

# REVISÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO DA ARCELORMITTAL AÇOS PLANOS AMÉRICA DO SUL\*

Severino Albani Junior<sup>1</sup>  
Laudelino Cota Fonseca Junior<sup>2</sup>  
Ricardo Tadeu Meneses Sodré<sup>3</sup>

## Resumo

A crise econômica mundial de 2008 obrigou as empresas a se recriarem para atender um mercado mais cauteloso e conservador. Isso demandou uma reformulação na maneira de executar as atividades e estruturar os preços dos produtos. Nesse contexto a ArcelorMittal Tubarão iniciou os trabalhos na área de gestão de ativos focada em manutenção, desenvolvendo um programa para melhoria da confiabilidade dos equipamentos. Dentro desse programa, foi identificada a oportunidade de revisar os planos de manutenção da planta. Essa revisão contempla ajustes no cadastro, criticidade dos equipamentos e revisão dos planos de manutenção no Sistema da Manutenção da Planta. Esse trabalho abordará a metodologia adotada para realização dessas revisões, considerando a formação das equipes de trabalho centralizadas, sua interação com as áreas de manutenção das unidades produtivas, critérios utilizados para revisão dos cadastros/criticidades, a utilização da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) para revisão dos planos de manutenção e resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Gestão de ativos; Confiabilidade; Manutenção centrada em confiabilidade.

## MAINTENANCE PLANS REVIEW OF ARCELORMITTAL FLAT CARBON SOUTH AMERICA

### Abstract

The 2008 world economic crisis required companies to recreate themselves to attend a more cautious and conservative market. Then, was necessary changing the way of carrying out the activities and set product prices. In this context ArcelorMittal Tubarão started activities in asset management focusing on maintenance, developing a program to improve equipment reliability. Within this program, was identified the opportunity to review the site maintenance plans. This revision includes adjustments in the equipment tree, criticality and maintenance plans review into CMMS. This work will address the methodology used to carry out revisions, considering the centralized teams composition, their interaction with the maintenance areas of production units, criteria used to review the equipment tree/Criticality, the use of Reliability Centered Maintenance (RCM) for review of maintenance plans and results.

**Keywords:** Asset management; Reliability; Reliability centered maintenance.

- <sup>1</sup> Engº Mecânico, Especialista em Engª de Manutenção e MBA em Gestão de Projetos. Especialista em Manutenção e Gestão de Ativos na Gerência de Tecnologia e Confiabilidade de Manutenção, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.
- <sup>2</sup> Engº Eletricista, Especialista em Marketing Empresarial, MBA em Gestão em Telecomunicações, Especialista em Manutenção e Gestão de Ativos na Gerência de Tecnologia e Confiabilidade de Manutenção, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.
- <sup>3</sup> Engº Mecânico, Especialista em Engª de Manutenção e em Engª de Materiais, Mestre em Fadiga e Mecânica de Fratura, Especialista em Manutenção e Gestão de Ativos na Gerência de Tecnologia e Confiabilidade de Manutenção, ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A busca da excelência na gestão, indispensável para o sucesso empresarial e pessoal, tem apresentado grande evolução nos últimos anos e podemos destacar três grandes etapas:

- 1- Capacitação das pessoas e modernização dos ativos;
- 2- Gestão de cada processo da organização;
- 3- Gestão de ativos.

É necessário, de imediato, esclarecer que gestão de ativos não é um novo nome para a manutenção e sim, um processo global do qual o processo manutenção é, apenas, uma parte [1].

Parte que vem apresentando constantes evoluções ao longo da história, na busca de ferramentas e metodologias que proporcionem aos responsáveis pela manutenção identificar e escolher quais técnicas mais convergem com a estratégia do negócio. A figura 1 apresenta resumidamente evolução dessas técnicas ao longo das gerações da manutenção.

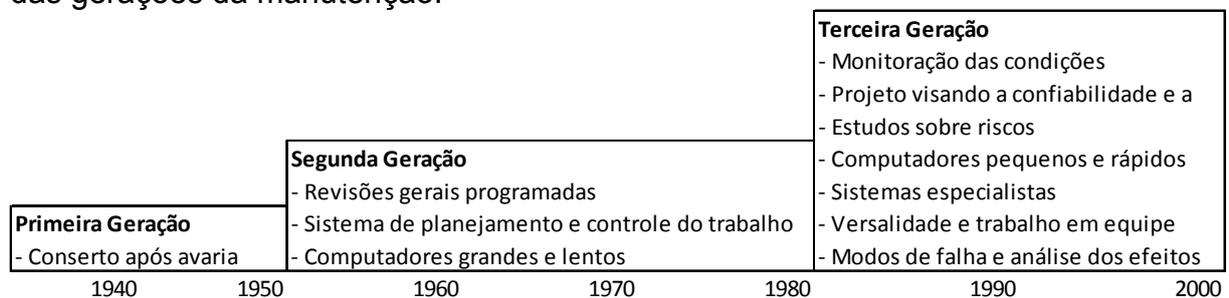


Figura 1: Evolução das técnicas de manutenção [2].

Nessa ótica de evolução constante, a ArcelorMittal Tubarão desenvolveu a partir de 2012 do Plano Diretor de Manutenção e Gestão de Ativos, com objetivo de conectar os objetivos estratégicos organizacionais com o dia a dia da Manutenção e Gestão de Ativos [3]. Esse documento estabelece os objetivos estratégicos, táticos e operacionais que permitirão a empresa realizar a Gestão de Ativos alinhada aos conceitos da norma ISO55001 no médio prazo. A figura 2 apresenta o modelo de manutenção global do grupo ArcelorMittal apresentado no Plano Diretor [4].

Uma das primeiras atividades em desenvolvimento desse Plano é o Projeto de Revisão de Planos de Manutenção que consiste na revisão da árvore dos ativos, revisão das criticidades e dos planos de manutenção.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Projeto de Revisão de Planos de Manutenção foi estruturado com o objetivo muito além de simplesmente revisar os planos, mas também de disseminar novos conceitos e trabalhar para mudança da cultura de manutenção da usina, influenciando para que as áreas clientes gastem melhor os recursos disponibilizados.

A figura 3 apresenta o modelo no qual a equipe centralizada é a peça central das revisões, suportada pelas equipes de manutenção das áreas, uma forte metodologia e um plano de desenvolvimento dos envolvidos no projeto.

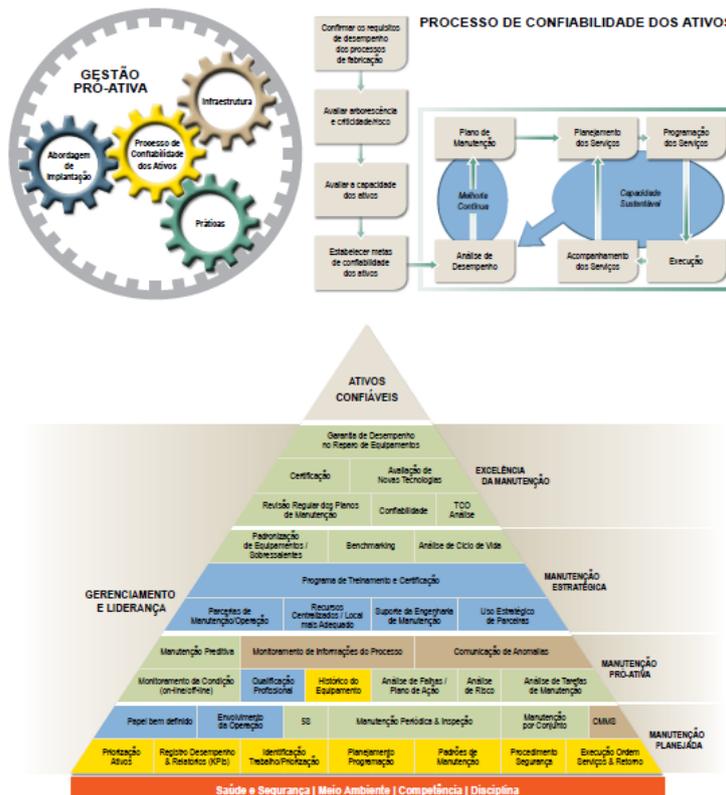


Figura 2: Modelo de Manutenção Global da ArcelorMittal

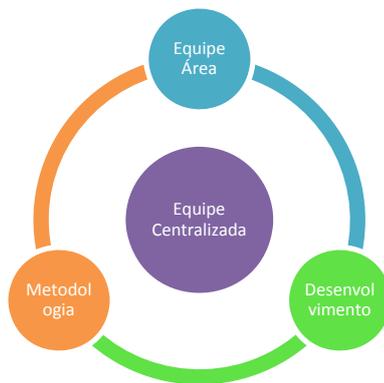


Figura 3 – Modelo para revisão dos planos

## 2.1 Desenvolvimento

O objeto de estudo apresentado nesse trabalho, utiliza uma metodologia não tão difundida para grande maioria das áreas de manutenção da ArcelorMittal Tubarão. Uma premissa adotada foi realizar esse trabalho com equipes internas, sendo coordenada por uma equipe centralizada, responsável por assegurar adequada aplicação da metodologia, e as equipes das áreas, conhecedoras dos equipamentos, modos de falhas e suas causas, manutenções realizadas, eventos importantes e influenciadores na vida dos equipamentos (figura 4).



Figura 4 – Premissa para trabalho com equipes internas.

Para nivelar o trabalho com todo time, foi mapeado o perfil necessário de cada personagem dentre os diferentes papéis do projeto e desenvolvida uma matriz de treinamento que segue apresentada na figura 5:

	Eng de Manutenção	Supervisor	Inspetor	Operador	Engenheiro de Confiabilidade	Técnico de Manutenção
Plano diretor						
FMEA						
RCM						
Padrões de Manutenção						
Análise de Causa raiz						
Módulo de Cadastro - SISMANA						
Módulo de Planos - SISMANA						
Módulo de Inspeção - SISMANA						
Módulo de Confiabilidade - SISMANA						

SISMANA: Sistema de Manutenção utilizado em ArcelorMittal Tubarão

**Figura 5** – Matriz de treinamento

Esses treinamentos foram definidos como pré-requisitos para participação dos integrantes no projeto. Além desses treinamentos, a equipe centralizada estabeleceu um evento semanal denominado de Momento Confiabilidade para retirada de dúvidas, alinhamento de conceitos, discussão de tópicos importante de cada frente de trabalho, dentre outros assuntos vinculados ao aprimoramento técnico da equipe. Após cada momento, pontos relevantes são desdobrados junto às áreas.

## 2.2 Equipe Centralizada

A equipe centralizada é formada por engenheiros de confiabilidade (facilitador) e técnicos de manutenção com experiência em manutenção de equipamentos siderúrgicos. Foi adotada a premissa de que os integrantes tivessem experiência em projetos similares com conhecimento de ferramentas como Análise do Modo de Falha e seus Efeitos e Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC), também conhecidos em inglês como Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) e Reliability Centered Maintenance (RCM). Não foi possível formar uma equipe completa que atendesse aos requisitos desejados, sendo utilizada a matriz de treinamento para suportar o desenvolvimento dos participantes.

## 2.3 Equipe Área

A equipe área é formada com representantes das áreas de manutenção e operação com objetivo de trabalhar em conjunto com a equipe centralizada para revisão dos planos de manutenção. Por parte da manutenção, as equipes eram formadas por engenheiros de manutenção, supervisores de manutenção e inspetores, enquanto que a operação geralmente era representada pelos operadores.

Uma premissa estabelecida foi que os representantes das áreas possuíssem perfil alinhado com o projeto, como receptividade para mudança, aprendizado e aplicação de novas metodologias. Nesse contexto, foi necessário realizar uma série de treinamentos para desenvolver algumas habilidades necessárias conforme matriz de treinamento.

## 2.4 Metodologia para Revisão dos Planos

O Plano Diretor de Manutenção e Gestão de Ativos detalha o que deve ser feito para revisar os planos de manutenção, objetivando a confiabilidade dos ativos. Antes da revisão dos planos, foi necessário ajustar a árvore de equipamentos do Sistema de Manutenção da ArcelorMittal Tubarão, denominado SISMANA. Também foi revisada a criticidade dos ativos com base no critério definido no plano diretor. Todas essas etapas foram consideradas dentro da revisão de planos que detalhadamente deve seguir os 8 passos destacados na figura 6.

A premissa inicial era realizar a revisão dos planos de manutenção apenas em duas áreas produtivas (Aciaria e Lingotamento Contínuo), sendo estendida para uma terceira área (Coqueria) meses após o início do trabalho.



Figura 6 – Etapas da revisão de planos

### 2.4.1 Primeiro passo

O primeiro passo realizado em conjunto com a equipe de manutenção das áreas, foi elaborar o Diagrama de Blocos Funcionais (DBF) registrando todos os equipamentos, independente do número de níveis hierárquicos existentes no Sistema de Manutenção (SISMANA). Esse trabalho foi fruto de conhecimento técnico das equipes de área, consulta a desenhos técnicos, manuais e visitas em campo. Essa etapa visa limitar fronteiras, incluir todos os equipamentos e elevar o conhecimento do equipamento para a equipe de análise. Segue na figura 7 um exemplo do diagrama de blocos da região da área do refino primário:

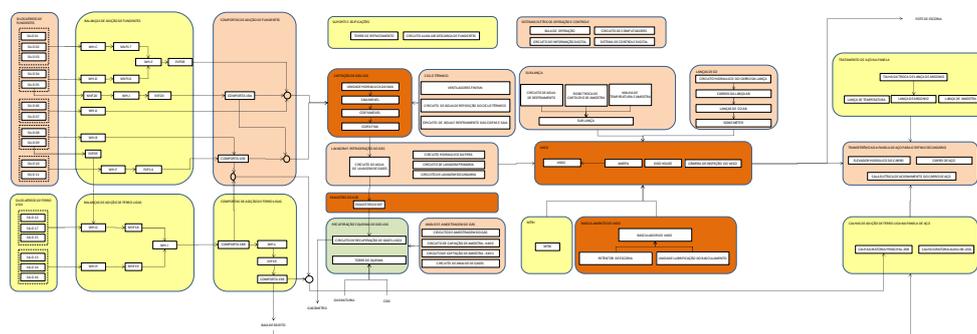


Figura 7: Diagrama de blocos funcional da região do refino primário

### 2.4.2 Segundo passo

Com todos os equipamentos no DBF, o segundo passo consistiu em detalhar esses equipamentos até o último nível existente no SISMANA. Nessa fase, foi criada uma planilha com base nas informações já existentes no SISMANA pela equipe

centralizada e posteriormente validada com as equipes das áreas. Foi possível identificar presença de alguns componentes cadastrados em duplicidade, alguns sem cadastros e alguns itens existentes em campo, sem cadastro no sistema.

Todos os ajustes foram realizados através de visitas em campo, avaliação de desenhos técnicos e manuais. Nessa fase a área cliente pôde identificar a necessidade de agrupar, desdobrar ou até mesmo eliminar os equipamentos. Essas alterações foram refletidas no DBF.

### 2.4.3 Terceiro passo

O SISMANA permite 5 níveis hierárquicos para cadastro da árvore de equipamentos. Na etapa de elaboração do DBF não foi restringido quantidade de níveis hierárquicos. Essa etapa (3º passo) consiste em nivelar o DBF em 5 níveis e determinar o nome dos equipamentos em cada nível hierárquico existente. Essa etapa deve ser feita pela equipe centralizada.

### 2.4.4 Quarto passo

A revisão dos planos de manutenção dos equipamentos críticos foi feita baseada na metodologia de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC). A MCC é definida como um processo usado para determinar o que deve ser feito para garantir que um ativo continue a fazer aquilo que o seu usuário espera no presente contexto de operação [2].

Para isso é preciso ter cuidado para que a análise não seja feita em um nível muito detalhado, muito menos em um nível tão elevado. É nesse 4º passo que a equipe centralizada identifica o nível adequado para avaliação da criticidade.

### 2.4.5 Quinto passo

O 5º passo consiste em aplicar os critérios definidos no Plano Diretor, apresentados na figura 8, para avaliar a criticidade dos equipamentos. A equipe centralizada foi responsável pelo desenvolvimento dessa etapa, sendo suportada pelas equipes de manutenção e operação das áreas, equipes de meio ambiente, segurança e plano de produção.

Esse envolvimento com todas as equipes ampliou a análise, não permitindo uma análise micro que em muitos casos refletia a criticidade do equipamento para a área produtiva, quando na realidade deve refletir a criticidade para a usina.

ITEM	FACTOR DE FALHA	PESO	CRITÉRIO
1	Influência na produção	10	Não para a produção de área operacional* Para a produção de área operacional, porém, sem afetar a produção de unidade operacional*. Para a produção de área operacional, afetando o plano de produção de unidade operacional.
2	Influência na qualidade do produto	10	Não influi na qualidade do produto de área operacional. Influi na qualidade do produto de área operacional. Influi na qualidade do produto de unidade operacional. Não influi no meio ambiente.
3	Influência no meio ambiente	10	A falha provoca impacto médio no meio ambiente, sujeito a penalidades legais. A falha provoca impacto grave no meio ambiente, com penalidade legal e/ou perda de imagem.
4	Influência na segurança pessoal	10	Não influi na segurança pessoal. Existe risco de acidente pessoal, em caso de falha. Existe alto potencial de acidente pessoal, em caso de falha.
5	Existência de stand by (Ver item 5.1)	8	Pressão stand by ou não necessária (não afeta a produção). Afeta a produção de área operacional e não possui stand by. Afeta a produção de unidade operacional e não possui stand by.
6	Ocorrência de falhas	10	Alta confiabilidade, normalmente não há ocorrência de falhas. R(CO dia) > 95%. Média confiabilidade, há ocorrência de falhas esporádicas e/ou ocasionais. 75% < R(CO dia) < 95%. Baixa confiabilidade, ocorrência frequente de falhas. R(CO dia) < 75%.
7	Recuperação da produção após reparo	8	Recuperação rápida das condições normais de produção, após reparo (< 8 horas). Recuperação demorada das condições normais de operação, após reparo (> 8 horas).
8	Influência no custo da produção	8	Não afeta o custo de produção de unidade operacional. Afeta o custo de produção de unidade operacional.

Figura 8: Critérios para avaliação de criticidade dos ativos

Da 1ª à 4ª etapa era aplicada a filosofia da MCC passando desde a preparação da planilha de trabalho com inclusão das informações dos equipamentos a serem

analisados até a definição da tarefa de manutenção que assegure a continuidade da função desempenhada dos equipamentos. Esse processo tinha o facilitador de MCC como coordenador, que tinha a responsabilidade de assegurar a aplicação adequada da filosofia, gerenciar a análise, conduzir as reuniões e gerenciar o tempo, dentre outras. A figura 9 mostra os envolvidos e as atividades desenvolvidas por todo o grupo de trabalho dentro das 4 etapas abordadas. Uma premissa fundamental nessa fase foi a participação dos inspetores, que são responsáveis do dia a dia do equipamento, apresentando o conhecimento necessário para uma valiosa discussão técnica.

Um robusto planejamento foi necessário para garantir a disponibilidade dos recursos dentro do cronograma estabelecido para o projeto, garantindo uma interface amigável entre as partes para garantir a melhora da confiabilidade dos equipamentos da planta.



Figura 9 – Envolvidos e atividades para revisão dos planos

#### 2.4.7 Sétimo passo

A revisão dos equipamentos não críticos foi realizada baseada nas informações de manuais de fabricantes e do sólido conhecimento técnico das equipes das áreas clientes. Em função da criticidade e relevância, para alguns equipamentos foi adotado a estratégia *run to failure*, isto é, operar até a falha, visto que não traria maiores impactos ao processo produtivo.

#### 2.4.8 Oitavo passo

Essa é uma fase não menos importante dentro do processo de revisão dos planos, quando enfim as tarefas de manutenção serão transformadas em planos de manutenção dentro do SISMANA, permitindo que as áreas usufruam do resultado obtido nos passos anteriores. Essa fase será conduzida da seguinte maneira:

- Preparar o SISMANA para carga da nova árvore de cadastro;
- Elaborar as rotas de inspeção;
- Nivelar os recursos;
- Incluir os planos de manutenção;
- Treinar os inspetores e executantes nas novas rotinas de manutenção;
- Testar e validar;

Essas revisões serão realizadas pela equipe técnica do SISMANA.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O primeiro resultado obtido foi a revisão do cadastro dos equipamentos, eliminando equipamentos em duplicidade, equipamentos não cadastrados e incluindo equipamentos existentes nas áreas e não cadastrados. Essas alterações permitirão realizar um registro adequado de ocorrências para criação de um histórico consistente a ser utilizado futuramente em estudos de engenharia quantitativa. A figura 10 mostra um exemplo qualitativo da revisão de cadastro de um equipamento.

CARRO PRINCIPAL DA PONTE ROLANTE	DETALHE
REDUTOR TRANSLAÇÃO DO CARRO	MANTÉM
MOTOR DE TRANSLAÇÃO DO CARRO	MANTÉM
RODAS LIVRES TRANSLAÇÃO DO CARRO	MANTÉM
REDUTOR N2 IÇAMENTO PRINCIPAL	ITEM NOVO
MOTOR M2 DO IÇAMENTO PRINCIPAL	MANTÉM
LIMITES DO IÇAMENTO PRINCIPAL	MANTÉM
LIMITES DO IÇAMENTO PRINCIPAL RESERVA	EXCLUÍDO
ENCODER DO IÇAMENTO PRINCIPAL	MANTÉM
PAINEL DE AÇIONAMENTO DO IÇAMENTO PRINCIPAL	ITEM NOVO
REDUTOR IÇAMENTO AUXILIAR	MANTÉM

Figura 10 – Revisão de cadastro

A revisão de criticidade trouxe uma alteração significativa no cadastro dos equipamentos como pode ser visto na figura 11, para as 3 áreas do estudo. Na atual cadastro as Plantas produtivas 1, 2 e 3 possuem respectivamente 40%, 44% e 53% dos equipamentos sem avaliação de criticidade, que equivale a aproximadamente 980 equipamentos sem criticidade, não permitindo uma gestão adequada desses ativos.

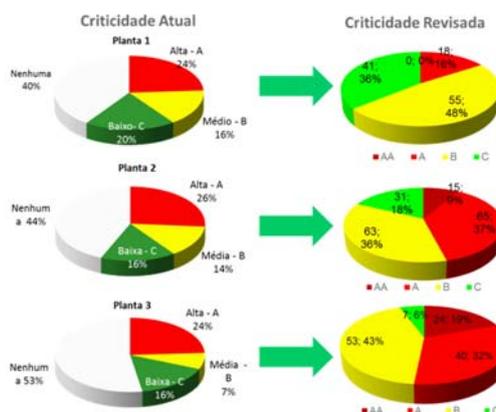


Figura 11 – Revisão de criticidade

A revisão de planos foi iniciada pelos equipamentos críticos e apresentou uma evolução significativa na estratégia de manutenção. A figura 12 mostra a mudança do perfil de manutenção do Marcador de Placas do Lingotamento, antes predominantemente corretiva alterando para um balanceamento entre manutenção baseada em condição, tempo e corretiva que reduzirão a probabilidade de falha a um melhor custo efetivo [5].

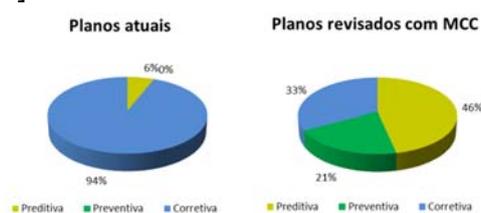


Figura 12 – Revisão dos planos de manutenção

Além desses resultados tangíveis, existe uma parcela de resultados intangíveis alcançados, como o aumento do conhecimento dos equipamentos pelos participantes, identificação de potenciais falhas antes não tratadas, a implantação de uma nova cultura de manutenção visando confiabilidade do equipamento ao melhor custo, dentre outros.

#### 4 CONCLUSÃO

O desdobramento das ações do Plano Diretor está trazendo resultados satisfatórios, como o registro dos componentes necessários para uma gestão efetiva dos equipamentos, eliminando desvios, permitindo a construção de um histórico confiável para futuras ações relacionadas à confiabilidade quantitativa. Outro resultado está em usar melhor os recursos disponíveis de acordo com a criticidade dos equipamentos, isto é, usar técnicas mais nobres em equipamentos mais críticos do que nos menos críticos.

Esses resultados somente estão sendo alcançados pelo envolvimento desde a diretoria até as equipes executantes, que apoiam a implantação desse projeto inovador e de mudança cultural obedecendo metodologias consagradas, que aplicadas corretamente, trazem resultados importantes no processo de manutenção da usina, considerando ganhos tangíveis e intangíveis. Outros ganhos ainda estão por vir com o desdobramento das ações para os equipamentos não críticos, que serão abordados em trabalhos futuros.

#### REFERÊNCIAS

- 1 Pinto, Alan Kardec. “A evolução do processo de Gestão”. 2012 [acesso em 07 abr.2015] 19:23:17. Disponível em [http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/a-evolucao-do-processo-de-gestao\\_Tecem.pdf](http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/a-evolucao-do-processo-de-gestao_Tecem.pdf).
- 2 Moubray, John, “Manutenção Centrada em Confiabilidade”, 4ª Edição, Woburn, MA, Estados Unidos, 1997.
- 3 Sodré, Ricardo, “Como estruturar a empresa antes de pensar na Implantação de um Sistema de Gestão de Ativos conforme ABNT ISO 55001”. 69º Congresso Anual da ABM. São Paulo, SP. 2014.
- 4 Sodré, Ricardo. Plano Diretor de Manutenção e Gestão de Ativos. Gerencia de Tecnologia de Manutenção. 2013:2.
- 5 NASA, “Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment”. Estados Unidos, NASA 2000.