Tadeu Meneses Sodré  
(4) Wladimir Júnior Lacerda*

O aumento dos estudos de confiabilidade nas últimas duas décadas é devido, particularmente, a necessidade de redução dos custos de manutenção, aumento da complexidade dos equipamentos e necessidade de aumento da disponibilidade operacional. A implantação da manutenção centrada em confiabilidade na área de condicionamento de placas da CST visa o aumento da confiabilidade, eliminando as causas dos potenciais modos de falha, através da seleção de tarefas de manutenção custo-eficiente que levam em consideração critérios de segurança, ambientais, operacionais e de custo. Em outras palavras, promovendo tarefas as quais atendem o propósito central de assegurar que nossas máquinas sejam capazes de realizar o que os usuários desejam que elas façam, quando eles querem que elas façam. O estudo foi baseado na metodologia inglesa do RCM criada por John Moubray em 1992, adaptada a realidade da siderurgia brasileira. Consiste na mudança do foco de preservação do ativo físico para a preservação de suas funções. Como resultados esperamos planos de manutenção criteriosos que visam à integridade das pessoas, meio ambiente e equipamentos eliminando as principais causas raiz de falha, resultando em aumento do índice de disponibilidade médio da unidade piloto (pontes rolantes) de 98,53% para 99,40%, redução do custo anual de mão de obra nas paradas programadas em aproximadamente 50%, aumento estimado da margem de contribuição anual da produção do condicionamento de R\$ 4.760.755,00 e fácil adaptabilidade do estudo a outras áreas críticas da usina.

**PALAVRAS-CHAVE:** CONFIABILIDADE, MODOS DE FALHA, CUSTO-EFICIENTE.

*(1) 41º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM. 26 a 28/10/2004. Joinville/SC.*

*(2) Engenheiro Mecatrônico pela PUC-MG, Especialista Engenharia de Manutenção pela UFES e Mestrando Engenharia de Materiais pela UFOP.*

*(3) Engenheiro Mecânico pela UFMG, Especialista em Engenharia de Manutenção pela UFES e Mestrando Engenharia de Materiais pela UFOP.*

*(4) Engenheiro Mecânico e Especialista em Engenharia de Manutenção pela UFES.*

# 1- INTRODUÇÃO

A manutenção pode ser definida como um “*processo destinado a assegurar que os ativos físicos continuem a realizar suas funções requeridas*”; MOUBRAY (1992); ou como “*a combinação de ações técnicas e administrativas incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida*”; NBR 5462 (1994). As atividades de manutenção permitem que o equipamento realize a sua função em níveis desejados; ou seja, a manutenção está diretamente relacionada com confiabilidade do sistema.

Segundo BRANCO & NETO (1999) “... *confiabilidade é a probabilidade de que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso*” que é praticamente a mesma definição encontrada na NBR 5462 (1994).

A RCM (Reliability Centered Maintenance) ou MCC (Manutenção Centrada em Confiabilidade) considera que a manutenção sozinha não é capaz de modificar a capacidade inerente do equipamento, por isso a definição formal de RCM, segundo MOUBRAY (1992) é.

*“... um processo usado para determinar o que precisa ser feito para assegurar que qualquer item físico continue a cumprir as funções desejadas no seu contexto operacional atual”.* Figura 01.



Figura 01: Tarefas de um programa de RCM. Fonte: NASA (2000).

A manutenção centrada na confiabilidade possibilitou que se desenvolvessem planos de manutenção melhores, onde a fundamental diferença entre o planejamento tradicional de manutenção e o planejamento, segundo a manutenção centrada em confiabilidade, é que esta abordagem é focada em quatro pontos descritos a seguir:

a) Preservar a função do sistema: A preservação da função do sistema é diferente de preservar sua operação, no sentido de que, mantermos a função do sistema não implica necessariamente em que todos os equipamentos do sistema

estejam em funcionamento ou em condições de funcionar. Devemos dar prioridade ou atenção em termos de manutenção diferenciada aos equipamentos constituintes do sistema.

b) Identificar falhas funcionais: É um dos pontos centrais desta abordagem, a partir destas falhas funcionais é que são identificados os equipamentos que podem vir a ser analisados.

c) Priorização dos modos de falha: Os modos de falha dominantes são submetidos a um diagrama de decisão para definir o tipo de tarefa adequado a cada modo de falha dominante.

d) Aplicabilidade e eficácia: Implica em verificar se as tarefas que foram priorizadas pelo diagrama de decisão são aplicáveis. Se realmente reduzem a taxa de falhas dos modos de falha dominantes e, ainda, verificar se a ação é eficaz, significando que é o método mais custo-eficiente de se reduzir à taxa de falhas em questão.

Segundo SEIXAS (1999), a análise da confiabilidade pode ser resumida em sete questões básicas:

- 1) Quais as funções do equipamento?
- 2) De que maneira ele falha em realizar as suas funções?
- 3) O que causa a falha funcional?
- 4) Quando a falha ocorre?
- 5) Qual é o efeito da falha sobre a planta?
- 6) O que pode ser feito para prever ou prevenir a falha?
- 7) O que pode ser feito quando nenhuma tarefa preditiva ou preventiva é aplicável?

Na sua forma essencial, a RCM surgiu à cerca de 35 anos, tendo sido desenvolvida, dentro da indústria aeronáutica civil americana e para ela, por volta do final da década de 60. Recentemente tornou-se parte integrante de programas de manutenção de numerosas aeronaves e navios das forças armadas americanas e de alguns países europeus.

Os representantes de empresas aéreas, de fabricantes e do governo americano reuniram-se em 1968 e organizaram um comitê, o MSG-1, com o objetivo de encontrar uma maneira adequada de fazer a manutenção nos aviões, de uma maneira tal que fosse possível diminuir o tempo de manutenção de um avião, reduzir os custos e melhorar a segurança durante o voo. O estudo teve início em aviões por motivos óbvios: uma falha catastrófica durante o voo é inaceitável.

O MSG-1 é a sigla de Maintenance Steering Group. No trabalho (relatório) foram estabelecidos novos procedimentos para os programas de manutenção, pois foi encontrado que aviões, de um modo geral, possuíam sistemas com alta redundância. Como já mencionado os conceitos mudaram do enfoque de exame dos equipamentos para o conceito exame da função que o sistema executava. A manutenção não mais seria executada sobre cada componente do sistema, mas sim considerando a importância do componente ou unidade na função do sistema,

FIGURA 02.

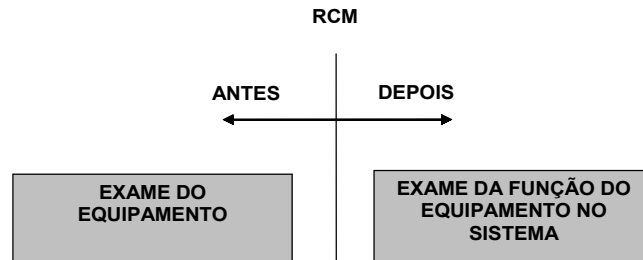


Figura 02: Evolução da visão com o RCM.

Mais tarde, em 1970, a evolução dos estudos levou a criação de um novo grupo intitulado MSG-2, que generalizou alguns procedimentos de manutenção que constavam no MSG-1, e que tratava apenas do Boeing 747. Esta generalização foi feita para que fosse possível usá-lo em todas as aeronaves e incorporou a “Árvore de decisão”, FIGURA 03 que é um diagrama para, através de uma seqüência de perguntas sobre eventos, obter possíveis respostas para orientação.

O principal objetivo dos programas MSG-1 e MSG-2 foram desenvolver um programa de manutenção planejada, que também foi aplicado com sucesso na manutenção de aviões militares.

Surge o MSG-3 (RCM I) do refinamento dos programas de manutenção obtidos pelo MSG-2. Foi promulgado em 1980.

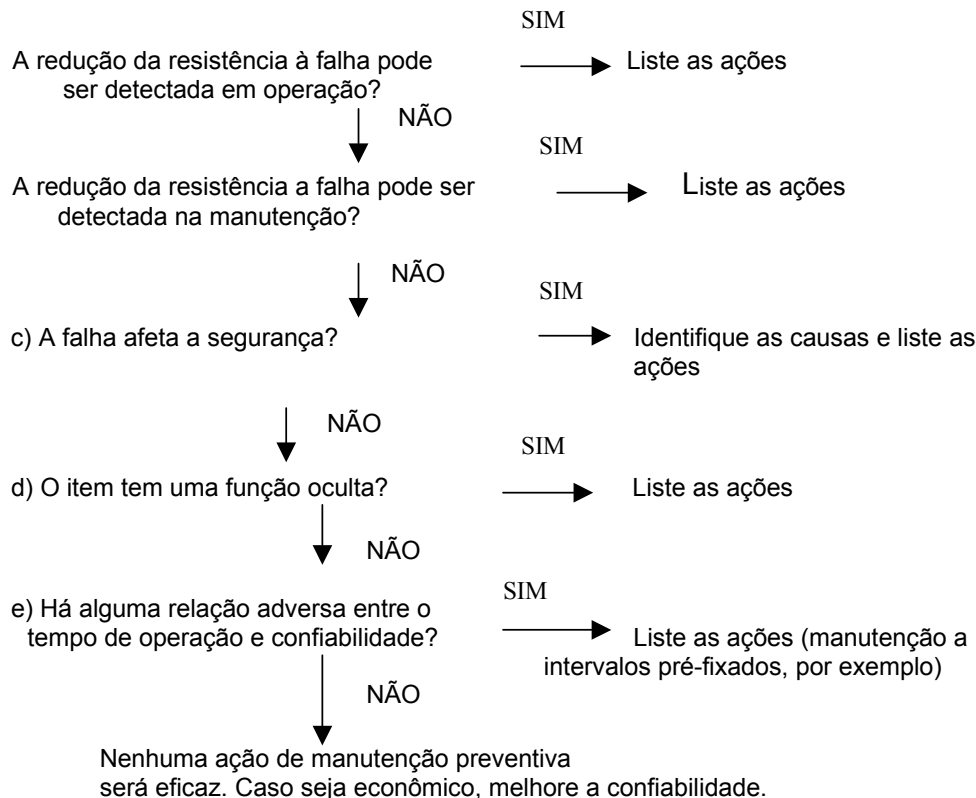


Figura 03 – O diagrama de decisão incorporado pelo MSG-2 (1970). Fonte: MK-STD-1629A (1980).

Segundo MOUBRAY (1992) a manutenção, durante a sua evolução, pode ser classificada em três gerações distintas, figura 04.

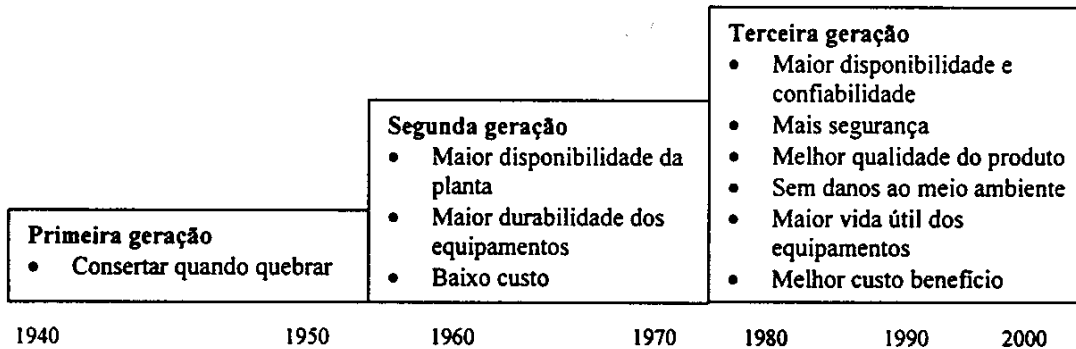


Figura 04: As três gerações da Manutenção. FONTE: MOUBRAY (1992).

## 2- OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem como principal objetivo a implantação da manutenção centrada em confiabilidade na área de condicionamento de placas da CST visando o aumento da confiabilidade.

Como principais resultados palpáveis são esperados planos de manutenção criteriosos que visam à integridade das pessoas, meio ambiente e equipamentos.

## 3- AS ETAPAS A SEREM SEGUIDAS

A partir das sete questões básicas definidas por SEIXAS (1999) citadas no capítulo 1, definimos nove etapas para a implantação da Manutenção Centrada em Confiabilidade no Condicionamento de Placas:

1ª Etapa: Definição da unidade piloto.

2ª Etapa: Levantamento da situação atual.

3ª Etapa: Definição dos Sub-sistemas e Fronteiras

4ª Etapa: Identificação dos Componentes.

5ª Etapa: Definição da Função, Falha Funcional, Modos de Falha e seus Efeitos.

6ª Etapa: F.M.E.C.A – Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Causas e sua Priorização.

7ª Etapa: Definição das Tarefas de Manutenção.

8ª Etapa: Comparação Plano Atual x Plano RCM.

9ª Etapa: Acompanhamento das Tarefas Implantadas e Revisões Periódicas.

## 4 – ESTUDO DE CASO

### 4.1 – Apresentação da empresa

A Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) é a maior produtora mundial de placas de aço, um semi-acabado destinado a outras siderúrgicas, detendo cerca de 20% do mercado global. Foi a 8ª maior empresa exportadora do Brasil em 2003 e a 3ª maior produtora brasileira de aço brasileira com 4.81Mt em 2003. A empresa ostenta um

dos mais baixos custos de produção de aço do mundo com excelência operacional e localização estratégica, além de possuir o sistema de garantia da qualidade com ISO 9001-2000 e sistema de gestão ambiental com certificado ISO 14001.

Atualmente a companhia se prepara para dar seqüência a sua estratégia de crescimento dando início ao processo de construção e compra de equipamentos visando à expansão da sua capacidade para 7,5 milhões de toneladas/ano. A meta é colocar todos os projetos associados a essa expansão em operação ainda no primeiro trimestre de 2006.

A usina é totalmente integrada, com elevado nível de automação e auto-suficiência em energia elétrica, gerando 100% da energia necessária à sua produção, a partir do aproveitamento de gases do processo produtivo. Abaixo, podemos observar o fluxo de produção da CST, Figura 05.

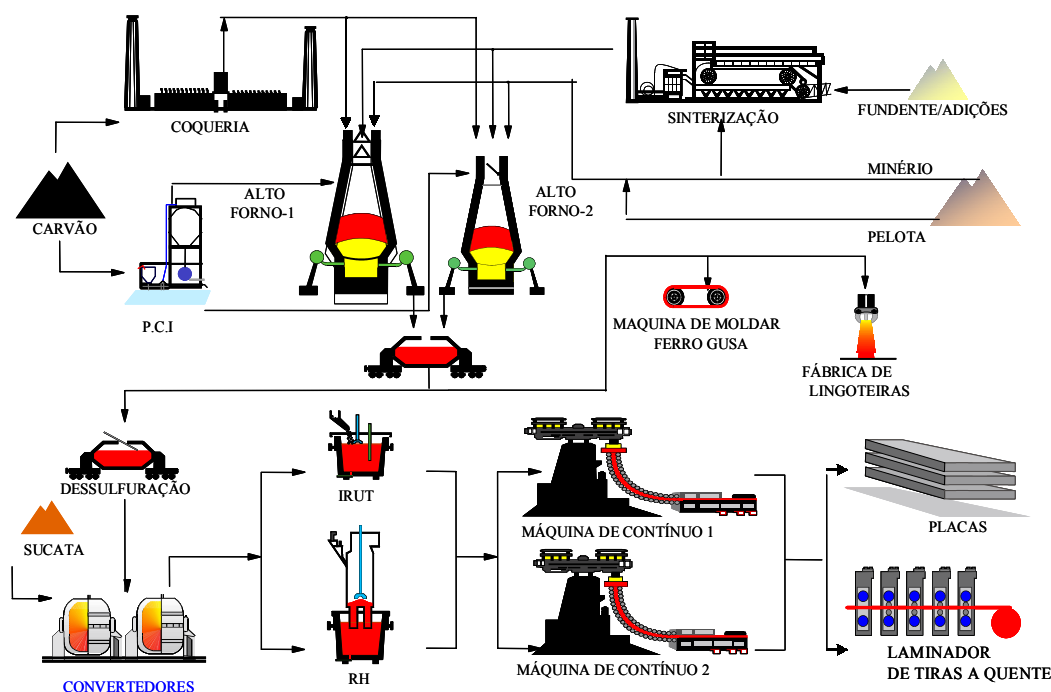


Figura 05 : Fluxograma de produção. FONTE: Site CST <[www.cst.com.br](http://www.cst.com.br)>

#### 4.2 – Fluxograma de produção e Lay-out do Condicionamento de placas

No processo de condicionamento das placas está englobado o resfriamento que será processado conforme as características metalúrgicas, composição química, dimensões, aplicação final, e a escarfigem para eliminação das impurezas superficiais que ficam agregadas às faces das placas.

A área de condicionamento também possui 17 pontes rolantes, figura 06, para manuseio do produto e manutenção dos equipamentos, sendo que algumas pontes são críticas devido à influência direta no ritmo de produção.

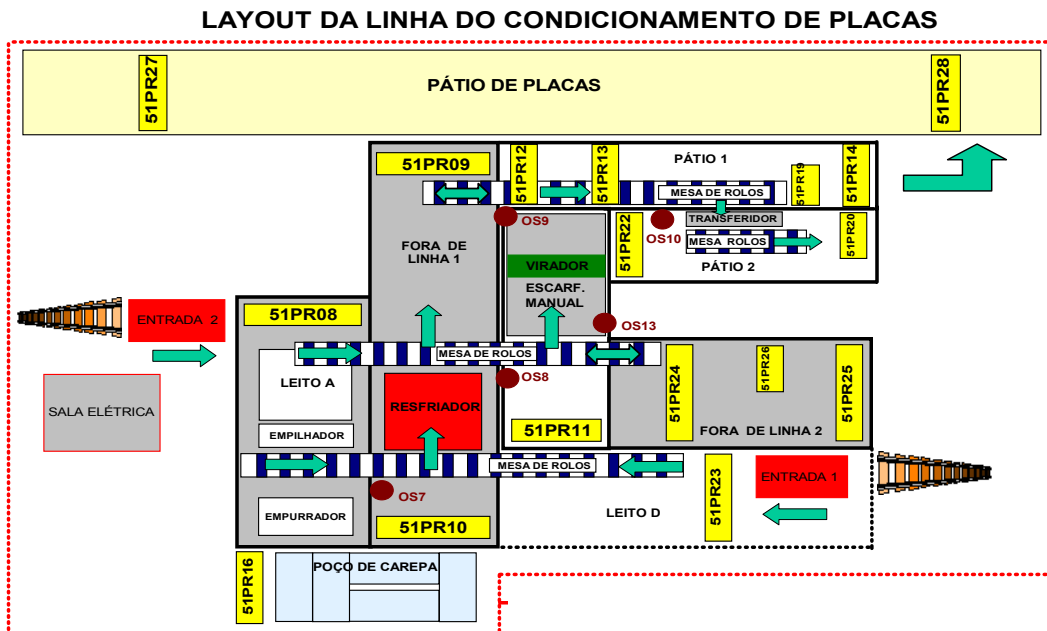


Figura 06: Lay-out do Condicionamento de Placas da CST. FONTE: Site CST <[www.cst.com.br](http://www.cst.com.br)>.

#### 4.2 – 1ª Etapa: Definição da unidade piloto

Consiste na apresentação do conteúdo e objetivos do programa de implantação de RCM para as equipes de manutenção mecânica, manutenção elétrica e operação do Condicionamento de placas e levantamento da criticidade dos equipamentos através do sistema informatizado de manutenção da CST e do “sentimento dos colaboradores” para que se permita a atuação da manutenção de maneira seletiva em função da sua real importância no processo produtivo. Confrontando os dois resultados, foi definida a ponte rolante 51PR08 como unidade piloto.

#### 4.3 – 2ª Etapa: Levantamento da situação atual

Segundo MOUBRAY (1992), o levantamento da situação atual do sistema dado como piloto (Ponte 51PR08) é indispensável para o processo de implementação do RCM II, devido à importância de possuímos dados para comparação e quantificação das vantagens obtidas na manutenção no futuro.

Para categorizar tal situação levaremos em consideração os seguintes fatores:

- Índice de disponibilidade da ponte 51PR08;
- Principais ocorrências na ponte;
- Índice de falha na ponte;
- Taxa de falha da ponte;
- Percentual de Manutenção preventiva e Corretiva;
- Estrutura Organizacional da Seção de Condicionamento de Placas;
- Fluxograma de manutenção de rotina do Condicionamento;
- Fluxograma de inspeção;
- Pessoal Próprio x Pessoal Contratado;
- Custo anual de parada preventiva;

- Capital imobilizado;
- Índice de funcionamento do equipamento.

#### 4.4 – 3ª Etapa: Definição dos sub-sistemas e fronteiras

A definição dos sub-sistemas da ponte e suas fronteiras são importantes para que se tenha certeza de que tudo que é importante está incluído no nosso estudo e que nada foi colocado de lado, seja intencionalmente, ou inadvertidamente.

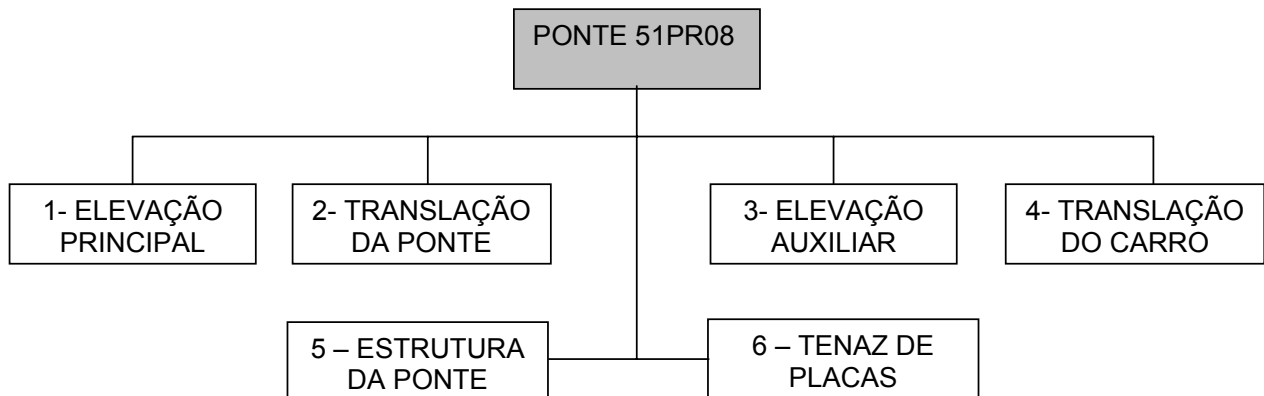


Fig. 07: Sub-sistemas da ponte 51PR08.

#### 4.5 – 4ª Etapa: Identificação dos Componentes

Nessa etapa, para cada um dos seis subsistemas da ponte 51PR08 são identificados os componentes através de levantamentos em campo, pesquisa de desenhos e reuniões com os inspetores da área.

Segundo KARDEC & NASCIF (1998), “...o sistema em si não falha, o que falha são seus componentes.....” Logo focaremos o estudo na garantia da função de cada componente.

#### 4.6 – 5ª Etapa: Definição da Função, Falha Funcional, Modos de Falha e seus Efeitos.

Nessa etapa definiremos as principais falhas funcionais de cada componente, onde:

*“Falha funcional é a perda da função desejada (função esperada para o componente)” (BRANCO & NETO 1999);*

Seus modos de falha:

*“o que realmente faz com que ocorra a falha funcional (a causa da falha funcional)” (BRANCO & NETO 1999);*

e seus efeitos:

*“ nada mais que o efeito que irá ocorrer se o modo de falha acontecer” (BRANCO & NETO 1999).*

E arquivamos tudo na planilha de informações (figura 08, ANEXO “A”).

#### 4.7 – 6ª Etapa: F.M.E.C.A – Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Causas e sua Priorização.

A análise dos modos de falha, efeitos e causas (FMECA) é um método de análise de projetos (de produtos ou processos, industriais ou administrativos) usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de



cada uma sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), bem como a suas causas, mediante um raciocínio basicamente dedutivo; hierarquizar os modos de falha; além de analisar a confiabilidade do sistema. Os resultados da FMECA são registrados em um formulário, (figura 09, ANEXO “A”), adaptado de ANDERY & HELMAN (1995).

#### **4.8 – 7ª Etapa: Definição das tarefas de Manutenção**

Segundo a Lei de Pareto “...20% dos principais modos de falha são responsáveis por 80% das falhas...” WERKEMA (1995). De maneira geral, aproximadamente 30% dos modos de falha priorizados pelo FMECA foram transportados para essa fase para que as tarefas de manutenção fossem definidas.

A árvore de decisão de MOUBRAY (1992), nos fornece uma maneira prática e rápida de decidir sobre qual tarefa de manutenção poderá ser realizada para bloquear o modo de falha em estudo. As planilhas geradas são registradas em um formulário (figura 3, ANEXO “A”).

#### **4.9 – 8ª Etapa: Comparação Plano Atual x Plano RCM**

Esta etapa é dada como um grande resumo de toda a metodologia do RCM, onde mostra o seu principal produto (plano RCM) em comparação com o plano de manutenção existente de cada componente. A planilha que realiza essa comparação é a mesma da 7ª Etapa (figura 3, ANEXO “A”).

Tal planilha é chamada de Relatório Gerencial, por possuir os dados que realmente interessam a função gerencial, que irá cuidar da implantação dessas tarefas.

#### **4.10 – 9ª Etapa: Acompanhamento das Tarefas Implantadas e Revisões Periódicas**

Segundo MOUBRAY (1992), o acompanhamento das tarefas implantadas é extremamente importante, sendo um trabalho constante de PDCA, onde além de ser implantada as tarefas, é de suma importância as revisões periódicas para uma perfeita adaptação aos equipamentos, e regulação de periodicidade.

### **5 – CONCLUSÃO**

Basicamente a metodologia da RCM nos permitiu apontar os principais modos de falha do sistema estudado e indicar as tarefas de manutenção mais adequadas e custo-eficiente focando a eliminação da causa raiz de falha.

No relatório gerencial (ANEXO “A”, fig.10) podemos observar que não existe componente que mensalmente (período atual entre preventivas) tenha um rápido aumento da probabilidade condicional de falha.

Segundo MOUBRAY (1992), as manutenções preventivas podem imputar defeitos em equipamentos onde limite de tempo para reparo não é benéfico. Em tais casos a manutenção preditiva deve ser adotada para garantia da confiabilidade.

De acordo com as tarefas propostas pela RCM será necessário paradas preventivas da ponte 51PR08 (unidade piloto), somente a cada 2 meses, resultando em uma redução do custo anual com mão de obra de 50%, aumento do índice de disponibilidade médio de 98,53% para 99,40% e um aumento da margem de contribuição anual da produção do condicionamento de R\$4.760.755,00, além da fácil adaptabilidade do estudo as outras áreas da CST.

## ANEXO "A" PLANILHAS GERADAS


		<b>PLANILHA DE INFORMAÇÕES DO RCM</b> <b>UNIDADE: CONDICIONAMENTO DE PLACAS</b>			COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO - CST DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PROJETO: IMPLANTAÇÃO DE RCM				
UNIDADE	Condicionamento de Placas	Nº	1 <th>REALIZADO POR</th> <td>Fabrizio/Ricardo/Wladimir</td> <th>DATA</th> <td>01/07/2003</td> <th>FORMA</th> <td>01</td>	REALIZADO POR	Fabrizio/Ricardo/Wladimir	DATA	01/07/2003	FORMA	01
SISTEMA	Ponte rolante 51PR08	Nº	01 <th>REVISADO POR</th> <td></td> <th>DATA</th> <td></td> <th>OR</th> <td>72</td>	REVISADO POR		DATA		OR	72
SUBSISTEMA	Elevação Principal	Nº	01 <th>PRÓXIMA REVISÃO</th> <td></td> <th>DATA</th> <td></td> <th>REF</th> <td></td>	PRÓXIMA REVISÃO		DATA		REF	
Item	Nome do componente	Função do componente	Falha Funcional	Modo de Falha	Efeito da Falha				
Cabo de Aço	Cabo	Sustentar a carga (esforço de tração) deslocando-as na posição vertical	A- A carga não sustentada e não desloca na posição vertical	1- Rompimento 2 - Desgaste 3- Corrosão 4 - Fio rompido 5 - Amassamento	1- Ocorre a queda da carga. 2- Ocorre o desgaste progressivo do cabo podendo chegar ao colapso. 3- Ocorre o <b>desgaste</b> progressivo do cabo podendo chegar ao colapso. 4- Com o aumento dos fios rompidos o cabo chegará a colapso. 5- Aumenta a probabilidade do cabo se desgastar nesses amassamentos e possibilidade de atingir um encaminhamento inadequado.				
Dromo	Acoplamento Motor/reductor	Transmitir força e movimento do eixo do motor para o eixo do reductor	A- O reductor não recebe força e movimento	1- Quebra 2- Cisalhamento parafusos de fixação 3- Trinca 4- Deformação	1- O reductor não atua e a carga não pode ser içada. 2- O reductor não atua e a carga não pode ser içada. 3- Aumenta progressivamente podendo causar o colapso do acoplamento. 4- Acoplamento defeituoso, não transmitindo força e movimento adequadamente.				

Fig. 08: Planilha de informações do RCM da CST – Exemplo.


		<b>F.M.E.C.A – ANÁLISE DE MODO DE FALHAS, EFEITOS E CAUSAS</b> <b>UNIDADE: CONDICIONAMENTO DE PLACAS</b>				COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO - CST DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PROJETO: IMPLANTAÇÃO DE RCM						
UNIDADE	Condicionamento de Placas	Nº	1	REALIZADO POR	Fabrizio/Ricardo/Wladimir	DATA	01/07/2003	FORMA	01			
SISTEMA	Ponte rolante 51PR08	Nº	01	REVISADO POR		DATA		OR	48			
SUBSISTEMA	Elevação Principal	Nº	01	PRÓXIMA REVISÃO		DATA		REF				
Item	Nome do componente	Função do componente	Modo de falha	Índices				Causas da(s) falha(s)	CONTROLES ATUAIS		Priorização dos modos	
				O	G	D	R		Atividades atuais	Frequência		
Cabo de Aço	Cabo	Sustentar a carga (esforço de tração) deslocando-as na posição vertical	1- Rompimento	3	10	1	30	Excesso de carga Lubrificação deficiente, Encaminhamento inadequado, Desgaste da roldana Fadiga Fixação ineficiente	Verificação visual de ruptura do cabo e lubrificação.	Semanal		
			2 - Desgaste	8	6	3	144		Verificação com martelo da fixação	Parada		
			3- Corrosão	6	6	5	180					
			4 - Fio rompido	8	7	2	112					
Dromo	Acoplamento Motor/reductor	Transmitir força e movimento do eixo do motor para o eixo do reductor	1- Quebra	3	9	1	27	Lubrificação deficiente Excesso de carga Torque inadequado dos parafusos Reversão	Verificação da fixação com martelo de bola	Semanal		
			2- Cisalhamento parafusos de fixação	5	9	1	45		Verificação visual da lubrificação	Semanal		
			3- Trinca	2	5	7	70					
			4- Deformação	2	5	5	50					
	Acoplamento Redutor/dromo	Transmitir força e movimento do eixo do reductor para o eixo do dromo	Transmitir força e movimento do eixo do dromo	1- Quebra	3	9	1	27	Lubrificação deficiente Excesso de carga Torque inadequado dos parafusos Reversão	Verificação do ruído com estetoscópio	Semanal	
				2- Cisalhamento parafusos de fixação	5	9	1	45				
				3- Trinca	2	5	7	70				
				4- Deformação	2	5	5	50				
Eixo	Transmitir torque e movimento do reductor para o dromo e suportar os esforços solicitantes (torção/flexão)	Transmitir torque e movimento do reductor para o dromo e suportar os esforços solicitantes (torção/flexão)	1- Cisalhamento	2	10	1	20	Excesso de carga Fadiga				
			2- Trinca	3	5	9	135					
			3- Empeno	3	5	7	105					

Fig. 09: Planilha do FMECA – Adaptado de ANDERY & HELMAN (1995) – Exemplo.



		<b>RELATÓRIO GERENCIAL</b> <b>PLANILHA DE DECISÕES DO RCM</b> <b>UNIDADE: CONDICIONAMENTO DE PLACAS</b>										COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO - CST DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA PROJETO: IMPLANTAÇÃO DE RCM 						
UNIDADE		Condicionamento de Placas								Nº 1		REALIZADO POR Ricardo/Fabíolo/Wladimir		DATA 01/09/2003		FOLHA 01		
SISTEMA		Ponte rolante 51PR08								Nº 01		REVISADO POR		DATA		DE 06		
SUBSISTEMA		Elevação Principal								Nº 01		PRÓXIMA REVISÃO		DATA		REP		
Item	Nome do componente	Modo de Falha	Avaliação das consequências				H1	H2	H3	Tarefas Padrão			Controles Atuais		Controles Propostos			
			H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4	Atividades	Freq.	Atividades	Freq.		
Cabo de aço	Cabo	1- Desgaste	N				S							Verificação visual de ruptura do cabo e lubrificação.	Semanal	Acompanhamento da tendência de desgaste do cabo com paquímetro	Parada	
		2- Corrosão	N				S							Verificação com martelo de fixação	Parada	Verificação visual de ruptura do cabo e lubrificação	Semanal	
		3- Fio rompido	N				S									Verificação da fixação com martelo de bola	Paradas	
Dromo	Eixo	1- Trinca	N				S							Verificação visual da lubrificação dos mancais	Semanal	Realizar ensaio por ultra-som do eixo do dromo	Semestral (Parada)	
		2- Empeno	N				N	N	N	S								
	Dromo	1- Desgaste	N				S							Verificação com martelo de bola da fixação do dromo	Semanal	Verificação visual de trincas nos mancais	Semanal	
		2- Deformação	N				N	N	N	N	N				Verificação com estetoscópio do ruído dos mancais	Semanal	Verificação visual do desgaste do dromo	Semanal
		3- Trinca	N				N	N	N	N	N							
Chavetas	1- Deformação plástica	N				N	N	N	N	N					Garantir folgas de montagem das chavetas	Montagens		
Mancal	1- Desgaste	N				S												

Fig. 10: Relatório gerencial – Planilha de decisões - Exemplo.

## REFERÊNCIAS

- 1- MOUBRAY, JOHN “**RCM-II, Reliability-Centered Maintenance**”. 4ª edição. Industrial Press Inc., New York. 1992.
- 2- NASA, “**Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment**”. Estados Unidos, NASA 2000.
- 3- HELMAN, HORÁCIO e ANDERY, PAULO ROBERTO “**Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA – FTA) – Série Ferramentas da qualidade – volume 11**”. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Otoni, Universidade Federal de Minas Gerais. 1995.
- 4- SEIXAS, SANTANA, EDUARDO “**Engenharia de Confiabilidade Aplicada na Manutenção**”. Apostila da Abraman – RFFSA. Belo Horizonte. 1999.
- 5- BRANCO, FILHO, GIL e NETO, LIMA, ÁLVARO CORRÊA “**Manutenção Centrada em Confiabilidade – Tecém Tecnologia Empresarial**”. Apostila. Belo Horizonte. Tecem. 1999.
- 6- WERKEMA, CATARINO, MARIA CRISTINA “**As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos – Série Ferramentas da Qualidade – Volume 1**”. 4ª edição. Universidade Federal de Minas Gerais, Fundação Cristiano Otoni. Belo Horizonte. 1995.
- 7- KARDEC, ALAN e NASCIF, JÚLIO “**Manutenção – Função Estratégica**”. 3ª edição. São Paulo, SP. 1998.
- 8- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Confiabilidade e Manutenibilidade: NBR 5462**. Rio de Janeiro, 1994.
- 9- MIL-STD-1629A - **Procedures for performing a failure mode, effects and criticality analysis**. Department of Defense - United States of America, 1980.
- 10- Disponível em: <http://www.cst.com.br> . Acesso em: 13 maio 2003.
- 11- Disponível em: <http://www.maintenanceresources.com>. Acesso em: 20 nov. 2002.

## **ABSTRACT**

### **RCM – Reliability Centered Maintenance implantation in Companhia Siderúrgica de Tubarão Slab Conditioning Area**

The increase in reliability studies in the last two decades is caused, particularly, by the necessity to decrease maintenance cost, the rise of equipment complexity and to increase equipment operation availability. The Reliability Centered Maintenance (RCM) implantation in Companhia Siderúrgica de Tubarão Slab Conditioning Area aims at reliability, decreasing potential causes of failure modes through cost-efficient maintenance tasks which consider criteria of safety, environment, operation and cost. In other words, furthering tasks which assume that our equipment is capable of doing what the users want them to do and when they want them to do. This study is based in the RCM English methodology created by John Moubray in 1992, fitted to Brazilian steel plant reality. It consists in changing the idea of the fixed assets preservation to preservation of its function. We expect to have maintenance plans that aim at integrity of people, environment and equipment, eliminating the main causes of failure, resulting in a increment of the pilot unit average availability rate from 98.53% to 99.40%, reduction of the annual cost of labor during scheduled shut-downs in nearly 50%, increase of the annual production contribution margin of Slab Conditioning Area to R\$4.760.755.00 and easy adaptability for another Steel Plant Areas.

**KEY-WORDS:** RELIABILITY, FAILURE MODE, COST-EFFICIENT